

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Tauá - CE

Projeto de Implantação da 2ª Etapa do Sistema de  
Esgotamento Sanitário da Sede de Tauá

VOLUME I  
Memorial Descritivo

Cagece

MARÇO/2019



**EQUIPE TÉCNICA DA GPROJ – Gerência de Projetos**

**Produto: Projeto de Implantação da 2ª Etapa do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede de Tauá**

**Gerente de Projetos**

Engº. Raul Tigre de Arruda Leitão

**Coordenação de Projetos Técnicos**

Engº. Celso Lira Ximenes Júnior

**Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio**

Engº. Gerardo Frota Neto

**Engenheiros Projetistas**

Engº Fabiano do Nascimento Lira

Engª Cailiny Darley De M. Medeiros

Engº Ruam Magalhaes da Silva

**Desenhos**

João Maurício e Silva Neto

Messias da Silva Andrade

Washington Paula da Silva

Helder Moreira Moura Junior

Francisco Arquimedes da Silva

**Orçamento**

Antônia Jéssica da Silva

**Edição**

Sibelle Mendes Lima

**Arquivo Técnico**

Patrícia Santos Silva

**Colaboração**

Ana Beatriz Caetano de Oliveira

Gleiciane Cavalcante Gomes

## I - APRESENTAÇÃO

O presente relatório se refere ao *Projeto de Implantação da 2ª Etapa do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede de Tauá*, através do processo nº **0770.000167/2016.27** de setembro de 2016.

A concepção prevê o esgotamento de oito sub-bacias, com o aproveitamento de elementos dos sistemas existentes e implantação de redes coletoras de esgoto convencionais. Para o bombeamento do efluente coletado serão implantadas sete estações elevatórias, todas dotadas de tratamento preliminar (gradeamento, desarenador e medidor de vazão). O esgoto bombeado de cada elevatória percorrerá linhas de recalque até chegar em uma estação elevatória existente e, por fim, na ETE Brilhante (existente).

Este documento é parte integrante do seguinte conjunto de volumes:

- **Volume I: Memorial Descritivo e de Cálculo.**
- Volume II: Peças Gráficas;
  - Tomo I;
  - Tomo II;
  - Tomo III.
- Volume III: Projeto Elétrico.
- Volume IV: Orçamento de Projeto;
  - Tomo I;
  - Tomo II
- Volume V: Especificações Técnicas.

## II - SUMÁRIO

<b>I - APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>II - SUMÁRIO .....</b>	<b>3</b>
<b>III - FICHA TÉCNICA.....</b>	<b>5</b>
<b>IV - CROQUI .....</b>	<b>7</b>
<b>1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>10</b>
<b>2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO .....</b>	<b>13</b>
2.1 Localização.....	13
2.2 Acesso.....	14
2.3 Clima.....	14
<b>3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE .....</b>	<b>16</b>
<b>4 ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA.....</b>	<b>18</b>
4.1 Estimativa Populacional .....	18
4.2 Vazões de Projeto .....	18
4.2.1 Rede Coletora de Esgoto (RCE).....	19
4.2.2 Estação Elevatória de Esgoto (EEE).....	20
4.3 Considerações de Projeto .....	21
4.3.1 Rede Coletora de Esgoto (RCE).....	21
4.3.2 Estação Elevatória de Esgoto (EEE).....	22
<b>5 PROJETO DO SISTEMA ADOTADO.....</b>	<b>25</b>
5.1 Ligações Domiciliares (LD).....	25
5.2 Ligações Intradomiciliares (LI).....	25
5.3 Rede Coletora de Esgoto (RCE).....	25
5.4 Estações Elevatórias de Esgoto (EEE).....	26
5.5 Linhas de Recalque.....	26
<b>6 MEMORIAL DE CÁLCULO .....</b>	<b>29</b>
6.1 Rede Coletora de Esgoto (RCE).....	29
6.2 Estação Elevatória de Esgoto (EEE).....	29
6.2.1 Tratamento Preliminar .....	29
6.2.2 Poço de Sucção e Barrilete.....	29
<b>7 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA EEE.....</b>	<b>32</b>
7.1 Manual de Operação.....	32
7.1.1 Extravasor.....	32
7.1.2 By-pass.....	32
7.1.3 Gradeamento.....	32
7.1.4 Caixa de Areia .....	32
7.1.5 Grupo Gerador .....	33

7.2	Plano de Manutenção.....	33
7.2.1	Aspectos Gerais .....	33
7.2.2	Instalação .....	34
7.2.3	Lubrificação .....	34
7.2.4	Conjunto Motor-Bomba .....	34
7.2.5	Prédios.....	34
7.2.6	Jardins e Arborização.....	34
<b>8</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>37</b>
8.1	Definição das Distâncias Média de Transporte.....	37
8.2	Parâmetros Para os Serviços de Movimentação de Terra – Escavação de Valas.....	38
8.3	Relatório Técnico.....	40
8.4	Planilha de Dimensionamento das Redes Coletoras de Esgoto.....	54
8.5	Planilha de Dimensionamento das Estações Elevatórias de Esgoto.....	85
8.6	ART.....	218

### III - FICHA TÉCNICA

#### Informações do Projeto:

<b>Projeto</b>		
Obras Remanescentes do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede de Tauá – 2ª Etapa		
<b>Projetista</b>		<b>Programa</b>
Engº Fabiano do Nascimento Lira		-
<b>Município</b>	<b>Sub-bacia</b>	<b>Data de elaboração do Projeto</b>
Tauá	Sede	Maio/2018

#### Dados da População:

Método de Estimativa Populacional	Taxa de Crescimento Médio Anual	Alcance do Projeto	Ano de Início do Projeto	População Inicial de Projeto	Ano Final de Projeto	População Final de Projeto
Projeção da densidade populacional	1,2 a.a.	20 ANOS	2008	27.244	2027	34.246

#### População:

Etapa	Ano	População Total (hab)	População Atendida (hab)	Atendimento
<b>1ª Etapa (implantada)</b>	2008	27.244	8.100	29,7%
<b>2ª Etapa</b>	2017	29.851	19.839	66,5%
<b>3ª Etapa</b>	2027	34.246	34.246	100%

#### Vazões de Projeto:

ANO	VAZÃO (L/s)		
	Mínima	Média	Máxima
<b>2009</b>	5,63	16,18	25,18
<b>2019</b>	13,78	38,58	60,62
<b>2029</b>	23,78	64,15	102,21

#### Ligações Domiciliares e Intradomiciliares:

Discriminação	Implantação
Ligações Domiciliares	1.544
Ligações Intradomiciliares	-

**Rede Coletora de Esgoto:**

Bacia	Extensão (m)	Material	Diâmetro (mm)
1	4.138,09	PVC OCRE	150
2.2	8.728,92	PVC OCRE	150 a 300
3.2	71,15	PVC OCRE	150
4	2.695,88	PVC OCRE	150
5.1	719,33	PVC OCRE	150
5.2	4.018,01	PVC OCRE	150 a 200
8	241,74	PVC OCRE	200 a 250
9	2.616,96	PVC OCRE	150
<b>Total</b>	<b>23.230,08</b>	<b>PVC OCRE</b>	<b>150 a 300</b>

**Estação Elevatória de Esgoto:**

Elevatória	Situação	Tipo	Quant. Bombas		Q <sub>bomba</sub> (L/s)	H <sub>man</sub> (m)	Potência (CV)
			Ativa	Reserva			
EE-1	A implantar	Submersível	1	+ 1	5,80	16,70	7,5
EE-3.1	EE parcialmente executada	Submersível	1	+ 1	14,0	25,28	15,0
EE-3.2	A implantar	Submersível	1	+ 1	6,20	15,44	7,5
EE-4	CG parcialmente executada	Submersível	1	+ 1	6,40	21,89	7,5
EE-5.1	A implantar	Submersível	1	+ 1	5,00	17,72	5,0
EE-5.2	CG parcialmente executada	Submersível	1	+ 1	17,5	15,66	7,5
EE-9	A implantar	Submersível	1	+ 1	7,80	21,15	7,5

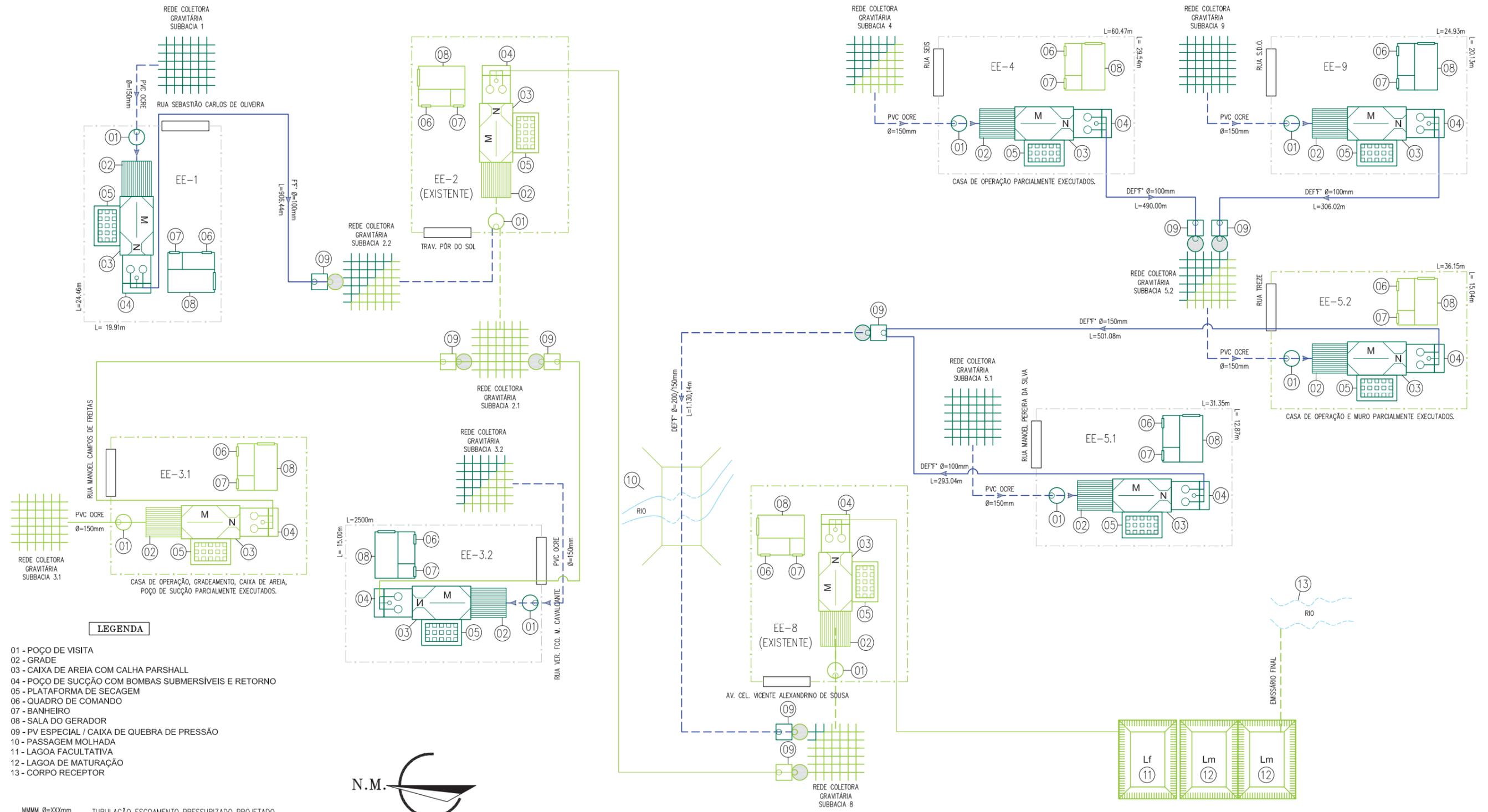
**Linha de Recalque:**

Linha	Localização		Vazão de projeto	Material	Diâmetro	Extensão
	Montante	Jusante				
LR-1	EE-1	SB-2.2	5,80	F°F°	100	906,44
LR-4	EE-4	SB-5.2	6,40	DeF°F°	100	496,20
LR-5.1	EE-5.1	CQP	5,00	DeF°F°	100	293,04
LR-5.2	EE-5.2	CQP	17,50	DeF°F°	150	501,08
LR-9	EE-9	SB-5.2	7,80	DeF°F°	100	306,02

**Emissário Gravitário:**

Linha	Localização		Vazão de projeto	Material	Diâmetro	Extensão
	Montante	Jusante				
EG-5	CQP	SB-8	21,70	DeF°F°	200 150	160,69 969,45

## IV - CROQUI



**LEGENDA**

- 01 - POÇO DE VISITA
- 02 - GRADE
- 03 - CAIXA DE AREIA COM CALHA PARSHALL
- 04 - POÇO DE SUÇÃO COM BOMBAS SUBMERSÍVEIS E RETORNO
- 05 - PLATAFORMA DE SECAGEM
- 06 - QUADRO DE COMANDO
- 07 - BANHEIRO
- 08 - SALA DO GERADOR
- 09 - PV ESPECIAL / CAIXA DE QUEBRA DE PRESSÃO
- 10 - PASSAGEM MOLHADA
- 11 - LAGOA FACULTATIVA
- 12 - LAGOA DE MATUREZAÇÃO
- 13 - CORPO RECEPTOR

- MMM Ø=XXXmm L=XX.XXm TUBULAÇÃO ESCOAMENTO PRESSURIZADO PROJETADO
- MMM Ø=XXXmm L=XX.XXm TUBULAÇÃO ESCOAMENTO GRAVITÁRIO PROJETADO
- UNIDADES PROJETADAS
- TUBULAÇÕES E UNIDADES EXISTENTES



COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS	PRANCHA Nº <b>01/01</b>
<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO DISTRITO SEDE - TAUÁ / CE</b>	
<b>CROQUI DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA SEDE DE TAUÁ</b>	

Projeto: Engº Fabiano do Nascimento Lira RNP 060.838.611-1	Desenho: HELDER Jr.	Escala: S/ESCALA	Data: MAI/2017	Arquivo: SES_Sede de Tauá_Croqui
---	---------------------	------------------	----------------	----------------------------------



## Considerações Iniciais

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em 1997 foi firmado contrato entre a CAGECE e a empresa Engesoft – Engenharia e Consultoria Ltda. a elaboração do Projeto Executivo do SES da Cidade de Tauá/CE, através do contrato nº **52/97 ASJUR/CAGECE**, no âmbito do *Programa Pro-Saneamento*.

No âmbito das negociações para a concessão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário da Prefeitura de Tauá para a CAGECE, foi negociado dentre outros itens, investimento em esgotamento sanitário para o município. Neste sentido, foi feita uma separata do Projeto Executivo da Engesoft para angariar recursos junto à Caixa Econômica Federal pelo *Programa Pro-Saneamento*.

Com o Censo de 2000, constatou-se que a estimativa populacional estava superestimada, levando, conseqüentemente, a um superdimensionamento das unidades constituintes do projeto. Em abril de 2005, foi elaborada pela CAGECE uma readequação desta separata, denominada “*Readequação do Projeto de Esgotamento Sanitário da Cidade de Tauá – 1ª Etapa*”, para ajustar as unidades previstas no projeto original ao porte correspondente à atual tendência de crescimento e atualizar a topografia e semicadastral da cidade.

Em 2006, a readequação foi licitada e foi firmado contrato de execução das obras com a empresa NABLA Construções Ltda. através do contrato nº **153/2006 PROJU/CAGECE**.

Por ocasião da execução das obras, foram-se necessárias novas alterações as quais foram consolidadas na “*Readequação do Projeto de Esgotamento Sanitário de Tauá*” pela CAGECE em abril de 2007.

Em dezembro de 2007 a Prefeitura solicitou à CAGECE projeto para 2ª etapa de implantação do SES de Tauá, gerando em outubro de 2009 o “*Projeto Executivo do Sistema de Esgotamento Sanitário de Tauá – 2ª e 3ª etapa*”, o qual, a partir de um novo levantamento topográfico, refez o estudo de escoamento, resultando em uma redefinição das sub-bacias de esgotamento; da mesma forma, a partir da Contagem de População 2007 do IBGE, este último projeto recalculou as demandas de esgoto considerando ainda o zoneamento urbano, os limites censitários. O referido projeto contemplou praticamente toda a sede do município.

Em outubro de 2013, foi dada a ordem de serviço para o início das obras de implantação da 2ª etapa do SES de Tauá, executada pela *BT Serviços Ltda.*, sob o contrato nº **83/2013 PROJU/CAGECE**.

Por meio do processo nº **0153.000614/2014-08**, foi solicitada à Gerência de Projetos de Engenharia da Cagece (GPROJ) a elaboração da readequação do projeto da Estação Elevatória 3.2 do Sistema de Esgotamento Sanitário de Tauá. Esta readequação se tornou necessária pelo fato do terreno onde ficaria a elevatória ter sido reivindicado pela prefeitura do município para execução do projeto de urbanização do Rio Trici.

As obras de implantação da 2ª etapa do SES da Sede de Tauá foram paralisadas em junho de 2015 com a entrega de trechos descontínuos e serviços inacabados nas estações elevatórias.

A través do processo nº **0770.000167/2016.27**, de setembro de 2016, a Gerência de Obras solicitou a adequação do projeto executivo do SES da Sede de Tauá com fins de relicitação.

Além do levantamento dos serviços remanescentes, este projeto possui alterações com relação ao projeto original, as quais são apresentadas no quadro a seguir com suas respectivas justificativas:

<b>Elemento de Projeto</b>	<b>Configuração Original</b>	<b>Alteração Proposta</b>	<b>Justificativa</b>
Tensão tratava	0,6	1,0	Adequação às normas brasileiras atuais
Coefficiente de manning	0,010	0,013	
Espessura da parede das estações elevatórias	0,15 m	0,20 m	
Taxa de infiltração	0,20 L/s.km	0,25 L/s.km	Adequação aos padrões atuais da Companhia
Medidor de vazão	Calha Parshal	Medidor Ultrassônico	
Escada de acesso ao poço de sucção	Em ferro	Em aço Inox 316	
Sistema de içamento do material retido no tratamento preliminar	Sem especificação	Guindaste com lança de 3,0 m e talha de 250 kg	
Fechamento das estações elevatórias	Muro de 0,70 m protegido com cerca até 1,80 m	Muro de 2,50 m protegido com concertina	
Linhas de recalque e (consequentemente) conjuntos motor-bomba das EE 5.1 e 5.2	Duas linhas paralelas correndo ao longo da BR-020 por cerca de 770 m, incluindo travessia e trecho aéreo de 120 m.	Duas linhas paralelas interceptando a BR-020 em apenas em uma travessia.	O uso de técnicas demasiadamente onerosas e de complexa execução.



## **Caracterização da Área do Projeto**

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

### 2.1 Localização

O município de Tauá está localizado na posição Sudoeste do Estado do Ceará, na microrregião do Sertão de Inhamuns. Este possui uma área de 4.018,2 km<sup>2</sup>, com sede localizado nas coordenadas 6°00' S e 40°18' W, a 402 m de altitude.

Tem como limites: ao Norte, Independência; ao Sul, Arneiroz, Catarina e Parambu; ao Leste, Pedra Branca e Mombaça; e ao Oeste, Parambu e Quiterianópolis.

A zona urbana da sede do Município concentra uma população de 28.110 habitantes (51% da população total município – IBGE, 2010).

A

Figura 1 apresenta o mapa de localização do distrito da Sede de Tauá.

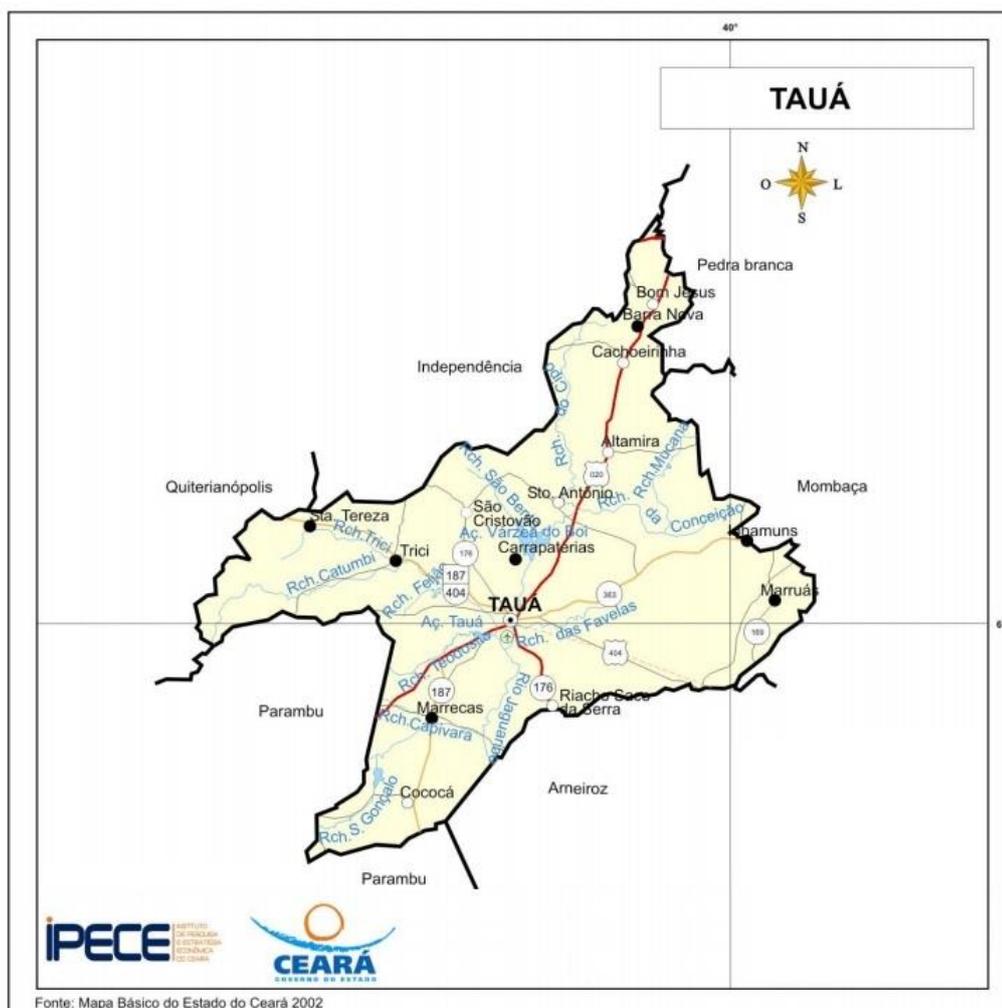


Figura 1: Localização da Sede do Município de **Tauá**.

## 2.2 Acesso

A partir da capital Fortaleza, o acesso à Sede de Tauá é feito basicamente por um itinerário único e lógico: segue pela BR-020 por 339 km até a Sede do município de Tauá.

Uma rota alternativa seria: segue pela BR-116 por 74 km até o distrito de Triângulo, município de Chorozinho; entra à direita na BR-122 e segue por 95 km até a Sede do município de Quixadá; segue ao sudoeste pela CE-060/265 por 135 km até a Sede do município de Mombaça; segue ao oeste pela BR-404 por 90 km até a sede do Município de Tauá.

## 2.3 Clima

A Sede de Tauá, bem como toda a microrregião do Sertão de Inhamuns, possui um clima característica da zona de caatinga, apresentando temperaturas médias que variam de 31°C (máximas) a 20°C (mínimas), com pluviometria média anual de aproximadamente 580 mm, em condições normais.

A Figura 2 apresenta um resumo dos dados climáticos da Sede de Tauá.

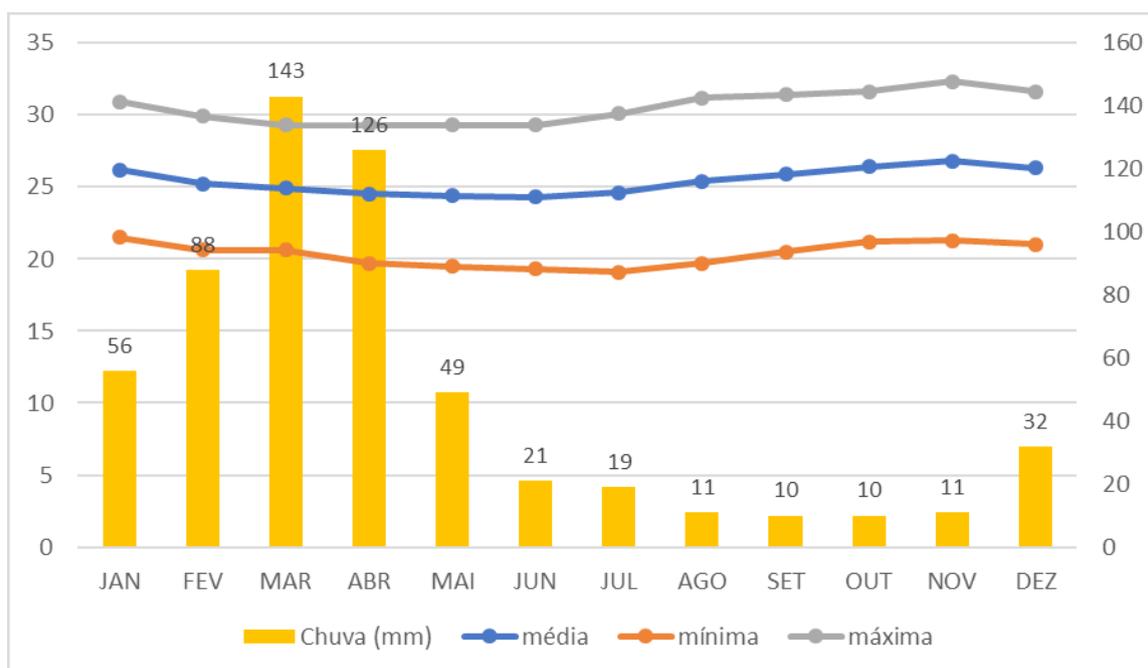


Figura 2: Dados Climatológicos da Sede de Tauá  
(Fonte: <https://pt.climate-data.org/location/42467/>)



## **Descrição do Sistema Existente**

### 3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

Em 2007 foi finalizada a obra de 1ª etapa do SES da Sede de Tauá, atendendo às sub-bacias 2.1 e 8, com a execução de redes coletoras de esgoto, duas elevatórias (EE-1 e EE-8) e a estação de tratamento de esgoto de Brilhante, constituída de sistema preliminar (grade + caixa de areia), uma lagoa facultativa seguida de duas de maturação.

A sede conta ainda com alguns sistemas isolados implantados pela prefeitura e a CAGECE, os quais devem, em geral, ser desativados ou reformulados para os padrões da empresa:

- *Sub-bacia 1:* sistema existente com tratamento por decanto digestores. Tanto a rede como a ETE não possuem condições de aproveitamento;
- *Sub-bacia 3.1:* sistema existente implantado pela prefeitura em 2007, constituído de rede e elevatória de esgoto interligando-a à sub-bacia 2.1. A rede tem condições de aproveitamento, contudo, a elevatória e respectiva linha de recalque serão refeitas para atender os padrões CAGECE de operação;
- *Sub-bacia 4:* sistema existente constituído de rede e tratamento por reator UASB, operando precariamente. Somente a rede tem condições de aproveitamento.
- *Sub-bacia 5.1:* sistema existente constituído de rede e tratamento por reator UASB, operando precariamente. Sua situação se agravada pela chegada de galeria pluvial com contribuição de esgoto em frente da elevatória, ocasionando alagamento e mal cheiro.
- *Sub-bacia 9:* sistema existente com tratamento por decanto-digestores. Tanto a rede como a ETE não possuem condições de aproveitamento.

Nos locais sem atendimento de sistema de esgotamento sanitário, a população lança seus esgotos em tratamentos individuais sem controle, ou em calhas naturais de drenagem, ou em galerias construídas pela Prefeitura.

Por ocasião da execução do projeto pela *BT Serviços Ltda.*, foram executados trechos nas bacias 2.2 (5.637,79m), 3.2 (1.167,40m), 4 (1.539,42m) e 5.2 (1.821,56m); porém, os serviços entregues constituem redes desconexas e sem condições de operação.

A *BT Serviços Ltda.* também entregou a toda parte civil (paredes, lajes, coberta, etc.) da EE-3.2, restando a impermeabilização do poço e a instalação dos materiais eletromecânicos; na EE-4 e na EE-5.2, fora executada a parte civil apenas da Casa de Equipamentos (paredes, reboco, coberta, etc.). Nas demais EE, não fora executado nenhum serviço. O *Relatório Fotográfico* em anexo apresenta uma visão geral do estado das EE.

As linhas de recalque 3.1 e 3.2 já foram executadas, restando o injetamento das mesmas.



## **Elementos para Concepção do Sistema**

## 4 ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA

### 4.1 Estimativa Populacional

Considerando o estado da obra e os prazos para a entrega do projeto, a Diretoria de Engenharia (DEN) da Companhia decidiu por manter a população das bacias, calculada na última versão do projeto.

A Tabela 1 apresenta os valores da população atendida definidos para cada sub-bacia.

Tabela 1: População atendida nas sub-bacias (em hab).

Sub-bacia	População		
	Início de plano	10 anos	20 anos
<b>1</b>	1.657	1.681	1.681
<b>2.2</b>	5.760	6.223	6.776
<b>3.1</b>	2.150	2.509	2.867
<b>3.2</b>	450	524	600
<b>4</b>	1.400	1.645	2.077
<b>5.1</b>	270	269	269
<b>5.2</b>	1.265	1.458	1.651
<b>5.3<sup>1</sup></b>	436	653	871
<b>7<sup>1</sup></b>	1.370	1.599	2.041
<b>8<sup>2</sup></b>	5.988	6.299	7.847
<b>9</b>	656	765	874

<sup>1</sup> As sub-bacias 5.3 e 7 NÃO fazem parte deste projeto, porém, como elas contribuem para a sub-bacias a serem executadas, suas populações foram consideradas no dimensionamento.  
<sup>2</sup> Apenas parte da sub-bacia 8 será executada neste projeto.

### 4.2 Vazões de Projeto

Para a determinação das demandas de projeto, foram utilizados os parâmetros definidos na SPO.005/CAGECE.

Os parâmetros de dimensionamento utilizados foram os seguintes:

- Consumo per capita (  $q$  ).....150 L/hab.d
- Coeficiente de retorno (  $c$  ).....0,80
- Coeficiente do dia de maior consumo (  $K_1$  ).....1,20
- Coeficiente da hora de maior consumo (  $K_2$  ) .....1,50

- Coeficiente de consumo mínimo horário (  $K_3$  ).....0,50
- Taxa de infiltração (  $T_{x_{inf}}$  )..... 0,25 L/s.km

O valor da taxa de infiltração adotada no projeto original era de 0,20 L/s.km.

#### 4.2.1 Rede Coletora de Esgoto (RCE)

As vazões e taxas de projeto para rede coletora de esgoto foram calculadas a partir das seguintes equações:

- Vazão média inicial (contribuição doméstica local): .....  $Q_{méd,d}^i = \frac{c \times P_i \times q}{86.400}$  (L/s);
- Vazão média final (contribuição doméstica local): .....  $Q_{méd,d}^f = \frac{c \times P_f \times q}{86.400}$  (L/s);
- Vazão inicial de projeto: .....  $Q_i = K_2 \times Q_{méd,d}^i + T_{x_{inf}} \times L_{rede} + Q_p$  (L/s);
- Vazão final de projeto: .....  $Q_f = K_1 \times K_2 \times Q_{méd,d}^f + T_{x_{inf}} \times L_{rede} + Q_p$  (L/s);
- Taxa de contribuição linear para início de plano: .....  $T_{xi} = \frac{Q_i}{L_{rede}}$  (L/s.km); e
- Taxa de contribuição linear para final de plano: .....  $T_{xf} = \frac{Q_f}{L_{rede}}$  (L/s.km);

onde:

- $P_i$  = população inicial;
- $P_f$  = população final; e
- $L_{rede}$  = extensão total da rede coletora contribuinte (existente e projetada).

De acordo com a concepção do sistema, a contribuição das bacias se dará da seguinte forma:

- a sub-bacia 1 contribuirá para a bacia 2.2 (PV já executado pela *BT Serviços Ltda.*);
- as sub-bacias 2.2 e 3.2 contribuirão para a bacia 2.1 (existente);
- as sub-bacias 4 e 9 contribuirão para a bacia 5.2 (PV já executado pela *BT Serviços Ltda.* e PV-60 projetado, respectivamente); e
- as sub-bacias 5.1 e 5.2 contribuirão para a bacia 8; será executado um trecho de rede na sub-bacia 8 para conduzir esta contribuição até a EE-8.

Embora não façam parte deste projeto, as vazões das sub-bacias 7 e 5.3 foram consideradas no dimensionamento como vazões pontuais a serem injetadas respectivamente nas redes das sub-bacias 2.2 (PV-116) e 5.2 (PV-21).

Os comprimentos totais da rede, as vazões e as taxas de contribuição linear são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Comprimento de rede, vazões e taxas de contribuição projetadas.

Sub-bacia	$L_{rede}$ m	$Q_p$ L/s	$Q_{méd,d}^i$ L/s	$Q_{méd,d}^f$ L/s	$Q_i$ L/s	$Q_f$ L/s	$Tx_i$ L/s.km	$Tx_f$ L/s.km
1	4.138,09	–	2,30	2,33	4,49	5,24	1,08	1,27
2.2	14.736,18	11,22	8,00	9,41	15,68	20,62	1,06	1,40
3.2	1.238,74	–	0,63	0,83	1,25	1,81	1,01	1,46
4	4.202,76	–	1,94	2,88	3,97	6,24	0,94	1,49
5.1	719,33	–	0,38	0,37	0,74	0,85	1,03	1,18
5.2	5.716,37	11,79	1,76	2,29	4,06	5,56	0,71	0,97
8	22.787,00	18,20	8,32	10,90	36,37	43,51	0,80	1,11
9	2.616,96	–	0,91	1,21	2,02	2,84	0,77	1,08

A sub-bacia 3.1 NÃO possui rede coletora de esgoto projetada.

Para os 214,74 m de rede coletora projetados para a sub-bacia 8, fora considerado a mesma taxa de contribuição da sub-bacia completa, como apresentado nesta tabela.

#### 4.2.2 Estação Elevatória de Esgoto (EEE)

As vazões para cada EEE (sistema preliminar, poço de sucção e linha de recalque) foram calculadas a partir das seguintes equações:

- Vazão mínima inicial: .....  $Q_{min}^i = K_3 \times \frac{c \times P_i \times q}{86400} + L_{rede} \times T_{inf}$  (L/s)
- Vazão média inicial: .....  $Q_{med}^i = \frac{c \times P_i \times q}{86400} + L_{rede} \times T_{inf}$  (L/s)
- Vazão média p/ 10 anos: .....  $Q_{med}^{10} = \frac{c \times P_{10} \times q}{86400} + L_{rede} \times T_{inf}$  (L/s)
- Vazão média p/ 20 anos: .....  $Q_{med}^f = \frac{c \times P_f \times q}{86400} + L_{rede} \times T_{inf}$  (L/s)
- Vazão máxima p/ 10 anos: .....  $Q_{max}^{10} = K_1 \times K_2 \times \frac{P_{10} \times c \times q}{86400} + L_{rede} \times T_{inf}$  (L/s)
- Vazão máxima final: .....  $Q_{max}^f = K_1 \times K_2 \times \frac{P_f \times c \times q}{86400} + L_{rede} \times T_{inf}$  (L/s)

A alteração da taxa de infiltração a ser considerada casou um aumento nas vazões que chegam às estações elevatórias. Porém, foi verificado que mesmo com esta variação não houve necessidade de alterar o projeto das elevatórias, mantendo-se a ART do projetista original para estas estruturas.

A construtora *BT Serviços Ltda.* executou apenas a parte civil da elevatória da sub-bacia 3.1 (paredes, poços, etc.) restando a instalação do material metal-mecânico e elétrico.

O esgotamento da sub-bacia 2.2 se dará pela EEE existente 1 (a qual será renomeada para EE-2). Estava previsto no projeto original a alteração da bomba dessa EEE apenas na terceira etapa, quando a mesma receberá o esgoto coletado das sub-bacias 2.1 (existente), 1, 2.2, 3.1, 3.2 (2ª etapa), e também da sub-bacia 7 (3ª etapa).

Os valores das vazões de projeto para a EEE são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Vazões de projeto para a estação elevatória de esgoto (em L/s).

Sub-bacia	$Q_{\min}^i$	$Q_{\text{méd}}^i$	$Q_{\text{méd}}^{10}$	$Q_{\text{méd}}^f$	$Q_{\text{máx}}^{10}$	$Q_{\text{máx}}^f$
1	2,19	3,34	3,37	3,37	5,24	5,24
3.1	3,16	4,66	5,15	5,65	7,94	8,84
3.2	0,62	0,93	1,04	1,14	1,62	1,81
4	2,02	3,00	3,34	3,94	5,16	6,24
5.1	0,37	0,55	0,55	0,55	0,85	0,85
5.2	2,31	3,19	3,45	9,03	9,17	17,35
9	1,11	1,57	1,72	1,87	2,57	2,84
A sub-bacia 2.2 escoia para a EE-2 existente.						

### 4.3 Considerações de Projeto

#### 4.3.1 Rede Coletora de Esgoto (RCE)

Com a alteração na taxa de contribuição linear e do coeficiente de Manning considerados, teve-se que se refazer o dimensionamento da rede coletora de esgoto. Para isso, utilizou-se os programas CEsg®, AutoCAD® e MS Excel® para o desenho e o cálculo hidráulico.

Para o dimensionamento da RCE, foram adotados os seguintes critérios de dimensionamento:

- **Regime hidráulico de escoamento:** a rede coletora de esgoto foi projetada para funcionar como conduto livre em regime permanente e uniforme, de modo que a declividade da linha de energia seja equivalente à declividade da tubulação e igual à perda de carga unitária;
- **Vazões mínimas:** a NBR 9649 da ABNT recomenda que a rede seja dimensionada para uma vazão mínima de 1,5 L/s, correspondente ao pico instantâneo de vazão decorrente da descarga de um vaso sanitário, devendo este valor ser adotado nos casos em que a vazão real seja inferior;
- **Diâmetro mínimo:** foi adotado o diâmetro de 150 mm, considerando se tratar de rede pública;
- **Declividade mínima:** adotada conforme preconiza a norma, de forma que cada trecho da rede, desde início de plano, atinja a uma tensão trativa igual ou

superior a 1,0 Pa. Para um coeficiente de Manning  $\eta = 0,013$ , a declividade mínima é calculada através da equação:

$$I_{\text{mín}} = 0,0055 \times Q_i^{-0,47}$$

onde:

- $Q_i$ : vazão jusante do trecho em início de plano, em L/s;
- $I_{\text{mín}}$ : declividade mínima, em m/m.

É importante observar que no projeto original fora considerada uma tensão trativa de 0,6 Pa e um coeficiente de Manning de 0,010. A atualização destes valores neste projeto, embora tenha alterado a declividade de alguns trechos, verificou-se que a cota do PV de chegada nas elevatórias NÃO foi alterada.

- **Declividade máxima:** A máxima declividade admissível é aquela para a qual se tenha velocidade de tubulação igual a 5,0 m/s, para a vazão final de plano, podendo ser obtida, para o coeficiente de Manning  $\eta = 0,013$ , através da equação:

$$I_{\text{máx}} = 4,65 \times Q_f^{-0,67}$$

onde:

- $Q_f$ : vazão jusante do trecho em final de plano, em L/s;
- $I_{\text{máx}}$ : declividade máxima, em m/m.

- **Lâmina de esgoto máxima:** tendo em vista o tipo de regime adotado (conduto livre), a necessidade de ventilação e imprevisões quanto às flutuações do nível de esgoto, projeta-se as redes de forma que a lâmina fique no máximo em 75% do diâmetro da tubulação (para diâmetros menores que 400 mm).
- **Velocidade crítica:** constitui-se parâmetro para estabelecimento da lâmina máxima de esgoto. No caso de a velocidade final ser superior à velocidade crítica, a lâmina passará a ser 50% do diâmetro. A velocidade crítica é definida por:

$$V_c = 6 \times \sqrt{g \times R_h}$$

onde:

- $V_c$ : velocidade crítica, em m/s;
- $g$ : aceleração da gravidade, em m/s<sup>2</sup>;
- $R_h$ : raio hidráulico, em m.

#### 4.3.2 Estação Elevatória de Esgoto (EEE)

Considerando que, mesmo com alterações realizadas na rede coletora, as estações elevatórias do projeto original continuam capazes de suportar as demandas do sistema, a GPROJ decidiu por manter o projeto original. A alteração nas linhas de recalque 5.1 e 5.2

causaram alterações nos respectivos conjunto motor-bomba que as alimenta, porém, foi verificado que não há necessidade de se alterar o projeto elétrico.



**Projeto do Sistema Adotado**

## 5 PROJETO DO SISTEMA ADOTADO

### 5.1 Ligações Domiciliares (LD)

Foram mantidos os números de ligações domiciliares do projeto original de 2.930 unidades.

Assim, considerando as ligações referentes ao já executado pela *BT Serviços Ltda.* (1.386 unidades), deverão ser executadas **1.544 ligações domiciliares**.

### 5.2 Ligações Intradomiciliares (LI)

Embora o projeto original prevesse a instalação 2.784 ligações intradomiciliares, as mesmas não foram licitadas. Decidiu-se então que neste reestudo **NÃO** será considerado a instalação de ligações intradomiciliares.

### 5.3 Rede Coletora de Esgoto (RCE)

Neste reestudo, após análise, resolveu-se manter a orientação dos trechos do projeto original, apenas reclassificando os trechos executados pela *BT Serviços Ltda.* como “existentes”.

Decidiu-se ainda por atualizar o valor da taxa de infiltração adotada, de 0,20 para 0,25 L/s.km; com isso, embora muitos trechos não sofressem alteração em comparação com o projeto original, em alguns trechos, foram mudados cotas e diâmetros.

A Tabela 4 apresenta a extensão total dos trechos por diâmetro para cada sub-bacia.

Tabela 4: Extensão total dos trechos por diâmetro.

Sub-bacia	Extensão da rede				Total
	Ø 150	Ø 200	Ø 250	Ø 300	
<b>1</b>	4.138,09	–	–	–	4.138,09
<b>2.2</b>	6.554,25	962,64	640,32	601,71	8.728,92
<b>3.2</b>	71,15	–	–	–	71,15
<b>4</b>	2.695,88	–	–	–	2.695,88
<b>5.1</b>	719,33	–	–	–	719,33
<b>5.2</b>	3.938,87	79,14	–	–	4.018,01
<b>8</b>	214,74	–	–	–	214,74
<b>9</b>	2.616,96	–	–	–	2.616,96
<b>Total</b>	<b>20.976,27</b>	<b>1.011,78</b>	<b>640,32</b>	<b>601,71</b>	<b>23.230,08</b>

A planilha do dimensionamento da rede coletora é apresentada em anexo.

## 5.4 Estações Elevatórias de Esgoto (EEE)

As estações constam de tratamento preliminar (gradeamento, desarenador e medidor de vazão), poço de sucção e conjunto motor-bomba, o qual conduzirá o esgoto coletado pelo sistema de recalque.

As dimensões obtidas para o dimensionamento destes três elementos são apresentadas em anexo.

A Tabela 5 apresenta a vazão de projeto, a altura manométrica e a potência de cada EEE.

Tabela 5: Caracterização das Estações Elevatórias.

Elevatória	Tipo	Quant. Bombas		Q <sub>máx</sub> (l/s)	Q <sub>bomb</sub> (l/s)	H <sub>man</sub> (m)	Potência (CV)
		Ativas	Reserva				
EE-1	Submersível	1	+ 1	5,24	5,80	16,70	7,5
EE-3.1	Submersível	1	+ 1	8,84	14,00	25,28	15,0
EE-3.2	Submersível	1	+ 1	1,81	6,20	15,44	7,5
EE-4	Submersível	1	+ 1	6,24	6,40	21,89	7,5
EE-5.1	Submersível	1	+ 1	0,85	5,00	17,72	5,0
EE-5.2	Submersível	1	+ 1	17,35	17,50	15,66	7,5
EE-9	Submersível	1	+ 1	2,84	7,80	21,26	7,5

Conforme dito anteriormente, foi verificado que mesmo com o recálculo das vazões de chegada das EEEs, não houve necessidade de alterar o projeto das mesmas, mantendo-se a ART do projetista original para estas estruturas.

## 5.5 Linhas de Recalque

As linhas de recalque do projeto original foram mantidas, com exceção das linhas de recalque 5.1 e 5.2. Em seu projeto original, as linhas de recalque 5.1 e 5.2 percorriam cerca de 770 m ao longo da BR-020, contemplando uma travessia e um trecho aéreo acompanhando o vão da ponte sobre o Rio Trici com cerca de 120 m e, por fim, verter para a rede coletora da sub-bacia 8.

De modo a se evitar o uso de técnicas demasiadamente onerosas e de complexa execução, optou-se por alterar a solução do recalque da EE-5.1 e da EE-5.2 como segue:

- Alterou-se o caminhamento de modo que as linhas de recalque (LR-5.1 e LR-5.2) cruzassem a BR-020 em uma travessia única – apesar da necessidade de alteração dos conjuntos motor-bomba, NÃO houve necessidade de alteração no projeto elétrico de ambas as estações elevatórias;

- as linhas 5.1 e 5.2 irão se unir em uma caixa de quebra de pressão (projetada) cerca de 15 m a jusante da travessia, em um ponto topograficamente favorável;
- a caixa de quebra de pressão verterá por um emissário gravitário (EG-5) até um poço de visita (projetado) na sub-bacia 8;
- fora projetado um trecho de rede coletora de cerca de 250 m, de modo a conduzir o esgoto do emissário gravitário à EE-8.

A Tabela 6 apresenta a extensão e o diâmetro das linhas de recalque de cada EE e do emissário gravitário.

Tabela 6: Caracterização das linhas de recalque projetadas.

Linha de recalque	Localização		Q <sub>bomb</sub> (l/s)	Material	Diâmetro (mm)	Extensão (m)
	Montante	Jusante				
LR-1	EE-1	SB-2.2	5,80	F°F°	100	906,44
LR-4	EE-4	SB-5.2	6,40	DEF°F°	100	496,20
LR-5.1	EE-5.1	CQP	5,00	DeF°F°	100	293,04
LR-5.2	EE-5.2	CQP	17,50	DeF°F°	150	501,08
EG-5	CQP	SB-8	22,50	DeF°F°	200/150	1.130,14
LR-9	EE-9	SB-5.2	7,80	DEF°F°	100	306,02

<sup>1</sup> As linhas de recalque das EE-3.1 e EE-3.2, de acordo com a Gerência de Obras, foram executadas pela *BT Serviços Ltda.*, restando apenas o injetamento das mesmas.



## Memorial de Cálculo

## 6 MEMORIAL DE CÁLCULO

### 6.1 Rede Coletora de Esgoto (RCE)

A planilha de dimensionamento das redes coletoras é apresentada em anexo.

### 6.2 Estação Elevatória de Esgoto (EEE)

#### 6.2.1 Tratamento Preliminar

Na Tabela 7 são apresentadas as dimensões obtidas nos cálculos do tratamento preliminar.

Tabela 7: Parâmetros utilizados no projeto do tratamento preliminar.

Dispositivo	Dimensão	Sub-bacia							
		1	3.1	3.2	4	5.1	5.2	9	
Gradeamento	Barras								
	Espessura (mm)	10		10	10		10	10	
	Espaçamento (mm)	25		25	25		25	25	
	Quantidade (un)	10		10	10		10	10	
	Canal a montante	Comprimento (m)	1,30	EXECUTADO	0,90	1,30	EXISTENTE	1,30	1,30
		Largura (m)	0,30		0,30	0,30		0,30	
Largura (m)		0,30	0,30		0,30	0,30			
Desarenador	Comprimento (m)	2,50	1,50		2,50	2,50		2,50	
	Profundidade (m)	0,70	0,30		0,70	0,70		0,70	
Medidor de vazão (Calha Parshall)	Garganta (")	3			3	3			3

A planilha de dimensionamento das unidades de tratamento preliminar é apresentada em anexo.

#### 6.2.2 Poço de Sucção e Barrilete

As dimensões consideradas nos poços de sucção são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8: Parâmetros utilizados no projeto dos poços de sucção.

Dimensão	Sub-bacia							
	1	3.1	3.2	4	5.1	5.2	9	
Poço de Sucção	Largura (m)	2,00	EXECUTADO	1,00	2,00	1,50	2,00	2,00
	Comprimento (m)	2,00		2,00	2,00	1,50	2,00	2,00
	Profundidade (m)	4,57		3,61	3,37	4,20	5,12	5,77
	Nível máximo (m)	415,53		392,49	398,67	392,50	397,46	398,13
	Nível mínimo (m)	414,93		391,99	398,07	391,90	396,46	397,73
Barrilete	Comprimento (m)	7,06	5,23	6,92	5,76	5,32	6,31	6,25
	Diâmetro (m)	100	100	100	100	100	150	100
	Material	F°F°						

A planilha de dimensionamento das unidades de poços de sucção é apresentada em anexo.



## **Operação e Manutenção da EEE**

## **7 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA EEE**

### **7.1 Manual de Operação**

#### **7.1.1 Extravasor**

O uso do extravasor somente deverá ser executado em último caso, em situações praticamente inevitáveis, como em uma pane geral. No caso deste projeto, com a instalação de equipamentos eletromecânicos em duplicata, associada à existência de um gerador de emergência, a possibilidade do uso desse dispositivo deverá ser extremamente remota.

#### **7.1.2 By-pass**

Semelhante ao extravasor, o uso do by-pass deve ser evitado ao máximo. Uma das poucas justificativas de sua utilização seria uma inoperância, casual ou forçada, ou do canal de acesso ao gradeamento, ou de ambos os canais da caixa de areia, o que não deve ocorrer cotidianamente.

#### **7.1.3 Gradeamento**

O gradeamento deve ser periodicamente limpo, de modo a evitar o afogamento do canal a montante. Cabe ao operador inspecionar e definir os períodos de tempo de acúmulo de material e de limpeza da grade, os quais variam de acordo com a vazão afluyente e a cultura da população atendida.

Após a limpeza da grade, o material retido deve ser disposto no leito de secagem, e o horário registrado. Caso o material apresente forte odor, registra-se eventualidade e recomenda-se lançar cal sobre o mesmo.

Ao final do turno, deve-se registrar o volume de material recolhido ao longo do dia, e, no caso deste projeto, encaminhá-lo como lixo para aterros sanitários;

Em condições anormais, como a chegada de grande quantidade de material passivo de ser retido na grade, a limpeza deverá ser feita mesmo fora da hora costumeira e a eventualidade registrada.

O gradeamento e seus arredores deverão ser esguichados sempre que houver necessidade.

#### **7.1.4 Caixa de Areia**

A utilização da caixa de areia tem como objetivo evitar o efeito abrasivo da areia nos equipamentos e tubulações, forçando o seu acúmulo. Cabe ao operador inspecionar e definir os períodos de tempo de acúmulo de material e de limpeza da caixa de areia, os quais variam de acordo com a vazão afluyente e as características da bacia e da rede.

Para se proceder à limpeza, os canais da caixa de areia deverão ser utilizados alternadamente, pelo período ininterrupto de 7 dias (período para o qual fora dimensionado), ou sempre que o material acumulado ocupar a metade da altura da câmara de armazenamento, ou 2/3 do seu comprimento.

No caso deste projeto, a limpeza da caixa de areia será manual. Através do uso dos stop-logs, faz-se a vedação do canal a ser limpo e a liberação para o uso do outro canal. O material retirado deverá ser disposto no leito de secagem, aguardando a sua disposição final. Utilizando um balde, deve-se retirar o líquido do canal paralisado, lançando-o no canal operante. Em seguida, deve-se esfregar as paredes internas com vassoura, e retirar a água de lavagem. Ao final da limpeza, deve-se registrar o volume de material retirado e a data da limpeza.

A retirada do material do leito de secagem deve ocorrer conforme o processo licenciado, ou seja, ensacada e depositada no contêiner na área da elevatória, para posteriormente ser encaminhada ao aterro sanitário, oportunamente no momento da limpeza do outro canal (após 7 dias).

#### **7.1.5 Grupo Gerador**

O uso do grupo gerador deve ser considerado apenas em casos de pane elétrica. Mesmo assegurado a continuidade do serviço de fornecimento de energia, a manutenção do grupo gerador remete à inspeção acerca de vazamentos de fluidos (combustível, água, lubrificante, etc.) e a colocá-lo em funcionamento esporadicamente, de acordo com o manual do fabricante.

### **7.2 Plano de Manutenção**

#### **7.2.1 Aspectos Gerais**

Basicamente, um programa de manutenção deve observar as seguintes diretrizes:

- Observar as medidas recomendadas de segurança;
- Conservar o ambiente limpo e em ordem;
- Estabelecer um plano sistemático e uma rotina de operação;
- Registrar dados e especificações de todos os equipamentos;
- Registrar eventos, dando-se especial atenção a incidentes incomuns e condições excepcionais de operação.

Através das revisões das fichas de manutenção, pode ser constatado as peças mais débeis, indicando uma orientação do material a ser estocado e, conseqüentemente, uma melhor logística dos mesmos.

Todos os fabricantes de equipamentos fornecem informações básicas, ou de especificações, ou empíricas derivadas de anos de experiência. Esses dados deverão ser cuidadosamente estudados pelo operador da unidade. Normalmente são compostos de:

- Instruções de instalação;
- Instruções de lubrificação;
- Instruções de operação;
- Instruções de montagens e desmontagens;
- Listagem dos componentes.

### **7.2.2 Instalação**

Mesmo a instalação dos equipamentos não ser de responsabilidade do operador, este deve ter uma noção geral, de modo a identificar se a mesma fora realizada de maneira equivocada, prejudicando a manutenção dos equipamentos.

### **7.2.3 Lubrificação**

A lubrificação é provavelmente a função mais importante de um programa de manutenção da unidade.

As recomendações dos fabricantes devem ser seguidas rigorosamente.

### **7.2.4 Conjunto Motor-Bomba**

O conjunto motor-bomba definido para esse empreendimento é do tipo submersível, o qual, em decorrência às suas condições de funcionamento, em geral necessita de manutenção preventiva mínima e esporádica.

Em todo caso, as recomendações dos fabricantes acerca da manutenção do conjunto motor-bomba devem ser observadas e seguidas rigorosamente.

### **7.2.5 Prédios**

Os prédios devem ser conservados limpos para que torne mais agradável o trabalho do operador e diminua a repulsa psicológica dos visitantes.

Uma pintura de conservação deverá ser feita com uma frequência pelo menos anual, dando especial atenção às portas, às janelas e às partes metálicas.

### **7.2.6 Jardins e Arborização**

O ajardinamento e a arborização contribuem para a atratividade e bem-estar do local.

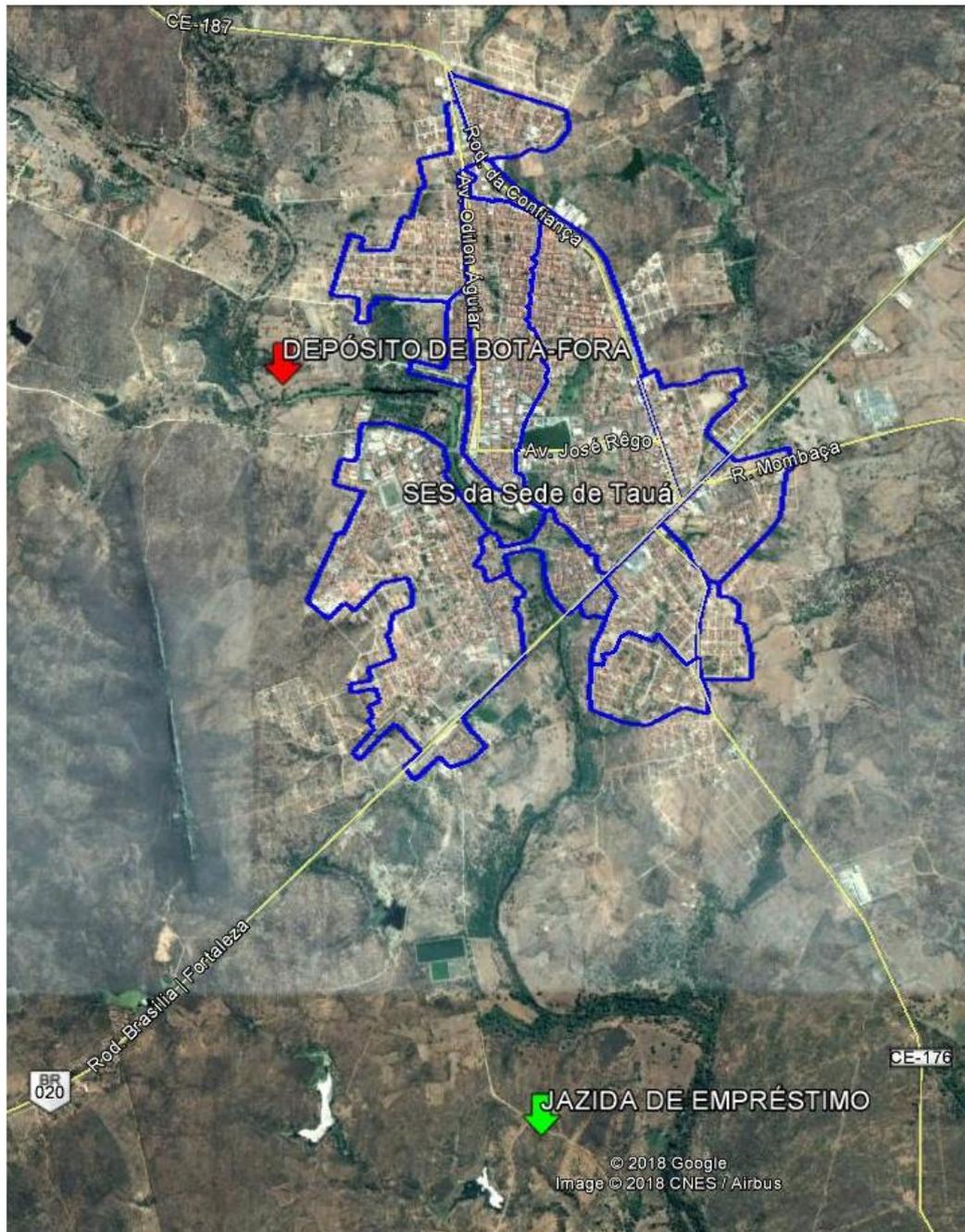
A planta de urbanização indica uma disposição para jardins e árvores. No caso das árvores, antes do plantio deve-se compatibilizar sua frondosidade com sua provável interferência com os prédios e caminhamento das tubulações, evitando manutenções mais pesadas posteriores.



**Anexos**

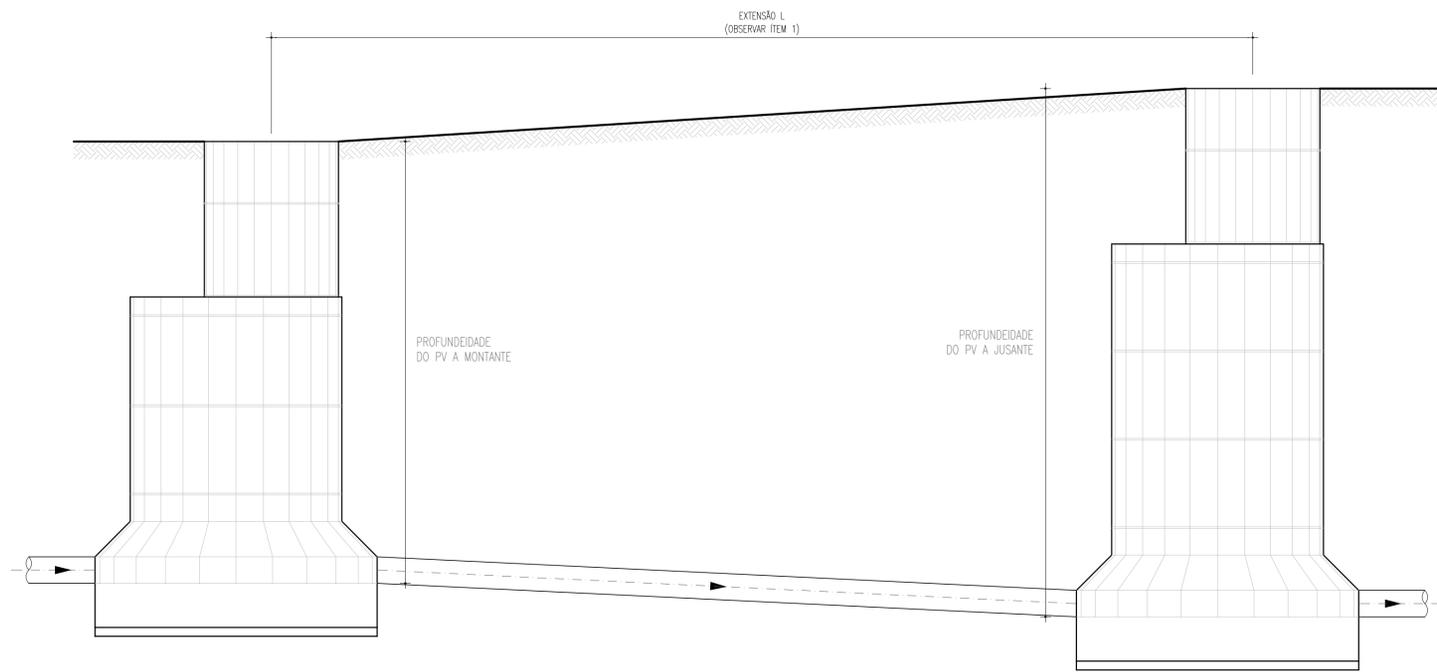
## 8 ANEXOS

### 8.1 Definição das Distâncias Média de Transporte

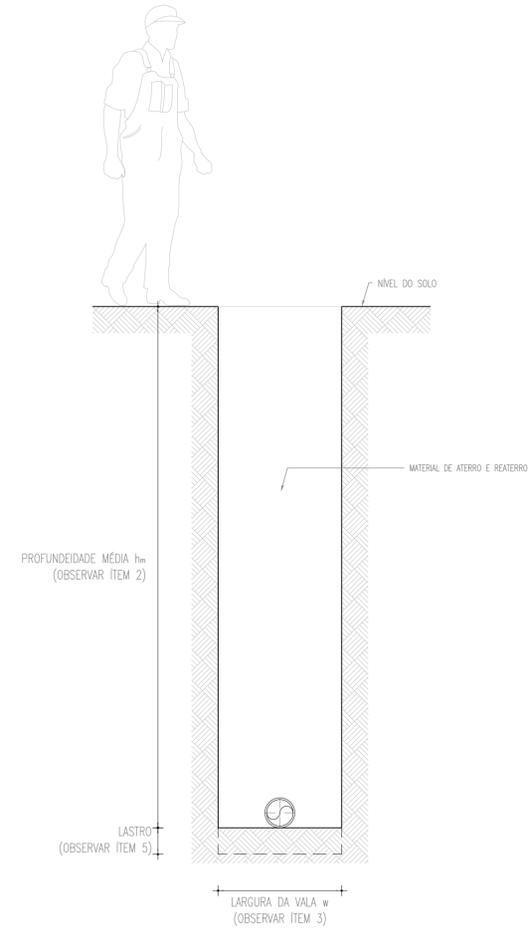


- Coordenadas da Jazida de Empréstimo – 377.090 E / 9.332.610 S
- DMT considerada para o empréstimo – **4,5 km**
- Coordenadas do Depósito de bota-fora – 355.680 E / 9.336.606 S
- DMT considerada para o bota-fora – **4,0 km**

## **8.2 Parâmetros Para os Serviços de Movimentação de Terra – Escavação de Valas**



PERFIL LONGITUDINAL



SEÇÃO TRANSVERSAL

### MOVIMENTAÇÃO DE TERRA EM OBRAS DE SANEAMENTO

1. A extensão (L) de um trecho é dada pela distância tridimensional entre o centro dos dois PVs que o definem, no caso das redes coletoras de esgoto, ou entre os nós, para as de distribuição de água.
2. A profundidade média ( $h_m$ ) de um trecho é dada pela média aritmética entre as profundidades a montante e a jusante dos PVs, ou nós, que determinam este trecho;
3. A largura da vala é, por definição, a soma de quatro parcelas, a saber:

$$L = D + SL + X + Y$$

Onde:

L = largura da vala, em m.

D = valor correspondente ao diâmetro nominal (DN) da tubulação, em m.

SL = valor correspondente à sobrelargura para área de serviço, em m. Para tubulações em PVC ou PRFV com DN = 200 mm, SL = 0,40; para DN = 150, ou DN > 200, SL = 0,45.

X = 0,10 m, a ser considerado somente em valas com escoramento. Para efeito de cálculos, a Companhia considera escoramentos sempre que a profundidade média do trecho ultrapassar 1,25 m.

Y = 0,10 m, para cada metro ou fração que exceder a profundidade de 2 m, ou 0,20 m para cada metro ou fração que exceder a profundidade 4 m.

Assim, a largura da vala (w) de um trecho é dada de acordo com a tabela resumo abaixo:

LARGURA DA VALA (w)			
Profundidade média do trecho (m)	Diâmetro Nominal da tubulação (mm)		
	150-200	250	>250
<=1,25	0,6	0,7	Acréscimo de 0,05 m para cada 0,05 m de acréscimo no diâmetro da tubulação.
1,25-2	0,7	0,8	
2-3	0,8	0,9	
3-4	0,9	1,0	
>4	1,1	1,2	

Caso haja a presença de material de 3ª categoria, deverá ser acrescido 0,15 m aos valores da tabela acima.

4. O volume total de escavação de um trecho (VTE) é dado pelo produto entre sua extensão, sua profundidade média e sua largura.

$$VTE = L \times h_m \times w$$

5. O volume de lastro é dado pela área da vala multiplicado pela altura máxima de 0,15m. É considerado lastro em toda a extensão da rede somente quando há escavação em material de 3ª categoria.

6. O volume disponível para reaterro (VDR) é no máximo o do volume de material de 1ª categoria e 70% do volume de material de 2ª categoria.

$$VDR = V_1 + 0,70 \times V_2$$

7. O volume necessário para reaterro (VNR) é calculado da seguinte forma:

$$VNR = VTE - (V_{LASTRO} + V_{TUBO})$$

8. Quando o volume disponível para reaterro (VDR) é menor que o volume necessário para reaterro a vala, usaremos o serviço de aterro.

$$VAT = VNR - VDR$$

9. O volume de boca-fora de terra é 30% do volume de material de 2ª categoria ou o volume do tubo, considera o maior.

10. O volume de boca-fora de rocha é todo o volume de 3ª categoria e/ou rocha branda.

11. Para serviços de escavação em material de 1ª e 2ª categorias, bem como os serviços de reaterro e aterro é considerado 10% do volume para o serviço executado manualmente e 90% para o serviço mecanizado.

12. Para o serviço escavação de 3ª categoria a fogo é necessário a indicação no volume de geotecnia apontando a viabilidade da execução desse tipo de serviço.

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
00	EMISSÃO INICIAL	05/2018	FABIANO LIRA	WASHINGTON

### REVISÃO

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO ÚNICO	PRANCHA Nº 01/01
	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA SEDE DE TAUÁ - CEARÁ PROJETO BÁSICO DE MELHORIA E AMPLIAÇÃO		
PARÂMETROS PARA OS SERVIÇOS DE MOVIMENTAÇÃO DE TERRA - ESCAVAÇÃO DE VALAS			

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
COORDENAÇÃO:	ENGº CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR / ENGº GERARDO FROTA NETO		
PROJETO:	ENGº FABIANO DO NASCIMENTO LIRA RNP 060.838.611-1		
DESENHO:	Washington Paula da Silva	ESCALA:	1/20
ARQUIVO:	Parâmetros_Movimentação De Terra.dwg	DATA:	MAI/2018

### **8.3 Relatório Técnico**

## RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

**Empreendimento:** Projeto do sistema de esgotamento sanitário da Sede de Tauá-CE.

**Assunto:** Relatório de Visita Técnica

Este relatório é um produto de uma visita técnica realizada no dia 26 de outubro de 2016, pelo engenheiro de projetos Fabiano Lira, acompanhado do fiscal de obras Jorge Bastos, com o objetivo de verificar o estado das obras do SES de Tauá.

O Projeto de Esgotamento Sanitário da Sede de Tauá-CE, datado de outubro de 2009, foi desenvolvido pela Gerência de Projetos – GPROJ, e executado pela BT Serviços Ltda., sob o contrato 83/2013 PROJU/CAGECE, o qual foi paralisado em junho de 2015.

Segue um resumo das observações realizadas.

### 1. Sub-bacia 1

De acordo com a fiscalização, a BT Serviços Ltda. nada executou na Subbacia 1.

Uma consideração feita pelo fiscal da obra é que, embora o terreno destinado à estação elevatória da subbacia 1 possua ato de imissão provisória na posse, datado de 18 de setembro de 2013, o mesmo está ocupado por uma residência, conforme apresenta a 1.



Figura 1: Terreno destinado à edificação da EE-SB1.

## 2. Sub-bacia 2.2

Acerca da EE-SB2, os serviços incluem apenas a instalação de um tanque hidropneumático, porém, de acordo com a fiscalização, nada foi feito pela BT Serviços Ltda.

Ainda de acordo com a fiscalização, boa parte da RCE do bairro José Ósimo, referente à parte norte da subbacia 2.2, já está executada, restando apenas um coletor que corre paralelo a uma galeria de drenagem pública.

Através da visita, observou-se que, dos terrenos demandados, embora todos possuam ato de imissão de posse, alguns destes terrenos estão cercados/murados, ou mesmo com edificações em iminência de serem executadas, conforme apresentam as figuras a seguir:



Figura 2: Terreno referente ao MD 151/2009, frente à Rua Antônio Vieira Gomes.



Figura 3: Terreno referente ao MD 151/2009, frente à Rua Valdizar Alexandrino.



Figura 4: Terreno referente ao MD 156/2009, frente à Rua Valdizar Alexandrino.



Figura 5: Terreno referente ao MD 152/2009, frente à Rua Cândido Alexandrino Barreto.



Figura 6: Terreno referente ao MD 152/2009, frente à Rua Pedro Alves Feitosa.



Figura 7: Terreno referente ao MD 153/2009, frente à Rua Pedro Alves Feitosa.



Figura 8: Terreno referente ao MD 154/2009, frente à Rua Pedro Alves Feitosa.

Obs. A Gproj decidiu por suprimir este trecho para esta readequação.



Figura 9: Terreno referente aos MDs 149/2009 e 150/2009, ao final da Rua José Gonçalves de Oliveira

### 3. Sub-bacia 3.1

De acordo com a fiscalização, a BT Serviços Ltda. executou parte da Casa do Gerador (parades, reboco externo, piso morto, etc.), da EE (restando impermeabilização e a instalação dos equipamentos e materiais), e toda a LR (restando o injetamento da mesma em um PV existente da subbacia 2.1).

Segue uma foto tirada do local da EE-SB3.1.



Figura 10: Visão geral da EE-SB3.1 com a parte civil executada.

### 4. Sub-bacia 3.2

De acordo com a fiscalização, a BT Serviços Ltda. executou toda a RCE e a LR projetadas para esta subbacia, excetuando apenas o acesso a EE-SB3.2, ainda não executada, uma vez que, a pedido da Prefeitura, foi transferida de local.

Segue uma foto tirada do local onde será executada a EE-SB3.2.



Figura 11: Visão geral do terreno destinado à execução da EE-SB3.2.

#### 5. Sub-bacia 4

De acordo com a fiscalização, a BT Serviços Ltda. executou parte da Casa do Gerador (parades, reboco externo, piso morto, etc.), e a escavação da EE-SB4, a qual com a paralisação do contrato, foi parcialmente reaterrada.

Seguem fotos tiradas no local onde será executada a EE-SB4.



Figura 12: Visão geral do terreno destinado à execução da EE-SB4.



Figura 13: Escavação parcialmente executada na EE-SB4.

## 6. Sub-bacia 5.1

De acordo com a fiscalização, a BT Serviços Ltda. apenas iniciou os trabalhos na EE-SB5.1.

com a limpeza do terreno e a retirada das estruturas existentes.

Segue uma foto tirada do local onde será executada a EE-SB5.1.



Figura 14: Visão geral da EE-SB5.1 com as estruturas existentes (UASB) retiradas.

## 7. Sub-bacia 5.2

De acordo com a fiscalização, a BT Serviços Ltda. executou parte da Casa do Gerador (parades, reboco externo, piso morto, etc.) e o muro.

Segue uma foto tirada do local da EE-SB5.2.



Figura 15: Visão geral da EE-SB5.2 com a parte civil da casa do gerador executada.

Uma consideração feita pelo fiscal da obra é que, alguns dos terrenos demandados estão cercados/murados, conforme apresentam as figuras a seguir:



Figura 16: Terreno demandado localizado na Rua Luís Venâncio de Melo, altura do número 210.



Figura 17: Terreno demandado localizado na Rua Cícero da Cunha, altura do número 200.

## 8. Sub-bacia 9

De acordo com a fiscalização, a BT Serviços Ltda. nada executou na Subbacia 9, incluindo RCE, EE e LR. Segue uma foto tirada do local onde será executada a EE-SB9.



Figura 18: Visão geral do terreno destinado à execução da EE-SB9.

## 8.4 Planilha de Dimensionamento das Redes Coletoras de Esgoto

**Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE**

Sistema de Esgotamento Sanitário - SES da Sede de Tauá

Rede Coletora de Esgoto - SB1

Data:

11/01/2018

DIM

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C1	1-1	1	52,15	1,08	0,057	0,000	0,000	0,057	150	0,0045	422,723	421,673	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		2		1,27	0,066	0,000	0,000	0,066			422,942	421,439	1,354	1,504	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-2	2	45,22	1,08	0,049	0,000	0,057	0,106	150	0,0045	422,942	421,439	1,354	1,504	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		3		1,27	0,057	0,000	0,066	0,123			422,776	421,235	1,391	1,541	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-3	3	25,55	1,08	0,028	0,000	0,106	0,133	150	0,0045	422,776	421,235	1,391	1,541	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		4		1,27	0,032	0,000	0,123	0,156			422,633	421,120	1,363	1,513	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-4	4	52,54	1,08	0,057	0,000	0,161	0,218	150	0,0045	422,633	421,120	1,363	1,513	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		5		1,27	0,066	0,000	0,188	0,255			422,497	420,884	1,463	1,613	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-5	5	52,54	1,08	0,057	0,000	0,218	0,275	150	0,0045	422,497	420,884	1,463	1,613	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		6		1,27	0,066	0,000	0,255	0,321			422,211	420,648	1,413	1,563	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-6	6	46,30	1,08	0,050	0,000	0,323	0,373	150	0,0045	422,211	420,648	1,413	1,563	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		7		1,27	0,059	0,000	0,377	0,435			421,609	420,439	1,020	1,170	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-7	7	34,05	1,08	0,037	0,000	0,518	0,555	150	0,0045	421,609	420,089	1,370	1,520	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		8		1,27	0,043	0,000	0,605	0,648			421,465	419,936	1,379	1,529	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-8	8	56,71	1,08	0,061	0,000	0,639	0,701	150	0,0045	421,465	419,936	1,379	1,529	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		9		1,27	0,072	0,000	0,746	0,818			421,027	419,681	1,196	1,346	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-9	9	50,06	1,08	0,054	0,000	0,785	0,840	150	0,0045	421,027	419,681	1,196	1,346	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		10		1,27	0,063	0,000	0,917	0,980			421,561	419,455	1,956	2,106	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-10	10	11,63	1,08	0,013	0,000	0,840	0,852	150	0,0045	421,561	419,455	1,956	2,106	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		11		1,27	0,015	0,000	0,980	0,995			421,561	419,403	2,008	2,158	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-11	11	72,20	1,08	0,078	0,000	1,191	1,269	150	0,0045	421,561	418,237	3,174	3,324	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		12		1,27	0,091	0,000	1,390	1,482			419,841	417,913	1,778	1,928	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-12	12	69,28	1,08	0,075	0,000	1,309	1,384	150	0,0045	419,841	417,913	1,778	1,928	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		13		1,27	0,088	0,000	1,528	1,616			419,477	417,601	1,726	1,876	0,27	0,42	2,88	0,013	
	1-13	13	38,80	1,08	0,042	0,000	1,384	1,426	150	0,0045	419,477	417,601	1,726	1,876	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		14		1,27	0,049	0,000	1,616	1,665			419,468	417,427	1,892	2,042	0,27	0,43	2,89	0,013	
	1-14	14	74,93	1,08	0,081	0,000	1,850	1,932	150	0,0039	419,468	417,427	1,892	2,042	0,31	0,42	1,00	0,013	0,80
		15		1,27	0,095	0,000	2,160	2,255			419,213	417,133	1,930	2,080	0,33	0,44	3,13	0,013	
	1-15	15	74,49	1,08	0,081	0,000	2,387	2,468	150	0,0034	419,213	417,133	1,930	2,080	0,36	0,43	1,00	0,013	0,80
		16		1,27	0,094	0,000	2,786	2,880			418,686	416,877	1,659	1,809	0,39	0,45	3,34	0,013	
	1-16	16	40,77	1,08	0,044	0,000	2,554	2,598	150	0,0034	418,686	416,877	1,659	1,809	0,37	0,43	1,00	0,013	0,80
		17		1,27	0,052	0,000	2,981	3,033			418,819	416,740	1,929	2,079	0,40	0,45	3,38	0,013	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
	1-17	17	39,50	1,08	0,043	0,000	2,758	2,801	150	0,0034	418,819	416,740	1,929	2,079	0,39	0,44	1,04	0,013	0,80
		18		1,27	0,050	0,000	3,219	3,269			418,370	416,607	1,613	1,763	0,42	0,46	3,43	0,013	
	1-18	18	44,81	1,08	0,049	0,000	3,117	3,166	150	0,0032	418,370	416,607	1,613	1,763	0,42	0,45	1,03	0,013	0,80
		19		1,27	0,057	0,000	3,638	3,695			419,380	416,466	2,764	2,914	0,46	0,47	3,54	0,013	
	1-19	19	8,95	1,08	0,010	0,000	3,373	3,382	150	0,0030	419,380	416,466	2,764	2,914	0,44	0,45	1,03	0,013	0,80
		20		1,27	0,011	0,000	3,937	3,948			419,380	416,438	2,792	2,942	0,48	0,47	3,60	0,013	
	1-20	20	11,93	1,08	0,013	0,000	4,474	4,487	150	0,0026	419,380	415,974	3,256	3,406	0,54	0,46	1,01	0,013	0,80
		21		1,27	0,015	0,000	5,222	5,237			418,956	415,943	2,863	3,013	0,60	0,47	3,84	0,013	
C2	2-1	22	25,94	1,08	0,028	0,000	0,000	0,028	150	0,0045	422,652	421,602	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		4		1,27	0,033	0,000	0,000	0,033			422,633	421,485	0,998	1,148	0,26	0,41	2,83	0,013	
C3	3-1	23	43,75	1,08	0,047	0,000	0,000	0,047	150	0,0045	422,184	421,134	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		6		1,27	0,055	0,000	0,000	0,055			422,211	420,937	1,124	1,274	0,26	0,41	2,83	0,013	
C4	4-1	24	46,94	1,08	0,051	0,000	0,000	0,051	150	0,0045	421,442	420,392	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		25		1,27	0,059	0,000	0,000	0,059			421,400	420,181	1,069	1,219	0,26	0,41	2,83	0,013	
	4-2	25	20,49	1,08	0,022	0,000	0,123	0,145	150	0,0045	421,400	420,181	1,069	1,219	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		7		1,27	0,026	0,000	0,144	0,170			421,609	420,089	1,370	1,520	0,26	0,41	2,83	0,013	
C5	5-1	26	66,55	1,08	0,072	0,000	0,000	0,072	150	0,0045	421,561	420,511	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		25		1,27	0,084	0,000	0,000	0,084			421,400	420,212	1,038	1,188	0,26	0,41	2,83	0,013	
C6	6-1	27	29,15	1,08	0,032	0,000	0,000	0,032	150	0,0177	422,635	421,585	0,900	1,050	0,18	0,67	2,92	0,013	0,80
		28		1,27	0,037	0,000	0,000	0,037			422,118	421,068	0,900	1,050	0,18	0,67	2,43	0,013	
	6-2	28	48,51	1,08	0,053	0,000	0,032	0,084	150	0,0135	422,118	421,068	0,900	1,050	0,20	0,61	2,36	0,013	0,80
		8		1,27	0,061	0,000	0,037	0,098			421,465	420,415	0,900	1,050	0,20	0,61	2,51	0,013	
C7	7-1	29	78,03	1,08	0,085	0,000	0,000	0,085	150	0,0072	421,587	420,537	0,900	1,050	0,23	0,49	1,44	0,013	0,80
		9		1,27	0,099	0,000	0,000	0,099			421,027	419,977	0,900	1,050	0,23	0,49	2,69	0,013	
C8	8-1	30	48,35	1,08	0,052	0,000	0,000	0,052	150	0,0410	422,723	421,673	0,900	1,050	0,15	0,90	5,61	0,013	0,80
		31		1,27	0,061	0,000	0,000	0,061			420,739	419,689	0,900	1,050	0,15	0,90	2,22	0,013	
	8-2	31	45,26	1,08	0,049	0,000	0,052	0,101	150	0,0133	420,739	419,689	0,900	1,050	0,20	0,61	2,33	0,013	0,80
		32		1,27	0,057	0,000	0,061	0,118			420,138	419,088	0,900	1,050	0,20	0,61	2,51	0,013	
	8-3	32	12,10	1,08	0,013	0,000	0,134	0,147	150	0,0045	420,138	419,088	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		33		1,27	0,015	0,000	0,156	0,171			420,606	419,034	1,422	1,572	0,26	0,41	2,83	0,013	
	8-4	33	62,28	1,08	0,068	0,000	0,147	0,214	150	0,0045	420,606	419,034	1,422	1,572	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		34		1,27	0,079	0,000	0,171	0,250			421,442	418,754	2,538	2,688	0,26	0,41	2,83	0,013	
	8-5	34	73,10	1,08	0,079	0,000	0,214	0,293	150	0,0045	421,442	418,754	2,538	2,688	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		35		1,27	0,093	0,000	0,250	0,343			420,973	418,425	2,398	2,548	0,26	0,41	2,83	0,013	
	8-6	35	41,70	1,08	0,045	0,000	0,293	0,339	150	0,0045	420,973	418,425	2,398	2,548	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		11		1,27	0,053	0,000	0,343	0,395			421,561	418,237	3,174	3,324	0,26	0,41	2,83	0,013	
C9	9-1	36	29,55	1,08	0,032	0,000	0,000	0,032	150	0,0692	422,184	421,134	0,900	1,050	0,13	1,08	8,42	0,013	0,80
		32		1,27	0,037	0,000	0,000	0,037			420,138	419,088	0,900	1,050	0,13	1,08	2,09	0,013	
C10	10-1	37	36,76	1,08	0,040	0,000	0,000	0,040	150	0,0677	422,331	421,281	0,900	1,050	0,13	1,08	8,28	0,013	0,80
		12		1,27	0,047	0,000	0,000	0,047			419,841	418,791	0,900	1,050	0,13	1,08	2,10	0,013	
C11	11-1	38	62,96	1,08	0,068	0,000	0,000	0,068	150	0,0089	421,587	420,537	0,900	1,050	0,22	0,53	1,70	0,013	0,80
		39		1,27	0,080	0,000	0,000	0,080			421,029	419,979	0,900	1,050	0,22	0,53	2,63	0,013	
	11-2	39	40,42	1,08	0,044	0,000	0,068	0,112	150	0,0051	421,029	419,979	0,900	1,050	0,25	0,43	1,11	0,013	0,80
		40		1,27	0,051	0,000	0,080	0,131			420,821	419,771	0,900	1,050	0,25	0,43	2,79	0,013	
	11-3	40	69,10	1,08	0,075	0,000	0,188	0,263	150	0,0141	420,821	419,586	1,085	1,235	0,19	0,62	2,45	0,013	0,80
		41		1,27	0,087	0,000	0,220	0,307			419,658	418,608	0,900	1,050	0,19	0,62	2,50	0,013	
	11-4	41	44,17	1,08	0,048	0,000	0,376	0,424	150	0,0045	419,658	418,608	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		14		1,27	0,056	0,000	0,439	0,495			419,468	418,409	0,909	1,059	0,26	0,41	2,83	0,013	
C12	12-1	42	70,13	1,08	0,076	0,000	0,000	0,076	150	0,0045	420,951	419,901	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		40		1,27	0,089	0,000	0,000	0,089			420,821	419,586	1,085	1,235	0,26	0,41	2,83	0,013	
C13	13-1	43	33,41	1,08	0,036	0,000	0,000	0,036	150	0,0314	422,635	421,585	0,900	1,050	0,16	0,82	4,55	0,013	0,80
		44		1,27	0,042	0,000	0,000	0,042			421,587	420,537	0,900	1,050	0,16	0,82	2,29	0,013	
	13-2	44	71,00	1,08	0,077	0,000	0,036	0,113	150	0,0272	421,587	420,537	0,900	1,050	0,17	0,78	4,07	0,013	0,80
		41		1,27	0,090	0,000	0,042	0,132			419,658	418,608	0,900	1,050	0,17	0,78	2,32	0,013	
C14	14-1	45	45,34	1,08	0,049	0,000	0,000	0,049	150	0,0045	422,411	421,361	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		46		1,27	0,057	0,000	0,000	0,057			422,588	421,157	1,281	1,431	0,26	0,41	2,83	0,013	
	14-2	46	21,92	1,08	0,024	0,000	0,049	0,073	150	0,0045	422,588	421,157	1,281	1,431	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		47		1,27	0,028	0,000	0,057	0,085			422,453	421,059	1,244	1,394	0,26	0,41	2,83	0,013	
	14-3	47	65,67	1,08	0,071	0,000	0,073	0,144	150	0,0176	422,453	421,059	1,244	1,394	0,18	0,67	2,91	0,013	0,80
		48		1,27	0,083	0,000	0,085	0,168			420,951	419,901	0,900	1,050	0,18	0,67	2,44	0,013	
	14-4	48	92,08	1,08	0,100	0,000	0,144	0,244	150	0,0151	420,951	419,901	0,900	1,050	0,19	0,63	2,58	0,013	0,80
		49		1,27	0,117	0,000	0,168	0,285			419,561	418,511	0,900	1,050	0,19	0,63	2,48	0,013	
	14-5	49	42,13	1,08	0,046	0,000	0,409	0,455	150	0,0045	419,561	418,318	1,093	1,243	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		15		1,27	0,053	0,000	0,478	0,531			419,213	418,129	0,935	1,085	0,26	0,41	2,83	0,013	
C15	15-1	50	17,89	1,08	0,019	0,000	0,000	0,019	150	0,0245	421,767	420,717	0,900	1,050	0,17	0,75	3,75	0,013	0,80
		51		1,27	0,023	0,000	0,000	0,023			421,329	420,279	0,900	1,050	0,17	0,75	2,35	0,013	
	15-2	51	40,23	1,08	0,044	0,000	0,019	0,063	150	0,0336	421,329	420,279	0,900	1,050	0,16	0,84	4,80	0,013	0,80
		52		1,27	0,051	0,000	0,023	0,074			419,978	418,928	0,900	1,050	0,16	0,84	2,27	0,013	
	15-3	52	30,07	1,08	0,033	0,000	0,063	0,096	150	0,0139	419,978	418,928	0,900	1,050	0,20	0,62	2,41	0,013	0,80
		49		1,27	0,038	0,000	0,074	0,112			419,561	418,511	0,900	1,050	0,20	0,62	2,50	0,013	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C16	16-1	53	64,50	1,08	0,070	0,000	0,000	0,070	150	0,0045	419,658	418,608	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		49		1,27	0,082	0,000	0,000	0,082			419,561	418,318	1,093	1,243	0,26	0,41	2,83	0,013	
C17	17-1	54	79,68	1,08	0,086	0,000	0,000	0,086	150	0,0076	419,292	418,242	0,900	1,050	0,23	0,50	1,51	0,013	0,80
		16		1,27	0,101	0,000	0,000	0,101			418,686	417,636	0,900	1,050	0,23	0,50	2,67	0,013	
C18	18-1	55	50,73	1,08	0,055	0,000	0,000	0,055	150	0,0109	419,978	418,928	0,900	1,050	0,21	0,57	2,00	0,013	0,80
		56		1,27	0,064	0,000	0,000	0,064			419,425	418,375	0,900	1,050	0,21	0,57	2,57	0,013	
	18-2	56	50,74	1,08	0,055	0,000	0,055	0,110	150	0,0092	419,425	418,375	0,900	1,050	0,22	0,53	1,75	0,013	0,80
		57		1,27	0,064	0,000	0,064	0,128			418,959	417,909	0,900	1,050	0,22	0,53	2,62	0,013	
	18-3	57	10,58	1,08	0,011	0,000	0,148	0,160	150	0,0132	418,959	417,909	0,900	1,050	0,20	0,61	2,32	0,013	0,80
		17		1,27	0,013	0,000	0,173	0,186			418,819	417,769	0,900	1,050	0,20	0,61	2,52	0,013	
C19	19-1	58	35,11	1,08	0,038	0,000	0,000	0,038	150	0,0427	420,458	419,408	0,900	1,050	0,15	0,91	5,78	0,013	0,80
		57		1,27	0,044	0,000	0,000	0,044			418,959	417,909	0,900	1,050	0,15	0,91	2,21	0,013	
C20	20-1	59	51,07	1,08	0,055	0,000	0,000	0,055	150	0,0093	421,767	420,717	0,900	1,050	0,22	0,53	1,76	0,013	0,80
		60		1,27	0,065	0,000	0,000	0,065			421,294	420,244	0,900	1,050	0,22	0,53	2,62	0,013	
	20-2	60	51,06	1,08	0,055	0,000	0,055	0,111	150	0,0164	421,294	420,244	0,900	1,050	0,19	0,65	2,74	0,013	0,80
		61		1,27	0,065	0,000	0,065	0,129			420,458	419,408	0,900	1,050	0,19	0,65	2,46	0,013	
	20-3	61	31,18	1,08	0,034	0,000	0,111	0,145	150	0,0045	420,458	419,408	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		62		1,27	0,039	0,000	0,129	0,169			421,576	419,268	2,158	2,308	0,26	0,41	2,83	0,013	
	20-4	62	12,63	1,08	0,014	0,000	0,145	0,158	150	0,0045	421,576	419,268	2,158	2,308	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		63		1,27	0,016	0,000	0,169	0,185			421,100	419,211	1,739	1,889	0,26	0,41	2,83	0,013	
	20-5	63	27,52	1,08	0,030	0,000	0,208	0,238	150	0,0045	421,100	419,211	1,739	1,889	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		64		1,27	0,035	0,000	0,243	0,277			420,293	419,087	1,056	1,206	0,26	0,41	2,83	0,013	
	20-6	64	72,63	1,08	0,079	0,000	0,238	0,316	150	0,0243	420,293	419,087	1,056	1,206	0,17	0,75	3,74	0,013	0,80
		18		1,27	0,092	0,000	0,277	0,369			418,370	417,320	0,900	1,050	0,17	0,75	2,35	0,013	
C21	21-1	65	45,74	1,08	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,0216	422,086	421,036	0,900	1,050	0,18	0,72	3,40	0,013	0,80
		63		1,27	0,058	0,000	0,000	0,058			421,100	420,050	0,900	1,050	0,18	0,72	2,38	0,013	
C22	22-1	66	69,06	1,08	0,075	0,000	0,000	0,075	150	0,0045	420,973	419,923	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		67		1,27	0,087	0,000	0,000	0,087			422,331	419,612	2,569	2,719	0,26	0,41	2,83	0,013	
	22-2	67	73,26	1,08	0,079	0,000	0,075	0,154	150	0,0187	422,331	419,612	2,569	2,719	0,18	0,68	3,04	0,013	0,80
		68		1,27	0,093	0,000	0,087	0,180			419,292	418,242	0,900	1,050	0,18	0,68	2,42	0,013	
	22-3	68	48,53	1,08	0,053	0,000	0,154	0,207	150	0,0045	419,292	418,242	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		19		1,27	0,061	0,000	0,180	0,242			419,380	418,024	1,206	1,356	0,26	0,41	2,83	0,013	
C23	23-1	69	76,37	1,08	0,083	0,000	0,000	0,083	150	0,0087	423,592	422,542	0,900	1,050	0,22	0,52	1,68	0,013	0,80
		70		1,27	0,097	0,000	0,000	0,097			422,927	421,877	0,900	1,050	0,22	0,52	2,63	0,013	
	23-2	70	79,87	1,08	0,087	0,000	0,083	0,169	150	0,0054	422,927	421,877	0,900	1,050	0,25	0,44	1,16	0,013	0,80

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		71		1,27	0,101	0,000	0,097	0,198			422,492	421,442	0,900	1,050	0,25	0,44	2,77	0,013	
	23-3	71	76,61	1,08	0,083	0,000	0,169	0,252	150	0,0110	422,492	421,442	0,900	1,050	0,21	0,57	2,01	0,013	0,80
		72		1,27	0,097	0,000	0,198	0,295			421,653	420,603	0,900	1,050	0,21	0,57	2,57	0,013	
	23-4	72	55,93	1,08	0,061	0,000	0,252	0,313	150	0,0124	421,653	420,603	0,900	1,050	0,20	0,59	2,21	0,013	0,80
		73		1,27	0,071	0,000	0,295	0,365			420,961	419,911	0,900	1,050	0,20	0,59	2,53	0,013	
	23-5	73	66,68	1,08	0,072	0,000	0,313	0,385	150	0,0045	420,961	419,911	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		74		1,27	0,084	0,000	0,365	0,450			420,700	419,611	0,939	1,089	0,26	0,41	2,83	0,013	
	23-6	74	53,81	1,08	0,058	0,000	0,385	0,444	150	0,0495	420,700	419,611	0,939	1,089	0,14	0,96	6,48	0,013	0,80
		75		1,27	0,068	0,000	0,450	0,518			418,000	416,950	0,900	1,050	0,14	0,96	2,17	0,013	
	23-7	75	83,70	1,08	0,091	0,000	0,444	0,534	150	0,0045	418,000	416,950	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		76		1,27	0,106	0,000	0,518	0,624			418,710	416,574	1,986	2,136	0,26	0,41	2,83	0,013	
	23-8	76	53,15	1,08	0,058	0,000	0,903	0,961	150	0,0045	418,710	416,574	1,986	2,136	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		77		1,27	0,067	0,000	1,054	1,121			417,535	416,335	1,050	1,200	0,26	0,41	2,83	0,013	
	23-9	77	68,76	1,08	0,075	0,000	1,017	1,091	150	0,0045	417,535	416,335	1,050	1,200	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		20		1,27	0,087	0,000	1,187	1,274			419,380	416,025	3,205	3,355	0,26	0,41	2,83	0,013	
C24	24-1	78	76,60	1,08	0,083	0,000	0,000	0,083	150	0,0045	422,465	421,415	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		79		1,27	0,097	0,000	0,000	0,097			422,690	421,071	1,469	1,619	0,26	0,41	2,83	0,013	
	24-2	79	48,10	1,08	0,052	0,000	0,083	0,135	150	0,0045	422,690	421,071	1,469	1,619	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		80		1,27	0,061	0,000	0,097	0,158			422,803	420,854	1,799	1,949	0,26	0,41	2,83	0,013	
	24-3	80	61,63	1,08	0,067	0,000	0,135	0,202	150	0,0045	422,803	420,854	1,799	1,949	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		81		1,27	0,078	0,000	0,158	0,236			422,396	420,577	1,669	1,819	0,26	0,41	2,83	0,013	
	24-4	81	59,07	1,08	0,064	0,000	0,202	0,266	150	0,0045	422,396	420,577	1,669	1,819	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		82		1,27	0,075	0,000	0,236	0,311			422,086	420,312	1,625	1,775	0,26	0,41	2,83	0,013	
	24-5	82	94,57	1,08	0,103	0,000	0,266	0,369	150	0,0280	422,086	420,312	1,625	1,775	0,16	0,79	4,17	0,013	0,80
		76		1,27	0,120	0,000	0,311	0,430			418,710	417,660	0,900	1,050	0,16	0,79	2,31	0,013	
C25	25-1	83	51,83	1,08	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,0532	420,293	419,243	0,900	1,050	0,14	0,99	6,86	0,013	0,80
		77		1,27	0,066	0,000	0,000	0,066			417,535	416,485	0,900	1,050	0,14	0,99	2,15	0,013	

**Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE**

Sistema de Esgotamento Sanitário - SES da Sede de Tauá

Rede Coletora de Esgoto - SB2.2

Data:

05/05/2017

DIM

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota Gl (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C1	1-1	1 2	<b>TRECHO EXECUTADO</b>																
	1-2	2 3	50,57	1,06 1,40	0,054 0,071	0,000 0,000	0,712 0,937	0,766 1,007	150	0,0988	417,453 412,217	416,163 411,167	1,140 0,900	1,290 1,050	0,12 0,12	1,23 1,23	11,09 2,01	0,013 0,013	0,80
	1-3	3 4	18,34	1,06 1,40	0,019 0,026	0,000 0,000	0,766 1,007	0,785 1,033	150	0,0045	412,217 412,681	411,167 411,085	0,900 1,446	1,050 1,596	0,26 0,26	0,41 0,41	1,00 2,83	0,013 0,013	0,80
	1-4	4 5	32,13	1,06 1,40	0,034 0,045	0,000 0,000	7,663 8,427	7,697 8,472	200	0,0071	412,681 410,467	409,594 409,367	2,887 0,900	3,087 1,100	0,36 0,38	0,75 0,77	2,75 3,82	0,013 0,013	0,85
	1-5	5 6	32,13	1,06 1,40	0,034 0,045	0,000 0,000	7,697 8,472	7,731 8,517	200	0,0609	410,467 408,510	409,367 407,410	0,900 0,900	1,100 1,100	0,21 0,22	1,63 1,67	14,97 3,04	0,013 0,013	0,85
	1-6	6 7	25,56	1,06 1,40	0,027 0,036	0,000 0,000	7,917 8,761	7,944 8,797	200	0,0020	408,510 408,491	405,811 405,760	2,499 2,531	2,699 2,731	0,52 0,56	0,48 0,49	1,01 4,34	0,013 0,013	0,85
	1-7	7 8	35,38	1,06 1,40	0,038 0,049	0,000 0,000	8,247 9,195	8,285 9,245	200	0,0020	408,491 406,920	405,760 405,691	2,531 1,029	2,731 1,229	0,54 0,58	0,48 0,49	1,01 4,39	0,013 0,013	0,85
	1-8	8 9	6,02	1,06 1,40	0,006 0,008	0,000 0,000	8,285 9,245	8,291 9,253	200	0,0020	406,920 407,900	405,691 405,679	1,029 2,021	1,229 2,221	0,54 0,58	0,48 0,49	1,01 4,39	0,013 0,013	0,85
	1-9	9 10	34,01	1,06 1,40	0,036 0,047	0,000 0,000	8,291 9,253	8,327 9,300	200	0,0297	407,900 405,770	405,679 404,670	2,021 0,900	2,221 1,100	0,26 0,27	1,29 1,33	8,81 3,35	0,013 0,013	0,85
	1-10	10 11	12,78	1,06 1,40	0,014 0,018	0,000 0,000	8,618 9,682	8,631 9,700	200	0,0019	405,770 405,770	404,670 404,646	0,900 0,924	1,100 1,124	0,56 0,60	0,48 0,49	1,00 4,43	0,013 0,013	0,85
	1-11	11 12	33,78	1,06 1,40	0,036 0,047	0,000 0,000	8,811 9,937	8,847 9,984	200	0,0249	405,770 404,719	404,462 403,619	1,108 0,900	1,308 1,100	0,28 0,30	1,23 1,27	7,89 3,46	0,013 0,013	0,85
	1-12	12 13	33,78	1,06 1,40	0,036 0,047	0,000 0,000	8,847 9,984	8,883 10,031	200	0,0200	404,719 404,045	403,619 402,945	0,900 0,900	1,100 1,100	0,30 0,32	1,14 1,18	6,63 3,55	0,013 0,013	0,85
	1-13	13 14	64,25	1,06 1,40	0,068 0,090	0,000 0,000	9,200 10,448	9,268 10,538	200	0,0182	404,045 402,588	402,656 401,488	1,189 0,900	1,389 1,100	0,31 0,33	1,11 1,15	6,27 3,62	0,013 0,013	0,85
	1-14	14 15	70,76	1,06 1,40	0,075 0,099	0,000 0,000	9,532 10,885	9,607 10,984	200	0,0018	402,588 404,603	401,488 401,360	0,900 3,043	1,100 3,243	0,61 0,67	0,48 0,49	1,00 4,54	0,013 0,013	0,85
	1-15	15 16	66,23	1,06 1,40	0,070 0,092	0,000 0,000	10,484 12,137	10,555 12,229	200	0,0018	404,603 401,826	400,565 400,448	3,838 1,178	4,038 1,378	0,66 0,73	0,48 0,50	1,00 4,60	0,013 0,013	0,85
	1-16	16 17	53,62	1,06 1,40	0,057 0,075	0,000 0,000	10,885 12,664	10,942 12,739	250	0,0017	401,826 402,413	400,398 400,305	1,178 1,858	1,428 2,108	0,47 0,51	0,49 0,51	1,01 4,72	0,013 0,013	1,00
	1-17	17	78,86	1,06	0,084	0,000	10,942	11,026	250	0,0017	402,413	400,305	1,858	2,108	0,47	0,49	1,01	0,013	1,00

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		18		1,40	0,110	0,000	12,739	12,849			402,603	400,169	2,184	2,434	0,51	0,51	4,73	0,013	
	1-18	18	17,23	1,06	0,018	0,000	11,026	11,044	250	0,0017	402,603	400,169	2,184	2,434	0,47	0,49	1,01	0,013	1,00
		19		1,40	0,024	0,000	12,849	12,873			402,016	400,139	1,627	1,877	0,51	0,51	4,74	0,013	
	1-19	19	76,52	1,06	0,081	0,000	11,544	11,625	250	0,0017	402,016	400,139	1,627	1,877	0,49	0,49	1,01	0,013	1,00
		20		1,40	0,107	0,000	13,530	13,637			402,105	400,011	1,844	2,094	0,53	0,51	4,80	0,013	
	1-20	20	79,68	1,06	0,085	0,000	11,625	11,710	250	0,0620	402,105	400,011	1,844	2,094	0,19	1,80	17,53	0,013	1,00
		21		1,40	0,111	0,000	13,637	13,748			396,222	395,072	0,900	1,150	0,21	1,89	3,31	0,013	
	1-21	21	78,33	1,06	0,083	0,000	11,710	11,793	250	0,0017	396,222	395,072	0,900	1,150	0,49	0,49	1,01	0,013	1,00
		22		1,40	0,109	0,000	13,748	13,858			397,362	394,942	2,171	2,421	0,54	0,51	4,81	0,013	
	1-22	22	69,12	1,06	0,073	0,000	12,198	12,272	250	0,0016	397,362	394,942	2,171	2,421	0,51	0,49	1,01	0,013	1,00
		23		1,40	0,097	0,000	14,391	14,487			396,506	394,829	1,427	1,677	0,56	0,51	4,86	0,013	
	1-23	23	65,02	1,06	0,069	0,000	12,395	12,464	250	0,0016	396,506	394,829	1,427	1,677	0,51	0,49	1,01	0,013	1,00
		24		1,40	0,091	0,000	14,650	14,740			397,088	394,723	2,115	2,365	0,57	0,51	4,88	0,013	
	1-24	24	65,46	1,06	0,070	0,000	12,464	12,534	250	0,0016	397,088	394,723	2,115	2,365	0,51	0,49	1,01	0,013	1,00
		25		1,40	0,091	0,000	14,740	14,832			396,810	394,618	1,942	2,192	0,57	0,51	4,89	0,013	
	1-25	25	56,48	1,06	0,060	0,000	12,534	12,594	250	0,0016	396,810	394,618	1,942	2,192	0,52	0,49	1,01	0,013	1,00
		26		1,40	0,079	0,000	14,832	14,911			396,115	394,527	1,338	1,588	0,57	0,51	4,89	0,013	
	1-26	26	10,18	1,06	0,011	0,000	20,751	20,762	300	0,0013	396,115	394,477	1,338	1,638	0,56	0,51	1,00	0,013	1,15
		27		1,40	0,014	0,000	23,752	23,767			396,177	394,464	1,413	1,713	0,61	0,53	5,45	0,013	
	1-27	27	28,57	1,06	0,030	0,000	21,457	21,487	300	0,0012	396,177	394,226	1,651	1,951	0,57	0,51	1,00	0,013	1,15
		28		1,40	0,040	0,000	24,681	24,720			396,272	394,190	1,782	2,082	0,63	0,53	5,49	0,013	
	1-28	28	49,66	1,06	0,053	0,000	21,645	21,698	300	0,0012	396,272	394,190	1,782	2,082	0,58	0,51	1,00	0,013	1,15
		29		1,40	0,069	0,000	24,928	24,997			395,837	394,129	1,408	1,708	0,64	0,53	5,50	0,013	
	1-29	29	41,78	1,06	0,044	0,000	21,698	21,742	300	0,0079	395,837	394,129	1,408	1,708	0,34	1,01	4,42	0,013	1,15
		30		1,40	0,058	0,000	24,997	25,056			394,999	393,799	0,900	1,200	0,37	1,05	4,63	0,013	
	1-30	30	72,13	1,06	0,077	0,000	24,062	24,139	300	0,0012	394,999	393,617	1,082	1,382	0,63	0,51	0,99	0,013	1,15
		31		1,40	0,101	0,000	28,107	28,208			394,890	393,532	1,058	1,358	0,71	0,53	5,61	0,013	
	1-31	31	10,95	1,06	0,012	0,000	24,397	24,409	300	0,0012	394,890	393,532	1,058	1,358	0,64	0,51	0,99	0,013	1,15
		32		1,40	0,015	0,000	28,547	28,563			395,057	393,519	1,238	1,538	0,72	0,53	5,62	0,013	
	1-32	32	61,03	1,06	0,065	0,000	25,675	25,740	300	0,0045	395,057	393,519	1,238	1,538	0,44	0,87	3,03	0,013	1,15
		33		1,40	0,085	0,000	30,227	30,312			394,444	393,244	0,900	1,200	0,48	0,90	5,08	0,013	
	1-33	33	13,70	1,06	0,015	0,000	25,985	26,000	300	0,0025	394,444	393,244	0,900	1,200	0,52	0,70	1,90	0,013	1,15
		34		1,40	0,019	0,000	30,636	30,655			394,702	393,210	1,193	1,493	0,58	0,73	5,37	0,013	
	1-34	34	60,11	1,06	0,064	0,000	26,171	26,234	300	0,0025	394,702	393,210	1,193	1,493	0,52	0,70	1,91	0,013	1,15
		35		1,40	0,084	0,000	30,879	30,963			394,444	393,058	1,086	1,386	0,58	0,73	5,38	0,013	
	1-35	35	47,62	1,06	0,051	0,000	26,234	26,285	300	0,0025	394,444	393,058	1,086	1,386	0,52	0,70	1,91	0,013	1,15

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		36		1,40	0,066	0,000	30,963	31,030			394,334	392,938	1,096	1,396	0,58	0,73	5,38	0,013	
	1-36	36	24,37	1,06	0,026	0,000	26,285	26,311	300	0,0025	394,334	392,938	1,096	1,396	0,52	0,70	1,91	0,013	1,15
		37		1,40	0,034	0,000	31,030	31,064			393,872	392,877	0,695	0,995	0,58	0,73	5,38	0,013	
	1-37	37	27,94	1,06	0,030	0,000	26,311	26,341	300	0,0025	393,872	392,877	0,695	0,995	0,53	0,70	1,91	0,013	1,15
		38		1,40	0,039	0,000	31,064	31,103			393,873	392,807	0,766	1,066	0,58	0,73	5,38	0,013	
	1-38	38	22,54	1,06	0,024	0,000	26,341	26,364	300	0,0025	393,873	392,807	0,766	1,066	0,53	0,70	1,91	0,013	1,15
		39		1,40	0,031	0,000	31,103	31,134			393,653	392,750	0,603	0,903	0,58	0,73	5,38	0,013	
	1-39	39	45,09	1,06	0,048	0,000	26,756	26,804	300	0,0025	393,653	392,750	0,603	0,903	0,53	0,70	1,92	0,013	1,15
		40		1,40	0,063	0,000	31,650	31,712			393,614	392,637	0,678	0,978	0,59	0,73	5,40	0,013	
	1-40	40	45,09	1,06	0,048	0,000	26,804	26,852	300	0,0025	393,614	392,637	0,678	0,978	0,53	0,70	1,92	0,013	1,15
		41		1,40	0,063	0,000	31,712	31,775			393,840	392,523	1,017	1,317	0,59	0,73	5,40	0,013	
	1-41	41	40,95	1,06	0,043	0,000	26,852	26,896	300	0,0024	393,840	392,523	1,017	1,317	0,54	0,70	1,88	0,013	1,15
		42		1,40	0,057	0,000	31,775	31,833			394,000	392,423	1,277	1,577	0,60	0,72	5,42	0,013	
C2	2-1	43		TRECHO EXECUTADO															
		44																	
	2-2	44	51,59	1,06	0,055	0,000	6,823	6,877	200	0,0022	411,825	409,705	1,920	2,120	0,47	0,47	1,02	0,013	0,85
		4		1,40	0,072	0,000	7,322	7,394			412,681	409,594	2,887	3,087	0,49	0,48	4,18	0,013	
C3	3-1	45		TRECHO EXECUTADO															
		46																	
	3-2	46	44,24	1,06	0,047	0,000	0,139	0,186	150	0,0045	407,980	406,060	1,770	1,920	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		6		1,40	0,062	0,000	0,183	0,245			408,510	405,861	2,499	2,649	0,26	0,41	2,83	0,013	
C4	4-1	47		TRECHO EXECUTADO															
		48																	
	4-2	48	14,84	1,06	0,016	0,000	0,287	0,303	150	0,1963	411,764	410,354	1,260	1,410	0,10	1,56	18,87	0,013	0,80
		7		1,40	0,021	0,000	0,377	0,398			408,491	407,441	0,900	1,050	0,10	1,56	1,86	0,013	
C5	5-1	49		TRECHO EXECUTADO															
		50																	
	5-2	50	22,99	1,06	0,024	0,000	0,266	0,291	150	0,1795	409,976	408,846	0,980	1,130	0,11	1,51	17,61	0,013	0,80
		10		1,40	0,032	0,000	0,350	0,382			405,770	404,720	0,900	1,050	0,11	1,51	1,88	0,013	
C6	6-1	51		TRECHO EXECUTADO															
		52																	
	6-2	52	19,43	1,06	0,021	0,000	0,159	0,180	150	0,0045	405,989	404,599	1,240	1,390	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		11		1,40	0,027	0,000	0,210	0,237			405,770	404,512	1,108	1,258	0,26	0,41	2,83	0,013	
C7	7-1	53		TRECHO EXECUTADO															
		54																	
	7-2	54	28,78	1,06	0,031	0,000	0,247	0,278	150	0,0045	407,580	402,977	4,453	4,603	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		13		1,40	0,040	0,000	0,325	0,365			404,045	402,847	1,048	1,198	0,26	0,41	2,83	0,013	
C8	8-1	55 56		TRECHO EXECUTADO															
	8-2	56	18,45	1,06	0,020	0,000	0,020	0,039	150	0,0045	404,649	402,789	1,710	1,860	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		13		1,40	0,026	0,000	0,026	0,052			404,045	402,706	1,189	1,339	0,26	0,41	2,83	0,013	
C9	9-1	57 58		TRECHO EXECUTADO															
	9-2	58	38,21	1,06	0,041	0,000	0,223	0,264	150	0,0771	405,585	404,485	0,950	1,100	0,13	1,13	9,15	0,013	0,80
		14		1,40	0,053	0,000	0,294	0,347			402,588	401,538	0,900	1,050	0,13	1,13	2,07	0,013	
C10	10-1	59 60		TRECHO EXECUTADO															
	10-2	60	26,51	1,06	0,028	0,000	0,149	0,177	150	0,0045	404,593	402,733	1,710	1,860	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		61		1,40	0,037	0,000	0,195	0,232			404,584	402,614	1,820	1,970	0,26	0,41	2,83	0,013	
	10-3	61	32,47	1,06	0,034	0,000	0,232	0,267	150	0,0265	404,584	402,614	1,820	1,970	0,17	0,77	3,99	0,013	0,80
		62		1,40	0,045	0,000	0,306	0,351			402,804	401,754	0,900	1,050	0,17	0,77	2,33	0,013	
	10-4	62	30,57	1,06	0,032	0,000	0,267	0,299	150	0,0293	402,804	401,754	0,900	1,050	0,16	0,80	4,32	0,013	0,80
		63		1,40	0,043	0,000	0,351	0,394			401,908	400,858	0,900	1,050	0,16	0,80	2,30	0,013	
	10-5	63	41,29	1,06	0,044	0,000	0,833	0,877	150	0,0045	401,908	400,858	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		15		1,40	0,058	0,000	1,096	1,153			404,603	400,672	3,781	3,931	0,26	0,41	2,83	0,013	
C11	11-1	64 65		TRECHO EXECUTADO															
	11-2	65	6,93	1,06	0,007	0,000	0,048	0,056	150	0,0248	404,756	403,706	0,900	1,050	0,17	0,76	3,79	0,013	0,80
		61		1,40	0,010	0,000	0,063	0,073			404,584	403,534	0,900	1,050	0,17	0,76	2,35	0,013	
C12	12-1	66 63		TRECHO EXECUTADO															
C13	13-1	67 68		TRECHO EXECUTADO															
	13-2	68	77,84	1,06	0,083	0,000	0,065	0,148	150	0,1228	413,808	412,758	0,900	1,050	0,12	1,32	13,13	0,013	0,80
		69		1,40	0,109	0,000	0,086	0,195			404,249	403,199	0,900	1,050	0,12	1,32	1,96	0,013	
	13-3	69	62,03	1,06	0,066	0,000	0,148	0,214	150	0,0187	404,249	403,199	0,900	1,050	0,18	0,68	3,04	0,013	0,80
		70		1,40	0,087	0,000	0,195	0,281			403,091	402,041	0,900	1,050	0,18	0,68	2,42	0,013	
	13-4	70	53,39	1,06	0,057	0,000	0,274	0,331	150	0,0237	403,091	402,041	0,900	1,050	0,17	0,74	3,66	0,013	0,80
		16		1,40	0,075	0,000	0,360	0,435			401,826	400,776	0,900	1,050	0,17	0,74	2,36	0,013	
C14	14-1	71	56,54	1,06	0,060	0,000	0,000	0,060	150	0,0773	407,462	406,412	0,900	1,050	0,13	1,13	9,17	0,013	0,80
		70		1,40	0,079	0,000	0,000	0,079			403,091	402,041	0,900	1,050	0,13	1,13	2,07	0,013	
C15	15-1	72		TRECHO EXECUTADO															

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		73																	
	15-2	73	25,57	1,06	0,027	0,000	0,053	0,080	150	0,0045	412,784	411,684	0,950	1,100	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		74		1,40	0,036	0,000	0,070	0,106			415,577	411,569	3,858	4,008	0,26	0,41	2,83	0,013	
	15-3	74	15,88	1,06	0,017	0,000	0,080	0,097	150	0,0045	415,577	411,569	3,858	4,008	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		75		1,40	0,022	0,000	0,106	0,128			413,759	411,498	2,111	2,261	0,26	0,41	2,83	0,013	
	15-4	75	27,90	1,06	0,030	0,000	0,097	0,127	150	0,0318	413,759	411,498	2,111	2,261	0,16	0,82	4,60	0,013	0,80
		76		1,40	0,039	0,000	0,128	0,167			411,661	410,611	0,900	1,050	0,16	0,82	2,28	0,013	
	15-5	76	22,95	1,06	0,024	0,000	0,127	0,151	150	0,0141	411,661	410,611	0,900	1,050	0,19	0,62	2,45	0,013	0,80
		77		1,40	0,032	0,000	0,167	0,199			411,337	410,287	0,900	1,050	0,19	0,62	2,50	0,013	
	15-6	77	74,40	1,06	0,079	0,000	0,151	0,230	150	0,1253	411,337	410,287	0,900	1,050	0,11	1,33	13,33	0,013	0,80
		19		1,40	0,104	0,000	0,199	0,303			402,016	400,966	0,900	1,050	0,11	1,33	1,96	0,013	
C16	16-1	78	56,17	1,06	0,060	0,000	0,000	0,060	150	0,0342	411,337	410,287	0,900	1,050	0,16	0,85	4,87	0,013	0,80
		79		1,40	0,078	0,000	0,000	0,078			409,417	408,367	0,900	1,050	0,16	0,85	2,26	0,013	
	16-2	79	32,58	1,06	0,035	0,000	0,123	0,158	150	0,0425	409,417	408,367	0,900	1,050	0,15	0,91	5,76	0,013	0,80
		80		1,40	0,045	0,000	0,162	0,207			408,033	406,983	0,900	1,050	0,15	0,91	2,21	0,013	
	16-3	80	43,47	1,06	0,046	0,000	0,158	0,204	150	0,0131	408,033	406,983	0,900	1,050	0,20	0,60	2,31	0,013	0,80
		81		1,40	0,061	0,000	0,207	0,268			407,462	406,412	0,900	1,050	0,20	0,60	2,52	0,013	
	16-4	81	61,54	1,06	0,065	0,000	0,204	0,269	150	0,0885	407,462	406,412	0,900	1,050	0,12	1,18	10,18	0,013	0,80
		19		1,40	0,086	0,000	0,268	0,354			402,016	400,966	0,900	1,050	0,12	1,18	2,04	0,013	
C17	17-1	82	59,76	1,06	0,063	0,000	0,000	0,063	150	0,1222	416,717	415,667	0,900	1,050	0,12	1,32	13,07	0,013	0,80
		79		1,40	0,083	0,000	0,000	0,083			409,417	408,367	0,900	1,050	0,12	1,32	1,96	0,013	
C18	18-1	83	46,87	1,06	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,0191	406,367	405,317	0,900	1,050	0,18	0,69	3,09	0,013	0,80
		84		1,40	0,065	0,000	0,000	0,065			405,474	404,424	0,900	1,050	0,18	0,69	2,42	0,013	
	18-2	84	46,87	1,06	0,050	0,000	0,050	0,100	150	0,0605	405,474	404,424	0,900	1,050	0,14	1,03	7,59	0,013	0,80
		85		1,40	0,065	0,000	0,065	0,131			402,636	401,586	0,900	1,050	0,14	1,03	2,12	0,013	
	18-3	85	50,29	1,06	0,053	0,000	0,179	0,233	150	0,0956	402,636	401,586	0,900	1,050	0,12	1,21	10,81	0,013	0,80
		86		1,40	0,070	0,000	0,236	0,306			397,829	396,779	0,900	1,050	0,12	1,21	2,02	0,013	
	18-4	86	48,82	1,06	0,052	0,000	0,354	0,406	150	0,0096	397,829	396,779	0,900	1,050	0,21	0,54	1,81	0,013	0,80
		22		1,40	0,068	0,000	0,465	0,533			397,362	396,312	0,900	1,050	0,21	0,54	2,61	0,013	
C19	19-1	87	75,22	1,06	0,080	0,000	0,000	0,080	150	0,0389	405,565	404,515	0,900	1,050	0,15	0,89	5,38	0,013	0,80
		85		1,40	0,105	0,000	0,000	0,105			402,636	401,586	0,900	1,050	0,15	0,89	2,23	0,013	
C20	20-1	88	64,01	1,06	0,068	0,000	0,000	0,068	150	0,0363	402,400	401,350	0,900	1,050	0,15	0,86	5,10	0,013	0,80
		89		1,40	0,089	0,000	0,000	0,089			400,077	399,027	0,900	1,050	0,15	0,86	2,25	0,013	
	20-2	89	49,76	1,06	0,053	0,000	0,068	0,121	150	0,0452	400,077	399,027	0,900	1,050	0,15	0,93	6,04	0,013	0,80
		86		1,40	0,069	0,000	0,089	0,159			397,829	396,779	0,900	1,050	0,15	0,93	2,19	0,013	
C21	21-1	90	48,92	1,06	0,052	0,000	0,000	0,052	150	0,0208	400,698	399,648	0,900	1,050	0,18	0,71	3,30	0,013	0,80

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala	
		91		1,40	0,068	0,000	0,000	0,068			399,682	398,632	0,900	1,050	0,18	0,71	2,39	0,013		
	21-2	91	67,29	1,06	0,071	0,000	0,052	0,123	150	0,0472	399,682	398,632	0,900	1,050	0,15	0,95	6,25	0,013	0,80	
		23		1,40	0,094	0,000	0,068	0,162			396,506	395,456	0,900	1,050	0,15	0,95	2,18	0,013		
C22	22-1	92									TRECHO EXECUTADO									
		93																		
	22-2	93	61,56	1,06	0,065	0,000	0,160	0,225	150	0,0045	416,526	414,826	1,550	1,700	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		94		1,40	0,086	0,000	0,210	0,296			417,702	414,549	3,003	3,153	0,26	0,41	2,83	0,013		
	22-3	94	15,76	1,06	0,017	0,000	0,225	0,242	150	0,0079	417,702	414,549	3,003	3,153	0,22	0,51	1,56	0,013	0,80	
		95		1,40	0,022	0,000	0,296	0,318			415,474	414,424	0,900	1,050	0,22	0,51	2,66	0,013		
	22-4	95	55,24	1,06	0,059	0,000	0,326	0,385	150	0,1382	415,474	414,424	0,900	1,050	0,11	1,38	14,38	0,013	0,80	
		96		1,40	0,077	0,000	0,429	0,506			407,841	406,791	0,900	1,050	0,11	1,38	1,94	0,013		
	22-5	96	49,35	1,06	0,052	0,000	0,519	0,571	150	0,0179	407,841	406,791	0,900	1,050	0,18	0,67	2,94	0,013	0,80	
		97		1,40	0,069	0,000	0,682	0,751			406,959	405,909	0,900	1,050	0,18	0,67	2,43	0,013		
	22-6	97	11,69	1,06	0,012	0,000	0,633	0,645	150	0,0045	406,959	405,909	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		98		1,40	0,016	0,000	0,832	0,849			407,499	405,856	1,493	1,643	0,26	0,41	2,83	0,013		
	22-7	98	10,17	1,06	0,011	0,000	0,645	0,656	150	0,0045	407,499	405,856	1,493	1,643	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		99		1,40	0,014	0,000	0,849	0,863			407,416	405,811	1,455	1,605	0,26	0,41	2,83	0,013		
	22-8	99	42,85	1,06	0,046	0,000	0,716	0,761	150	0,0378	407,416	405,811	1,455	1,605	0,15	0,88	5,26	0,013	0,80	
		100		1,40	0,060	0,000	0,941	1,001			405,240	404,190	0,900	1,050	0,15	0,88	2,24	0,013		
	22-9	100	28,62	1,06	0,030	0,000	0,761	0,791	150	0,0482	405,240	404,190	0,900	1,050	0,14	0,95	6,36	0,013	0,80	
		101		1,40	0,040	0,000	1,001	1,041			403,860	402,810	0,900	1,050	0,14	0,95	2,18	0,013		
	22-10	101	33,22	1,06	0,035	0,000	0,791	0,827	150	0,0135	403,860	402,810	0,900	1,050	0,20	0,61	2,36	0,013	0,80	
		102		1,40	0,046	0,000	1,041	1,087			403,412	402,362	0,900	1,050	0,20	0,61	2,51	0,013		
	22-11	102	63,71	1,06	0,068	0,000	0,827	0,894	150	0,0045	403,412	402,362	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		103		1,40	0,089	0,000	1,087	1,176			405,084	402,076	2,859	3,009	0,26	0,41	2,83	0,013		
	22-12	103	61,10	1,06	0,065	0,000	7,060	7,124	200	0,0026	405,084	402,026	2,859	3,059	0,45	0,51	1,22	0,013	0,85	
		104		1,40	0,085	0,000	7,399	7,484			402,964	401,864	0,900	1,100	0,47	0,52	4,11	0,013		
	22-13	104	46,35	1,06	0,049	0,000	7,404	7,453	200	0,0021	402,964	401,864	0,900	1,100	0,50	0,47	1,01	0,013	0,85	
		105		1,40	0,065	0,000	7,851	7,916			403,177	401,768	1,209	1,409	0,52	0,48	4,25	0,013		
	22-14	105	44,71	1,06	0,047	0,000	7,534	7,582	200	0,0424	403,177	401,493	1,484	1,684	0,23	1,42	11,18	0,013	0,85	
		106		1,40	0,062	0,000	8,022	8,085			400,698	399,598	0,900	1,100	0,23	1,45	3,13	0,013		
	22-15	106	52,37	1,06	0,056	0,000	7,582	7,637	200	0,0217	400,698	399,598	0,900	1,100	0,27	1,12	6,64	0,013	0,85	
		107		1,40	0,073	0,000	8,085	8,158			399,561	398,461	0,900	1,100	0,28	1,14	3,37	0,013		
	22-16	107	64,03	1,06	0,068	0,000	7,637	7,705	200	0,0067	399,561	398,461	0,900	1,100	0,37	0,74	2,63	0,013	0,85	
		108		1,40	0,089	0,000	8,158	8,247			399,134	398,034	0,900	1,100	0,38	0,75	3,82	0,013		
	22-17	108	56,41	1,06	0,060	0,000	7,705	7,765	200	0,0104	399,134	398,034	0,900	1,100	0,33	0,87	3,75	0,013	0,85	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala	
		109		1,40	0,079	0,000	8,247	8,326			398,546	397,446	0,900	1,100	0,34	0,88	3,65	0,013		
	22-18	109	70,71	1,06	0,075	0,000	8,041	8,116	200	0,0240	398,546	397,446	0,900	1,100	0,27	1,18	7,37	0,013	0,85	
		110		1,40	0,099	0,000	8,689	8,788			396,850	395,750	0,900	1,100	0,28	1,21	3,38	0,013		
	22-19	110	38,56	1,06	0,041	0,000	8,116	8,157	200	0,0191	396,850	395,750	0,900	1,100	0,29	1,09	6,17	0,013	0,85	
		26		1,40	0,054	0,000	8,788	8,842			396,115	395,015	0,900	1,100	0,30	1,12	3,47	0,013		
C23	23-1	111	79,22	1,06	0,084	0,000	0,000	0,084	150	0,0142	416,599	415,549	0,900	1,050	0,19	0,62	2,46	0,013	0,80	
		95		1,40	0,111	0,000	0,000	0,111			415,474	414,424	0,900	1,050	0,19	0,62	2,50	0,013		
C24	24-1	112	62,97	1,06	0,067	0,000	0,000	0,067	150	0,0343	410,771	409,721	0,900	1,050	0,16	0,85	4,87	0,013	0,80	
		113		1,40	0,088	0,000	0,000	0,088			408,614	407,564	0,900	1,050	0,16	0,85	2,26	0,013		
	24-2	113	63,13	1,06	0,067	0,000	0,067	0,134	150	0,0122	408,614	407,564	0,900	1,050	0,20	0,59	2,19	0,013	0,80	
		96		1,40	0,088	0,000	0,088	0,176			407,841	406,791	0,900	1,050	0,20	0,59	2,54	0,013		
C25	25-1	114	39,48	1,06	0,042	0,000	0,000	0,042	150	0,0463	411,027	409,977	0,900	1,050	0,15	0,94	6,16	0,013	0,80	
		115		1,40	0,055	0,000	0,000	0,055			409,199	408,149	0,900	1,050	0,15	0,94	2,19	0,013		
	25-2	115	18,53	1,06	0,020	0,000	0,042	0,062	150	0,1209	409,199	408,149	0,900	1,050	0,12	1,32	12,97	0,013	0,80	
		97		1,40	0,026	0,000	0,055	0,081			406,959	405,909	0,900	1,050	0,12	1,32	1,97	0,013		
C26	26-1	116	56,05	1,06	0,060	0,000	0,000	0,060	150	0,0698	411,329	410,279	0,900	1,050	0,13	1,09	8,47	0,013	0,80	
		99		1,40	0,078	0,000	0,000	0,078			407,416	406,366	0,900	1,050	0,13	1,09	2,09	0,013		
C27	27-1	117	62,03	1,06	0,066	5,984	5,984	6,049	150	0,0958	416,863	415,660	1,053	1,203	0,24	1,83	20,09	0,013	0,80	
		118		1,40	0,087	5,984	5,984	6,070			410,771	409,721	0,900	1,050	0,24	1,84	2,75	0,013		
	27-2	118	53,36	1,06	0,057	0,000	6,049	6,106	150	0,0903	410,771	409,721	0,900	1,050	0,25	1,80	19,26	0,013	0,80	
		119		1,40	0,075	0,000	6,070	6,145			405,952	404,902	0,900	1,050	0,25	1,80	2,77	0,013		
	27-3	119	55,69	1,06	0,059	0,000	6,106	6,165	150	0,0156	405,952	404,902	0,900	1,050	0,39	0,96	4,84	0,013	0,80	
		103		1,40	0,078	0,000	6,145	6,222			405,084	404,034	0,900	1,050	0,39	0,96	3,35	0,013		
C28	28-1	120		TRECHO EXECUTADO																
		121																		
	28-2	121	22,69	1,06	0,024	0,000	0,255	0,279	150	0,0440	403,963	402,913	0,900	1,050	0,15	0,92	5,93	0,013	0,80	
		104		1,40	0,032	0,000	0,336	0,367			402,964	401,914	0,900	1,050	0,15	0,92	2,20	0,013		
C29	29-1	122	35,61	1,06	0,038	0,000	0,000	0,038	150	0,0300	404,245	403,195	0,900	1,050	0,16	0,81	4,40	0,013	0,80	
		105		1,40	0,050	0,000	0,000	0,050			403,177	402,127	0,900	1,050	0,16	0,81	2,30	0,013		
C30	30-1	123	40,63	1,06	0,043	0,000	0,000	0,043	150	0,0045	402,776	401,726	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		105		1,40	0,057	0,000	0,000	0,057			403,177	401,543	1,484	1,634	0,26	0,41	2,83	0,013		
C31	31-1	124		TRECHO EXECUTADO																
		125																		
	31-2	125	40,76	1,06	0,043	0,000	0,233	0,276	150	0,0514	400,643	399,593	0,900	1,050	0,14	0,98	6,68	0,013	0,80	
		109		1,40	0,057	0,000	0,306	0,363			398,546	397,496	0,900	1,050	0,14	0,98	2,16	0,013		
C32	32-1	126	66,33	1,06	0,070	0,000	0,000	0,070	150	0,0045	418,115	417,065	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		127		1,40	0,093	0,000	0,000	0,093			418,117	416,767	1,200	1,350	0,26	0,41	2,83	0,013	
	32-2	127	53,04	1,06	0,056	0,000	0,070	0,127	150	0,0045	418,117	416,767	1,200	1,350	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		128		1,40	0,074	0,000	0,093	0,167			418,045	416,528	1,367	1,517	0,26	0,41	2,83	0,013	
	32-3	128	77,43	1,06	0,082	0,000	0,127	0,209	150	0,0052	418,045	416,528	1,367	1,517	0,25	0,44	1,13	0,013	0,80
		129		1,40	0,108	0,000	0,167	0,275			417,172	416,122	0,900	1,050	0,25	0,44	2,78	0,013	
	32-4	129	46,79	1,06	0,050	0,000	0,209	0,259	150	0,0680	417,172	416,122	0,900	1,050	0,13	1,08	8,30	0,013	0,80
		130		1,40	0,065	0,000	0,275	0,340			413,990	412,940	0,900	1,050	0,13	1,08	2,10	0,013	
	32-5	130	59,46	1,06	0,063	0,000	0,259	0,322	150	0,0760	413,990	412,940	0,900	1,050	0,13	1,12	9,05	0,013	0,80
		131		1,40	0,083	0,000	0,340	0,423			409,470	408,420	0,900	1,050	0,13	1,12	2,07	0,013	
	32-6	131	49,81	1,06	0,053	0,000	0,322	0,375	150	0,0693	409,470	408,420	0,900	1,050	0,13	1,08	8,43	0,013	0,80
		132		1,40	0,070	0,000	0,423	0,493			406,016	404,966	0,900	1,050	0,13	1,08	2,09	0,013	
	32-7	132	44,23	1,06	0,047	0,000	0,375	0,422	150	0,0806	406,016	404,966	0,900	1,050	0,13	1,14	9,47	0,013	0,80
		133		1,40	0,062	0,000	0,493	0,555			402,451	401,401	0,900	1,050	0,13	1,14	2,06	0,013	
	32-8	133	66,38	1,06	0,070	0,000	0,422	0,492	150	0,0436	402,451	401,401	0,900	1,050	0,15	0,92	5,87	0,013	0,80
		134		1,40	0,093	0,000	0,555	0,647			399,560	398,510	0,900	1,050	0,15	0,92	2,20	0,013	
	32-9	134	67,85	1,06	0,072	0,000	0,492	0,564	150	0,0377	399,560	398,510	0,900	1,050	0,15	0,88	5,25	0,013	0,80
		135		1,40	0,095	0,000	0,647	0,742			397,001	395,951	0,900	1,050	0,15	0,88	2,24	0,013	
	32-10	135	41,42	1,06	0,044	0,000	0,651	0,695	150	0,0045	397,001	394,562	2,289	2,439	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		27		1,40	0,058	0,000	0,856	0,914			396,177	394,376	1,651	1,801	0,26	0,41	2,83	0,013	
C33	33-1	136	40,90	1,06	0,043	0,000	0,000	0,043	150	0,0045	395,980	394,930	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		137		1,40	0,057	0,000	0,000	0,057			397,000	394,746	2,104	2,254	0,26	0,41	2,83	0,013	
	33-2	137	40,89	1,06	0,043	0,000	0,043	0,087	150	0,0045	397,000	394,746	2,104	2,254	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		135		1,40	0,057	0,000	0,057	0,114			397,001	394,562	2,289	2,439	0,26	0,41	2,83	0,013	
C34	34-1	138		TRECHO EXECUTADO															
		139																	
	34-2	139	28,54	1,06	0,030	0,000	0,128	0,158	150	0,0045	396,372	394,819	1,403	1,553	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		28		1,40	0,040	0,000	0,168	0,208			396,272	394,691	1,431	1,581	0,26	0,41	2,83	0,013	
C35	35-1	140	67,77	1,06	0,072	0,000	0,000	0,072	150	0,0153	418,115	417,065	0,900	1,050	0,19	0,64	2,61	0,013	0,80
		141		1,40	0,095	0,000	0,000	0,095			417,076	416,026	0,900	1,050	0,19	0,64	2,47	0,013	
	35-2	141	68,79	1,06	0,073	0,000	0,072	0,145	150	0,0101	417,076	416,026	0,900	1,050	0,21	0,55	1,88	0,013	0,80
		142		1,40	0,096	0,000	0,095	0,191			416,382	415,332	0,900	1,050	0,21	0,55	2,59	0,013	
	35-3	142	40,09	1,06	0,043	0,000	0,187	0,230	150	0,0133	416,382	415,332	0,900	1,050	0,20	0,61	2,33	0,013	0,80
		143		1,40	0,056	0,000	0,246	0,302			415,849	414,799	0,900	1,050	0,20	0,61	2,51	0,013	
	35-4	143	40,09	1,06	0,043	0,000	0,230	0,273	150	0,0045	415,849	414,799	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		144		1,40	0,056	0,000	0,302	0,358			417,008	414,619	2,239	2,389	0,26	0,41	2,83	0,013	
	35-5	144	45,48	1,06	0,048	0,000	0,382	0,431	150	0,0045	417,008	414,619	2,239	2,389	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		145		1,40	0,064	0,000	0,503	0,566			415,641	414,414	1,077	1,227	0,26	0,41	2,83	0,013	
	35-6	145	65,00	1,06	0,069	0,000	0,774	0,843	150	0,0737	415,641	412,535	2,956	3,106	0,13	1,11	8,84	0,013	0,80
		146		1,40	0,091	0,000	1,017	1,108			408,792	407,742	0,900	1,050	0,13	1,11	2,08	0,013	
	35-7	146	60,40	1,06	0,064	0,000	0,843	0,907	150	0,0711	408,792	407,742	0,900	1,050	0,13	1,09	8,60	0,013	0,80
		147		1,40	0,084	0,000	1,108	1,193			404,496	403,446	0,900	1,050	0,13	1,09	2,09	0,013	
	35-8	147	47,56	1,06	0,051	0,000	1,327	1,377	150	0,0152	404,496	400,000	4,346	4,496	0,19	0,64	2,59	0,013	0,80
		148		1,40	0,066	0,000	1,745	1,811			400,328	399,278	0,900	1,050	0,21	0,67	2,58	0,013	
	35-9	148	42,65	1,06	0,045	0,000	1,891	1,936	150	0,0058	400,328	399,278	0,900	1,050	0,28	0,49	1,36	0,013	0,80
		149		1,40	0,060	0,000	2,487	2,546			400,081	399,031	0,900	1,050	0,32	0,53	3,08	0,013	
	35-10	149	42,65	1,06	0,045	0,000	1,936	1,982	150	0,0041	400,081	399,031	0,900	1,050	0,31	0,43	1,05	0,013	0,80
		150		1,40	0,060	0,000	2,546	2,606			399,905	398,855	0,900	1,050	0,35	0,47	3,21	0,013	
	35-11	150	69,49	1,06	0,074	0,000	2,122	2,196	150	0,0451	399,905	398,855	0,900	1,050	0,18	1,04	7,16	0,013	0,80
		151		1,40	0,097	0,000	2,791	2,888			396,768	395,718	0,900	1,050	0,20	1,13	2,54	0,013	
	35-12	151	65,17	1,06	0,069	0,000	2,196	2,265	150	0,0271	396,768	395,718	0,900	1,050	0,20	0,88	4,88	0,013	0,80
		30		1,40	0,091	0,000	2,888	2,979			394,999	393,949	0,900	1,050	0,23	0,95	2,70	0,013	
C36	36-1	152	39,89	1,06	0,042	0,000	0,000	0,042	150	0,0108	416,814	415,764	0,900	1,050	0,21	0,56	1,99	0,013	0,80
		142		1,40	0,056	0,000	0,000	0,056			416,382	415,332	0,900	1,050	0,21	0,56	2,57	0,013	
C37	37-1	153	58,41	1,06	0,062	0,000	0,000	0,062	150	0,0068	418,714	417,664	0,900	1,050	0,23	0,48	1,38	0,013	0,80
		154		1,40	0,082	0,000	0,000	0,082			418,318	417,268	0,900	1,050	0,23	0,48	2,71	0,013	
	37-2	154	44,99	1,06	0,048	0,000	0,062	0,110	150	0,0291	418,318	417,268	0,900	1,050	0,16	0,80	4,30	0,013	0,80
		144		1,40	0,063	0,000	0,082	0,144			417,008	415,958	0,900	1,050	0,16	0,80	2,30	0,013	
C38	38-1	155	48,62	1,06	0,052	0,000	0,000	0,052	150	0,0498	417,371	416,321	0,900	1,050	0,14	0,97	6,52	0,013	0,80
		156		1,40	0,068	0,000	0,000	0,068			414,950	413,900	0,900	1,050	0,14	0,97	2,17	0,013	
	38-2	156	74,45	1,06	0,079	0,000	0,052	0,131	150	0,0118	414,950	413,900	0,900	1,050	0,20	0,58	2,12	0,013	0,80
		157		1,40	0,104	0,000	0,068	0,172			414,073	413,023	0,900	1,050	0,20	0,58	2,55	0,013	
	38-3	157	52,06	1,06	0,055	0,000	0,131	0,186	150	0,0045	414,073	413,023	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		158		1,40	0,073	0,000	0,172	0,245			415,786	412,789	2,847	2,997	0,26	0,41	2,83	0,013	
	38-4	158	56,45	1,06	0,060	0,000	0,283	0,343	150	0,0045	415,786	412,789	2,847	2,997	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		145		1,40	0,079	0,000	0,372	0,451			415,641	412,535	2,956	3,106	0,26	0,41	2,83	0,013	
C39	39-1	159	42,23	1,06	0,045	0,000	0,000	0,045	150	0,0045	417,076	416,026	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		160		1,40	0,059	0,000	0,000	0,059			417,091	415,836	1,105	1,255	0,26	0,41	2,83	0,013	
	39-2	160	49,30	1,06	0,052	0,000	0,045	0,097	150	0,0223	417,091	415,836	1,105	1,255	0,17	0,73	3,49	0,013	0,80
		158		1,40	0,069	0,000	0,059	0,128			415,786	414,736	0,900	1,050	0,17	0,73	2,37	0,013	
C40	40-1	161	43,53	1,06	0,046	0,000	0,000	0,046	150	0,0801	413,990	412,940	0,900	1,050	0,13	1,14	9,42	0,013	0,80
		162		1,40	0,061	0,000	0,000	0,061			410,505	409,455	0,900	1,050	0,13	1,14	2,06	0,013	
	40-2	162	63,39	1,06	0,067	0,000	0,046	0,114	150	0,0984	410,505	409,455	0,900	1,050	0,12	1,23	11,06	0,013	0,80

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala	
		163		1,40	0,089	0,000	0,061	0,149			404,268	403,218	0,900	1,050	0,12	1,23	2,01	0,013		
	40-3	163	52,53	1,06	0,056	0,000	0,114	0,169	150	0,0517	404,268	403,218	0,900	1,050	0,14	0,98	6,71	0,013	0,80	
		164		1,40	0,073	0,000	0,149	0,223			401,550	400,500	0,900	1,050	0,14	0,98	2,16	0,013		
	40-4	164	19,41	1,06	0,021	0,000	0,169	0,190	150	0,0074	401,550	400,500	0,900	1,050	0,23	0,49	1,48	0,013	0,80	
		165		1,40	0,027	0,000	0,223	0,250			401,406	400,356	0,900	1,050	0,23	0,49	2,68	0,013		
	40-5	165	79,26	1,06	0,084	0,000	0,336	0,420	150	0,0045	401,406	400,356	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		147		1,40	0,111	0,000	0,441	0,552			404,496	400,000	4,346	4,496	0,26	0,41	2,83	0,013		
C41	41-1	166	60,55	1,06	0,064	0,000	0,000	0,064	150	0,0045	409,470	408,420	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		167		1,40	0,085	0,000	0,000	0,085			409,334	408,148	1,036	1,186	0,26	0,41	2,83	0,013		
	41-2	167	76,63	1,06	0,081	0,000	0,064	0,146	150	0,1017	409,334	408,148	1,036	1,186	0,12	1,24	11,34	0,013	0,80	
		165		1,40	0,107	0,000	0,085	0,192			401,406	400,356	0,900	1,050	0,12	1,24	2,00	0,013		
C42	42-1	168	54,95	1,06	0,058	0,000	0,000	0,058	150	0,0750	418,441	417,391	0,900	1,050	0,13	1,11	8,96	0,013	0,80	
		169		1,40	0,077	0,000	0,000	0,077			414,320	413,270	0,900	1,050	0,13	1,11	2,07	0,013		
	42-2	169	45,53	1,06	0,048	0,000	0,058	0,107	150	0,1084	414,320	413,270	0,900	1,050	0,12	1,27	11,92	0,013	0,80	
		170		1,40	0,064	0,000	0,077	0,140			409,385	408,335	0,900	1,050	0,12	1,27	1,99	0,013		
	42-3	170	47,05	1,06	0,050	0,000	0,107	0,157	150	0,0817	409,385	408,335	0,900	1,050	0,13	1,15	9,57	0,013	0,80	
		171		1,40	0,066	0,000	0,140	0,206			405,542	404,492	0,900	1,050	0,13	1,15	2,05	0,013		
	42-4	171	55,78	1,06	0,059	0,000	0,157	0,216	150	0,0531	405,542	404,492	0,900	1,050	0,14	0,99	6,85	0,013	0,80	
		172		1,40	0,078	0,000	0,206	0,284			402,579	401,529	0,900	1,050	0,14	0,99	2,16	0,013		
	42-5	172	65,19	1,06	0,069	0,000	0,216	0,285	150	0,0345	402,579	401,529	0,900	1,050	0,16	0,85	4,90	0,013	0,80	
		148		1,40	0,091	0,000	0,284	0,375			400,328	399,278	0,900	1,050	0,16	0,85	2,26	0,013		
C43	43-1	173	59,69	1,06	0,063	0,000	0,000	0,063	150	0,0045	406,016	404,966	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		174		1,40	0,083	0,000	0,000	0,083			407,402	404,698	2,554	2,704	0,26	0,41	2,83	0,013		
	43-2	174	76,87	1,06	0,082	0,000	0,063	0,145	150	0,0478	407,402	404,698	2,554	2,704	0,14	0,95	6,31	0,013	0,80	
		175		1,40	0,107	0,000	0,083	0,191			402,073	401,023	0,900	1,050	0,14	0,95	2,18	0,013		
	43-3	175	78,93	1,06	0,084	0,000	0,145	0,229	150	0,0221	402,073	401,023	0,900	1,050	0,17	0,73	3,47	0,013	0,80	
		148		1,40	0,110	0,000	0,191	0,301			400,328	399,278	0,900	1,050	0,17	0,73	2,38	0,013		
C44	44-1	176		TRECHO EXECUTADO																
		177		TRECHO EXECUTADO																
	44-2	177	38,99	1,06	0,041	0,000	0,099	0,141	150	0,0253	400,932	399,842	0,940	1,090	0,17	0,76	3,85	0,013	0,80	
		150		1,40	0,054	0,000	0,131	0,185			399,905	398,855	0,900	1,050	0,17	0,76	2,34	0,013		
C45	45-1	178	51,76	1,06	0,055	0,000	0,000	0,055	150	0,0045	395,050	394,000	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		30		1,40	0,072	0,000	0,000	0,072			394,999	393,767	1,082	1,232	0,26	0,41	2,83	0,013		
C46	46-1	179	56,55	1,06	0,060	0,000	0,000	0,060	150	0,0474	403,680	402,630	0,900	1,050	0,14	0,95	6,27	0,013	0,80	
		180		1,40	0,079	0,000	0,000	0,079			401,000	399,950	0,900	1,050	0,14	0,95	2,18	0,013		
	46-2	180	56,54	1,06	0,060	0,000	0,060	0,120	150	0,0063	401,000	399,950	0,900	1,050	0,24	0,47	1,30	0,013	0,80	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala	
		181		1,40	0,079	0,000	0,079	0,158			400,644	399,594	0,900	1,050	0,24	0,47	2,73	0,013		
	46-3	181	48,17	1,06	0,051	0,000	0,148	0,199	150	0,0768	400,644	399,594	0,900	1,050	0,13	1,12	9,13	0,013	0,80	
		182		1,40	0,067	0,000	0,194	0,261			396,943	395,893	0,900	1,050	0,13	1,12	2,07	0,013		
	46-4	182	56,16	1,06	0,060	0,000	0,199	0,258	150	0,0366	396,943	395,893	0,900	1,050	0,15	0,87	5,13	0,013	0,80	
		31		1,40	0,078	0,000	0,261	0,340			394,890	393,840	0,900	1,050	0,15	0,87	2,25	0,013		
C47	47-1	183	25,91	1,06	0,028	0,000	0,000	0,028	150	0,0168	401,080	400,030	0,900	1,050	0,19	0,66	2,80	0,013	0,80	
		181		1,40	0,036	0,000	0,000	0,036			400,644	399,594	0,900	1,050	0,19	0,66	2,45	0,013		
C48	48-1	184	71,92	1,06	0,076	0,000	0,000	0,076	150	0,0045	417,177	416,127	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		185		1,40	0,100	0,000	0,000	0,100			417,545	415,804	1,591	1,741	0,26	0,41	2,83	0,013		
	48-2	185	66,12	1,06	0,070	0,000	0,076	0,147	150	0,0045	417,545	415,804	1,591	1,741	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		186		1,40	0,092	0,000	0,100	0,193			416,914	415,506	1,258	1,408	0,26	0,41	2,83	0,013		
	48-3	186	34,10	1,06	0,036	0,000	0,147	0,183	150	0,0045	416,914	415,506	1,258	1,408	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		187		1,40	0,048	0,000	0,193	0,240			416,422	415,353	0,919	1,069	0,26	0,41	2,83	0,013		
	48-4	187	10,56	1,06	0,011	0,000	0,183	0,194	150	0,0045	416,422	415,353	0,919	1,069	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		188		1,40	0,015	0,000	0,240	0,255			416,648	415,305	1,193	1,343	0,26	0,41	2,83	0,013		
	48-5	188									TRECHO EXECUTADO									
		189									TRECHO EXECUTADO									
	48-6	189									TRECHO EXECUTADO									
		190									TRECHO EXECUTADO									
	48-7	190									TRECHO EXECUTADO									
		191									TRECHO EXECUTADO									
	48-8	191									TRECHO EXECUTADO									
		192									TRECHO EXECUTADO									
	48-9	192									TRECHO EXECUTADO									
		193									TRECHO EXECUTADO									
	48-10	193									TRECHO EXECUTADO									
		194									TRECHO EXECUTADO									
	48-11	194									TRECHO EXECUTADO									
		195									TRECHO EXECUTADO									
	48-12	195									TRECHO EXECUTADO									
		196									TRECHO EXECUTADO									
	48-13	196									TRECHO EXECUTADO									
		197									TRECHO EXECUTADO									
	48-14	197	63,05	1,06	0,067	0,000	1,130	1,197	150	0,0244	403,439	398,359	4,930	5,080	0,17	0,75	3,74	0,013	0,80	
		198		1,40	0,088	0,000	1,486	1,574			397,873	396,823	0,900	1,050	0,17	0,76	2,38	0,013		
	48-15	198	64,63	1,06	0,069	0,000	1,197	1,266	150	0,0436	397,873	396,823	0,900	1,050	0,15	0,92	5,88	0,013	0,80	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala	
		32		1,40	0,090	0,000	1,574	1,664			395,057	394,007	0,900	1,050	0,16	0,95	2,26	0,013		
C49	49-1	199 200																		TRECHO EXECUTADO
	49-2	200 196																		TRECHO EXECUTADO
C50	50-1	201 202																		TRECHO EXECUTADO
	50-2	202 203																		TRECHO EXECUTADO
	50-3	203 197																		TRECHO EXECUTADO
C51	51-1	204 205																		TRECHO EXECUTADO
	51-2	205 206	37,89	1,06	0,040	0,000	0,021	0,062	150	0,0126	396,059	394,479	1,430	1,580	0,20	0,60	2,24	0,013	0,80	
				1,40	0,053	0,000	0,028	0,081			395,050	394,000	0,900	1,050	0,20	0,60	2,53	0,013		
	51-3	206 207	49,11	1,06	0,052	0,000	0,142	0,194	150	0,0045	395,050	393,936	0,964	1,114	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
				1,40	0,069	0,000	0,186	0,255			395,000	393,715	1,135	1,285	0,26	0,41	2,83	0,013		
	51-4	207 33	49,12	1,06	0,052	0,000	0,194	0,246	150	0,0065	395,000	393,715	1,135	1,285	0,24	0,47	1,34	0,013	0,80	
				1,40	0,069	0,000	0,255	0,323			394,444	393,394	0,900	1,050	0,24	0,47	2,72	0,013		
C52	52-1	208 209	58,24	1,06	0,062	0,000	0,000	0,062	150	0,0521	398,099	397,049	0,900	1,050	0,14	0,98	6,76	0,013	0,80	
				1,40	0,081	0,000	0,000	0,081			395,062	394,012	0,900	1,050	0,14	0,98	2,16	0,013		
	52-2	209 206	16,96	1,06	0,018	0,000	0,062	0,080	150	0,0045	395,062	394,012	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
				1,40	0,024	0,000	0,081	0,105			395,050	393,936	0,964	1,114	0,26	0,41	2,83	0,013		
C53	53-1	210 211																		TRECHO EXECUTADO
	53-2	211 212	35,69	1,06	0,038	0,000	0,084	0,122	150	0,0066	396,392	394,222	2,020	2,170	0,24	0,47	1,35	0,013	0,80	
				1,40	0,050	0,000	0,111	0,160			395,037	393,987	0,900	1,050	0,24	0,47	2,71	0,013		
	53-3	212 34	45,80	1,06	0,049	0,000	0,122	0,171	150	0,0073	395,037	393,987	0,900	1,050	0,23	0,49	1,46	0,013	0,80	
				1,40	0,064	0,000	0,160	0,224			394,702	393,652	0,900	1,050	0,23	0,49	2,68	0,013		
C54	54-1	213 214	42,10	1,06	0,045	0,000	0,000	0,045	150	0,0376	406,228	405,178	0,900	1,050	0,15	0,87	5,24	0,013	0,80	
				1,40	0,059	0,000	0,000	0,059			404,647	403,597	0,900	1,050	0,15	0,87	2,24	0,013		
	54-2	214 215	49,93	1,06	0,053	0,000	0,045	0,098	150	0,0330	404,647	403,597	0,900	1,050	0,16	0,84	4,73	0,013	0,80	
				1,40	0,070	0,000	0,059	0,129			403,000	401,950	0,900	1,050	0,16	0,84	2,27	0,013		
	54-3	215 216	39,45	1,06	0,042	0,000	0,098	0,140	150	0,0394	403,000	401,950	0,900	1,050	0,15	0,89	5,43	0,013	0,80	
				1,40	0,055	0,000	0,129	0,184			401,446	400,396	0,900	1,050	0,15	0,89	2,23	0,013		
	54-4	216	45,72	1,06	0,049	0,000	0,140	0,188	150	0,0287	401,446	400,396	0,900	1,050	0,16	0,80	4,24	0,013	0,80	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		217		1,40	0,064	0,000	0,184	0,247			400,136	399,086	0,900	1,050	0,16	0,80	2,31	0,013	
54-5	217		45,72	1,06	0,049	0,000	0,188	0,237	150	0,0173	400,136	399,086	0,900	1,050	0,19	0,67	2,86	0,013	0,80
	218			1,40	0,064	0,000	0,247	0,311			399,346	398,296	0,900	1,050	0,19	0,67	2,44	0,013	
54-6	218		64,97	1,06	0,069	0,000	0,237	0,306	150	0,0417	399,346	398,296	0,900	1,050	0,15	0,91	5,68	0,013	0,80
	219			1,40	0,091	0,000	0,311	0,402			396,637	395,587	0,900	1,050	0,15	0,91	2,21	0,013	
54-7	219		41,25	1,06	0,044	0,000	0,306	0,350	150	0,0543	396,637	395,587	0,900	1,050	0,14	1,00	6,97	0,013	0,80
	220			1,40	0,058	0,000	0,402	0,460			394,398	393,348	0,900	1,050	0,14	1,00	2,15	0,013	
54-8	220		39,93	1,06	0,042	0,000	0,350	0,392	150	0,0115	394,398	393,348	0,900	1,050	0,20	0,58	2,08	0,013	0,80
	39			1,40	0,056	0,000	0,460	0,515			393,653	392,889	0,614	0,764	0,20	0,58	2,55	0,013	

**Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE**

Sistema de Esgotamento Sanitário - SES da Sede de Tauá

Rede Coletora de Esgoto - SB3.2

Data:

05/05/2017

DIM

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C1	1-1	1	<b>TRECHO EXECUTADO</b>																
		2	61,88	1,01	0,063	0,000	1,176	1,238	150	0,0046	394,680	393,780	0,900	1,050	0,26	0,42	1,02	0,013	0,80
	1-2	3		1,46	0,090	0,000	1,706	1,796			394,950	393,500	1,460	1,610	0,28	0,44	2,93	0,013	
	1-3	3	9,27	1,01	0,009	0,000	1,238	1,248	150	0,0046	394,950	393,500	1,460	1,610	0,26	0,42	1,02	0,013	0,80
		4		1,46	0,014	0,000	1,796	1,810			395,300	393,450	1,850	2,000	0,28	0,44	2,94	0,013	

		Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE													Data:				
		Sistema de Esgotamento Sanitário - SES da Sede de Tauá													05/05/2017				
		Rede Coletora de Esgoto - SB4													DIM				
Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota Gl (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C1	1-1	1	62,42	0,89	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,0045	416,699	415,649	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		2		1,44	0,090	0,000	0,000	0,090			418,000	415,368	2,482	2,632	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-2	2	62,42	0,89	0,056	0,000	0,056	0,112	150	0,0045	418,000	415,368	2,482	2,632	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		3		1,44	0,090	0,000	0,090	0,179			417,005	415,088	1,767	1,917	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-3	3	62,42	0,89	0,056	0,000	0,112	0,168	150	0,0045	417,005	415,088	1,767	1,917	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		4		1,44	0,090	0,000	0,179	0,269			416,014	414,807	1,057	1,207	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-4	4	62,42	0,89	0,056	0,000	0,168	0,223	150	0,0045	416,014	414,807	1,057	1,207	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		5		1,44	0,090	0,000	0,269	0,359			415,575	414,525	0,900	1,050	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-5	5	70,10	0,89	0,063	0,000	0,223	0,286	150	0,0045	415,575	414,525	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		6		1,44	0,101	0,000	0,359	0,459			416,000	414,210	1,640	1,790	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-6	6	61,69	0,89	0,055	0,000	0,286	0,341	150	0,0182	416,000	414,210	1,640	1,790	0,18	0,68	2,98	0,013	0,80
		7		1,44	0,089	0,000	0,459	0,548			414,139	413,089	0,900	1,050	0,18	0,68	2,43	0,013	
	1-7	7	69,13	0,89	0,062	0,000	0,341	0,403	150	0,0287	414,139	413,089	0,900	1,050	0,16	0,80	4,24	0,013	0,80
		8		1,44	0,099	0,000	0,548	0,647			412,157	411,107	0,900	1,050	0,16	0,80	2,31	0,013	
	1-8	8	60,56	0,89	0,054	0,000	0,403	0,457	150	0,0497	412,157	411,107	0,900	1,050	0,14	0,97	6,51	0,013	0,80
		9		1,44	0,087	0,000	0,647	0,734			409,146	408,096	0,900	1,050	0,14	0,97	2,17	0,013	
	1-9	9	33,86	0,89	0,030	0,000	0,773	0,803	150	0,0416	409,146	408,096	0,900	1,050	0,15	0,91	5,67	0,013	0,80
		10		1,44	0,049	0,000	1,241	1,289			407,736	406,686	0,900	1,050	0,15	0,91	2,21	0,013	
	1-10	10	39,35	0,89	0,035	0,000	0,803	0,838	150	0,0568	407,736	406,686	0,900	1,050	0,14	1,01	7,22	0,013	0,80
		11		1,44	0,057	0,000	1,289	1,346			405,499	404,449	0,900	1,050	0,14	1,01	2,14	0,013	
	1-11	11	25,23	0,89	0,023	0,000	0,838	0,861	150	0,0499	405,499	404,449	0,900	1,050	0,14	0,97	6,53	0,013	0,80
		12		1,44	0,036	0,000	1,346	1,382			404,240	403,190	0,900	1,050	0,14	0,97	2,17	0,013	
	1-12	12		TRECHO EXECUTADO															
		13		TRECHO EXECUTADO															
	1-13	13		TRECHO EXECUTADO															
		14		TRECHO EXECUTADO															
	1-14	14		TRECHO EXECUTADO															
		15		TRECHO EXECUTADO															
	1-15	15		TRECHO EXECUTADO															
		16		TRECHO EXECUTADO															
	1-16	16		TRECHO EXECUTADO															
		17		TRECHO EXECUTADO															

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C2	2-1	18	59,00	0,89	0,053	0,000	0,000	0,053	150	0,0045	415,575	414,525	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		19		1,44	0,085	0,000	0,000	0,085			415,743	414,260	1,333	1,483	0,26	0,41	2,83	0,013	
	2-2	19	76,70	0,89	0,069	0,000	0,053	0,121	150	0,0045	415,743	414,260	1,333	1,483	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		20		1,44	0,110	0,000	0,085	0,195			415,647	413,915	1,582	1,732	0,26	0,41	2,83	0,013	
	2-3	20	50,87	0,89	0,046	0,000	0,121	0,167	150	0,0209	415,647	413,915	1,582	1,732	0,18	0,71	3,32	0,013	0,80
		21		1,44	0,073	0,000	0,195	0,268			413,903	412,853	0,900	1,050	0,18	0,71	2,39	0,013	
	2-4	21	50,87	0,89	0,046	0,000	0,167	0,212	150	0,0267	413,903	412,853	0,900	1,050	0,17	0,78	4,01	0,013	0,80
		22		1,44	0,073	0,000	0,268	0,341			412,545	411,496	0,900	1,050	0,17	0,78	2,33	0,013	
	2-5	22	52,98	0,89	0,047	0,000	0,212	0,260	150	0,0480	412,545	411,496	0,900	1,050	0,14	0,95	6,34	0,013	0,80
		23		1,44	0,076	0,000	0,341	0,417			410,000	408,950	0,900	1,050	0,14	0,95	2,18	0,013	
	2-6	23	61,83	0,89	0,055	0,000	0,260	0,315	150	0,0138	410,000	408,950	0,900	1,050	0,20	0,61	2,40	0,013	0,80
		9		1,44	0,089	0,000	0,417	0,506			409,146	408,096	0,900	1,050	0,20	0,61	2,50	0,013	
C3	3-1	24	62,72	0,89	0,056	0,000	0,000	0,056	150	0,0450	414,000	412,950	0,900	1,050	0,15	0,93	6,03	0,013	0,80
		25		1,44	0,090	0,000	0,000	0,090			411,176	410,126	0,900	1,050	0,15	0,93	2,20	0,013	
	3-2	25	75,29	0,89	0,067	0,000	0,056	0,123	150	0,0532	411,176	410,126	0,900	1,050	0,14	0,99	6,87	0,013	0,80
		26		1,44	0,108	0,000	0,090	0,198			407,168	406,118	0,900	1,050	0,14	0,99	2,15	0,013	
	3-3	26	71,52	0,89	0,064	0,000	0,123	0,187	150	0,0499	407,168	406,118	0,900	1,050	0,14	0,97	6,53	0,013	0,80
		27		1,44	0,103	0,000	0,198	0,301			403,596	402,546	0,900	1,050	0,14	0,97	2,17	0,013	
	3-4	27	42,45	0,89	0,038	0,000	0,187	0,225	150	0,0045	403,596	402,546	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		28		1,44	0,061	0,000	0,301	0,362			404,859	402,355	2,354	2,504	0,26	0,41	2,83	0,013	
	3-5	28	14,99	0,89	0,013	0,000	0,826	0,840	150	0,0045	404,859	402,355	2,354	2,504	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		29		1,44	0,022	0,000	1,318	1,339			403,728	402,288	1,290	1,440	0,26	0,41	2,83	0,013	
	3-6	29	7,09	0,89	0,006	0,000	0,840	0,846	150	0,0045	403,728	402,288	1,290	1,440	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		30		1,44	0,010	0,000	1,339	1,349			403,730	402,256	1,324	1,474	0,26	0,41	2,83	0,013	
	3-7	30	32,54	0,89	0,029	0,000	0,846	0,875	150	0,0045	403,730	402,256	1,324	1,474	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		31		1,44	0,047	0,000	1,349	1,396			403,447	401,957	1,340	1,490	0,26	0,41	2,83	0,013	
	3-8	31		TRECHO EXECUTADO															
		32		TRECHO EXECUTADO															
	3-9	32		TRECHO EXECUTADO															
		13		TRECHO EXECUTADO															
C4	4-1	33	65,74	0,89	0,059	0,000	0,000	0,059	150	0,0304	415,009	413,959	0,900	1,050	0,16	0,81	4,44	0,013	0,80
		34		1,44	0,094	0,000	0,000	0,094			413,013	411,963	0,900	1,050	0,16	0,81	2,29	0,013	
	4-2	34	68,81	0,89	0,062	0,000	0,059	0,120	150	0,0869	413,013	411,963	0,900	1,050	0,13	1,17	10,04	0,013	0,80
		35		1,44	0,099	0,000	0,094	0,193			407,035	405,985	0,900	1,050	0,13	1,17	2,04	0,013	
	4-3	35	66,97	0,89	0,060	0,000	0,120	0,180	150	0,0325	407,035	405,985	0,900	1,050	0,16	0,83	4,68	0,013	0,80
		28		1,44	0,096	0,000	0,193	0,290			404,859	403,809	0,900	1,050	0,16	0,83	2,28	0,013	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C5	5-1	36																	
		37																	
TRECHO EXECUTADO																			
	5-2	37	52,86	0,89	0,047	0,000	0,149	0,196	150	0,0344	407,024	405,924	0,950	1,100	0,16	0,85	4,89	0,013	0,80
		38		1,44	0,076	0,000	0,235	0,311			405,154	404,104		0,900		1,050	0,16		
	5-3	38	52,30	0,89	0,047	0,000	0,374	0,421	150	0,0053	405,154	404,084	0,920	1,070	0,25	0,44	1,13	0,013	0,80
		28		1,44	0,075	0,000	0,591	0,666			404,859	403,809		0,900		1,050	0,25		
C6	6-1	39																	
		38																	
TRECHO EXECUTADO																			
C7	7-1	40	71,96	0,89	0,064	0,000	0,000	0,064	150	0,0398	407,824	406,774	0,900	1,050	0,15	0,89	5,48	0,013	0,80
		41		1,44	0,103	0,000	0,000	0,103			404,959	403,909		0,900		1,050	0,15		
	7-2	41	44,59	0,89	0,040	0,000	0,064	0,104	150	0,0269	404,959	403,909	0,900	1,050	0,17	0,78	4,04	0,013	0,80
		42		1,44	0,064	0,000	0,103	0,167			403,758	402,708		0,900		1,050	0,17		
	7-3	42	46,32	0,89	0,041	0,000	0,104	0,146	150	0,0076	403,758	402,708	0,900	1,050	0,23	0,50	1,51	0,013	0,80
		43		1,44	0,067	0,000	0,167	0,234			403,404	402,354		0,900		1,050	0,23		
	7-4	43	40,69	0,89	0,036	0,000	0,146	0,182	150	0,0099	403,404	402,354	0,900	1,050	0,21	0,55	1,86	0,013	0,80
		44		1,44	0,058	0,000	0,234	0,292			403,000	401,950		0,900		1,050	0,21		
	7-5	44	40,68	0,89	0,036	0,000	0,182	0,219	150	0,0155	403,000	401,950	0,900	1,050	0,19	0,64	2,63	0,013	0,80
		45		1,44	0,058	0,000	0,292	0,351			402,369	401,319		0,900		1,050	0,19		
	7-6	45	40,38	0,89	0,036	0,000	0,324	0,360	150	0,0091	402,369	401,319	0,900	1,050	0,22	0,53	1,74	0,013	0,80
		46		1,44	0,058	0,000	0,519	0,577			402,000	400,950		0,900		1,050	0,22		
	7-7	46	40,37	0,89	0,036	0,000	0,360	0,396	150	0,0045	402,000	400,950	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		47		1,44	0,058	0,000	0,577	0,635			401,889	400,769		0,971		1,121	0,26		
	7-8	47	67,66	0,89	0,061	0,000	0,454	0,515	150	0,0045	401,889	400,769	0,971	1,121	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		48		1,44	0,097	0,000	0,730	0,827			401,968	400,464		1,354		1,504	0,26		
	7-9	48	26,73	0,89	0,024	0,000	0,515	0,539	150	0,0045	401,968	400,464	1,354	1,504	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		49		1,44	0,038	0,000	0,827	0,865			401,655	400,344		1,161		1,311	0,26		
	7-10	49	18,79	0,89	0,017	0,000	0,539	0,556	150	0,0045	401,655	400,344	1,161	1,311	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		50		1,44	0,027	0,000	0,865	0,892			401,710	400,259		1,301		1,451	0,26		
	7-11	50	47,42	0,89	0,042	0,000	0,923	0,965	150	0,0045	401,710	400,259	1,301	1,451	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		51		1,44	0,068	0,000	1,482	1,550			401,550	400,046		1,354		1,504	0,26		
	7-12	51	33,16	0,89	0,030	0,000	0,965	0,995	150	0,0194	401,550	400,046	1,354	1,504	0,18	0,69	3,13	0,013	0,80
		52		1,44	0,048	0,000	1,550	1,598			400,454	399,404		0,900		1,050	0,19		
	7-13	52	8,70	0,89	0,008	0,000	0,995	1,003	150	0,0039	400,454	399,404	0,900	1,050	0,27	0,39	0,90	0,013	0,80
		16		1,44	0,013	0,000	1,598	1,610			400,940	399,370		1,420		1,570	0,28		
C8	8-1	53	50,88	0,89	0,046	0,000	0,000	0,046	150	0,0375	404,851	403,801	0,900	1,050	0,15	0,87	5,23	0,013	0,80
		54		1,44	0,073	0,000	0,000	0,073			402,943	401,893		0,900		1,050	0,15		

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
	8-2	54	66,42	0,89	0,059	0,000	0,046	0,105	150	0,0086	402,943	401,893	0,900	1,050	0,22	0,52	1,67	0,013	0,80
		45		1,44	0,095	0,000	0,073	0,169			402,369	401,319	0,900	1,050	0,22	0,52	2,64	0,013	
C9	9-1	55	65,48	0,89	0,059	0,000	0,000	0,059	150	0,0278	403,712	402,662	0,900	1,050	0,16	0,79	4,15	0,013	0,80
		47		1,44	0,094	0,000	0,000	0,094			401,889	400,839	0,900	1,050	0,16	0,79	2,32	0,013	
C10	10-1	56	57,93	0,89	0,052	0,000	0,000	0,052	150	0,0313	415,647	414,597	0,900	1,050	0,16	0,82	4,55	0,013	0,80
		57		1,44	0,083	0,000	0,000	0,083			413,833	412,783	0,900	1,050	0,16	0,82	2,29	0,013	
	10-2	57	57,93	0,89	0,052	0,000	0,052	0,104	150	0,0139	413,833	412,783	0,900	1,050	0,20	0,62	2,42	0,013	0,80
		58		1,44	0,083	0,000	0,083	0,166			413,028	411,978	0,900	1,050	0,20	0,62	2,50	0,013	
	10-3	58	57,11	0,89	0,051	0,000	0,104	0,155	150	0,0911	413,028	411,978	0,900	1,050	0,12	1,19	10,42	0,013	0,80
		59		1,44	0,082	0,000	0,166	0,249			407,824	406,774	0,900	1,050	0,12	1,19	2,03	0,013	
	10-4	59	76,56	0,89	0,069	0,000	0,155	0,223	150	0,0388	407,824	406,774	0,900	1,050	0,15	0,88	5,37	0,013	0,80
		60		1,44	0,110	0,000	0,249	0,359			404,851	403,801	0,900	1,050	0,15	0,88	2,23	0,013	
	10-5	60	69,34	0,89	0,062	0,000	0,223	0,285	150	0,0164	404,851	403,801	0,900	1,050	0,19	0,65	2,75	0,013	0,80
		61		1,44	0,100	0,000	0,359	0,458			403,712	402,662	0,900	1,050	0,19	0,65	2,46	0,013	
	10-6	61	44,71	0,89	0,040	0,000	0,285	0,325	150	0,0170	403,712	402,662	0,900	1,050	0,19	0,66	2,83	0,013	0,80
		62		1,44	0,064	0,000	0,458	0,522			402,951	401,901	0,900	1,050	0,19	0,66	2,45	0,013	
	10-7	62	46,94	0,89	0,042	0,000	0,325	0,367	150	0,0264	402,951	401,901	0,900	1,050	0,17	0,77	3,99	0,013	0,80
		50		1,44	0,067	0,000	0,522	0,590			401,710	400,660	0,900	1,050	0,17	0,77	2,33	0,013	

**Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE**

Sistema de Esgotamento Sanitário - SES da Sede de Tauá

Rede Coletora de Esgoto - SB5.1

Data:

05/05/2017

DIM

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C1	1-1	1	8,84	0,98	0,009	0,000	0,000	0,009	150	0,0761	405,005	404,555	0,300	0,450	0,13	1,12	9,06	0,013	0,80
		2		1,13	0,010	0,000	0,000	0,010			404,332	403,882	0,300	0,450	0,13	1,12	2,07	0,013	
	1-2	2	8,88	0,98	0,009	0,000	0,009	0,017	150	0,1448	404,332	403,882	0,300	0,450	0,11	1,40	14,92	0,013	0,80
		3		1,13	0,010	0,000	0,010	0,020			403,046	402,596	0,300	0,450	0,11	1,40	1,93	0,013	
	1-3	3	21,73	0,98	0,021	0,000	0,017	0,039	150	0,0031	403,046	402,596	0,300	0,450	0,28	0,36	0,75	0,013	0,80
		4		1,13	0,025	0,000	0,020	0,045			402,978	402,528	0,300	0,450	0,28	0,36	2,94	0,013	
	1-4	4	36,72	0,98	0,036	0,000	0,039	0,075	150	0,0669	402,978	402,528	0,300	0,450	0,13	1,07	8,20	0,013	0,80
		5		1,13	0,042	0,000	0,045	0,086			400,522	400,072	0,300	0,450	0,13	1,07	2,10	0,013	
	1-5	5	39,67	0,98	0,039	0,000	0,148	0,187	150	0,0724	400,522	399,472	0,900	1,050	0,13	1,10	8,72	0,013	0,80
		6		1,13	0,045	0,000	0,172	0,217			397,649	396,599	0,900	1,050	0,13	1,10	2,08	0,013	
	1-6	6	9,76	0,98	0,010	0,000	0,235	0,245	150	0,0046	397,649	396,599	0,900	1,050	0,26	0,42	1,02	0,013	0,80
		7		1,13	0,011	0,000	0,273	0,284			397,951	396,554	1,247	1,397	0,26	0,42	2,82	0,013	
1-7	7	41,25	0,98	0,040	0,000	0,245	0,285	150	0,0481	397,951	396,554	1,247	1,397	0,14	0,95	6,35	0,013	0,80	
	8		1,13	0,047	0,000	0,284	0,331			395,619	394,569	0,900	1,050	0,14	0,95	2,18	0,013		
1-8	8	4,73	0,98	0,005	0,000	0,373	0,377	150	0,0224	395,619	394,569	0,900	1,050	0,17	0,73	3,50	0,013	0,80	
	9		1,13	0,005	0,000	0,432	0,437			395,513	394,463	0,900	1,050	0,17	0,73	2,37	0,013		
1-9	9	21,75	0,98	0,021	0,000	0,458	0,480	150	0,0113	395,513	394,463	0,900	1,050	0,21	0,57	2,05	0,013	0,80	
	10		1,13	0,025	0,000	0,531	0,556			395,268	394,218	0,900	1,050	0,21	0,57	2,56	0,013		
1-10	10	4,57	0,98	0,004	0,000	0,503	0,507	150	0,0241	395,268	394,218	0,900	1,050	0,17	0,75	3,70	0,013	0,80	
	11		1,13	0,005	0,000	0,583	0,588			395,158	394,108	0,900	1,050	0,17	0,75	2,35	0,013		
1-11	11	25,28	0,98	0,025	0,000	0,598	0,623	150	0,0122	395,158	394,108	0,900	1,050	0,20	0,59	2,18	0,013	0,80	
	12		1,13	0,029	0,000	0,693	0,722			395,800	393,800	1,850	2,000	0,20	0,59	2,54	0,013		
1-12	12	9,12	0,98	0,009	0,000	0,623	0,632	150	0,0329	395,800	393,800	1,850	2,000	0,16	0,83	4,72	0,013	0,80	
	13		1,13	0,010	0,000	0,722	0,733			395,900	393,500	2,250	2,400	0,16	0,83	2,27	0,013		
1-13	13	3,25	0,98	0,003	0,000	0,701	0,704	150	0,1095	395,900	393,500	2,250	2,400	0,12	1,27	12,01	0,013	0,80	
	14		1,13	0,004	0,000	0,813	0,816			395,900	393,144	2,606	2,756	0,12	1,27	1,99	0,013		
C2	2-1	15	32,22	0,98	0,032	0,000	0,000	0,032	150	0,0727	405,753	404,703	0,900	1,050	0,13	1,10	8,74	0,013	0,80
		16		1,13	0,037	0,000	0,000	0,037			403,411	402,361	0,900	1,050	0,13	1,10	2,08	0,013	
2-2	16	43,24	0,98	0,042	0,000	0,032	0,074	150	0,0668	403,411	402,361	0,900	1,050	0,13	1,07	8,19	0,013	0,80	
	5		1,13	0,049	0,000	0,037	0,086			400,522	399,472	0,900	1,050	0,13	1,07	2,10	0,013		
C3	3-1	17	15,28	0,98	0,015	0,000	0,000	0,015	150	0,1553	403,239	402,189	0,900	1,050	0,11	1,44	15,74	0,013	0,80
		18		1,13	0,017	0,000	0,000	0,017			400,867	399,817	0,900	1,050	0,11	1,44	1,91	0,013	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
	3-2	18	14,31	0,98	0,014	0,000	0,015	0,029	150	0,0277	400,867	399,817	0,900	1,050	0,17	0,79	4,13	0,013	0,80
		19		1,13	0,016	0,000	0,017	0,034			400,471	399,421	0,900	1,050	0,17	0,79	2,32	0,013	
	3-3	19	19,5	0,98	0,019	0,000	0,029	0,048	150	0,1447	400,471	399,421	0,900	1,050	0,11	1,40	14,91	0,013	0,80
		6		1,13	0,022	0,000	0,034	0,056			397,649	396,599	0,900	1,050	0,11	1,40	1,93	0,013	
C4	4-1	20	43,24	0,98	0,042	0,000	0,000	0,042	150	0,0571	399,700	398,650	0,900	1,050	0,14	1,01	7,25	0,013	0,80
		21		1,13	0,049	0,000	0,000	0,049			397,231	396,181	0,900	1,050	0,14	1,01	2,14	0,013	
	4-2	21	45,84	0,98	0,045	0,000	0,042	0,087	150	0,0352	397,231	396,181	0,900	1,050	0,16	0,85	4,98	0,013	0,80
		8		1,13	0,052	0,000	0,049	0,101			395,619	394,569	0,900	1,050	0,16	0,85	2,26	0,013	
C5	5-1	22	38,05	0,98	0,037	0,000	0,000	0,037	150	0,0569	399,396	398,346	0,900	1,050	0,14	1,01	7,23	0,013	0,80
		23		1,13	0,043	0,000	0,000	0,043			397,231	396,181	0,900	1,050	0,14	1,01	2,14	0,013	
	5-2	23	44,86	0,98	0,044	0,000	0,037	0,081	150	0,0383	397,231	396,181	0,900	1,050	0,15	0,88	5,32	0,013	0,80
		9		1,13	0,051	0,000	0,043	0,094			395,513	394,463	0,900	1,050	0,15	0,88	2,24	0,013	
C6	6-1	24	23,78	0,98	0,023	0,000	0,000	0,023	150	0,1442	398,697	397,647	0,900	1,050	0,11	1,40	14,87	0,013	0,80
		10		1,13	0,027	0,000	0,000	0,027			395,268	394,218	0,900	1,050	0,11	1,40	1,93	0,013	
C7	7-1	25	42,32	0,98	0,041	0,000	0,000	0,041	150	0,0563	397,951	396,901	0,900	1,050	0,14	1,01	7,17	0,013	0,80
		26		1,13	0,048	0,000	0,000	0,048			395,568	394,518	0,900	1,050	0,14	1,01	2,14	0,013	
	7-2	26	24,42	0,98	0,024	0,000	0,041	0,065	150	0,0168	395,568	394,518	0,900	1,050	0,19	0,66	2,80	0,013	0,80
		11		1,13	0,028	0,000	0,048	0,076			395,158	394,108	0,900	1,050	0,19	0,66	2,45	0,013	
C8	8-1	27	26,08	0,98	0,026	0,000	0,000	0,026	150	0,1264	398,456	397,406	0,900	1,050	0,11	1,34	13,43	0,013	0,80
		11		1,13	0,030	0,000	0,000	0,030			395,158	394,108	0,900	1,050	0,11	1,34	1,96	0,013	
C9	9-1	28	35,91	0,98	0,035	0,000	0,000	0,035	150	0,0578	400,531	399,481	0,900	1,050	0,14	1,02	7,32	0,013	0,80
		29		1,13	0,041	0,000	0,000	0,041			398,456	397,406	0,900	1,050	0,14	1,02	2,13	0,013	
	9-2	29	28,23	0,98	0,028	0,000	0,035	0,063	150	0,1253	398,456	397,406	0,900	1,050	0,11	1,33	13,33	0,013	0,80
		30		1,13	0,032	0,000	0,041	0,073			394,920	393,870	0,900	1,050	0,11	1,33	1,96	0,013	
	9-3	30	6,50	0,98	0,006	0,000	0,063	0,069	150	0,0046	394,920	393,870	0,900	1,050	0,26	0,42	1,02	0,013	0,80
		13		1,13	0,007	0,000	0,073	0,080			395,900	393,840	1,910	2,060	0,26	0,42	2,82	0,013	



**Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE**  
 Sistema de Esgotamento Sanitário - SES da Sede de Tauá  
 Rede Coletora de Esgoto - SB5.2

Data:  
 05/05/2017  
 DIM

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota Gl (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C1	1-1	1	45,11	0,66	0,030	0,000	0,000	0,030	150	0,0464	417,421	416,371	0,900	1,050	0,15	0,92	5,91	0,013	0,80
		2		0,92	0,042	0,000	0,000	0,042			415,568	414,278	1,140	1,290	0,15	0,92	2,20	0,013	
	1-2	2	31,68	0,66	0,021	0,000	0,060	0,081	150	0,0230	415,568	414,278	1,140	1,290	0,17	0,74	3,58	0,013	0,80
		3		0,92	0,029	0,000	0,084	0,113			414,599	413,549	0,900	1,050	0,17	0,74	2,37	0,013	
	1-3	3	37,56	0,66	0,025	0,000	0,081	0,106	150	0,0045	414,599	413,549	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		4		0,92	0,035	0,000	0,113	0,147			415,357	413,380	1,827	1,977	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-4	4	54,12	0,66	0,036	0,000	0,106	0,142	150	0,0045	415,357	413,380	1,827	1,977	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		5		0,92	0,050	0,000	0,147	0,197			415,588	413,137	2,301	2,451	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-5	5	53,46	0,66	0,035	0,000	0,142	0,177	150	0,0045	415,588	413,137	2,301	2,451	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		6		0,92	0,049	0,000	0,197	0,247			414,519	412,896	1,473	1,623	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-6	6	53,71	0,66	0,036	0,000	0,545	0,580	150	0,0439	414,519	412,896	1,473	1,623	0,15	0,92	5,91	0,013	0,80
		7		0,92	0,050	0,000	0,750	0,800			411,591	410,541	0,900	1,050	0,15	0,92	2,20	0,013	
	1-7	7	29,92	0,66	0,020	0,000	0,611	0,631	150	0,0661	411,591	409,016	2,425	2,575	0,13	1,07	8,12	0,013	0,80
		8		0,92	0,028	0,000	0,843	0,871			408,089	407,039	0,900	1,050	0,13	1,07	2,10	0,013	
	1-8	8	11,32	0,66	0,007	0,000	0,765	0,772	150	0,0045	408,089	407,039	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		9		0,92	0,010	0,000	1,057	1,068			408,226	406,988	1,088	1,238	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-9	9	29,03	0,66	0,019	0,000	0,821	0,841	150	0,0422	408,226	406,988	1,088	1,238	0,15	0,91	5,74	0,013	0,80
		10		0,92	0,027	0,000	1,137	1,163			406,812	405,762	0,900	1,050	0,15	0,91	2,21	0,013	
	1-10	10	70,38	0,66	0,047	0,000	0,841	0,887	150	0,0045	406,812	405,762	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		11		0,92	0,065	0,000	1,163	1,228			408,031	405,446	2,436	2,586	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-11	11	76,87	0,66	0,051	0,000	0,887	0,938	150	0,0045	408,031	405,446	2,436	2,586	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		12		0,92	0,071	0,000	1,228	1,299			406,641	405,100	1,391	1,541	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-12	12	17,72	0,66	0,012	0,000	1,332	1,343	150	0,0045	406,641	405,100	1,391	1,541	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		13		0,92	0,016	0,000	1,840	1,856			406,957	405,020	1,787	1,937	0,29	0,44	2,96	0,013	
	1-13	13	39,63	0,66	0,026	0,000	1,378	1,404	150	0,0122	406,957	405,020	1,787	1,937	0,20	0,59	2,18	0,013	0,80
		14		0,92	0,037	0,000	1,904	1,941			405,588	404,538	0,900	1,050	0,23	0,63	2,69	0,013	
	1-14	14	68,51	0,66	0,045	0,000	1,550	1,595	150	0,0043	405,588	404,538	0,900	1,050	0,27	0,42	1,00	0,013	0,80
		15		0,92	0,063	0,000	2,144	2,207			405,800	404,240	1,410	1,560	0,32	0,46	3,08	0,013	
	1-15	15	43,15	0,66	0,029	0,000	1,691	1,720	150	0,0770	405,800	404,240	1,410	1,560	0,14	1,17	9,72	0,013	0,80
		16		0,92	0,040	0,000	2,341	2,381			401,967	400,917	0,900	1,050	0,16	1,29	2,29	0,013	
	1-16	16	43,16	0,66	0,029	0,000	1,720	1,748	150	0,0207	401,967	400,917	0,900	1,050	0,19	0,74	3,53	0,013	0,80
		17		0,92	0,040	0,000	2,381	2,421			401,072	400,022	0,900	1,050	0,22	0,82	2,66	0,013	
	1-17	17	71,75	0,66	0,047	0,000	2,064	2,111	150	0,0037	401,072	399,625	1,297	1,447	0,32	0,43	1,00	0,013	0,80

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala	
		18		0,92	0,066	0,000	2,855	2,921			401,465	399,357	1,959	2,109	0,38	0,47	3,32	0,013		
	1-18	18	36,10	0,66	0,024	0,000	2,526	2,550	150	0,0126	401,465	399,357	1,959	2,109	0,26	0,70	2,82	0,013	0,80	
		19		0,92	0,033	0,000	3,498	3,531			399,951	398,901	0,900	1,050	0,31	0,76	3,04	0,013		
	1-19	19	51,41	0,66	0,034	0,000	5,392	5,426	200	0,0024	399,951	398,901	0,900	1,050	0,63	0,46	1,02	0,013	0,80	
		20		0,92	0,047	0,000	6,802	6,850			401,112	398,775	2,187	2,337	0,75	0,48	4,00	0,013		
	1-20	20	18,99	0,66	0,013	0,000	6,218	6,230	200	0,0023	401,112	398,253	2,659	2,859	0,44	0,47	1,02	0,013	0,85	
		21		0,92	0,018	0,000	7,952	7,970			401,081	398,210	2,671	2,871	0,51	0,50	4,22	0,013		
	1-21	21	8,74	0,66	0,006	0,000	6,230	6,236	200	0,0023	401,081	398,210	2,671	2,871	0,44	0,47	1,02	0,013	0,85	
		22		0,92	0,008	1,510	9,480	9,488			401,081	398,190	2,691	2,891	0,56	0,52	4,35	0,013		
C2	2-1	23		TRECHO EXECUTADO																
		24																		
	2-2	24	46,65	0,66	0,031	0,078	0,336	0,367	150	0,0045	414,535	413,325	1,060	1,210	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		6		0,92	0,043	0,106	0,460	0,503			414,519	413,115	1,254	1,404	0,26	0,41	2,83	0,013		
C3	3-1	25	46,98	0,66	0,031	0,000	0,000	0,031	150	0,0045	410,277	409,227	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		7		0,92	0,043	0,000	0,000	0,043			411,591	409,016	2,425	2,575	0,26	0,41	2,83	0,013		
C4	4-1	26	41,55	0,66	0,027	0,000	0,000	0,027	150	0,1014	415,999	414,949	0,900	1,050	0,12	1,24	11,31	0,013	0,80	
		27		0,92	0,038	0,000	0,000	0,038			411,787	410,737	0,900	1,050	0,12	1,24	2,00	0,013		
	4-2	27	33,81	0,66	0,022	0,000	0,027	0,050	150	0,0045	411,787	410,737	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80	
		28		0,92	0,031	0,000	0,038	0,070			411,718	410,585	0,983	1,133	0,26	0,41	2,83	0,013		
	4-3	28	75,37	0,66	0,050	0,000	0,084	0,134	150	0,0470	411,718	410,585	0,983	1,133	0,15	0,95	6,24	0,013	0,80	
		8		0,92	0,070	0,000	0,117	0,186			408,089	407,039	0,900	1,050	0,15	0,95	2,18	0,013		
C5	5-1	29	51,32	0,66	0,034	0,000	0,000	0,034	150	0,0595	414,771	413,721	0,900	1,050	0,14	1,03	7,48	0,013	0,80	
		28		0,92	0,047	0,000	0,000	0,047			411,718	410,668	0,900	1,050	0,14	1,03	2,13	0,013		
C6	6-1	30	74,62	0,66	0,049	0,000	0,000	0,049	150	0,0086	408,866	407,816	0,900	1,050	0,22	0,52	1,66	0,013	0,80	
		9		0,92	0,069	0,000	0,000	0,069			408,226	407,176	0,900	1,050	0,22	0,52	2,64	0,013		
C7	7-1	31	47,59	0,66	0,031	0,120	0,000	0,151	150	0,0339	413,778	412,728	0,900	1,050	0,15	0,89	5,45	0,013	0,80	
		32		0,92	0,044	0,162	0,000	0,206			412,167	411,117	0,900	1,050	0,15	0,89	2,23	0,013		
	7-2	32	70,11	0,66	0,046	0,000	0,151	0,394	150	0,0788	412,167	411,117	0,900	1,050	0,13	1,13	9,31	0,013	0,80	
		12		0,92	0,065	0,000	0,206	0,540			406,641	405,591	0,900	1,050	0,13	1,13	2,06	0,013		
C8	8-1	33	52,62	0,66	0,035	0,000	0,000	0,035	150	0,1020	412,322	411,272	0,900	1,050	0,12	1,24	11,36	0,013	0,80	
		13		0,92	0,049	0,000	0,000	0,049			406,957	405,907	0,900	1,050	0,12	1,24	2,00	0,013		
C9	9-1	34	63,41	0,66	0,042	0,000	0,000	0,042	150	0,0208	412,322	411,272	0,900	1,050	0,18	0,71	3,31	0,013	0,80	
		35		0,92	0,059	0,000	0,000	0,059			411,000	409,950	0,900	1,050	0,18	0,71	2,39	0,013		
	9-2	35	48,50	0,66	0,032	0,000	0,081	0,113	150	0,0395	411,000	409,950	0,900	1,050	0,15	0,89	5,45	0,013	0,80	
		36		0,92	0,045	0,000	0,113	0,158			409,083	408,033	0,900	1,050	0,15	0,89	2,23	0,013		
	9-3	36	48,49	0,66	0,032	0,000	0,113	0,145	150	0,0721	409,083	408,033	0,900	1,050	0,13	1,10	8,68	0,013	0,80	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		14		0,92	0,045	0,000	0,158	0,203			405,588	404,538	0,900	1,050	0,13	1,10	2,08	0,013	
C10	10-1	37	59,44	0,66	0,039	0,000	0,000	0,039	150	0,0218	412,298	411,248	0,900	1,050	0,17	0,72	3,43	0,013	0,80
		35		0,92	0,055	0,000	0,000	0,055			411,000	409,950	0,900	1,050	0,17	0,72	2,38	0,013	
C11	11-1	38	49,66	0,66	0,033	0,000	0,000	0,033	150	0,0199	413,286	412,236	0,900	1,050	0,18	0,70	3,19	0,013	0,80
		39		0,92	0,046	0,000	0,000	0,046			412,298	411,248	0,900	1,050	0,18	0,70	2,40	0,013	
	11-2	39	56,78	0,66	0,038	0,000	0,033	0,070	150	0,0395	412,298	411,248	0,900	1,050	0,15	0,89	5,44	0,013	0,80
		40		0,92	0,052	0,000	0,046	0,098			410,056	409,006	0,900	1,050	0,15	0,89	2,23	0,013	
	11-3	40	39,05	0,66	0,026	0,000	0,070	0,096	150	0,1090	410,056	409,006	0,900	1,050	0,12	1,27	11,97	0,013	0,80
		15		0,92	0,036	0,000	0,098	0,134			405,800	404,750	0,900	1,050	0,12	1,27	1,99	0,013	
C12	12-1	41	30,50	0,66	0,020	0,216	0,000	0,236	150	0,1174	404,803	403,333	1,320	1,470	0,12	1,28	11,98	0,013	0,80
		42		0,92	0,028	0,295	0,000	0,323			401,072	399,625	1,297	1,447	0,12	1,28	1,98	0,013	
	12-2	42	28,56	0,66	0,019	0,000	0,236	0,255	150	0,0045	401,473	399,753	1,570	1,720	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		17		0,92	0,026	0,000	0,323	0,349			401,072	399,625	1,297	1,447	0,26	0,41	2,83	0,013	
C13	13-1	43	36,63	0,66	0,024	0,000	0,000	0,024	150	0,1105	405,588	404,538	0,900	1,050	0,12	1,28	12,09	0,013	0,80
		44		0,92	0,034	0,000	0,000	0,034			401,541	400,491	0,900	1,050	0,12	1,28	1,99	0,013	
	13-2	44	54,83	0,66	0,036	0,000	0,024	0,060	150	0,0086	401,541	400,491	0,900	1,050	0,22	0,52	1,65	0,013	0,80
		17		0,92	0,051	0,000	0,034	0,084			401,072	400,022	0,900	1,050	0,22	0,52	2,64	0,013	
C14	14-1	45	58,84	0,66	0,039	0,000	0,000	0,039	150	0,0102	408,681	407,631	0,900	1,050	0,21	0,55	1,89	0,013	0,80
		46		0,92	0,054	0,000	0,000	0,054			408,083	407,033	0,900	1,050	0,21	0,55	2,59	0,013	
	14-2	46	57,86	0,66	0,038	0,000	0,039	0,077	150	0,0248	408,083	407,033	0,900	1,050	0,17	0,76	3,79	0,013	0,80
		47		0,92	0,053	0,000	0,054	0,108			406,650	405,600	0,900	1,050	0,17	0,76	2,35	0,013	
	14-3	47	51,49	0,66	0,034	0,000	0,242	0,276	150	0,0045	406,650	405,284	1,216	1,366	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		48		0,92	0,048	0,000	0,336	0,383			406,750	405,052	1,548	1,698	0,26	0,41	2,83	0,013	
	14-4	48	44,61	0,66	0,030	0,000	0,276	0,306	150	0,0045	406,750	405,052	1,548	1,698	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		49		0,92	0,041	0,000	0,383	0,425			407,218	404,852	2,216	2,366	0,26	0,41	2,83	0,013	
	14-5	49	79,99	0,66	0,053	0,000	0,329	0,382	150	0,0045	407,218	404,852	2,216	2,366	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		50		0,92	0,074	0,000	0,457	0,531			407,070	404,492	2,428	2,578	0,26	0,41	2,83	0,013	
	14-6	50	49,43	0,66	0,033	0,000	0,382	0,415	150	0,0825	407,070	404,492	2,428	2,578	0,13	1,15	9,64	0,013	0,80
		18		0,92	0,046	0,000	0,531	0,577			401,465	400,415	0,900	1,050	0,13	1,15	2,05	0,013	
C15	15-1	51																	
		52																	
	15-2	52	56,09	0,66	0,037	0,072	0,128	0,165	150	0,0045	407,616	405,536	1,930	2,080	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		47		0,92	0,052	0,098	0,176	0,228			406,650	405,284	1,216	1,366	0,26	0,41	2,83	0,013	
C16	16-1	53	35,31	0,66	0,023	0,000	0,000	0,023	150	0,0222	408,002	406,952	0,900	1,050	0,17	0,73	3,48	0,013	0,80
		49		0,92	0,033	0,000	0,000	0,033			407,218	406,168	0,900	1,050	0,17	0,73	2,38	0,013	
C17	17-1	54	33,80	0,66	0,022	0,000	0,000	0,022	150	0,0294	414,383	413,333	0,900	1,050	0,16	0,80	4,32	0,013	0,80

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		55		0,92	0,031	0,000	0,000	0,031			413,391	412,341	0,900	1,050	0,16	0,80	2,30	0,013	
	17-2	55	53,32	0,66	0,035	0,000	2,501	2,536	150	0,0228	413,391	412,035	1,206	1,356	0,22	0,86	4,47	0,013	0,80
		56		0,92	0,049	0,000	2,795	2,845			411,871	410,821	0,900	1,050	0,24	0,88	2,73	0,013	
	17-3	56	61,60	0,66	0,041	0,000	2,576	2,617	150	0,1225	411,871	410,821	0,900	1,050	0,15	1,56	16,81	0,013	0,80
		57		0,92	0,057	0,000	2,900	2,956			404,326	403,276	0,900	1,050	0,16	1,62	2,28	0,013	
	17-4	57	37,71	0,66	0,025	0,000	2,617	2,642	150	0,0617	404,326	403,276	0,900	1,050	0,18	1,23	9,91	0,013	0,80
		58		0,92	0,035	0,000	2,956	2,991			402,000	400,950	0,900	1,050	0,19	1,28	2,47	0,013	
	17-5	58	15,94	0,66	0,011	0,000	2,681	2,691	150	0,0193	402,000	400,950	0,900	1,050	0,24	0,82	4,04	0,013	0,80
		59		0,92	0,015	0,000	3,046	3,060			401,692	400,642	0,900	1,050	0,26	0,85	2,82	0,013	
	17-6	59	55,04	0,66	0,036	0,000	2,806	2,842	150	0,0316	401,692	400,642	0,900	1,050	0,22	0,99	6,08	0,013	0,80
		19		0,92	0,051	0,000	3,220	3,271			399,951	398,901	0,900	1,050	0,23	1,04	2,71	0,013	
C18	18-1	60	58,67	0,66	0,039	2,440	2,440	2,479	150	0,0034	413,286	412,236	0,900	1,050	0,36	0,43	1,00	0,013	0,80
		55		0,92	0,054	2,710	2,710	2,764			413,391	412,035	1,206	1,356	0,38	0,45	3,31	0,013	
C19	19-1	61	59,54	0,66	0,039	0,000	0,000	0,039	150	0,0072	412,298	411,248	0,900	1,050	0,23	0,49	1,44	0,013	0,80
		56		0,92	0,055	0,000	0,000	0,055			411,871	410,821	0,900	1,050	0,23	0,49	2,69	0,013	
C20	20-1	62	59,13	0,66	0,039	0,000	0,000	0,039	150	0,0643	405,800	404,750	0,900	1,050	0,13	1,06	7,95	0,013	0,80
		58		0,92	0,055	0,000	0,000	0,055			402,000	400,950	0,900	1,050	0,13	1,06	2,11	0,013	
C21	21-1	63	79,30	0,66	0,052	0,000	0,000	0,052	150	0,0380	412,778	411,728	0,900	1,050	0,15	0,88	5,29	0,013	0,80
		64		0,92	0,073	0,000	0,000	0,073			409,762	408,712	0,900	1,050	0,15	0,88	2,24	0,013	
	21-2	64	61,71	0,66	0,041	0,000	0,052	0,093	150	0,1124	409,762	408,712	0,900	1,050	0,12	1,28	12,26	0,013	0,80
		65		0,92	0,057	0,000	0,073	0,130			402,824	401,774	0,900	1,050	0,12	1,28	1,98	0,013	
	21-3	65	32,33	0,66	0,021	0,000	0,093	0,115	150	0,0350	402,824	401,774	0,900	1,050	0,16	0,85	4,96	0,013	0,80
		59		0,92	0,030	0,000	0,130	0,160			401,692	400,642	0,900	1,050	0,16	0,85	2,26	0,013	
C22	22-1	66	40,26	0,66	0,027	0,000	0,000	0,027	150	0,0284	407,608	406,558	0,900	1,050	0,16	0,79	4,22	0,013	0,80
		67		0,92	0,037	0,000	0,000	0,037			406,464	405,414	0,900	1,050	0,16	0,79	2,31	0,013	
	22-2	67	43,83	0,66	0,029	0,000	0,027	0,056	150	0,0297	406,464	405,414	0,900	1,050	0,16	0,81	4,36	0,013	0,80
		68		0,92	0,040	0,000	0,037	0,078			405,162	404,112	0,900	1,050	0,16	0,81	2,30	0,013	
	22-3	68	16,70	0,66	0,011	0,000	0,056	0,067	150	0,0045	405,162	404,112	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		69		0,92	0,015	0,000	0,078	0,093			405,658	404,037	1,471	1,621	0,26	0,41	2,83	0,013	
	22-4	69	46,13	0,66	0,031	0,000	0,067	0,097	150	0,0045	405,658	404,037	1,471	1,621	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		70		0,92	0,043	0,000	0,093	0,136			405,386	403,829	1,407	1,557	0,26	0,41	2,83	0,013	
	22-5	70	57,35	0,66	0,038	0,000	0,097	0,135	150	0,0045	405,386	403,829	1,407	1,557	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		71		0,92	0,053	0,000	0,136	0,189			405,095	403,572	1,373	1,523	0,26	0,41	2,83	0,013	
	22-6	71	40,42	0,66	0,027	0,000	0,135	0,162	150	0,0461	405,095	403,572	1,373	1,523	0,15	0,94	6,14	0,013	0,80
		72		0,92	0,037	0,000	0,189	0,226			402,759	401,709	0,900	1,050	0,15	0,94	2,19	0,013	
	22-7	72	40,41	0,66	0,027	0,000	0,162	0,189	150	0,0071	402,759	401,709	0,900	1,050	0,23	0,49	1,43	0,013	0,80

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
		73		0,92	0,037	0,000	0,226	0,263			402,471	401,421	0,900	1,050	0,23	0,49	2,69	0,013	
	22-8	73	42,94	0,66	0,028	0,066	0,301	0,329	150	0,0045	402,471	400,011	2,310	2,460	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		74		0,92	0,040	0,090	0,417	0,457			401,841	399,818	1,873	2,023	0,26	0,41	2,83	0,013	
	22-9	74	47,03	0,66	0,031	0,000	0,695	0,726	150	0,0045	401,841	398,960	2,730	2,880	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		75		0,92	0,043	0,000	0,968	1,011			402,639	398,749	3,740	3,890	0,26	0,41	2,83	0,013	
	22-10	75	49,61	0,66	0,033	0,000	0,726	0,759	150	0,0045	402,639	398,749	3,740	3,890	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		76		0,92	0,046	0,000	1,011	1,057			403,334	398,526	4,658	4,808	0,26	0,41	2,83	0,013	
	22-11	76	49,60	0,66	0,033	0,000	0,759	0,792	150	0,0045	403,334	398,526	4,658	4,808	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		20		0,92	0,046	0,000	1,057	1,103			401,112	398,303	2,659	2,809	0,26	0,41	2,83	0,013	
C23	23-1	77		TRECHO EXECUTADO															
		73																	
C24	24-1	78	48,70	0,66	0,032	0,000	0,000	0,032	150	0,0045	406,008	404,958	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		79		0,92	0,045	0,000	0,000	0,045			406,858	404,739	1,969	2,119	0,26	0,41	2,83	0,013	
	24-2	79	43,81	0,66	0,029	0,000	0,032	0,061	150	0,0045	406,858	404,739	1,969	2,119	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		80		0,92	0,040	0,000	0,045	0,085			406,217	404,542	1,525	1,675	0,26	0,41	2,83	0,013	
	24-3	80	43,55	0,66	0,029	0,000	0,061	0,090	150	0,0045	406,217	404,542	1,525	1,675	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		81		0,92	0,040	0,000	0,085	0,126			406,030	404,346	1,534	1,684	0,26	0,41	2,83	0,013	
	24-4	81	45,11	0,66	0,030	0,000	0,090	0,120	150	0,0172	406,030	404,346	1,534	1,684	0,19	0,66	2,85	0,013	0,80
		82		0,92	0,042	0,000	0,126	0,167			404,620	403,570	0,900	1,050	0,19	0,66	2,44	0,013	
	24-5	82	63,90	0,66	0,042	0,000	0,175	0,217	150	0,0110	404,620	401,364	3,106	3,256	0,21	0,57	2,01	0,013	0,80
		83		0,92	0,059	0,000	0,244	0,303			401,710	400,660	0,900	1,050	0,21	0,57	2,57	0,013	
	24-6	83	74,78	0,66	0,049	0,000	0,316	0,366	150	0,0045	401,710	399,297	2,263	2,413	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		74		0,92	0,069	0,000	0,442	0,511			401,841	398,960	2,730	2,880	0,26	0,41	2,83	0,013	
C25	25-1	84	41,65	0,66	0,028	0,000	0,000	0,028	150	0,0599	405,095	404,045	0,900	1,050	0,14	1,03	7,52	0,013	0,80
		85		0,92	0,038	0,000	0,000	0,038			402,601	401,551	0,900	1,050	0,14	1,03	2,13	0,013	
	25-2	85	41,64	0,66	0,028	0,000	0,028	0,055	150	0,0045	402,601	401,551	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		82		0,92	0,038	0,000	0,038	0,077			404,620	401,364	3,106	3,256	0,26	0,41	2,83	0,013	
C26	26-1	86	65,73	0,66	0,043	0,000	0,000	0,043	150	0,0835	406,217	405,167	0,900	1,050	0,13	1,16	9,74	0,013	0,80
		87		0,92	0,061	0,000	0,000	0,061			400,726	399,676	0,900	1,050	0,13	1,16	2,05	0,013	
	26-2	87	42,18	0,66	0,028	0,000	0,043	0,071	150	0,0045	400,726	399,676	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		88		0,92	0,039	0,000	0,061	0,100			400,983	399,486	1,347	1,497	0,26	0,41	2,83	0,013	
	26-3	88	42,18	0,66	0,028	0,000	0,071	0,099	150	0,0045	400,983	399,486	1,347	1,497	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		83		0,92	0,039	0,000	0,100	0,139			401,710	399,297	2,263	2,413	0,26	0,41	2,83	0,013	

		Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE														Data:			
		Sistema de Esgotamento Sanitário - SES da Sede de Tauá														29/03/2018			
		Rede Coletora de Esgoto - SB8														DIM			
Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C1	1-1	1	47,90	0,80	0,038	16,598	16,598	16,636	200	0,0082	396,390	394,990	0,900	1,100	0,46	1,19	3,79	0,010	0,85
		2		1,11	0,053	18,200	18,200	18,253			395,997	394,597	0,900	1,100	0,48	1,22	4,15	0,010	
	1-2	2	54,93	0,80	0,044	0,000	16,636	16,680	200	0,0259	395,997	394,597	0,900	1,100	0,31	1,99	8,99	0,009	0,85
		3		1,11	0,061	0,000	18,253	18,314			394,572	393,172	0,900	1,100	0,33	2,03	3,61	0,009	
	1-3	3	55,90	0,80	0,045	0,000	16,680	16,725	200	0,0123	394,572	393,172	0,900	1,100	0,40	1,42	5,18	0,010	0,85
		4		1,11	0,062	0,000	18,314	18,376			393,884	392,484	0,900	1,100	0,42	1,45	3,97	0,010	
	1-4	4	57,09	0,80	0,046	0,000	16,725	16,771	250	0,0014	393,884	392,434	0,900	1,150	0,62	0,53	0,99	0,012	1,00
		5		1,11	0,063	0,000	18,376	18,439			393,880	392,352	0,978	1,228	0,66	0,54	5,06	0,012	
	1-5	5	25,92	0,80	0,021	0,000	16,771	16,792	250	0,0014	393,880	392,352	0,978	1,228	0,62	0,53	0,99	0,012	1,00
		6		1,11	0,029	0,000	18,439	18,468			394,110	392,315	1,245	1,495	0,66	0,54	5,06	0,012	



**Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE**

Sistema de Esgotamento Sanitário - SES da Sede de Tauá

Rede Coletora de Esgoto - SB9

Data:

05/05/2017

DIM

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota Gl (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C1	1-1	1	52,12	0,77	0,040	0,000	0,000	0,040	150	0,0045	411,879	410,829	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		2		1,08	0,057	0,000	0,000	0,057			412,971	410,595	2,226	2,376	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-2	2	52,13	0,77	0,040	0,000	0,040	0,081	150	0,0045	412,971	410,595	2,226	2,376	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		3		1,08	0,057	0,000	0,057	0,113			412,103	410,360	1,593	1,743	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-3	3	54,65	0,77	0,042	0,000	0,081	0,123	150	0,0637	412,103	410,360	1,593	1,743	0,13	1,05	7,89	0,013	0,80
		4		1,08	0,059	0,000	0,113	0,172			407,929	406,879	0,900	1,050	0,13	1,05	2,11	0,013	
	1-4	4	54,65	0,77	0,042	0,000	0,123	0,165	150	0,0051	407,929	406,879	0,900	1,050	0,25	0,43	1,11	0,013	0,80
		5		1,08	0,059	0,000	0,172	0,232			407,649	406,599	0,900	1,050	0,25	0,43	2,79	0,013	
	1-5	5	67,70	0,77	0,052	0,000	0,216	0,269	150	0,0513	407,649	406,599	0,900	1,050	0,14	0,98	6,67	0,013	0,80
		6		1,08	0,073	0,000	0,304	0,377			404,177	403,127	0,900	1,050	0,14	0,98	2,16	0,013	
	1-6	6	47,89	0,77	0,037	0,000	0,317	0,354	150	0,0381	404,177	403,127	0,900	1,050	0,15	0,88	5,29	0,013	0,80
		7		1,08	0,052	0,000	0,445	0,497			402,353	401,303	0,900	1,050	0,15	0,88	2,24	0,013	
	1-7	7	59,29	0,77	0,046	0,000	0,597	0,643	150	0,0370	402,353	401,303	0,900	1,050	0,15	0,87	5,17	0,013	0,80
		8		1,08	0,064	0,000	0,839	0,904			400,160	399,110	0,900	1,050	0,15	0,87	2,24	0,013	
	1-8	8	21,53	0,77	0,017	0,000	0,807	0,823	150	0,0045	400,160	399,110	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		9		1,08	0,023	0,000	1,133	1,157			402,145	399,013	2,982	3,132	0,26	0,41	2,83	0,013	
	1-9	9	20,81	0,77	0,016	0,000	1,206	1,222	150	0,0045	402,145	399,013	2,982	3,132	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		10		1,08	0,023	0,000	1,695	1,717			402,778	398,920	3,708	3,858	0,28	0,43	2,91	0,013	
	1-10	10	22,43	0,77	0,017	0,000	2,004	2,021	150	0,0038	402,778	398,920	3,708	3,858	0,31	0,42	1,00	0,013	0,80
		11		1,08	0,024	0,000	2,815	2,839			403,000	398,834	4,016	4,166	0,38	0,47	3,29	0,013	
C2	2-1	12	66,51	0,77	0,051	0,000	0,000	0,051	150	0,0518	411,093	410,043	0,900	1,050	0,14	0,98	6,72	0,013	0,80
		5		1,08	0,072	0,000	0,000	0,072			407,649	406,599	0,900	1,050	0,14	0,98	2,16	0,013	
C3	3-1	13	62,22	0,77	0,048	0,000	0,000	0,048	150	0,0521	407,416	406,366	0,900	1,050	0,14	0,98	6,75	0,013	0,80
		6		1,08	0,068	0,000	0,000	0,068			404,177	403,127	0,900	1,050	0,14	0,98	2,16	0,013	
C4	4-1	14	39,37	0,77	0,030	0,000	0,000	0,030	150	0,0175	411,093	410,043	0,900	1,050	0,18	0,67	2,89	0,013	0,80
		15		1,08	0,043	0,000	0,000	0,043			410,403	409,353	0,900	1,050	0,18	0,67	2,44	0,013	
	4-2	15	69,82	0,77	0,054	0,000	0,030	0,084	150	0,0430	410,403	409,353	0,900	1,050	0,15	0,92	5,82	0,013	0,80
		16		1,08	0,076	0,000	0,043	0,118			407,398	406,348	0,900	1,050	0,15	0,92	2,21	0,013	
	4-3	16	56,04	0,77	0,043	0,000	0,116	0,159	150	0,0488	407,398	406,181	1,067	1,217	0,14	0,96	6,41	0,013	0,80
		17		1,08	0,061	0,000	0,163	0,224			404,499	403,449	0,900	1,050	0,14	0,96	2,18	0,013	
	4-4	17	53,01	0,77	0,041	0,000	0,159	0,200	150	0,0065	404,499	403,449	0,900	1,050	0,24	0,47	1,34	0,013	0,80
		18		1,08	0,058	0,000	0,224	0,281			404,152	403,102	0,900	1,050	0,24	0,47	2,72	0,013	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
	4-5	18	56,30	0,77	0,043	0,000	0,200	0,244	150	0,0320	404,152	403,102	0,900	1,050	0,16	0,83	4,62	0,013	0,80
		7		1,08	0,061	0,000	0,281	0,342			402,353	401,303	0,900	1,050	0,16	0,83	2,28	0,013	
C5	5-1	19	41,09	0,77	0,032	0,000	0,000	0,032	150	0,0045	407,416	406,366	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		16		1,08	0,045	0,000	0,000	0,045			407,398	406,181	1,067	1,217	0,26	0,41	2,83	0,013	
C6	6-1	20	38,69	0,77	0,030	0,000	0,000	0,030	150	0,1058	409,770	408,720	0,900	1,050	0,12	1,26	11,69	0,013	0,80
		21		1,08	0,042	0,000	0,000	0,042			405,677	404,627	0,900	1,050	0,12	1,26	1,99	0,013	
	6-2	21	42,66	0,77	0,033	0,000	0,030	0,063	150	0,0270	405,677	404,627	0,900	1,050	0,17	0,78	4,05	0,013	0,80
		22		1,08	0,046	0,000	0,042	0,088			404,526	403,476	0,900	1,050	0,17	0,78	2,32	0,013	
	6-3	22	42,91	0,77	0,033	0,000	0,063	0,096	150	0,0259	404,526	403,476	0,900	1,050	0,17	0,77	3,92	0,013	0,80
		23		1,08	0,047	0,000	0,088	0,135			403,414	402,364	0,900	1,050	0,17	0,77	2,33	0,013	
	6-4	23	41,93	0,77	0,032	0,000	0,096	0,128	150	0,0388	403,414	402,364	0,900	1,050	0,15	0,88	5,37	0,013	0,80
		24		1,08	0,045	0,000	0,135	0,180			401,787	400,737	0,900	1,050	0,15	0,88	2,23	0,013	
	6-5	24	19,18	0,77	0,015	0,000	0,128	0,143	150	0,0045	401,787	400,737	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		25		1,08	0,021	0,000	0,180	0,201			401,787	400,651	0,986	1,136	0,26	0,41	2,83	0,013	
	6-6	25	26,52	0,77	0,020	0,000	0,143	0,164	150	0,0581	401,787	400,651	0,986	1,136	0,14	1,02	7,35	0,013	0,80
		8		1,08	0,029	0,000	0,201	0,230			400,160	399,110	0,900	1,050	0,14	1,02	2,13	0,013	
C7	7-1	26	30,23	0,77	0,023	0,000	0,000	0,023	150	0,0045	408,174	407,124	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		27		1,08	0,033	0,000	0,000	0,033			409,813	406,988	2,675	2,825	0,26	0,41	2,83	0,013	
	7-2	27	37,72	0,77	0,029	0,000	0,023	0,052	150	0,0659	409,813	406,988	2,675	2,825	0,13	1,07	8,10	0,013	0,80
		28		1,08	0,041	0,000	0,033	0,074			405,551	404,501	0,900	1,050	0,13	1,07	2,10	0,013	
	7-3	28	44,20	0,77	0,034	0,000	0,104	0,139	150	0,0218	405,551	404,501	0,900	1,050	0,17	0,72	3,43	0,013	0,80
		29		1,08	0,048	0,000	0,147	0,195			404,586	403,536	0,900	1,050	0,17	0,72	2,38	0,013	
	7-4	29	42,26	0,77	0,033	0,000	0,189	0,222	150	0,0182	404,586	403,536	0,900	1,050	0,18	0,68	2,98	0,013	0,80
		30		1,08	0,046	0,000	0,266	0,312			403,817	402,767	0,900	1,050	0,18	0,68	2,43	0,013	
	7-5	30	41,28	0,77	0,032	0,000	0,272	0,304	150	0,0444	403,817	402,767	0,900	1,050	0,15	0,93	5,96	0,013	0,80
		31		1,08	0,045	0,000	0,383	0,428			401,986	400,936	0,900	1,050	0,15	0,93	2,20	0,013	
	7-6	31	20,48	0,77	0,016	0,000	0,354	0,370	150	0,0045	401,986	400,936	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		32		1,08	0,022	0,000	0,497	0,519			402,145	400,844	1,151	1,301	0,26	0,41	2,83	0,013	
	7-7	32	17,22	0,77	0,013	0,000	0,370	0,383	150	0,0045	402,145	400,844	1,151	1,301	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		9		1,08	0,019	0,000	0,519	0,538			402,145	400,766	1,229	1,379	0,26	0,41	2,83	0,013	
C8	8-1	33	67,34	0,77	0,052	0,000	0,000	0,052	150	0,0480	408,785	407,735	0,900	1,050	0,14	0,95	6,34	0,013	0,80
		28		1,08	0,073	0,000	0,000	0,073			405,551	404,501	0,900	1,050	0,14	0,95	2,18	0,013	
C9	9-1	34	65,67	0,77	0,051	0,000	0,000	0,051	150	0,0541	408,137	407,087	0,900	1,050	0,14	0,99	6,95	0,013	0,80
		29		1,08	0,071	0,000	0,000	0,071			404,586	403,536	0,900	1,050	0,14	0,99	2,15	0,013	
C10	10-1	35	65,38	0,77	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,0477	406,935	405,885	0,900	1,050	0,14	0,95	6,30	0,013	0,80
		30		1,08	0,071	0,000	0,000	0,071			403,817	402,767	0,900	1,050	0,14	0,95	2,18	0,013	

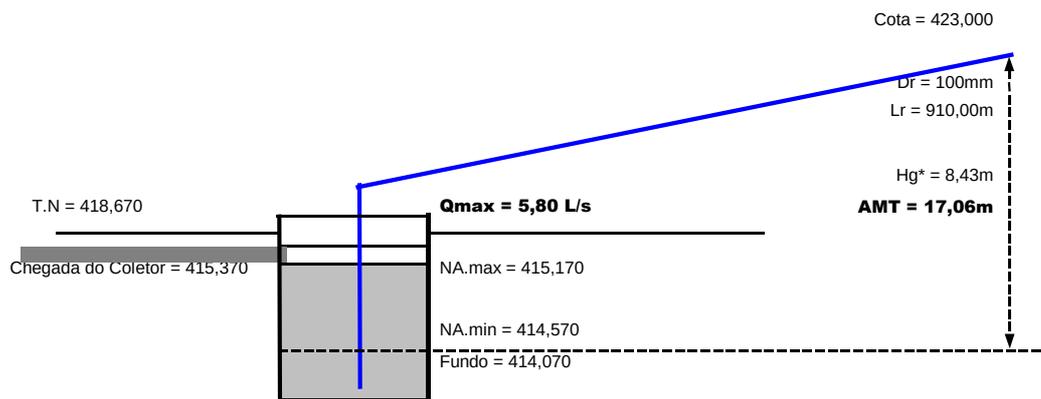
Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
C11	11-1	36	64,04	0,77	0,049	0,000	0,000	0,049	150	0,0447	404,846	403,796	0,900	1,050	0,15	0,93	5,99	0,013	0,80
		31		1,08	0,069	0,000	0,000	0,069			401,986	400,936	0,900	1,050	0,15	0,93	2,20	0,013	
C12	12-1	37	47,50	0,77	0,037	0,000	0,000	0,037	150	0,0365	413,279	412,229	0,900	1,050	0,15	0,87	5,12	0,013	0,80
		38		1,08	0,052	0,000	0,000	0,052			411,547	410,497	0,900	1,050	0,15	0,87	2,25	0,013	
	12-2	38	41,63	0,77	0,032	0,000	0,037	0,069	150	0,0138	411,547	410,497	0,900	1,050	0,20	0,61	2,40	0,013	0,80
		39		1,08	0,045	0,000	0,052	0,097			410,972	409,922	0,900	1,050	0,20	0,61	2,50	0,013	
	12-3	39	40,31	0,77	0,031	0,000	0,121	0,152	150	0,0386	410,972	409,922	0,900	1,050	0,15	0,88	5,35	0,013	0,80
		40		1,08	0,044	0,000	0,169	0,213			409,415	408,365	0,900	1,050	0,15	0,88	2,23	0,013	
	12-4	40	42,58	0,77	0,033	0,000	0,202	0,235	150	0,0584	409,415	408,365	0,900	1,050	0,14	1,02	7,37	0,013	0,80
		41		1,08	0,046	0,000	0,284	0,330			406,930	405,880	0,900	1,050	0,14	1,02	2,13	0,013	
	12-5	41	73,15	0,77	0,056	0,000	0,285	0,341	150	0,0285	406,930	405,880	0,900	1,050	0,16	0,79	4,22	0,013	0,80
		42		1,08	0,079	0,000	0,400	0,480			404,846	403,796	0,900	1,050	0,16	0,79	2,31	0,013	
	12-6	42	40,03	0,77	0,031	0,000	0,717	0,748	150	0,0269	404,846	403,796	0,900	1,050	0,17	0,78	4,04	0,013	0,80
		43		1,08	0,043	0,000	1,008	1,051			403,768	402,718	0,900	1,050	0,17	0,78	2,32	0,013	
	12-7	43	42,63	0,77	0,033	0,000	0,748	0,781	150	0,0232	403,768	402,718	0,900	1,050	0,17	0,74	3,60	0,013	0,80
		10		1,08	0,046	0,000	1,051	1,098			402,778	401,728	0,900	1,050	0,17	0,74	2,36	0,013	
C13	13-1	44	66,97	0,77	0,052	0,000	0,000	0,052	150	0,0301	412,991	411,941	0,900	1,050	0,16	0,81	4,41	0,013	0,80
		39		1,08	0,073	0,000	0,000	0,073			410,972	409,922	0,900	1,050	0,16	0,81	2,30	0,013	
C14	14-1	45	65,36	0,77	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,0313	411,459	410,409	0,900	1,050	0,16	0,82	4,54	0,013	0,80
		40		1,08	0,071	0,000	0,000	0,071			409,415	408,365	0,900	1,050	0,16	0,82	2,29	0,013	
C15	15-1	46	64,70	0,77	0,050	0,000	0,000	0,050	150	0,0170	408,031	406,981	0,900	1,050	0,19	0,66	2,83	0,013	0,80
		41		1,08	0,070	0,000	0,000	0,070			406,930	405,880	0,900	1,050	0,19	0,66	2,45	0,013	
C16	16-1	47	29,31	0,77	0,023	0,000	0,000	0,023	150	0,0258	411,547	410,497	0,900	1,050	0,17	0,77	3,91	0,013	0,80
		48		1,08	0,032	0,000	0,000	0,032			410,790	409,740	0,900	1,050	0,17	0,77	2,34	0,013	
	16-2	48	39,34	0,77	0,030	0,000	0,054	0,084	150	0,0270	410,790	408,797	1,843	1,993	0,17	0,78	4,05	0,013	0,80
		49		1,08	0,043	0,000	0,075	0,118			408,785	407,735	0,900	1,050	0,17	0,78	2,32	0,013	
	16-3	49	41,01	0,77	0,032	0,000	0,173	0,204	150	0,0045	408,785	406,772	1,863	2,013	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		50		1,08	0,044	0,000	0,242	0,287			408,137	406,587	1,400	1,550	0,26	0,41	2,83	0,013	
	16-4	50	41,61	0,77	0,032	0,000	0,257	0,290	150	0,0169	408,137	406,587	1,400	1,550	0,19	0,66	2,81	0,013	0,80
		51		1,08	0,045	0,000	0,362	0,407			406,935	405,885	0,900	1,050	0,19	0,66	2,45	0,013	
	16-5	51	42,25	0,77	0,033	0,000	0,343	0,376	150	0,0494	406,935	405,885	0,900	1,050	0,14	0,96	6,48	0,013	0,80
		42		1,08	0,046	0,000	0,482	0,528			404,846	403,796	0,900	1,050	0,14	0,96	2,17	0,013	
C17	17-1	52	39,99	0,77	0,031	0,000	0,000	0,031	150	0,0045	410,027	408,977	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		48		1,08	0,043	0,000	0,000	0,043			410,790	408,797	1,843	1,993	0,26	0,41	2,83	0,013	
C18	18-1	53	36,73	0,77	0,028	0,000	0,000	0,028	150	0,0045	408,174	407,124	0,900	1,050	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		54		1,08	0,040	0,000	0,000	0,040			408,641	406,959	1,532	1,682	0,26	0,41	2,83	0,013	

Coletor	Trecho	PV (mont/jus)	Extensão (m)	Cont. Lin. (l/s/km) ini/fim	Cont. Tre. (l/s/km) ini/fim	Q Pontual (l/s) ini/fim	Q mont. (l/s) ini/fim	Q jus. (l/s) ini/fim	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m) mont/jus	Cota GI (m) mont/jus	Rec. Col. (m) mont/jus	Prof. Vala (m) mont/jus	y/D ini/fim	Veloc. (m/s) ini/fim	Arr. In. (Pa) Vc (m/s)	h Manning	Largura da vala
	18-2	54	41,61	0,77	0,032	0,000	0,056	0,089	150	0,0045	408,641	406,959	1,532	1,682	0,26	0,41	1,00	0,013	0,80
		49		1,08	0,045	0,000	0,079	0,125			408,785	406,772	1,863	2,013	0,26	0,41	2,83	0,013	
C19	19-1	55	36,43	0,77	0,028	0,000	0,000	0,028	150	0,0380	410,027	408,977	0,900	1,050	0,15	0,88	5,29	0,013	0,80
		54		1,08	0,040	0,000	0,000	0,040			408,641	407,591	0,900	1,050	0,15	0,88	2,24	0,013	
C20	20-1	56	68,95	0,77	0,053	0,000	0,000	0,053	150	0,0411	410,972	409,922	0,900	1,050	0,15	0,90	5,62	0,013	0,80
		50		1,08	0,075	0,000	0,000	0,075			408,137	407,087	0,900	1,050	0,15	0,90	2,22	0,013	
C21	21-1	57	69,60	0,77	0,054	0,000	0,000	0,054	150	0,0356	409,415	408,365	0,900	1,050	0,16	0,86	5,03	0,013	0,80
		51		1,08	0,076	0,000	0,000	0,076			406,935	405,885	0,900	1,050	0,16	0,86	2,25	0,013	

## 8.5 Planilha de Dimensionamento das Estações Elevatórias de Esgoto

		2ª Etapa
<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA</b>		
Nb = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)		01
Nbr = Número de bombas reservas		01
Vazão de projeto (L/s)		5,2 L/s
Vazão de bombeamento (L/s)		5,8 L/s
Desnível Geométrico		9,43 m
Altura Manométrica Total		17,06 m
Capacidade total da elevatória (em função da bomba adotada)		5,8 L/s
Rendimento do Sistema		25,2%
Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba		7,5 CV
Potência Comercial da Estação Elevatória		7,5 CV
Bomba considerada nos calculos:		Submersíveis
<b>LINHA DE RECALQUE</b>		
Material da Tubulação		FOFO
Vazão na Tubulação		5,80 L/s
Comprimento da Tubulação		910,00 m
Diâmetro da Tubulação		100 mm

**ESQUEMA DA ELEVATÓRIA**



### 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

O projeto foi concebido para a 2ª etapa, com funcionamento de uma bomba ativa e uma reserva.

#### 1.1 - LINHA DE RECALQUE

- Tipo de material da tubulação
- $Q_{máx}$  = Vazão máxima de projeto
- $Q_{máx}$  = Vazão máxima de bombeamento
- $L'$  = comprimento real da linha de recalque
- $L$  = Comprimento da tubulação

#### 1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

- $N_b$  = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)
- $N_{br}$  = Número de bombas reservas
- Tipo de bombas:

### 2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

O cálculo do diâmetro econômico é obtido pela fórmula de Bresse (Equação 01):

- Onde:
- $D$  = Diâmetro econômico
- $K$  = Coeficiente da fórmula de Bresse
- $Q$  = Vazão máxima de fim de plano, em  $m^3/s$

Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a Equação 02:

- Onde:
- $Q$  = Vazão na tubulação, em  $m^3/s$
- $D$  = Diâmetro de recalque, em m

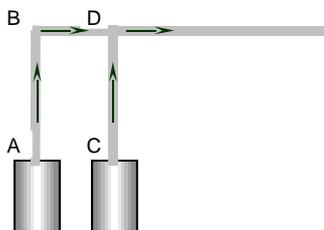
#### 2.1 - RECALQUE

A partir da equação do diâmetro econômico, a tubulação de recalque ( $D_r$ ) seria de:  
 Deverá ser adotado diâmetro comercial próximo ao calculado, podendo ser inferior ou não, desde que seja verificada a velocidade desenvolvida no trecho (entre 0,6 e 3,0m/s). Neste caso, tem-se:

- $D_r$  = Diâmetro de recalque, em mm
- $V$  = Velocidade do fluxo na tubulação, em m/s

#### 2.2 - BARRILETE

O diâmetro do barrilete varia em função da vazão prevista para cada trecho, considerando o arranjo das bombas. Neste sentido, as vazões e os diâmetros previstos para cada trechos do barrilete são:



- Diâmetros calculados:
- Diâmetros adotados:
- Velocidade no trecho, em m/s

$Q_{ad} = Q_{cd} =$	0,0058 $m^3/s$
$\phi\alpha\delta = \phi\chi\delta =$	91 mm
$\phi\alpha\delta = \phi\chi\delta =$	100 mm
$v =$	0,74 m/s

#### 2.3 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

Pela fórmula de HAZEN-WILLIAMS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação de recalque, conforme equação a seguir:

- Onde:
- $j$  = Perda de carga linear
- $Q$  = Vazão no trecho
- $D$  = Diâmetro no tubo
- $C$  = Coeficiente de Hazen-Williams

Por esta equação, a perda de carga linear na tubulação é igual à:

$j$  = perda de carga linear

### 2ª Etapa

FOFO

5,2 L/s

5,8 L/s

906,44 m

**910,00 m**

1 bomba

1 bomba

Submersíveis

Equação 01:

$$D = K \cdot \sqrt[3]{Q}$$

1,20

0,0058  $m^3/s$

Equação 02:

$$V = \frac{4 \cdot Q^2}{\pi \cdot D^2}$$

91 mm

100 mm

0,74 m/s

$Q_{ad} = Q_{cd} =$  0,0058  $m^3/s$

$\phi\alpha\delta = \phi\chi\delta =$  91 mm

$\phi\alpha\delta = \phi\chi\delta =$  100 mm

$v =$  0,74 m/s

Equação 03:

$$j = \frac{10,643 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

0,0058  $m^3/s$

0,100 m

120

0,00818m/m

## 2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações. Ver a Equação 04:

Onde:

- $K_b$  = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete
- $K_r$  = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque
- $V_b$  = Velocidade do fluxo no barrilete
- $V_r$  = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- $g$  = Aceleração da gravidade
- $h_b$  = Perda de carga localizada no barrilete
- $h_r$  = Perda de carga localizada na linha de recalque
- $h_f$  = Perda de carga localizada total

OBS: K foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades na linha de recalque e sucção. Ver tabela a seguir:

BARRILETE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	0,00	
Ampliação	0,19	1,00	0,19
Redução	0,33	0,00	
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90	1,00	0,90
Tê (saída lateral)	2,00	0,00	
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Outros	1,00	0,00	

RECALQUE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação	0,19		
Redução	0,33		
Curva 90°	0,40	2,00	0,80
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00		
Outros	1,00	1,10	1,10

Equação 04:

$$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$$

4,69

1,90

0,74 m/s

0,74 m/s

9,81 m/s<sup>2</sup>

0,13 m

0,05 m

0,18 m

**$K_b$**

4,69

**$K_r$**

1,90

**$K_{Total}$**

6,59

A perda de carga localizada será ( **$h_f$** ):

**0,18 m**

## 2.5 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

Onde:

- L = Comprimento da tubulação
- j = Perda de carga linear
- $h_f$  = Perda de carga localizada
- hj = Perda de carga distribuída
- $H_j$  = Perda de carga total na tubulação

Equação 05:

$$H_j = L \cdot j + h_f$$

910,00 m

0,00818m/m

0,18 m

7,45 m

7,63 m

### 3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

#### 3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a Equação 06:

Onde:

$C_{máx,rec}$  = Cota do ponto mais alto da linha de recalque

$C_{mín,suc}$  = Cota do nível mínimo do poço de sucção

Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico

$H_g$  = Desnível Geométrico

$h'$  = Acréscimo de desnível como coeficiente de segurança

Adotaremos um valor de 1 m como coeficiente de segurança a ser acrescentado no desnível geométrico a fim de garantir um bom funcionamento da linha de recalque, ficando o desnível geométrico igual a 9,43 m.

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

Onde:

$H_g^*$  = Desnível Geométrico

$H_j$  = Perda de carga total

AMT = Altura Manométrica Total

#### 3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

$Q_{máx}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano

$Q_{máx}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba

$H_g^*$  = desnível geométrico

AMT = Altura Manométrica Total

$N_b$  = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

$h$  = Rendimento do conjunto motor-bomba

$F_s$  = Fator de segurança

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

Tipo de bombas:

Modelo avaliado:

$h_b$  = Rendimento da bomba

$h_m$  = Rendimento do motor

Aplicando a Equação 09, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

Com fator de Segurança:

P = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

Potência comercial total da estação elevatória:

OBS.: Uma bomba com capacidade de 10% de fator de serviço, atende até uma potência de 22CV

**2ª Etapa**

Equação 06:

$$H_g = C_{máx,rec} - C_{mín,suc}$$

**423,000**

**414,570**

8,43 m

1,00 m

$H_g^* =$  9,43 m

$$AMT = H_g + H_j$$

9,43 m

7,63 m

17,06 m

Equação 07:

$$P = \frac{W \cdot Q_{máx} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

1000 Kg/m<sup>3</sup>

**0,0058 m<sup>3</sup>/s**

**0,0058 m<sup>3</sup>/s**

**9,43 m**

**17,06 m**

1 bomba(s)

25,2%

1,30

Submersíveis

30,0%

84,0%

5,2 CV

6,8 CV

5,2 HP

3,85 kW

**7,5 CV**

7,5 CV

**2ª Etapa**

**3.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS**

Na Figura a seguir, estão apresentadas as curvas características da bomba e do sistema. A curva do sistema foi caracterizada em função da vazão, conforme equação abaixo:

Equação 10:

$$AMT = Hg + \left(\frac{h_f}{Q^2}\right) \cdot Q^2 + \left(\frac{L \cdot j}{Q^{1,85}}\right) \cdot Q^{1,85}$$

Aplicando os valores obtidos ao longo do dimensionamento, chega-se à seguinte curva do sistema:

$$AMT = 9,43 + 0,005445 \cdot Q^2 + 0,288151 \cdot Q^{(1,85)}$$

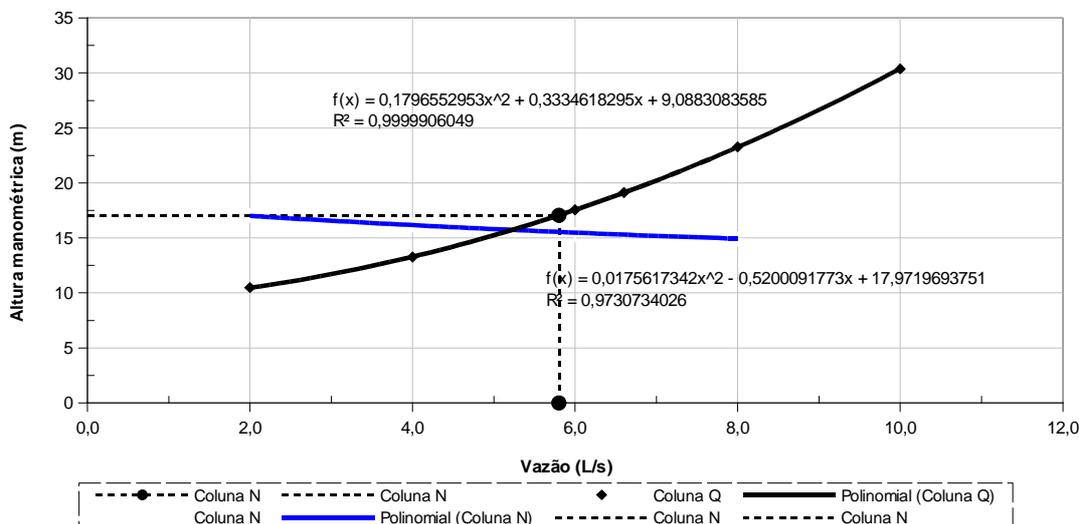
O gráfico abaixo foi obtido a partir do software disponibilizado pela FLYGT, bombas submersíveis, onde, a partir de da altura geométrica e da manométrica calculada, define-se a curva do sistema.

**CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA E DO SISTEMA - 1ª ETAPA**

**EQUAÇÃO DO SISTEMA: Hmt (m) x Q (l/s)**  
**AMT = 9,43 + 0,005445 . Q<sup>2</sup> + 0,288151 . Q<sup>(1,85)</sup>**

**Ponto de Operação**

**Q = 5,8 L/s**  
**Hman = 17,1 m**



**3.4 - CÁLCULO DO NPSH**

A sigla NPSH (*Net Positive Suction Head*) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações 11 e 12:

Onde:

- $h_{bomba}$  = Cota do eixo da bomba
- $h_{min,suc}$  = Cota do NA mínimo do poço de sucção
- Z = altura de sucção
- $P_a$  = Pressão atmosférica
- $P_v$  = Pressão de vapor
- $\gamma = \rho \cdot g$  = peso específico do líquido
- $h_f$  = Perda de carga localizada na sucção

$$NPSH_{disp} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - Z - H_f$$

$$Z = h_{bomba} - h_{min,suc}$$

414,330
414,570
0,24 m
9.400,00 Kg/m <sup>2</sup>
343,00 Kg/m <sup>2</sup>
996,60 Kg/m <sup>3</sup>
0,00 m
<b>NPSH<sub>req.</sub></b> 7,50 m
<b>NPSH<sub>disp.</sub></b> 8,82 m

Como  $NPSH_{disp} > NPSH_{req}$ , o sistema funcionará normalmente

2ª Etapa	
<b>4. ESTUDO DO GOLPE DE ARIETE</b>	
<b>4.1- GENERALIDADES</b>	
O <b>Golpe de Ariete</b> é um fenômeno transitório que ocorre quando há uma variação brusca da velocidade de um fluido em movimento numa canalização provocando uma violenta variação na pressão interna do tubo.	
<b>4.2- CÁLCULO DA CELERIDADE</b>	
A celeridade é função do diâmetro do tubo e de características relacionadas com o material e com a fabricação da tubulação (estes dados são obtidos com o fabricante). Ver a equação a seguir:	
<p>Onde:</p> <p>K = Constante da tubulação</p> <p>D = Diâmetro da tubulação de recalque, em m</p> <p>e = Espessura da parede do tubo, em m</p> <p>c = Celeridade, em m/s</p>	$c = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + \frac{K \cdot D}{e}}}$
	18,000
	0,100
	0,0048
	481,18
<b>4.3- CÁLCULO DA SOBREPRESSÃO NA TUBULAÇÃO DE RECALQUE</b>	
O acréscimo de pressão na tubulação, devido ao Golpe de Ariete, pode ser calculado pela expressão a seguir:	
<p>Onde:</p> <p>c = Celeridade</p> <p>v = velocidade máxima na tubulação de recalque</p> <p>g = aceleração da gravidade</p> <p>h<sub>a</sub> = Incremento de pressão devido ao golpe</p>	$h_a = \frac{c \cdot v}{g}$
	481,18 m/s
	0,74 m/s
	9,81m/s <sup>2</sup>
	<b>36,22 mca</b>
<b>4.4- CÁLCULO DA PRESSÃO TOTAL</b>	
A sobrepressão, ou pressão dinâmica máxima atuante na tubulação, é obtida somando à pressão estática máxima da tubulação o incremento de pressão devido ao Golpe de Ariete. Ver equação a seguir:	
<p>Onde:</p> <p>P<sub>em</sub> = Pressão estática máxima</p> <p>h<sub>a</sub> = Acréscimo de pressão devido ao golpe</p>	$S_p = P_{em} + h_a$
	9,43 m.c.a
	36,22 m.c.a
O resultado obtido foi:	
SoPR = Sobrepressão	45,65 m.c.a
Classe de pressão do tubo	<b>1,00 MPa</b>
Com o resultado obtido podemos concluir que:	
A tubulação de 100mm em FOFO, não sofrerá danos relacionados à sobrepressão relativos a partida ou parada súbita das bombas, desde que sejam observada a instalação de dispositivos protetores tais como ventosas e válvulas anti-golpe.	

**CARACTERÍSTICAS DO PERFIL**

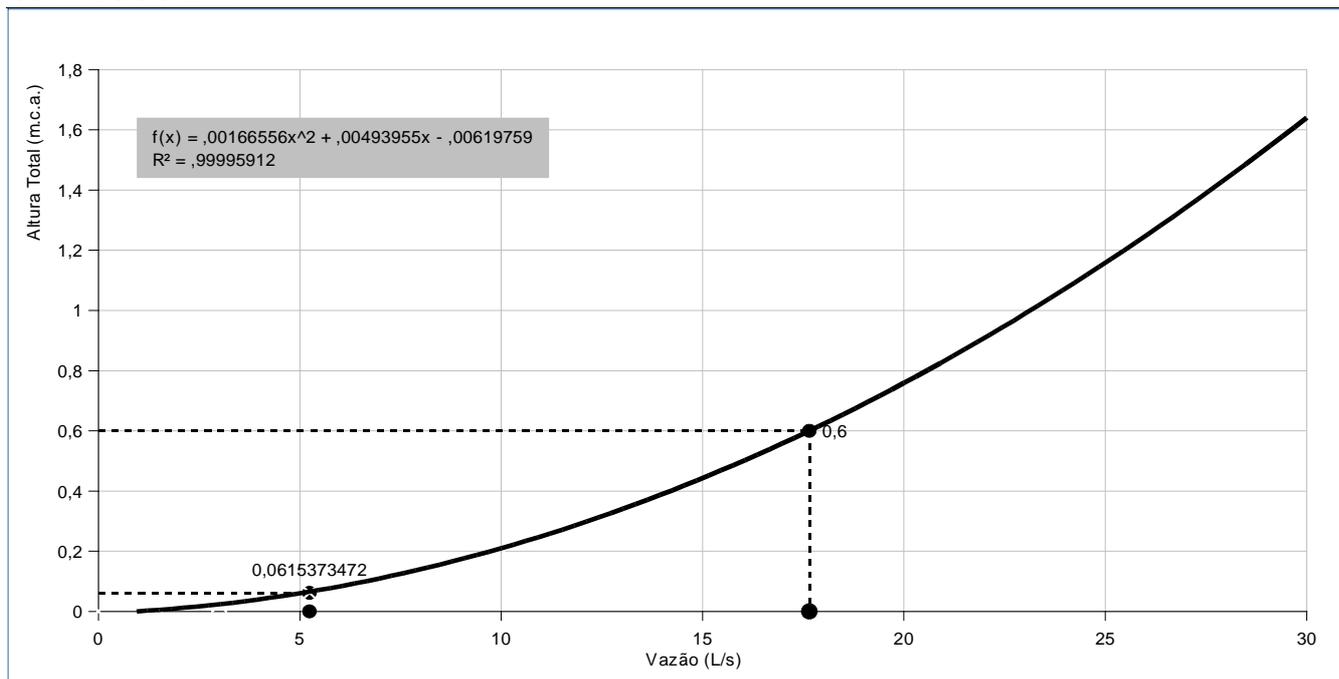
Cota do terreno da cx.	418,77
Cota de saída do emissário	416,37
Comprimento total do extravasor	62,00
Declividade adotada	0,0097
Cota do terreno na DESCARGA do extravasor	417,00
Cota da geratriz inferior do extravasor na descarga	415,77
Desnível:	0,60 m
Perda de carga:	0,06 m
Carga disponível:	0,54 m
Capacidade de Transporte do Emissário	17,65 L/s

**\* Projeto do DNIT**

**DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA**

Tubos e Conexões	Quant.	Ext. (m)	Ø (mm)	Material	C	K	Vazão (m³/s)	Velocid. (m/s)	Perda de Carga (m)
Tubulação	1	62,00	150	PVC	130	-	5,24	0,30	0,050
<b>Perda de carga linear</b>									<b>0,05</b>
<b>Conexões</b>									
Registro + Saída + Entrada	1	-	150	PVC	-	1,70	5,24	0,30	0,008
Curva 45º	2	-	150	PVC	-	0,40	5,24	0,30	0,002
<b>Perda de carga localizada</b>									<b>0,01</b>
<b>Perda de carga total (m)</b>									<b>0,06</b>

**CURVA DO SISTEMA**

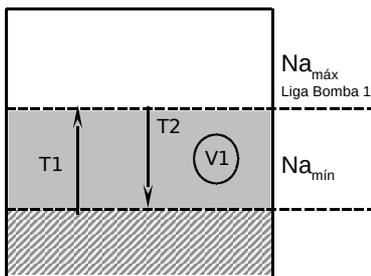


<b>VAZÕES</b>	MÁXIMA AFLUENTE DE FIM DE PLANO - $Q_{max}$ (L/s)	5,80	
	MÉDIA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - $Q_{med}$ (L/s)	3,37	
<b>BOMBAS</b>	Nº DE BOMBAS ATIVA(S)	01	
	Nº DE BOMBAS RESERVA(S)	01	
	TIPO DE BOMBA	Submersíveis	
<b>POÇO DE SUÇÃO</b>	COTA DO TERRENO APÓS TERRAPLENAGEM - CT (m)	418,670	
	COTA DO TAMPÃO DO PV	418,770	
	COTA DO CANAL DE CHEGADA - CCJ (m)	415,370	
	FOLGA ENTRE O NA.max E A SOLEIRA DO TUBO - F (m)	0,20	
	SUBMERGÊNCIA MÍNIMA - Sbm (m)	0,50	
	SECÇÃO TRANSVERSAL DO POÇO DE SUÇÃO - S (m <sup>2</sup> )	RETANGULAR	
	LARGURA DO LADO INTERNO DO POÇO	2,00	
	COMPRIMENTO INTERNO DO LADO DO POÇO (m)	2,00	
	PROFUNDIDADE DO POÇO EM RELAÇÃO AO TERRENO - P (m)	4,60	
		ESTÁGIO ÚNICO	
	VAZÃO DE BOMBEAMENTO - $Q_{bom}$ (L/s)	5,8	
	VOLUME ÚTIL CALCULADO ( $V_{Ucalc}$ , em m <sup>3</sup> ) - EQ. 01	0,87	
	ALTURA ÚTIL CALCULADA - $h_{Ucalc}$ (m) - EQ.02	0,22	
	ALTURA ÚTIL ADOTADA - $h_{Uadot}$ (m)	0,60	
	VOLUME ÚTIL ADOTADO $V_{Uadot}$ (m <sup>3</sup> ) - EQ.03	2,40	
	COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO - $NA_{max}$ (m) - EQ.04	415,170	
COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMO - $NA_{min}$ (m)	414,570		
COTA DO FUNDO DO POÇO - CFp (m)	414,070		
<b>VERIFICAÇÃO</b>	ÁREA INTERNA DO POÇO - A (m <sup>2</sup> )	4,00	
	ALTURA MÉDIA DO NA - $h_{med}$ (m)	0,80	
	VOLUME MÉDIO DO POÇO - $V_{med}$ (m <sup>3</sup> )	3,20	
	TEMPO DE DETENÇÃO MÉDIA - $T_d$ (minutos)	15,83	
	TEMPO DE CICLO MÍNIMO (min) - $T_c$	27,59	
	NÚMERO MÁXIMO DE PARTIDAS POR HORA - $N_{par}$	2,18	
<b>EQUAÇÕES</b>	$V_u = 2,5 \times Q_{max}$	$hi = \frac{huadot.}{2} + (CNAmin - Cfunido)$	
	$V_{u, adot} = A \cdot h_{u, adot}$	$Td = \frac{V_{int}}{Q_{MED}}$	$Npar = \frac{60(\text{min/hor})}{Tcmin}$
	$V_{int} = A \cdot h_i$		$hu = \frac{Vu}{A}$
	$C_{funido} = C_{NAmin} - h_{sbm}$		
	$C_{NAmin} = C_{NAmax} - h_{u, adot}$	$Tcmin. = \frac{Vuadot.}{Q_{min}} + \frac{Vuadot.}{Q_{bom} - Q_{min}}$	

### TEMPO DE CICLO

Esta elevatória é constituída de dois conjuntos elevatórios, sendo que cada um será implantado em poços de sucção distintos, de mesma capacidade, operando isoladamente entre si, em dias ou semana alternados, conforme necessidade operacional.

Para o tempo de ciclo, serão considerados dois tempos:



T1: corresponde ao tempo que o poço tem seu seu nível elevado para  $Na_{max}$  em função da vazão afluyente;  
 T2: corresponde ao tempo que o poço tem seu nível de água rebaixado para  $Na_{min}$ .

Equação 1: Equação 2:

$$T_1 = \frac{V_1}{Q_A} \quad T_2 = \frac{V_1}{Q_{1B} - Q_A}$$

**Condição de Funcionamento Proposto: Uma bomba ativa em cada poço.**

O poço levará o tempo T1 para seu nível alcançar o NAmáx. Neste momento a bomba B1 é acionada, levando o tempo T2 para retornar ao nível NAmín. O reversamento com a outra bomba e respectivo poço, deverá ocorrer conforme necessidade da operação.

Os fluxogramas de funcionamento das bombas estão apresentadas nas Fig. 1.

Figura 1: Fluxograma de funcionamento

Alternancia entre a bomba ativa e a reserva.

NAmin	NA.max	NA.min	NA.max	NA.min	NA.max	Nmin	NA.min	NA.max	NA.min
	enche	esvazia	enche	esvazia	enche	esvazia	esvazia	enche	esvazia
B1		TF1=T2		TF1=T2		TF1=T3		TF1=T4	
TEMPOS	T1	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T1	T2

Pelo fluxograma acima, obtem-se as equações que irão regir o tempo de ciclo e funcionamento de cada bomba:

Equação 3:  $TF = T2$

Equação 4:  $TC = (T1 + T2)$

onde:

TF - tempo de funcionamento

TC - temp de ciclo

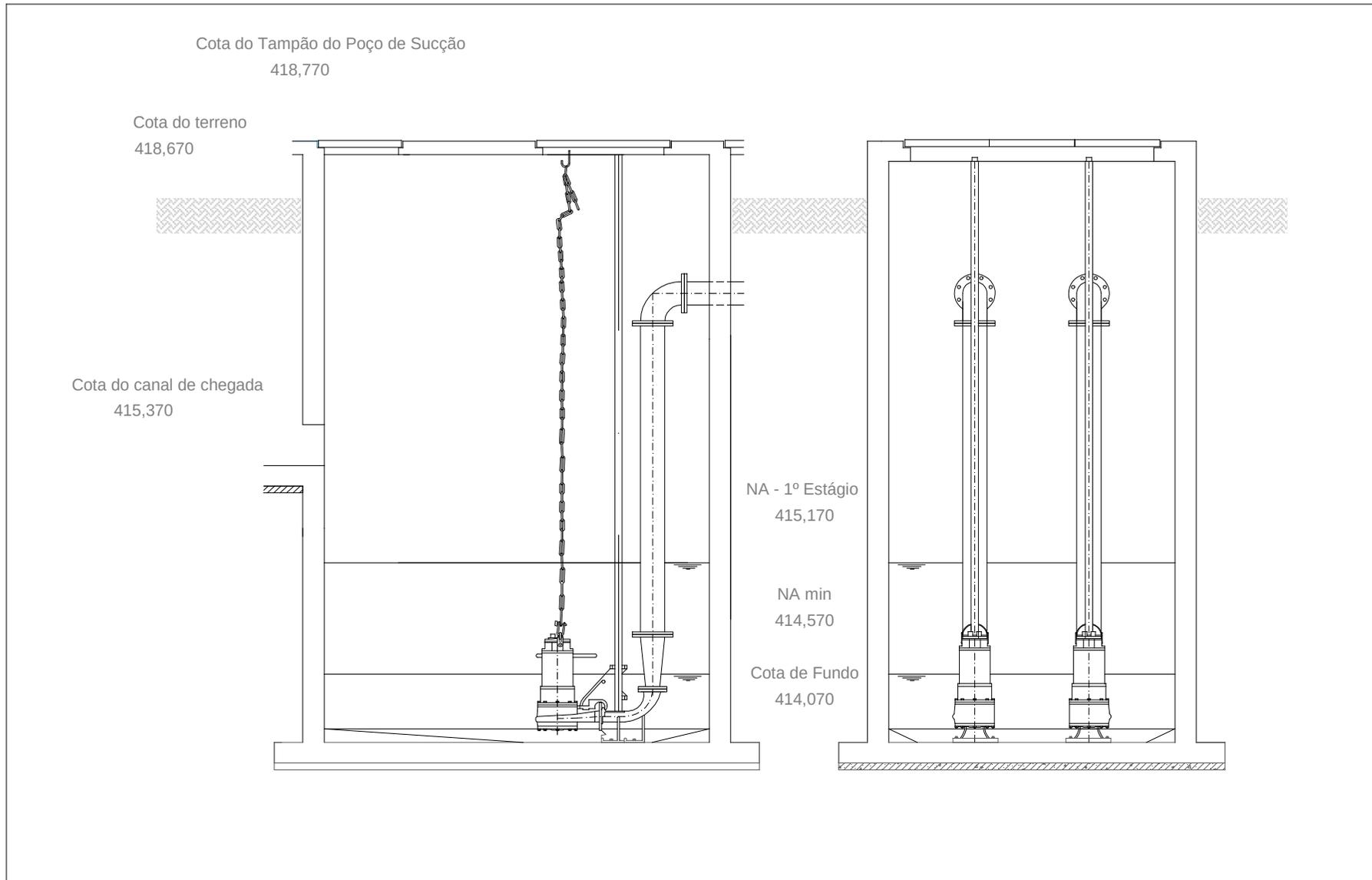
T1 - tempo que o nível do poço se eleva até NA max, conforme Equação 1

T3 - tempo que a bomba leva para esgotar o poço até NA min, conforme Equação 2

Abaixo segue a tabela de verificação do tempo de ciclo para diferentes vazões afluentes no sistema. Os tempos foram determinados a partir das equações acima:

Vazão afluente (L/s)	Quant. Bombas Func.	Tempo para encher poço até N1 (T1)	Tempo Esvaziamento Namin (T2)	TEMPO DE CICLO
		Eq. 01	Eq. 02	TC=T2+T1
		(min)	(min)	(min)
1,00	1	40,00	8,33	48,33
1,50	1	26,67	9,30	35,97
2,90	1	13,79	13,79	27,59
4,00	1	10,00	22,22	32,22
5,30	1	7,55	80,00	87,55
			<b>MENOR TC</b>	<b>27,59</b>

Tcmin --> Qa=Qb/2



**SEM PROTEÇÃO**

Trecho	Nó Inicial	Nó Final	Seção	Cota da Seção (m)	Cota Piez. Max. R. Transientes (mca)	Cota Piez. Min. R. Transientes (mca)	Pressão Máxima (mca)	Pressão Mínima (mca)	Vazão Máxima R. Transporte (L/s)	Vazão Mínima R. Transporte (L/s)	Cota Piez. R. Permanente (mca)	Pressão R. Perm. (mca)	Vazão R. Perm. (L/s)
T1	1	2	1	417,13	429,64	414,22	12,51	-2,91	9,42	0,00	428,43	11,30	9,42
T1	1	2	2	417,14	429,62	413,72	12,48	-3,41	9,42	-0,56	428,39	11,25	9,42
T1	1	2	3	417,15	429,54	413,29	12,40	-3,86	9,42	-0,89	428,36	11,21	9,42
T2	2	3	1	417,15	429,54	413,29	12,40	-3,86	9,42	-0,89	428,36	11,21	9,42
T2	2	3	2	417,30	428,82	413,74	11,52	-3,56	9,42	-0,95	428,18	10,88	9,42
T2	2	3	3	417,46	428,64	413,43	11,19	-4,03	9,42	-0,98	428,00	10,55	9,42
T2	2	3	4	417,61	428,43	413,22	10,81	-4,39	9,42	-1,04	427,83	10,22	9,42
T2	2	3	5	417,77	428,27	413,01	10,50	-4,76	9,42	-0,99	427,65	9,88	9,42
T2	2	3	6	417,92	428,39	413,01	10,47	-4,91	9,42	-1,03	427,47	9,55	9,42
T2	2	3	7	418,07	429,00	412,86	10,93	-5,22	9,42	-0,99	427,29	9,22	9,42
T2	2	3	8	418,23	429,41	412,71	11,18	-5,52	9,42	-0,87	427,12	8,89	9,42
T3	3	4	1	418,23	429,41	412,71	11,18	-5,52	9,42	-0,87	427,12	8,89	9,42
T3	3	4	2	418,55	429,90	412,58	11,35	-5,98	9,42	-0,81	426,93	8,37	9,42
T3	3	4	3	418,88	430,08	412,43	11,20	-6,45	9,42	-0,88	426,74	7,86	9,42
T3	3	4	4	419,20	430,62	412,26	11,41	-6,95	9,42	-0,90	426,55	7,35	9,42
T3	3	4	5	419,53	430,77	412,10	11,24	-7,43	9,42	-0,91	426,36	6,83	9,42
T3	3	4	6	419,85	430,82	412,00	10,97	-7,85	9,42	-0,90	426,17	6,32	9,42
T3	3	4	7	420,18	430,10	411,88	9,92	-8,29	9,42	-0,86	425,98	5,81	9,42
T3	3	4	8	420,50	429,88	411,72	9,38	-8,78	9,42	-0,81	425,80	5,30	9,42
T4	4	5	1	420,50	429,88	411,72	9,38	-8,78	9,42	-0,81	425,80	5,30	9,42
T4	4	5	2	420,56	429,91	411,62	9,35	-8,95	9,42	-0,75	425,62	5,06	9,42
T4	4	5	3	420,62	429,85	411,58	9,23	-9,04	9,42	-0,76	425,44	4,82	9,42
T4	4	5	4	420,69	429,77	411,55	9,09	-9,14	9,42	-0,79	425,26	4,58	9,42
T4	4	5	5	420,75	429,48	411,50	8,74	-9,25	9,42	-0,79	425,08	4,33	9,42
T4	4	5	6	420,81	429,70	411,49	8,89	-9,33	9,42	-0,79	424,91	4,10	9,42
T4	4	5	7	420,87	429,91	411,49	9,03	-9,39	9,42	-0,78	424,73	3,85	9,42
T4	4	5	8	420,94	430,05	411,42	9,12	-9,52	9,42	-0,81	424,55	3,61	9,42
T4	4	5	9	421,00	429,67	411,28	8,67	-9,72	9,42	-0,81	424,37	3,37	9,42
T4	4	5	10	421,06	429,95	411,36	8,89	-9,70	9,42	-0,82	424,18	3,12	9,42
T4	4	5	11	421,12	429,76	411,63	8,64	-9,49	9,42	-0,89	424,00	2,88	9,42
T4	4	5	12	421,19	429,38	411,62	8,19	-9,56	9,42	-0,94	423,82	2,64	9,42
T4	4	5	13	421,25	428,77	411,58	7,52	-9,67	9,42	-0,91	423,64	2,40	9,42

**SEM PROTEÇÃO**

Trecho	Nó Inicial	Nó Final	Seção	Cota da Seção (m)	Cota Piez. Max. R. Transientes (mca)	Cota Piez. Min. R. Transientes (mca)	Pressão Máxima (mca)	Pressão Mínima (mca)	Vazão Máxima R. Transporte (L/s)	Vazão Mínima R. Transporte (L/s)	Cota Piez. R. Permanente (mca)	Pressão R. Perm. (mca)	Vazão R. Perm. (L/s)
T4	4	5	14	421,31	428,00	412,35	6,69	-8,96	9,42	-1,04	423,48	2,17	9,42
T4	4	5	15	421,37	427,55	413,73	6,18	-7,64	9,42	-1,08	423,31	1,93	9,42
T5	5	6	1	421,37	427,55	413,73	6,18	-7,64	9,42	-1,08	423,31	1,93	9,42
T5	5	6	2	421,68	426,85	414,19	5,17	-7,49	9,42	-1,12	423,11	1,43	9,42
T5	5	6	3	421,98	425,89	414,09	3,91	-7,89	9,41	-1,16	423,03	1,05	9,41
T5	5	6	4	422,28	424,64	417,38	2,35	-4,90	9,41	-1,20	422,79	0,50	9,40
T5	5	6	5	422,59	422,59	422,59	0,00	0,00	9,42	-1,24	422,59	0,00	9,40



**Projeto do SES de Tauá Sede - 2ª e 3ª Etapas**  
**Projeto da Estação Elevatória de Esgoto EESB-1 - Transientes - Nós**

Atualização:  
2009-11-12

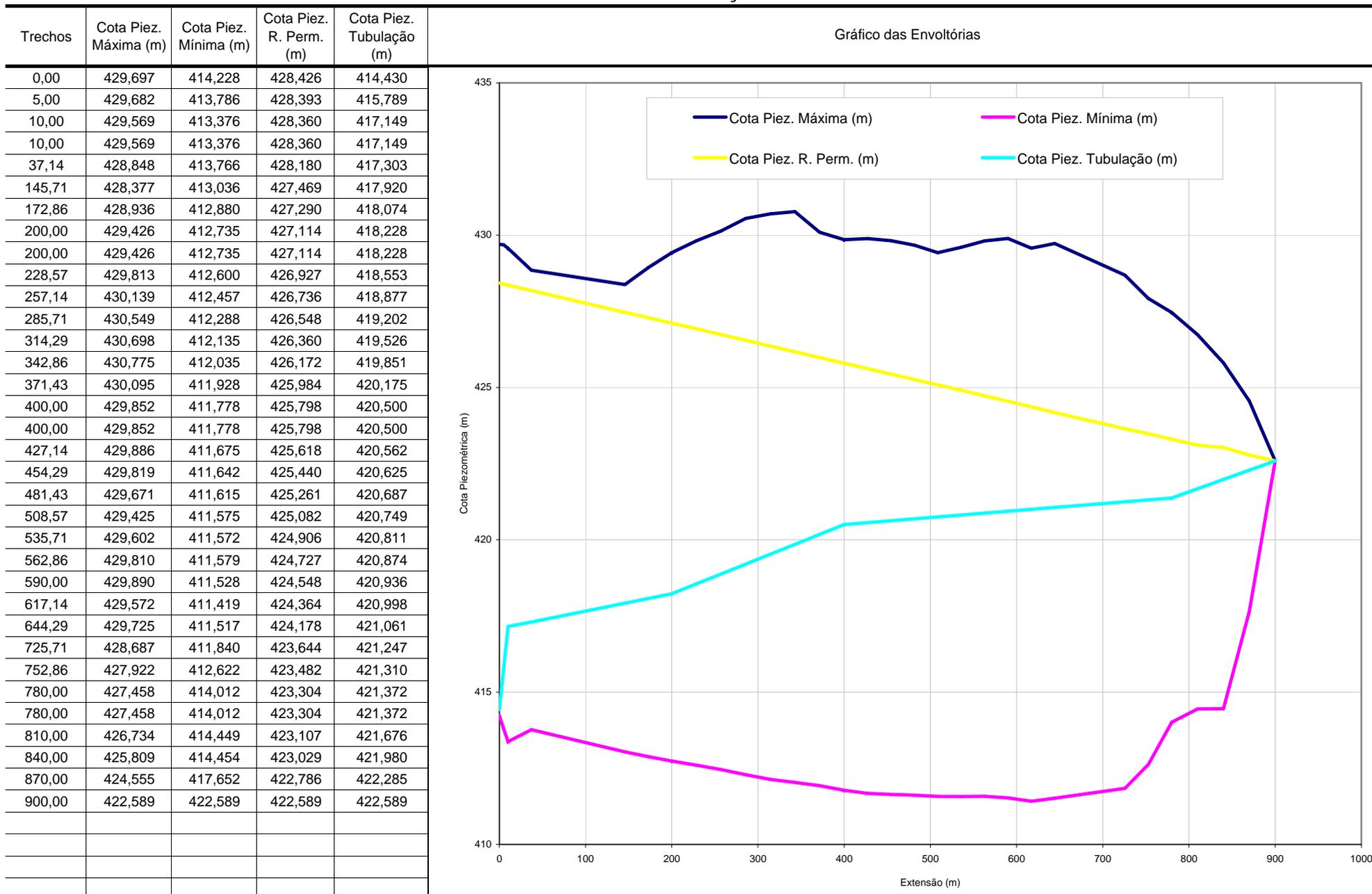
**SEM PROTEÇÃO**

Nó	Coord. N (m)	Coord. E (m)	Cota terreno (m)	Cota nó (m)	k local	Pmin. (mca)	P.máx (mca)	Contorno	Observações
1	164,67	90,89	418,530	417,129	0,000	15,00	60,00	Res. Mont., Bomba e Válv. Retenção	
2	171,43	115,46	418,906	417,149	0,000	15,00	60,00	Junção	
3	231,64	296,01	419,952	418,228	0,000	15,00	60,00	Junção	
4	260,52	375,23	422,826	420,500	0,000	15,00	60,00	Junção	
5	315,82	507,27	422,372	421,372	0,000	15,00	60,00	Junção	
6	317,67	580,96	423,571	422,589	0,000	15,00	60,00	Saída Livre	

**SEM PROTEÇÃO**

Nó Inicial	Nó Final	Ext. Planta (m)	Nome do Trecho	Extensão de Cálculo (m)	Diâmetro Externo (mm)	Espessura (mm)	Material	Vínculo
1	2	25,48	T1	10,00	128	4,80	PVC Tigre Vinífer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
2	3	190,32	T2	190,00	128	4,80	PVC Tigre Vinífer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
3	4	84,32	T3	200,00	128	4,80	PVC Tigre Vinífer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
4	5	143,15	T4	380,00	128	4,80	PVC Tigre Vinífer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
5	6	73,71	T5	120,00	128	4,80	PVC Tigre Vinífer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas

**SEM PROTEÇÃO**



## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sistema preliminar será composto por gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão do tipo Parshall. Os sistemas foram dimensionados considerando as condições de 3ª etapa.

## 2. MEDIDOR DE VAZÃO: CALHA PARSHALL

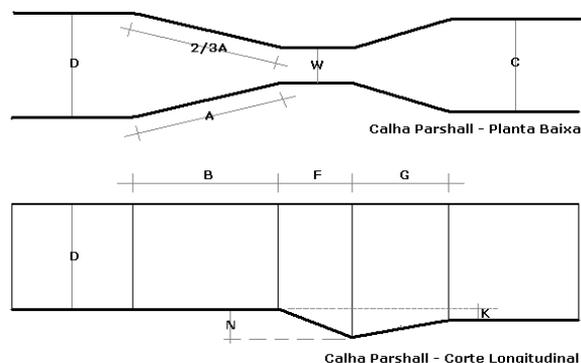
O medidor de vazão utilizado para a ETE será a Calha Parshall. A partir das vazões máximas e mínimas da ETE, pela Tabela 1 define-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

As vazões a serem consideradas para o dimensionamento são:

Vazão		
Q mín	2,19	L/s
Q med	3,37	L/s
Q máx	5,24	L/s

Será adotada a Calha Parshall com capacidade de atendimento entre a Qmin (1ª etapa) e a Qmax (2ª etapa).

Especificação: **3pol**



W (pol)	A (cm)	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9	
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85 53,8
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52 110,4
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55 251,9
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11 455,6
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25 696,2
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89 936,7
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26 1426,3
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79 1921,5
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80 2422,0
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40 2929,0
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40 3440,0
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70 3950,0
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00 5660,0

Para relacionar a vazão com a altura da lâmina de água, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q = k \cdot H^n$$

onde "k" e "n" são em função da calha parshall adotada, conforme se verifica na tabela abaixo:

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1	30,5	1,522	0,690
1 1/2	45,7	1,538	1,054
2	61	1,550	1,426
3	91,5	1,566	2,182
4	122	1,578	2,935
5	152,5	1,587	3,728
6	183	1,595	4,515
7	213,5	1,601	5,306
8	244	1,606	6,101

Para W = 3pol

K	n
0,176	1,547

A equação ficará igual a:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

## 2. DESARENADOR (CAIXA DE AREIA)

A caixa de areia ficará à montante da calha Parshall. Contará com dois canais paralelos idênticos, de forma a permitir a sua limpeza sem comprometer a remoção das partículas para o qual foi idealizado, e terá seção trapezoidal para permitir que a vazão do

A velocidade do esgoto na caixa de areia deverá estar próxima de 0,30m/s, não devendo estar abaixo de 0,15m/s ou acima de 0,40m/s para evitar sedimentação de material orgânico (problemas com decomposição e geração de odor) ou arraste de partículas arenosa

Velocidade do esgoto: 0,40 m/s

As vazões de dimensionamento da caixa de areia serão:

Vazões	1ª Etapa	
Q mín	2,19	L/s
Q med	3,37	L/s
Q máx	5,24	L/s

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

A determinação da lâmina de esgoto é dada pela equação da calha Parshall:

Vazão	L/s	m³/s	H
Q min	2,19	0,0022	0,059 m
Q max	5,24	0,0052	0,103 m
Q méd	3,37	0,0034	0,078 m

### Dimensões da Caixa de Areia

O dimensionamento consistirá em definir a sua seção transversal, seu comprimento, rebaixo para a calha Parshall e o depósito de areia. A metodologia de cálculo foi baseada em Sergio Rolim, no seu livro intitulado Sistemas de Lagunas de Estabilização (2000).

Caixa de Areia com câmaras operando alternadamente	Fórmulas e Observações:
Tipo de Seção	Retangular
Rebaixo da calha Parshall (z)	0,03 m
Altura máxima da lâmina d'água (H)	0,07 m
Largura do canal calculado (bcc)	0,18 m
Largura do canal adotado (bc)	0,30 m
Largura total (b)	0,80 m
Comprimento do canal (L)	1,83 m
Comprimento do canal adotado (L)	2,50 m
Taxa de escoamento superficial (T)*	388,22 m³/m².d

$$z = \frac{Q_{\max} \cdot H_{\min} - Q_{\min} \cdot H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

$$H = H_{\max} - z \quad L = 25 \cdot H$$

$$b = \frac{Q_{\max}}{H \cdot V} \quad T = \frac{Q_{\text{med}}}{A}$$

(\* ) Varia entre 700 e 1600 m³/m²/d (Fonte: Tratamento de Águas Residuárias, J.M. Azevedo Neto) ou entre 600 e 1200 m³/m²/d (Fonte: Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias Industriais, J.A. Nunes)

Depósito de areia	Fórmulas e Observações:
Taxa produção de material retido (Tp)	0,00004 m³/m³ (1)
Período de limpeza (t)	15 dias (2)
Volume diário de material retido (V <sub>MD</sub> )	0,01 m³ (3)
Capacidade do depósito (V <sub>T</sub> )	0,175 m³ (4)
Largura do depósito de areia (B <sub>DA</sub> )	0,30 m
Comprimento do depósito (L <sub>DA</sub> )	2,50 m
Profundidade do depósito de areia (p <sub>DA</sub> )	0,23 m
Prof. do depósito de areia adotada (p <sub>DA</sub> )	0,50 m

$$V_{MD} = T p \cdot Q_{\text{med}} \quad p_{DA} = \frac{V_T}{L_{DA} \cdot B_{DA}}$$

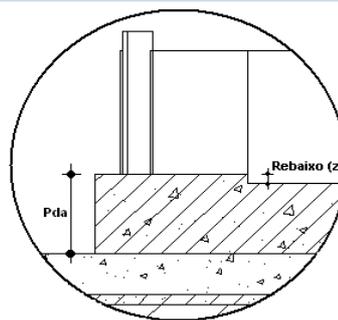
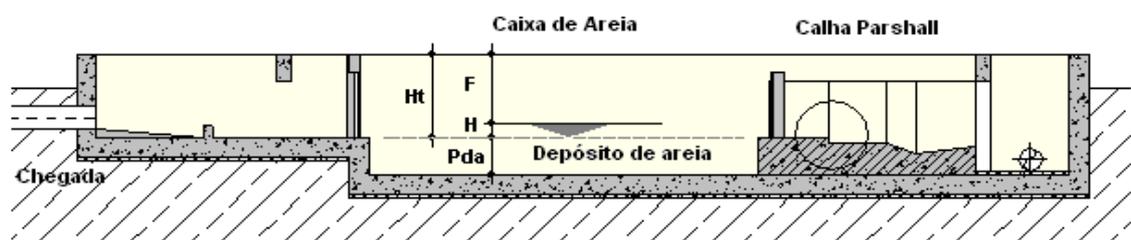
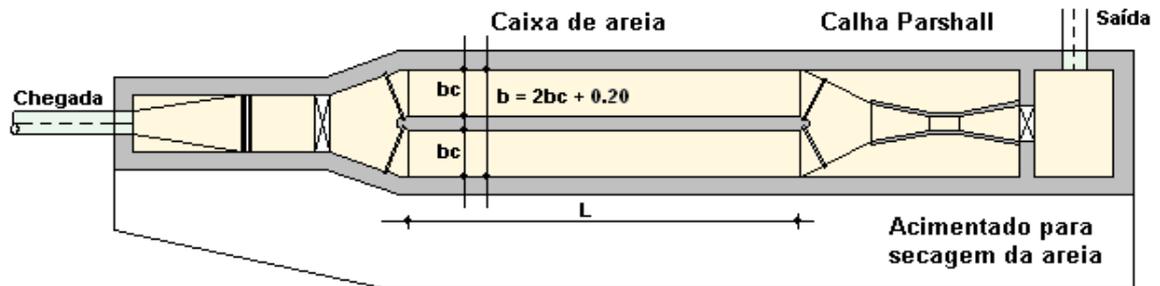
$$V_T = t \cdot V_{MD}$$

### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	S=Lx(H-z)	V
<b>Qmin</b>	0,0022 m³/s	0,059 m	0,029 m	0,0086 m²	<b>0,25m/s</b>
<b>Qmed</b>	0,0034 m³/s	0,078 m	0,048 m	0,0143 m²	<b>0,24m/s</b>
<b>Qmax</b>	0,0052 m³/s	0,103 m	0,073 m	0,0219 m²	<b>0,24m/s</b>

Considerando que a velocidade ficou em torno de 0,30m/s com variação menor que 20%, o dimensionamento da caixa de areia está adequado.

**ESQ**



### **3. GRADEAMENTO**

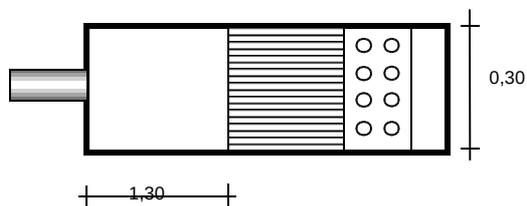
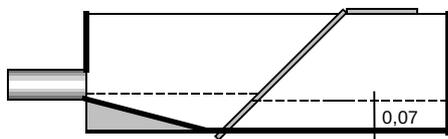
O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, geralmente, são barras de aço ou ferro dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permiti

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
Fina	3/8 X 2
	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

<b>Gradeamento</b>		<b>Fórmulas e Observações:</b>	
Tipo de gradeamento	Médio		
Especificação das barras:			
Largura (t)	10 mm		
Espessura (e)	40 mm		
Espaçamento (a)	25 mm		
Inclinação das barras (a):	60 °		
Velocidade entre as barras (v):	0,6 m/s		
Vazão de dimensionamento			
Qmin	2,19 L/s		
Qmed	3,37 L/s		
Qmax	5,24 L/s		
Obstrução máxima (R)	50%		
<b>Dimensionamento</b>			
Área útil (Au)	0,009 m <sup>2</sup>	$A_u = \frac{Q_{max}}{v}$	$A_t = \frac{A_u}{E}$
Eficiência da grade (E)	71,4%	$E = \frac{e}{e+t}$	$L_g = Q_{max} \cdot \frac{t'}{A_t}$
Área efetiva (At)	0,012 m <sup>2</sup>	$B_g = \frac{At}{H_{max}}$	$N = \frac{B_g - a}{t+a}$
Comprimento do canal (Lg)	1,30 m		
Largura do canal (Bg)	0,20 m		
Largura do canal adotado (Bg)	0,30 m		
Número de barras (N)	7,86 unid		
O número de barras da grade adotado	8,00 unid		



#### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	At = Bg . (H-z)	Au = At . E	V
<b>Qmin</b>	0,0022 m <sup>3</sup> /s	0,059 m	0,029 m	0,0086 m <sup>2</sup>	0,0061 m <sup>2</sup>	0,36 m/s
<b>Qmed</b>	0,0034 m <sup>3</sup> /s	0,078 m	0,048 m	0,0143 m <sup>2</sup>	0,0102 m <sup>2</sup>	0,33 m/s
<b>Qmax</b>	0,0052 m <sup>3</sup> /s	0,103 m	0,073 m	0,0219 m <sup>2</sup>	0,0157 m <sup>2</sup>	0,33 m/s

#### Verificação da perda de carga.

Utilizando a equação abaixo, estima-se a perda de carga através da grade. Deve-se verificá-la tanto para a grade limpa como para a grade obstruída, geralmente considerando 50% suja.

$$hf = \frac{1,43 \cdot (v^2 - v'^2)}{2g} \quad (\text{Metcalf \& Eddy})$$

Obstrução	v	v'	hf
<b>Grade Limpa</b>	0,60m/s	0,43m/s	0,013 m
<b>50% Obstruída</b>	1,20m/s	0,43m/s	0,092 m

### ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Nb = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)  
 Nbr = Número de bombas reservas  
 Vazão máxima afluyente (L/s)  
 Vazão de projeto (L/s)  
 Desnível Geométrico  
 Altura Manométrica Total  
 Capacidade total da elevatória (em função da bomba adotada)  
 Rendimento do Sistema  
 Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba  
 Potência Comercial da Estação Elevatória  
 Bomba considerada nos calculos:  
 Tipo de bombas:

### LINHA DE RECALQUE

Material da Tubulação  
 Vazão na Tubulação  
 Comprimento da Tubulação  
 Diâmetro da Tubulação

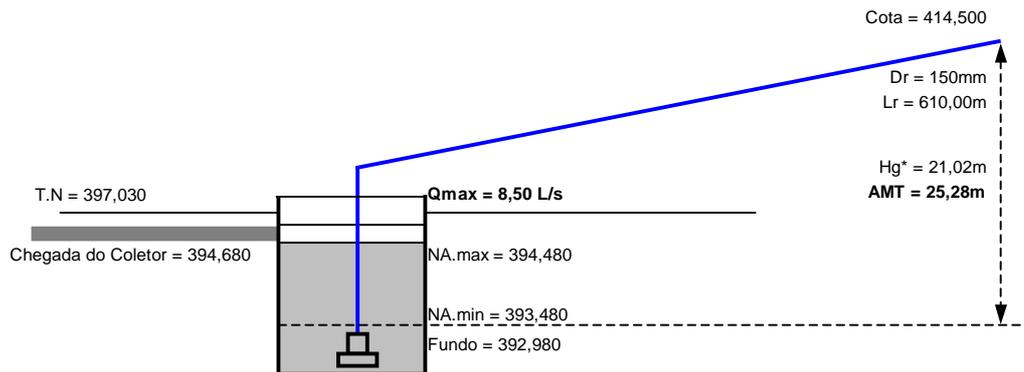
### 2ª Etapa

01  
 01  
 8,5 L/s  
 14,0 L/s  
 22,02 m  
 25,28 m  
 14,0 L/s  
 45,3%  
 15,0 CV  
 15,0 CV

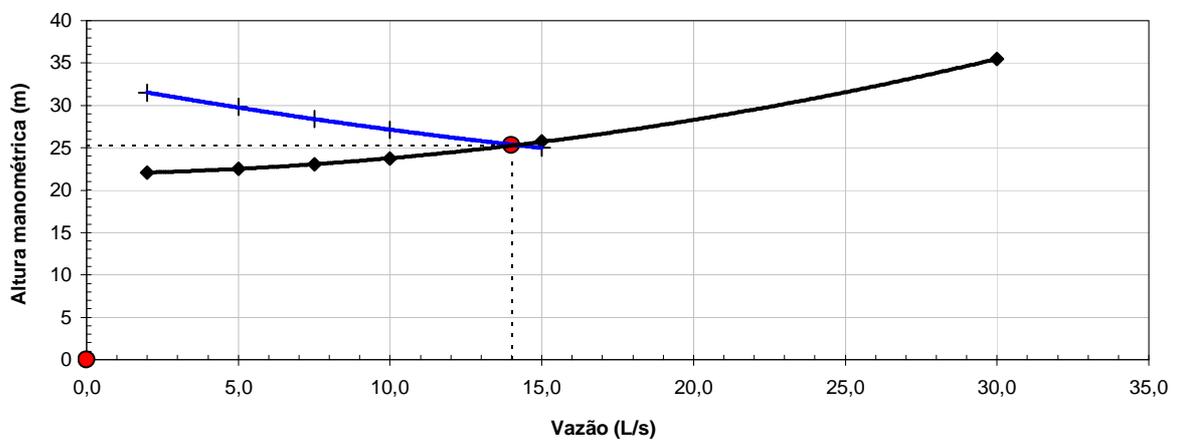
Submersíveis

PVC-DEFOFO  
 14,00 L/s  
 610,00 m  
 150 mm

### ESQUEMA DA ELEVATÓRIA



### CURVAS DO SISTEMA



◆ Curva do Sistema

+ Curva da Bomba - 1 Ativa

## 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

O projeto foi concebido para a 2ª etapa, com funcionamento de uma bomba ativa e uma reserva.

### 1.1 - LINHA DE RECALQUE

Tipo de material da tubulação  
 $Q_{m\acute{a}x}$  = Vazão máxima de projeto  
 $Q_{m\acute{a}x}$  = Vazão máxima de bombeamento  
 $L'$  = comprimento real da linha de recalque  
 $L$  = Comprimento da tubulação

### 1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

$N_b$  = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)  
 $N_{br}$  = Número de bombas reservas  
 Tipo de bombas:

## 2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

O cálculo do diâmetro econômico é obtido pela fórmula de Bresse (Equação 01):

Onde:  
 $D$  = Diâmetro econômico  
 $K$  = Coeficiente da fórmula de Bresse  
 $Q$  = Vazão máxima de fim de plano, em  $m^3/s$

Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a Equação 02:

Onde:  
 $Q$  = Vazão na tubulação, em  $m^3/s$   
 $D$  = Diâmetro de recalque, em m

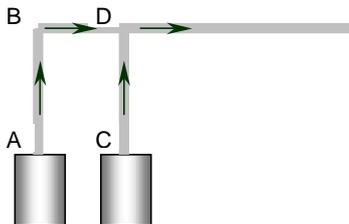
### 2.1 - RECALQUE

A partir da equação do diâmetro econômico, a tubulação de recalque ( $D_R$ ) seria de: Deverá ser adotado diâmetro comercial próximo ao calculado, podendo ser inferior ou não, desde que seja verificada a velocidade desenvolvida no trecho (entre 0,6 e 3,0m/s). Neste caso, tem-se:

$D_r$  = Diâmetro de recalque, em mm  
 $V$  = Velocidade do fluxo na tubulação, em m/s

### 2.2 - BARRILETE

O diâmetro do barrilete varia em função da vazão prevista para cada trecho, considerando o arranjo das bombas. Neste sentido, as vazões e os diâmetros previstos para cada trechos do barrilete são:



Diâmetros calculados:  
 Diâmetros adotados:  
 Velocidade no trecho, em m/s

$Q_{ad} = Q_{cd} =$  0,0140  $m^3/s$   
 $\phi_{ad} = \phi_{cd} =$  142 mm  
 $\phi_{ad} = \phi_{cd} =$  150 mm  
 $v =$  0,79 m/s

### 2.3 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

Pela fórmula de HAZEN-WILLIAMS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação de recalque, conforme equação a seguir:

Onde:  
 $j$  = Perda de carga linear  
 $Q$  = Vazão no trecho  
 $D$  = Diâmetro no tubo  
 $C$  = Coeficiente de Hazen-Williams

Por esta equação, a perda de carga linear na tubulação é igual à:

$j$  = perda de carga linear

## 2ª Etapa

PVC-DEFOFO

8,5 L/s

14,0 L/s

606,05 m

**610,00 m**

1 bomba

1 bomba

Submersíveis

Equação 01:

$$D = K \cdot \sqrt{Q}$$

1,20

0,0140  $m^3/s$

Equação 02:

$$V = \frac{4 \cdot Q^2}{\pi \cdot D^2}$$

142 mm

150 mm

0,79 m/s

Equação 03:

$$j = \frac{10,643 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

0,0140  $m^3/s$

0,150 m

130

0,00500m/m

## 2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações. Ver a Equação 04:

Onde:

- $K_b$  = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete
- $K_r$  = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque
- $V_b$  = Velocidade do fluxo no barrilete
- $V_r$  = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- $g$  = Aceleração da gravidade
- $h_b$  = Perda de carga localizada no barrilete
- $h_r$  = Perda de carga localizada na linha de recalque
- $h_f$  = Perda de carga localizada total

OBS: K foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades na linha de recalque e sucção. Ver tabela a seguir:

BARRILETE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	0,00	
Ampliação	0,19	1,00	0,19
Redução	0,33	0,00	
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90	1,00	0,90
Tê (saída lateral)	2,00	0,00	
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Outros	1,00	0,00	

RECALQUE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação	0,19		
Redução	0,33		
Curva 90°	0,40	2,00	0,80
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00		
Outros	1,00	1,10	1,10

$K_b$  4,69

$K_r$  1,90

$K_{Total}$  6,59

A perda de carga localizada será ( $h_f$ ): **0,21 m**

## 2.5 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

Onde:

- L = Comprimento da tubulação
- j = Perda de carga linear
- $h_f$  = Perda de carga localizada
- hj = Perda de carga distribuída
- $H_j$  = Perda de carga total na tubulação

Equação 05:

$$H_j = L \cdot j + h_f$$

610,00 m

0,00500m/m

0,21 m

3,05 m

3,26 m

### 3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

#### 3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a Equação 06:

Onde:

- $C_{máx,rec}$  = Cota do ponto mais alto da linha de recalque
- $C_{mín,suc}$  = Cota do nível mínimo do poço de sucção

Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico

- $H_g$  = Desnível Geométrico
- $h'$  = Acréscimo de desnível como coeficiente de segurança

Adotaremos um valor de 1 m como coeficiente de segurança a ser acrescentado no desnível geométrico a fim de garantir um bom funcionamento da linha de recalque, ficando o desnível geométrico igual a 22,02 m.

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

Onde:

- $H_g^*$  = Desnível Geométrico
- $H_j$  = Perda de carga total
- AMT = Altura Manométrica Total

#### 3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

Onde:

- P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória
- W = Peso específico do líquido a ser recalcado
- $Q_{máx}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano
- $Q_{máx}'$  = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba
- $H_g^*$  = desnível geométrico
- AMT = Altura Manométrica Total
- $N_b$  = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo
- h = Rendimento do conjunto motor-bomba
- $F_s$  = Fator de segurança

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

- Tipo de bombas:
- Modelo avaliado:
- $h_b$  = Rendimento da bomba
- $h_m$  = Rendimento do motor

Aplicando a Equação 09, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

$$P = \text{Potência instalada por conjunto motor-bomba:}$$

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

- Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:
- Potência comercial total da estação elevatória:

OBS.: Uma bomba com capacidade de 10% de fator de serviço, atende até uma potência de 22CV

#### 2ª Etapa

Equação 06:

$$H_g = C_{MAX,rec} - C_{MIN,suc}$$

414,500

393,480

21,02 m

1,00 m

$$H_g^* = 22,02 \text{ m}$$

$$AMT = H_g^* + H_j$$

22,02 m

3,26 m

25,28 m

Equação 07:

$$P = \frac{W \cdot Q_{max} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

1000 Kg/m<sup>3</sup>

0,0140 m<sup>3</sup>/s

0,0140 m<sup>3</sup>/s

22,02 m

25,28 m

1 bomba(s)

45,3%

1,20

Submersíveis

53,3%

85,0%

12,5 CV

12,3 HP

9,19 kW

15,0 CV

15,0 CV

**2ª Etapa**

**3.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS**

Na Figura a seguir, estão apresentadas as curvas características da bomba e do sistema. A curva do sistema foi caracterizada em função da vazão, conforme equação abaixo:

Equação 10:

$$AMT = Hg + \left(\frac{h_f}{Q^2}\right) \cdot Q^2 + \left(\frac{L \cdot j}{Q^{1,85}}\right) \cdot Q^{1,85}$$

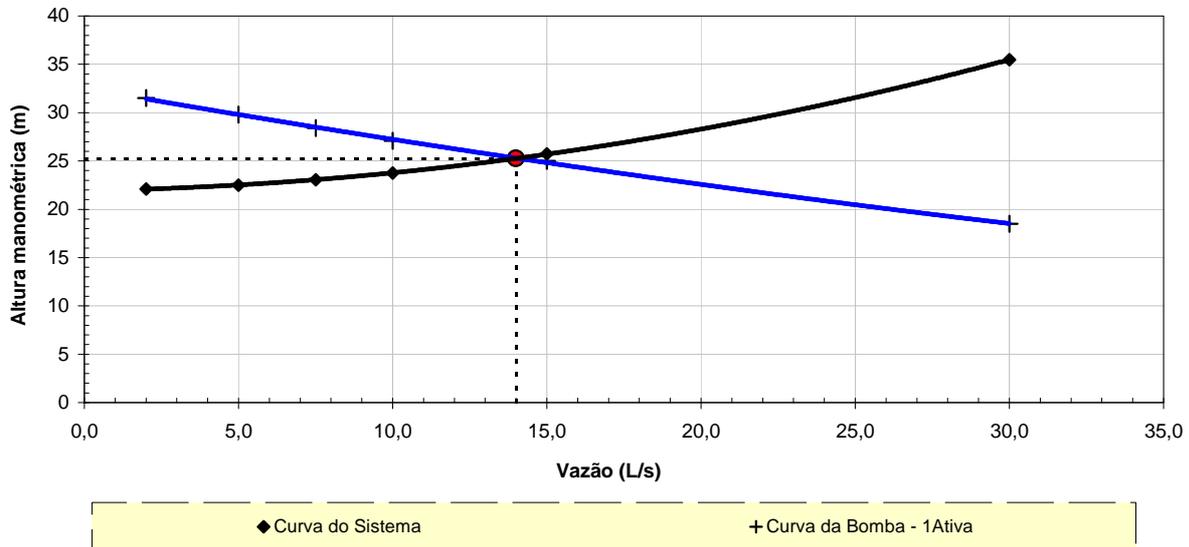
Aplicando os valores obtidos ao longo do dimensionamento, chega-se à seguinte curva do sistema:

$$AMT = 22,02 + 0,001076 \cdot Q^2 + 0,023122 \cdot Q^{(1,85)}$$

O gráfico abaixo foi obtido a partir do software disponibilizado pela FLYGT, bombas submersíveis, onde, a partir de da altura geométrica e da manométrica calculada, define-se a curva do sistema.

**CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA E DO SISTEMA - 1ª ETAPA**  
 EQUAÇÃO DO SISTEMA: Hmt (m) x Q (l/s)  
 AMT = 22,02 + 0,001076 . Q<sup>2</sup> + 0,023122 . Q<sup>(1,85)</sup>

Ponto de Operação  
 Q= 14,0 L/s  
 Hman = 25,3 m



**3.4 - CÁLCULO DO NPSH**

A sigla NPSH (*Net Positive Suction Head*) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações 11 e 12:

Onde:

- $h_{bomba}$  = Cota do eixo da bomba
- $h_{min,suc}$  = Cota do NA mínimo do poço de sucção
- Z = altura de sucção
- $P_a$  = Pressão atmosférica
- $P_v$  = Pressão de vapor
- $\gamma$  = Peso específico da água
- $h_f$  = Perda de carga localizada na sucção

$$NPSH_{disp.} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - Z - H_f$$

$$Z = h_{bomba} - h_{min, suc}$$

**NPSH<sub>req.</sub>**  
**NPSH<sub>disp.</sub>**

393,240
393,480
0,24 m
9.400,00 Kg/m <sup>2</sup>
343,00 Kg/m <sup>2</sup>
996,60 Kg/m <sup>3</sup>
0,00 m
5,70 m
8,82 m

Como NPSH<sub>disp.</sub> > HPSH<sub>req.</sub> o sistema funcionará normalmente

### CARACTERÍSTICAS DO PERFIL

Cota do terreno da cx.	397,03
Cota de saída do emissário	395,65
Comprimento total do extravisor	30,00
Declividade adotada	0,0217
Cota do terreno na DESCARGA do extravisor	396,00
Cota da geratriz inferior do extravisor na descarga	395,50
Desnível:	0,15 m
Perda de carga:	0,06 m
Carga disponível:	0,09 m
Capacidade de Transporte do Emissário	14,04 L/s

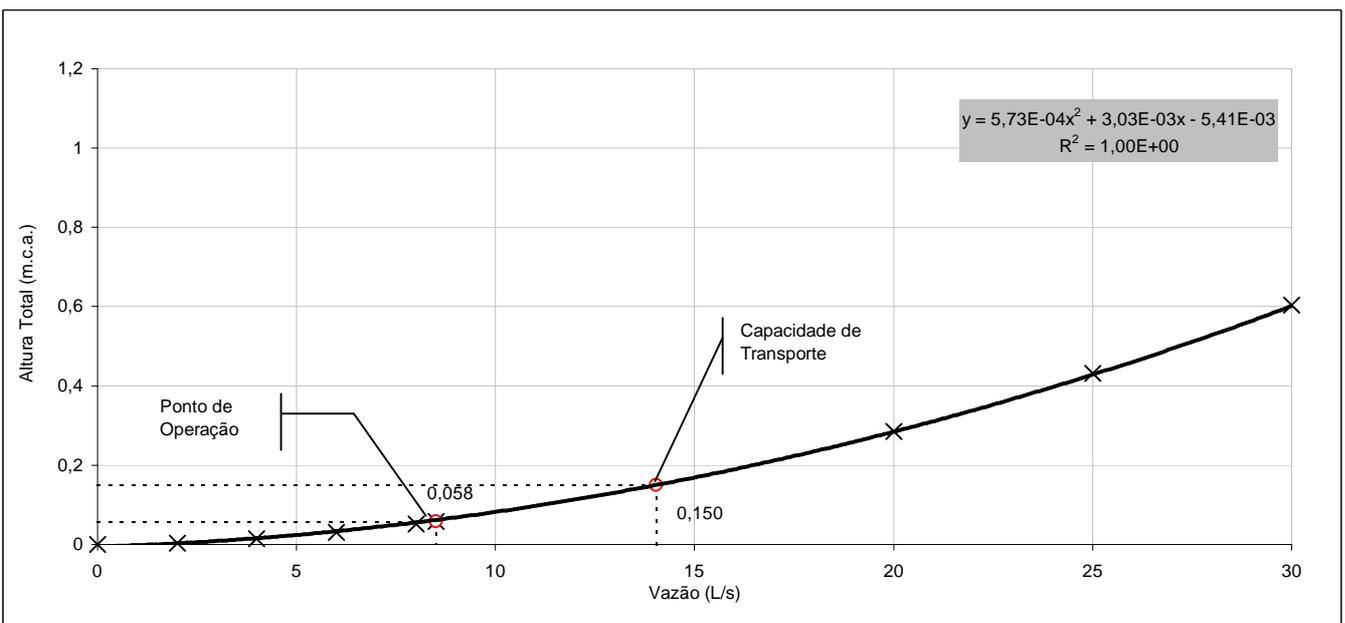
### \* Projeto do DNIT

### DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA

Tubos e Conexões	Quant.	Ext. (m)	Ø (mm)	Material	C	K	Vazão (l/s)	Velocid. (m/s)	Perda de Carga (m)
Tubulação	1	30,00	150	PVC	130	-	8,50	0,48	0,06

Perda de carga localizada	-
Perda de carga total (m)	0,06

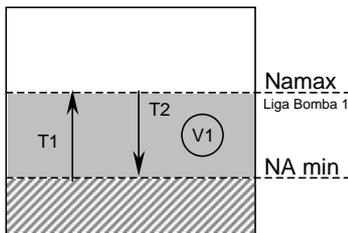
### CURVA DO SISTEMA



<b>VAZÕES</b>	MÁXIMA AFLUENTE DE FIM DE PLANO - $Q_{max}$ (L/s)	8,50	
	MÉDIA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - $Q_{med}$ (L/s)	3,40	
<b>BOMBAS</b>	Nº DE BOMBAS ATIVA(S)	01	
	Nº DE BOMBAS RESERVA(S)	01	
	TIPO DE BOMBA	Submersíveis	
<b>POÇO DE SUCÇÃO</b>	COTA DO TERRENO APÓS TERRAPLENAGEM - CT (m)	397,030	
	COTA DO TAMPÃO DO PV	397,030	
	COTA DO CANAL DE CHEGADA - CCJ (m)	394,680	
	FOLGA ENTRE O NA.max E A SOLEIRA DO TUBO - F (m)	0,20	
	SUBMERGÊNCIA MÍNIMA - Sbm (m)	0,50	
	SECÇÃO TRANSVERSAL DO POÇO DE SUCÇÃO - S (m²)	RETANGULAR	
	LARGURA DO LADO INTERNO DO POÇO	2,00	
	COMPRIMENTO INTERNO DO LADO DO POÇO (m)	2,00	
	PROFUNDIDADE DO POÇO EM RELAÇÃO AO TERRENO - P (m)	4,05	
		1º ESTÁGIO	
	VAZÃO DE BOMBEAMENTO - $Q_{bom}$ (L/s)	14,0	
	VOLUME ÚTIL CALCULADO ( $V_{Ucalc}$ , em m³) - EQ. 01	2,10	
	ALTURA ÚTIL CALCULADA - $h_{Ucalc}$ (m) - EQ.02	0,53	
	ALTURA ÚTIL ADOTADA - $h_{Uadot}$ (m)	1,00	
	VOLUME ÚTIL ADOTADO $V_{Uadot}$ (m³) - EQ.03	4,00	
	COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO - $NA_{máx}$ (m) - EQ.04	394,480	
	COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMO - $NA_{mín}$ (m)	393,480	
COTA DO FUNDO DO POÇO - $CFp$ (m)	392,980		
<b>VERIFICAÇÃO</b>	ÁREA INTERNA DO POÇO - A (m²)	4,00	
	ALTURA MÉDIA DO NA - $h_{med}$ (m)	1,00	
	VOLUME MÉDIO DO POÇO - $V_{med}$ (m³)	4,00	
	TEMPO DE DETENÇÃO MÉDIA - $T_d$ (minutos)	19,61	
	TEMPO DE CICLO MÍNIMO (min) - $T_c$	19,05	
	NÚMERO MÁXIMO DE PARTIDAS POR HORA - $N_{par}$	3,15	
<b>EQUAÇÕES</b>	$V_u = 2,5 \times Q_{max}$	$h_i = \frac{h_{Uadot}}{2} + (C_{NAmin} - C_{fundo})$	
	$V_{Uadot} = A \cdot h_{Uadot}$	$T_d = \frac{V_{int}}{Q_{MED}}$	$N_{par} = \frac{60(\text{min/ hor})}{T_{Cmin}}$
	$V_{int} = A \cdot h_i$		$h_u = \frac{V_u}{A}$
	$C_{fundo} = C_{NAmin} - h_{RB}$	$T_{Cmin} = \frac{V_{Uadot}}{Q_{mín}} + \frac{V_{Uadot}}{Q_{bom} - Q_{mín}}$	
	$C_{NAmin} = C_{NAmax} - h_{Uadot}$		

### TEMPO DE CICLO

Esta elevatória é constituída de dois conjuntos elevatórios, sendo que cada um será implantado em poços de sucção distintos, de mesma capacidade, operando isoladamente entre si, em dias ou semana alternados, conforme necessidade operacional. Para o tempo de ciclo, serão considerados dois tempos:



T1: corresponde ao tempo que o poço tem seu seu nível elevado para  $NA_{max}$  em função da vazão afluente;  
 T2: corresponde ao tempo que o poço tem seu nível de água rebaixado para  $NA_{min}$ .

Equação 1: Equação 2:

$$T_1 = \frac{V_1}{Q_A}$$

$$T_2 = \frac{V_1}{Q_{1B} - Q_A}$$

**Condição de Funcionamento Proposto: Uma bomba ativa em cada poço.**

O poço levará o tempo T1 para seu nível alcançar o N<sub>Amax</sub>. Neste momento a bomba B1 é acionada, levando o tempo T2 para retornar ao nível N<sub>Amin</sub>. O reversamento com a outra bomba e respectivo poço, deverá ocorrer conforme necessidade da operação.

Os fluxogramas de funcionamento das bombas estão apresentadas nas Fig. 1.

Figura 1: Fluxograma de funcionamento

Alternancia entre a bomba ativa e a reserva.

N <sub>Amin</sub>	NA.max	NA.min	NA.max	NA.min	NA.max	Nmin	NA.min	NA.max	NA.min
	enche	esvazia	enche	esvazia	enche	esvazia	esvazia	enche	esvazia
B1		TF1=T2		TF1=T2		TF1=T3		TF1=T4	
TEMPOS	T1	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T1	T2

Pelo fluxograma acima, obtém-se as equações que irão regir o tempo de ciclo e funcionamento de cada bomba:

Equação 3: **TF = T2**

Equação 4: **TC = (T1 + T2)**

onde:

TF - tempo de funcionamento

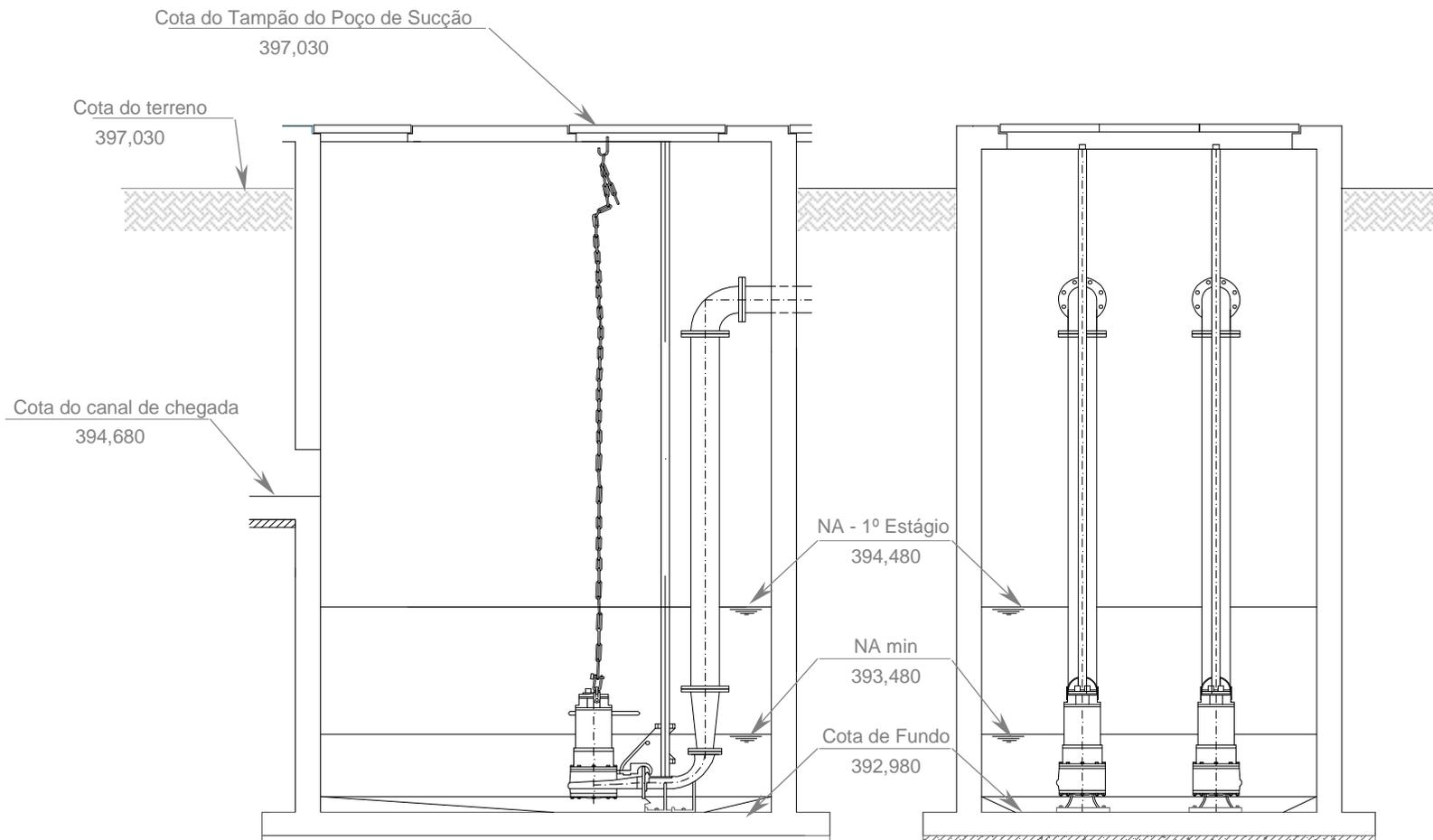
TC - temp de ciclo

T1 - tempo que o nível do poço se eleva até NA max, conforme Equação 1

T3 - tempo que a bomba leva para esgotar o poço até NA min, conforme Equação 2

Abaixo segue a tabela de verificação do tempo de ciclo para diferentes vazões afluentes no sistema. Os tempos foram determinados a partir das equações acima:

Vazão afluente (L/s)	Quant. Bombas Func.	Tempo para encher poço até N1 (T1) Eq. 01 (min)	Tempo Esvaziamento Namin (T2) Eq. 02 (min)	TEMPO DE CICLO TC=T2+T1 (min)
2,00	1	33,33	5,56	38,89
5,00	1	13,33	7,41	20,74
7,00	1	9,52	9,52	19,05
10,00	1	6,67	16,67	23,33
13,90	1	4,80	666,67	671,46
			<b>MENOR TC</b>	<b>19,05</b>



**SEM PROTEÇÃO**

Trecho	Nó Inicial	Nó Final	Seção	Cota da Seção (m)	Cota Piez. Max. R. Transientes (mca)	Cota Piez. Min. R. Transientes (mca)	Pressão Máxima (mca)	Pressão Mínima (mca)	Vazão Máxima R. Transporte (L/s)	Vazão Mínima R. Transporte (L/s)	Cota Piez. R. Permanente (mca)	Pressão R. Perm. (mca)	Vazão R. Perm. (L/s)
T1	1	2	1	395,09	431,55	393,69	36,46	-1,40	18,92	0,00	416,16	21,07	18,92
T1	1	2	2	395,27	431,49	393,52	36,22	-1,75	18,93	-0,50	416,09	20,83	18,93
T1	1	2	3	395,44	431,38	393,31	35,94	-2,13	18,93	-0,91	415,98	20,54	18,93
T1	1	2	4	395,62	431,24	393,12	35,62	-2,50	18,93	-1,25	415,87	20,25	18,93
T1	1	2	5	395,80	431,20	392,99	35,41	-2,80	18,93	-1,54	415,76	19,96	18,93
T1	1	2	6	395,98	431,21	393,15	35,24	-2,82	18,93	-1,88	415,65	19,68	18,93
T1	1	2	7	396,15	431,19	393,21	35,04	-2,94	18,93	-2,18	415,54	19,39	18,93
T1	1	2	8	396,33	431,22	393,28	34,89	-3,05	18,93	-2,43	415,43	19,10	18,93
T1	1	2	9	396,51	431,17	393,37	34,67	-3,14	18,93	-2,67	415,32	18,81	18,93
T1	1	2	10	396,68	431,05	393,49	34,36	-3,20	18,93	-2,90	415,21	18,53	18,93
T1	1	2	11	396,86	430,53	393,63	33,67	-3,23	18,93	-3,10	415,10	18,24	18,93
T1	1	2	12	397,04	429,92	393,83	32,88	-3,21	18,94	-3,28	414,99	17,95	18,93
T1	1	2	13	397,22	429,65	394,07	32,44	-3,15	18,94	-3,23	414,88	17,66	18,93
T1	1	2	14	397,39	429,24	394,12	31,85	-3,28	18,94	-3,19	414,77	17,38	18,93
T1	1	2	15	397,57	428,77	394,18	31,20	-3,39	18,94	-3,14	414,64	17,07	18,93
T2	2	3	1	397,57	428,77	394,18	31,20	-3,39	18,94	-3,14	414,64	17,07	18,93
T2	2	3	2	399,20	428,29	394,26	29,09	-4,93	18,94	-3,09	414,52	15,32	18,93
T2	2	3	3	400,83	427,83	394,37	27,00	-6,46	18,94	-3,14	414,40	13,58	18,93
T2	2	3	4	402,46	427,69	394,49	25,23	-7,96	18,94	-3,20	414,28	11,83	18,93
T2	2	3	5	404,08	427,80	394,63	23,72	-9,45	18,94	-3,27	414,16	10,08	18,93
T2	2	3	6	405,71	428,05	394,95	22,33	-10,76	18,94	-3,34	414,04	8,33	18,93
T2	2	3	7	407,34	428,27	395,34	20,93	-12,00	18,94	-3,39	413,92	6,58	18,93
T3	3	4	1	407,34	428,27	395,34	20,93	-12,00	18,94	-3,39	413,92	6,58	18,93
T3	3	4	2	407,70	428,55	395,79	20,85	-11,91	18,94	-3,47	413,82	6,12	18,94
T3	3	4	3	408,06	427,69	396,32	19,63	-11,74	18,94	-3,58	413,71	5,65	18,94
T3	3	4	4	408,42	426,71	396,95	18,29	-11,47	18,94	-3,69	413,61	5,19	18,94
T3	3	4	5	408,78	425,55	397,70	16,77	-11,08	18,94	-3,74	413,50	4,72	18,94
T3	3	4	6	409,14	424,43	398,57	15,29	-10,57	18,94	-3,76	413,40	4,26	18,94
T3	3	4	7	409,50	423,21	399,60	13,71	-9,90	18,94	-3,78	413,29	3,79	18,94
T3	3	4	8	409,86	421,84	400,83	11,98	-9,03	18,94	-3,78	413,19	3,33	18,94
T3	3	4	9	410,22	420,21	402,30	9,99	-7,92	18,94	-3,79	413,08	2,86	18,94
T4	4	5	1	410,22	420,21	402,30	9,99	-7,92	18,94	-3,79	413,08	2,86	18,94

**SEM PROTEÇÃO**

Trecho	Nó Inicial	Nó Final	Seção	Cota da Seção (m)	Cota Piez. Max. R. Transientes (mca)	Cota Piez. Min. R. Transientes (mca)	Pressão Máxima (mca)	Pressão Mínima (mca)	Vazão Máxima R. Transporte (L/s)	Vazão Mínima R. Transporte (L/s)	Cota Piez. R. Permanente (mca)	Pressão R. Perm. (mca)	Vazão R. Perm. (L/s)
T4	4	5	2	411,75	418,79	404,18	7,05	-7,57	18,94	-3,80	412,96	1,22	18,94
T4	4	5	3	413,27	417,11	406,45	3,84	-6,82	18,94	-3,82	412,83	-0,44	18,94
T5	5	6	1	413,27	417,11	406,45	3,84	-6,82	18,94	-3,82	412,83	-0,44	18,94
T5	5	6	2	412,94	415,06	409,21	2,13	-3,73	18,94	-3,85	412,72	-0,22	18,94
T5	5	6	3	412,60	412,60	412,60	0,00	0,00	18,94	-3,85	412,60	0,00	18,94



Projeto do SES de Tauá Sede - 2ª e 3ª Etapas  
Projeto da Estação Elevatória de Esgoto EESB-3.1 - Transientes - Nós

Atualização:  
2009-11-11

**SEM PROTEÇÃO**

Nó	Coord. N (m)	Coord. E (m)	Cota terreno (m)	Cota nó (m)	k local	Pmin. (mca)	P.máx (mca)	Contorno	Observações
1	167,74	112,38	396,720	395,090	0,000	15,00	60,00	Res. Mont., Bomba e Válv. Retenção	It
2	173,27	140,02	398,570	397,570	0,000	15,00	60,00	Junção	
3	190,48	207,57	408,340	407,340	0,000	15,00	60,00	Junção	
4	191,71	279,43	411,220	410,220	0,000	15,00	60,00	Junção	
5	262,98	464,89	414,260	413,270	0,000	15,00	60,00	Junção	
6	279,57	546,57	413,600	412,601	0,000	15,00	60,00	Saída Livre	

**SEM PROTEÇÃO**

Nó Inicial	Nó Final	Ext. Planta (m)	Nome do Trecho	Extensão de Cálculo (m)	Diâmetro Externo (mm)	Espessura (mm)	Material	Vínculo
1	2	28,19	T1	260,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
2	3	69,71	T2	120,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
3	4	71,87	T3	140,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
4	5	198,68	T4	40,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
5	6	83,35	T5	40,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas



**COM RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO**

Trecho	Nó Inicial	Nó Final	Seção	Cota da Seção (m)	Cota Piez. Max. R. Transientes (mca)	Cota Piez. Min. R. Transientes (mca)	Pressão Máxima (mca)	Pressão Mínima (mca)	Vazão Máxima R. Transporte (L/s)	Vazão Mínima R. Transporte (L/s)	Cota Piez. R. Permanente (mca)	Pressão R. Perm. (mca)	Vazão R. Perm. (L/s)
T1	7	2	1	395,09	416,96	407,66	21,87	12,57	19,11	-10,81	416,10	21,01	18,92
T1	7	2	2	395,28	416,84	407,51	21,56	12,23	19,11	-10,80	415,98	20,70	18,92
T1	7	2	3	395,47	416,73	407,43	21,26	11,96	19,11	-10,78	415,86	20,39	18,92
T1	7	2	4	395,66	416,61	407,35	20,95	11,69	19,11	-10,78	415,74	20,08	18,92
T1	7	2	5	395,85	416,57	407,38	20,72	11,53	19,11	-10,79	415,63	19,78	18,93
T1	7	2	6	396,04	416,66	407,54	20,61	11,49	19,12	-10,77	415,52	19,47	18,93
T1	7	2	7	396,23	416,50	407,67	20,27	11,43	19,12	-10,74	415,41	19,17	18,93
T1	7	2	8	396,43	416,21	407,76	19,79	11,34	19,11	-10,73	415,29	18,86	18,93
T1	7	2	9	396,62	416,11	407,98	19,49	11,37	19,11	-10,75	415,18	18,56	18,93
T1	7	2	10	396,81	416,08	408,21	19,27	11,41	19,11	-10,75	415,06	18,26	18,93
T1	7	2	11	397,00	416,41	408,51	19,42	11,51	19,11	-10,75	414,95	17,95	18,93
T1	7	2	12	397,19	416,26	408,73	19,07	11,54	19,10	-10,75	414,83	17,64	18,93
T1	7	2	13	397,38	415,97	408,82	18,59	11,44	19,08	-10,78	414,71	17,33	18,93
T1	7	2	14	397,57	416,18	409,05	18,61	11,48	19,08	-10,79	414,59	17,02	18,93
T2	2	3	1	397,57	416,18	409,05	18,61	11,48	19,08	-10,79	414,59	17,02	18,93
T2	2	3	2	399,20	415,86	409,15	16,66	9,95	19,07	-10,79	414,48	15,28	18,93
T2	2	3	3	400,83	416,25	409,33	15,42	8,50	19,07	-10,78	414,36	13,53	18,93
T2	2	3	4	402,46	416,34	409,42	13,89	6,96	19,07	-10,78	414,24	11,79	18,93
T2	2	3	5	404,08	416,03	409,45	11,95	5,37	19,08	-10,79	414,12	10,03	18,93
T2	2	3	6	405,71	416,12	409,66	10,41	3,95	19,10	-10,79	414,00	8,28	18,93
T2	2	3	7	407,34	415,83	409,78	8,49	2,44	19,13	-10,79	413,87	6,53	18,93
T3	3	4	1	407,34	415,83	409,78	8,49	2,44	19,13	-10,79	413,87	6,53	18,93
T3	3	4	2	407,70	416,09	409,97	8,39	2,27	19,13	-10,76	413,77	6,07	18,93
T3	3	4	3	408,06	416,12	410,10	8,06	2,04	19,12	-10,77	413,67	5,61	18,93
T3	3	4	4	408,42	415,90	409,90	7,48	1,48	19,13	-10,78	413,56	5,14	18,93
T3	3	4	5	408,78	415,72	409,61	6,94	0,83	19,12	-10,79	413,46	4,68	18,93
T3	3	4	6	409,14	415,67	409,96	6,53	0,82	19,07	-10,77	413,35	4,21	18,93
T3	3	4	7	409,50	415,74	410,62	6,24	1,12	19,21	-10,79	413,25	3,75	18,93
T3	3	4	8	409,86	415,89	410,46	6,03	0,60	19,19	-10,83	413,14	3,28	18,93
T3	3	4	9	410,22	415,72	410,04	5,50	-0,18	19,12	-10,84	413,02	2,80	18,93
T4	4	5	1	410,22	415,72	410,04	5,50	-0,18	19,12	-10,84	413,02	2,80	18,93
T4	4	5	2	411,75	415,52	410,38	3,78	-1,37	18,93	-10,84	412,91	1,16	18,93

**COM RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO**

Trecho	Nó Inicial	Nó Final	Seção	Cota da Seção (m)	Cota Piez. Max. R. Transientes (mca)	Cota Piez. Min. R. Transientes (mca)	Pressão Máxima (mca)	Pressão Mínima (mca)	Vazão Máxima R. Transporte (L/s)	Vazão Mínima R. Transporte (L/s)	Cota Piez. R. Permanente (mca)	Pressão R. Perm. (mca)	Vazão R. Perm. (L/s)
T4	4	5	3	413,27	415,37	410,29	2,10	-2,98	19,01	-10,83	412,79	-0,48	18,93
T5	5	6	1	413,27	415,37	410,29	2,10	-2,98	19,01	-10,83	412,79	-0,48	18,93
T5	5	6	2	412,94	414,90	410,74	1,97	-2,20	19,19	-10,86	412,66	-0,27	18,93
T5	5	6	3	412,60	412,60	412,60	0,00	0,00	19,21	-10,88	412,60	0,00	18,94
T6	1	7	1	395,09	419,77	407,68	24,68	12,59	18,92	0,00	416,16	21,07	18,92
T6	1	7	2	395,09	418,77	407,65	23,68	12,56	18,92	-1,50	416,13	21,04	18,92
T6	1	7	3	395,09	416,96	407,66	21,87	12,57	18,92	-2,89	416,10	21,01	18,92



Projeto do SES de Tauá Sede - 2ª e 3ª Etapas  
Projeto da Estação Elevatória de Esgoto EESB-3.1 - Transientes - Nós

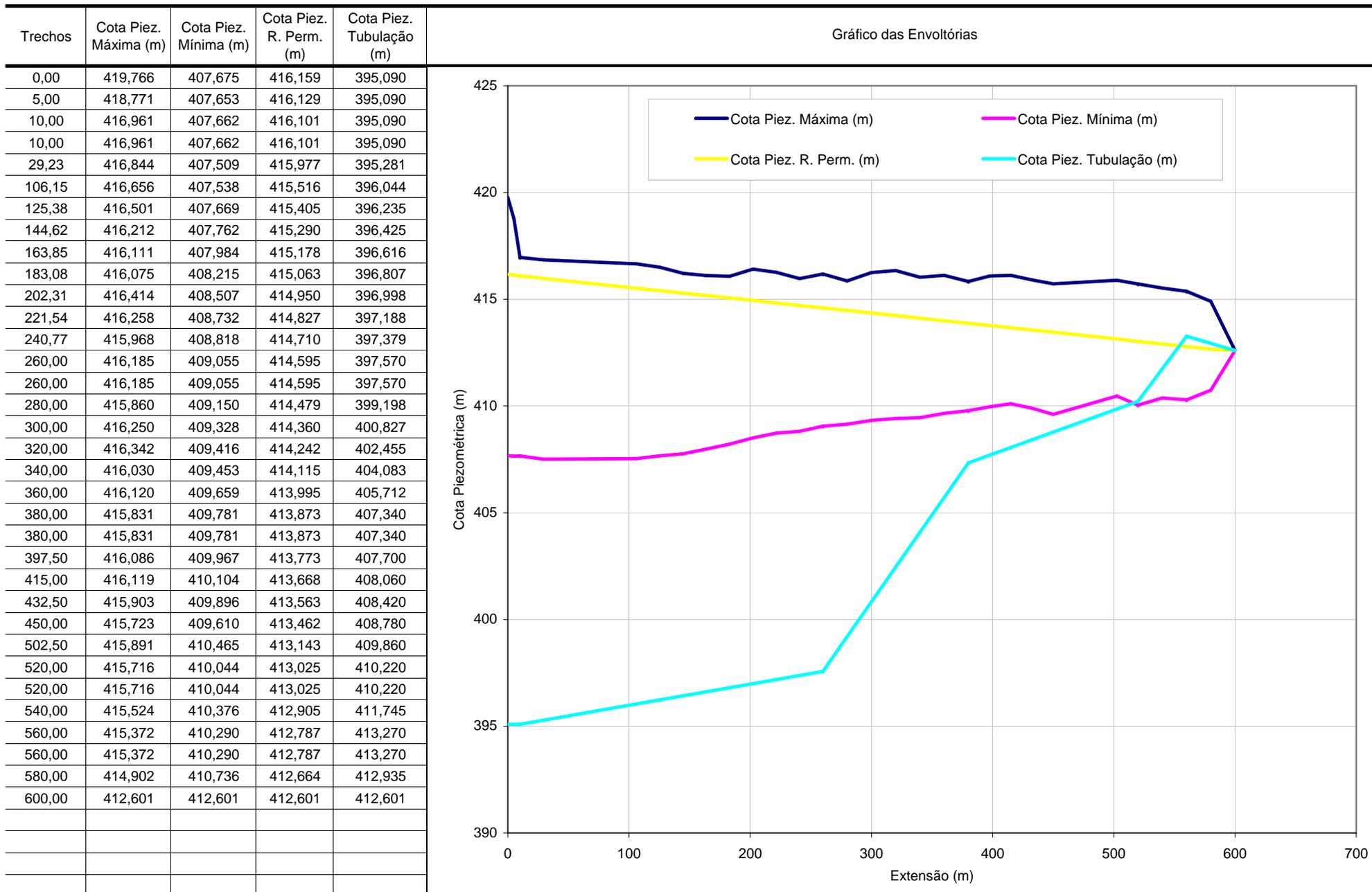
Atualização:  
2009-11-11

**COM RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO**

Nó	Coord. N (m)	Coord. E (m)	Cota terreno (m)	Cota nó (m)	k local	Pmin. (mca)	P.máx (mca)	Contorno	Observações
1	167,74	112,38	396,720	395,090	0,000	15,00	60,00	Res. Mont., Bomba e Válv. Retenção	
2	173,27	140,02	398,570	397,570	0,000	15,00	60,00	Junção	
3	190,48	207,57	408,340	407,340	0,000	15,00	60,00	Junção	
4	191,71	279,43	411,220	410,220	0,000	15,00	60,00	Junção	
5	262,98	464,89	414,260	413,270	0,000	15,00	60,00	Junção	
6	279,57	546,57	413,600	412,601	0,000	15,00	60,00	Saída Livre	
7	170,50	126,20	396,720	395,090	0,000	15,00	60,00	Reservatório de Ar Comprimido	

**COM RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO**

Nó Inicial	Nó Final	Ext. Planta (m)	Nome do Trecho	Extensão de Cálculo (m)	Diâmetro Externo (mm)	Espessura (mm)	Material	Vínculo
7	2	14,09	T1	250,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
2	3	69,71	T2	120,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
3	4	71,87	T3	140,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
4	5	198,68	T4	40,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
5	6	83,35	T5	40,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
1	7	14,09	T6	10,00	170	6,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas



## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sistema preliminar será composto por gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão do tipo Parshall. Os sistemas foram dimensionados considerando as condições de 3ª etapa.

## 2. MEDIDOR DE VAZÃO: CALHA PARSHAL

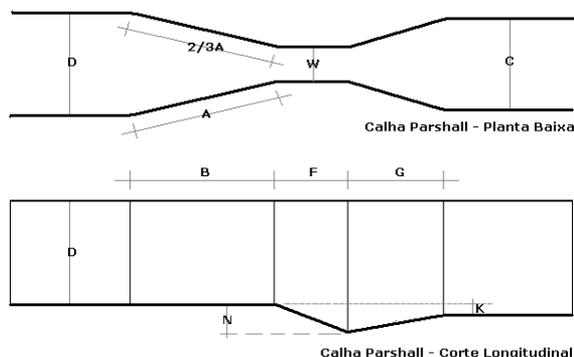
O medidor de vazão utilizado para a ETE será a Calha Parshall. A partir das vazões máximas e mínimas da ETE, pela Tabela 1 define-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

As vazões a serem consideradas para o dimensionamento são:

Vazão	
Q mín	3,32 L/s
Q med	5,32 L/s
Q máx	8,50 L/s

Será adotada a Calha Parshall com capacidade de atendimento entre a Qmin (1ª etapa) e a Qmax (2ª etapa).

Especificação: **3pol**



	W (pol)	W (cm)	A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9			
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	61,0	7,6	11,4	0,85	53,8
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4	
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9	
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6	
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	696,2	
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7	
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1426,3	
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5	
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80	2422,0	
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0	
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0	
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0	
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5660,0	

Para relacionar a vazão com a altura da lâmina de água, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q = k \cdot H^n$$

onde "k" e "n" são em função da calha parshall adotada, conforme se verifica na tabela abaixo:

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1	30,5	1,522	0,690
1,5	45,7	1,538	1,054
2	61	1,550	1,426
3	91,5	1,566	2,182
4	122	1,578	2,935
5	152,5	1,587	3,728
6	183	1,595	4,515
7	213,5	1,601	5,306
8	244	1,606	6,101

Para W = 3pol

K	n
0,176	1,547

A equação ficará igual a:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

## 2. DESARENADOR (CAIXA DE AREIA)

A caixa de areia ficará à montante da calha Parshall. Conterá com dois canais paralelos idênticos, de forma a permitir a sua limpeza sem comprometer a remoção das partículas para o qual foi idealizado, e terá seção trapezoidal para permitir que a vazão do

A velocidade do esgoto na caixa de areia deverá estar próxima de 0,30m/s, não devendo estar abaixo de 0,15m/s ou acima de 0,40m/s para evitar sedimentação de material orgânico (problemas com decomposição e geração de odor) ou arraste de partículas arenosa

Velocidade do esgoto: 0,40 m/s

As vazões de dimensionamento da caixa de areia serão:

Vazões	1ª Etapa	
Q mín	3,32	L/s
Q med	5,32	L/s
Q máx	8,50	L/s

A determinação da lâmina de esgoto é dada pela equação da calha Parshall:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

Vazão	L/s	m³/s	H
Q min	3,32	0,0033	0,077 m
Q max	8,50	0,0085	0,141 m
Q méd	5,32	0,0053	0,104 m

### Dimensões da Caixa de Areia

O dimensionamento consistirá em definir a sua seção transversal, seu comprimento, rebaixo para a calha Parshall e o depósito de areia. A metodologia de cálculo foi baseada em Sergio Rolim, no seu livro intitulado Sistemas de Lagunas de Estabilização (2000).

Caixa de Areia com câmeras operando alternadamente	Fórmulas e Observações:
Tipo de Seção	Retangular
Rebaixo da calha Parshall (z)	0,04 m
Altura máxima da lâmina d'água (H)	0,10 m
Largura do canal calculado (bcc)	0,21 m
Largura do canal adotado (bc)	0,30 m
Largura total (b)	0,80 m
Comprimento do canal (L)	2,53 m
Comprimento do canal adotado (L)	2,50 m
Taxa de escoamento superficial (T)*	612,86 m³/m².d

$$z = \frac{Q_{max} \cdot H_{min} - Q_{min} \cdot H_{max}}{Q_{max} - Q_{min}}$$

$$H = H_{max} - z \quad L = 25 \cdot H$$

$$b = \frac{Q_{max}}{H \cdot V} \quad T = \frac{Q_{med}}{A}$$

(\* ) Varia entre 700 e 1600 m³/m²/d (Fonte: Tratamento de Águas Residuárias, J.M. Azevedo Neto) ou entre 600 e 1200 m³/m²/d (Fonte: Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias Industriais, J.A. Nunes)

Depósito de areia	Fórmulas e Observações:
Taxa produção de material retido (Tp)	0,00004 m³/m³ (1)
Período de limpeza (t)	15 dias (2)
Volume diário de material retido (V <sub>MD</sub> )	0,02 m³ (3)
Capacidade do depósito (V <sub>T</sub> )	0,276 m³ (4)
Largura do depósito de areia (B <sub>DA</sub> )	0,30 m
Comprimento do depósito (L <sub>DA</sub> )	2,50 m
Profundidade do depósito de areia (p <sub>DA</sub> )	0,37 m
Prof. do depósito de areia adotada (p <sub>DA</sub> )	0,50 m

$$V_{MD} = T_p \cdot Q_{med} \quad p_{DA} = \frac{V_T}{L_{DA} \cdot B_{DA}}$$

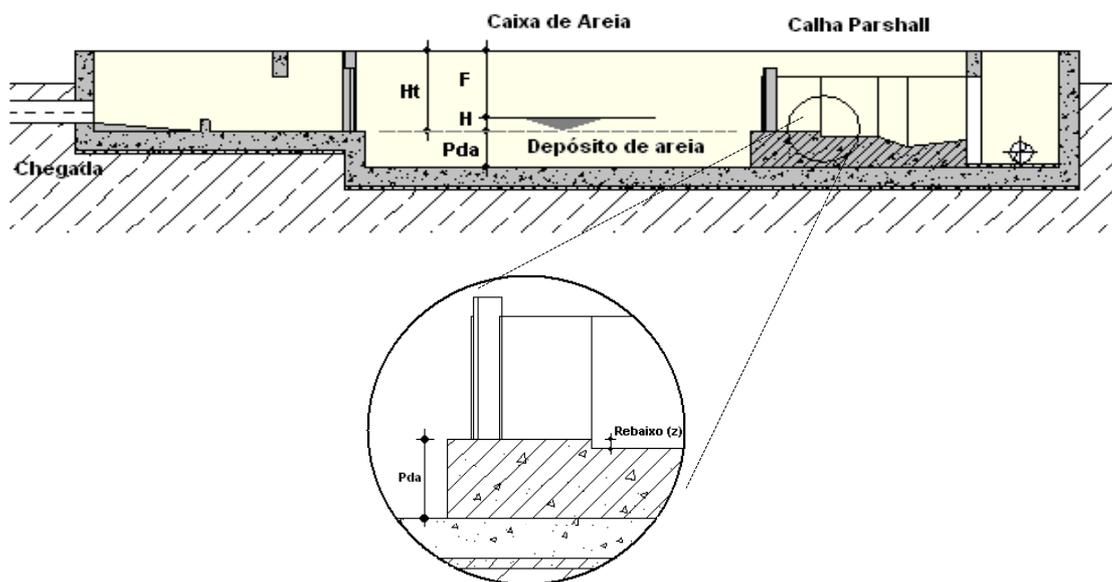
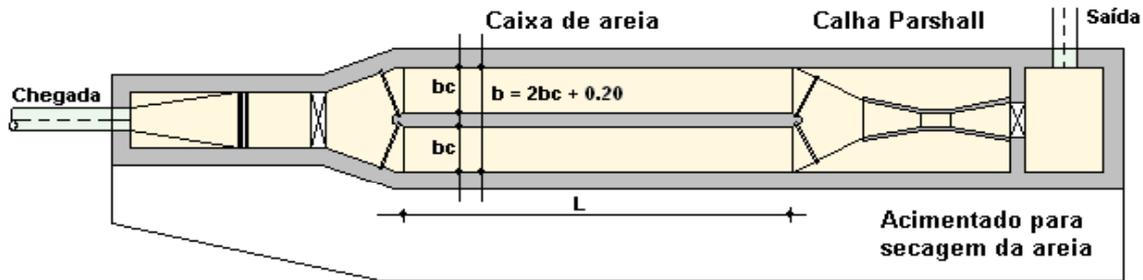
$$V_T = t \cdot V_{MD}$$

### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	S=Lx(H-z)	V
<b>Qmin</b>	0,0033 m³/s	0,077 m	0,037 m	0,0110 m²	<b>0,30m/s</b>
<b>Qmed</b>	0,0053 m³/s	0,104 m	0,064 m	0,0192 m²	<b>0,28m/s</b>
<b>Qmax</b>	0,0085 m³/s	0,141 m	0,101 m	0,0303 m²	<b>0,28m/s</b>

Considerando que a velocidade ficou em torno de 0,30m/s com variação menor que 20%, o dimensionamento da caixa de areia está adequado.

## ESQUEMA GRÁFICO



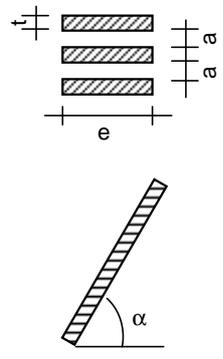
## 3. GRADEAMENTO

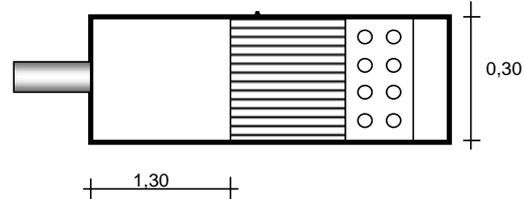
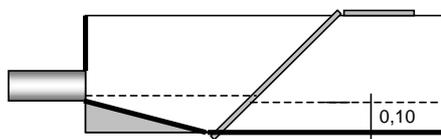
O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, geralmente, são barras de aço ou ferro dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permiti

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

Gradeamento		Fórmulas e Observações:
Tipo de gradeamento	Médio	
Especificação das barras:		
Largura (t)	10 mm	
Espessura (e)	40 mm	
Espaçamento (a)	25 mm	
Inclinação das barras (a):	60 °	
Velocidade entre as barras (v):	0,6 m/s	
Vazão de dimensionamento		
Qmin	3,32 L/s	
Qmed	5,32 L/s	
Qmax	8,50 L/s	
Obstrução máxima (R)	50%	
Dimensionamento		
Área útil (Au)	0,014 m <sup>2</sup>	$A_u = \frac{Q_{max}}{v}$ $N = \frac{B_g - a}{t + a}$ $E = \frac{e}{e + t}$ $L_g = \frac{Q_{max} \cdot t'}{At}$ <p>com t' = 3s</p> $B_g = \frac{At}{H_{max}}$
Eficiência da grade (E)	71,4%	
Área efetiva (At)	0,020 m <sup>2</sup>	
Comprimento do canal (Lg)	1,30 m	
Largura do canal (Bg)	0,20 m	
Largura do canal adotado (Bg)	0,30 m	
Número de barras (N)	7,86 unid	
O número de barras da grade adotado	8,00 unid	



#### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	At = Bg . (H-z)	Au = At . E	V
<b>Qmin</b>	0,0033 m <sup>3</sup> /s	0,077 m	0,037 m	0,0110 m <sup>2</sup>	0,0079 m <sup>2</sup>	0,42 m/s
<b>Qmed</b>	0,0053 m <sup>3</sup> /s	0,104 m	0,064 m	0,0192 m <sup>2</sup>	0,0137 m <sup>2</sup>	0,39 m/s
<b>Qmax</b>	0,0085 m <sup>3</sup> /s	0,141 m	0,101 m	0,0303 m <sup>2</sup>	0,0216 m <sup>2</sup>	0,39 m/s

#### Verificação da perda de carga.

Utilizando a equação abaixo, estima-se a perda de carga através da grade. Deve-se verificá-la tanto para a grade limpa como para a grade obstruída, geralmente considerando 50% suja.

$$hf = \frac{1,43 \cdot (v^2 - v'^2)}{2g} \quad (\text{Metcalf \& Eddy})$$

Obstrução	v	v'	hf
<b>Grade Limpa</b>	0,60m/s	0,43m/s	0,013 m
<b>50%Obstruída</b>	1,20m/s	0,43m/s	0,092 m

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>21/05/15</b>
	<b>LINHA DE RECALQUE e CONJUNTO MOTOR-BOMBA</b>	<b>v.1</b>

## LINHA DE RECALQUE

### a) Vazões de dimensionamento

Conforme item 5.5.6.3 da SPO-024, a vazão mínima de dimensionamento para elevatórias deverá ser de 5 L/s, mesmo que a contribuição máxima de final de plano seja menor. Portanto, neste projeto adotou-se como vazão de dimensionamento da linha de recalque e conjunto motor-bomba o valor exigido pela norma. Os valores de vazão para início e final de plano são mostrados abaixo:

Tabela 05 - Vazões de final de plano

<b>FINAL DE PLANO</b>				
	<b>Q (l/s)</b>	<b>Q (m³/s)</b>	<b>Q(m³/h)</b>	<b>(m³/min)</b>
<b>Máx</b>	1,82	0,00182	6,55	0,11
<b>Méd</b>	1,16	0,00116	4,18	0,07
<b>Mín</b>	0,74	0,00074	2,66	0,04

Tabela 06 - Vazões de início de plano

<b>INÍCIO DE PLANO</b>				
	<b>Q (l/s)</b>	<b>Q (m³/s)</b>	<b>Q(m³/h)</b>	<b>(m³/min)</b>
<b>Máx</b>	1,45	0,00145	5,22	0,09
<b>Méd</b>	0,95	0,00095	3,42	0,06
<b>Mín</b>	0,63	0,00063	2,27	0,04

### b) Diâmetro econômico

Para o cálculo do diâmetro econômico, foi utilizada a equação de Bresse. Este é um tratamento simples e aproximado do problema de dimensionamento econômico da tubulação de recalque em instalações que funcionam ininterruptamente 24 horas por dia. É dada por:

$$D_{ref} = k \cdot \sqrt{Q_B}$$

Em que:

Constante de Bresse, geralmente assume valores entre 0,7 e 1,3. Depende de fatores como custos de material, mão-de-obra, operação e manutenção do sistema.

k                    1,2

Vazão de dimensionamento

Q                    0,0050 m³/s

Diâmetro econômico

D<sub>econ</sub>             85 mm

A partir do diâmetro econômico obtido, adotou-se então o material e o diâmetro comercial/nominal imediatamente próximo ao valor calculado para os trechos da elevatória. Em seguida foram calculadas as velocidades nas tubulações por meio da equação abaixo:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Assim,

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE</b> 3.2	<b>21/05/15</b>
	<b>LINHA DE RECALQUE e CONJUNTO MOTOR-BOMBA</b>	<b>v.1</b>

Tabela 07 - Verificação das velocidades

	<b>D<sub>N</sub> (mm)</b>	<b>Material</b>	<b>D<sub>ext</sub> (mm)</b>	<b>e<sub>ferro</sub> (mm)</b>	<b>e<sub>rev</sub> (mm)</b>	<b>D<sub>int</sub> (mm)</b>	<b>Q (m³/s)</b>	<b>v (m/s)</b>
Subida	100	FoFo	118	5,05	3,00	102	0,0050	0,61
Barrilete	100	FoFo	118	5,05	3,00	102	0,0050	0,61
Recalque	100	FoFo	118	5,05	3,00	102	0,0050	0,61

Os valores de velocidade calculados estão entre os valores 0,6 e 1,5 m/s, intervalo determinado pela NBR 12208/1992 e pela SPO-024.

### c) Perda de carga distribuída

Para o cálculo da perda de carga ocasionada pela resistência ao movimento do esgoto na tubulação, também chamada de perda de carga distribuída, foi utilizada a fórmula empírica de Hazem-Williams. Segundo Azevedo Neto (1998), esta fórmula é consagrada pela tradição de bons resultados e simplicidade de uso via tabelas.

A equação é dada abaixo:

$$h_{\text{dist}} = \frac{10,64 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

Onde:

$h_{\text{dist}}$  Perda de carga distribuída (m)

Q Vazão de bombeamento da elevatória (m³/s);

L Comprimento do trecho considerado (m);

D Diâmetro da tubulação (m).

C Coeficiente de rugosidade de Hazem-Williams, retirado de Azevedo Neto (1998) e Porto (2006). Os valores de C são dados em função do material da tubulação e do tempo de uso.

Tabela 08 - Coeficientes de rugosidade de Hazem-Williams

<b>Material</b>	<b>C<sub>NOVO</sub></b>	<b>C<sub>VELHO</sub></b>	<b>Material</b>	<b>C<sub>NOVO</sub></b>	<b>C<sub>VELHO</sub></b>
Aço corrugado	60	-	Concreto comum	130	110
Aço galvanizado rosc	125	100	FoFo epóxico	140	120
Aço rebitado novo	110	80	FoFo cimentado	130	105
Aço soldado	125	90	Manilha cerâmica	110	110
Aço soldado epóxico	140	115	Latão	130	130
Chumbo	130	120	Aduelas de madeira	120	110
Cimento amianto	140	120	Tijolos	100	90
Cobre	140	130	Vidro	140	140
Concreto bem acabac	130	-	PVC/DeFoFo	140	130

Fonte: Azevedo Neto (1998) e Porto (2006)

A equação acima também pode ser reescrita em função da vazão, a fim de possibilitar o cálculo do coeficiente  $C_{\text{dist}}$  utilizado para a elaboração da curva do sistema mais adiante. Assim:

$$h_{\text{dist}} = \frac{10,64 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} = Q^{1,85} \cdot \left( \frac{10,64 \cdot L}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} \right)$$

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>21/05/15</b>
	<b>LINHA DE RECALQUE e CONJUNTO MOTOR-BOMBA</b>	<b>v.1</b>

$$C_{\text{dist}} = \left( \frac{10,64 \cdot L}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} \right)$$

$$h_{\text{dist}} = Q^{1,85} \cdot C_{\text{dist}}$$

Portanto,

Tabela 09 - Perdas de carga distribuídas

	<b>Q (m³/s)</b>	<b>D (m)</b>	<b>C</b>	<b>L (m)</b>	<b>j (m/km)</b>	<b>h<sub>dist</sub> (m)</b>	<b>C<sub>dist</sub></b>
Subida	0,0050	0,102	130	2,17	4,89	0,01	191,7776
Barrilete	0,0050	0,102	130	0,8	4,89	0,00	70,7014
Recalque	0,0050	0,102	130	411,4	4,89	2,01	36358,2053
					<b>SOMA</b>	<b>2,03</b>	<b>36620,6843</b>

#### d) Perda de carga localizada

As canalizações são também constituídas por peças especiais e conexões, que pela sua forma ou posição, elevam a turbulência do escoamento, provocam atritos e causam o choque de partículas, dando origem a perdas de carga localizadas. Para o equacionamento dessas perdas, utilizou-se a equação abaixo:

$$h_{\text{loc}} = \Sigma k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Em que:

$h_{\text{loc}}$  Perda de carga localizada (m);

$v$  Velocidade do esgoto no trecho considerado (m/s);

$g$  Aceleração da gravidade (m/s²).

$\Sigma k$  Somatório dos coeficientes das singularidades, retirados de Azevedo Netto (1998) e Porto (2006);

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE</b> 3.2	<b>21/05/15</b>
	<b>LINHA DE RECALQUE e CONJUNTO MOTOR-BOMBA</b>	<b>v.1</b>

Tabela 10 - Valores dos coeficientes k

Acessórios	k	Subida		Barrilete		Recalque	
		Qtd	Total	Qtd	Total	Qtd	Total
Ampliação gradual	0,19		0		0		0
Bocais	2,75		0		0		0
Comporta aberta	1,00		0		0		0
Controlador de vazão	2,50		0		0		0
Cotovelo de 90°	0,90		0		0		0
Cotovelo de 45°	0,40		0		0		0
Crivo	0,75		0		0		0
Curva de 90°	0,40	1	0,4	1	0,4	2	0,8
Curva de 45°	0,20		0		0		0
Curva de 22,5°	0,10		0		0		0
Entrada normal	0,50		0		0		0
Entrada de borda	1,00		0		0		0
Pequena derivação	0,03		0		0		0
Junção	0,40		0	1	0,4		0
Medidor de venturi	2,50		0		0		0
Redução gradual	0,15		0		0		0
Saída de canalização	1,00		0		0	1	1
Tê, passagem direta	0,90		0	1	0,9		0
Tê, saída de lado	1,30		0		0		0
Tê, saída bilateral	1,80		0		0		0
Válv. de ângulo aberto	5,00		0		0		0
Válv. de gaveta aberto	0,20		0	2	0,4	2	0,4
Válv. borboleta aberto	0,30		0		0		0
Válv. pé com crivo	2,50		0		0		0
Válv. de retenção	3,00		0	1	3		0
Válv. de globo aberta	10,00		0		0		0
Velocidade	1,00	1	1	1	1	1	1
<b>SOMA</b>			<b>1,4</b>		<b>6,1</b>		<b>3,2</b>

Fonte: Azevedo Netto (1998) e Porto (2006)

A equação descrita acima também pode ser reescrita em função da vazão, a fim de possibilitar o cálculo do coeficiente  $C_{loc}$  utilizado para a elaboração da curva do sistema mais adiante. Assim:

$$h_{loc} = \Sigma k \cdot \frac{Q^2}{A^2 \cdot 2g} = \Sigma k \cdot \frac{16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2g} = Q^2 \cdot \left( \Sigma k \cdot \frac{8}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot g} \right)$$

$$C_{loc} = \left( \Sigma k \cdot \frac{8}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot g} \right)$$

$$h_{loc} = Q^2 \cdot C_{loc}$$

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE</b> 3.2	<b>21/05/15</b>
	<b>LINHA DE RECALQUE e CONJUNTO MOTOR-BOMBA</b>	<b>v.1</b>

Portanto,

Tabela 11 - Perdas de carga localizadas

	$\Sigma k$	$v$ (m/s)	$g$ (m/s <sup>2</sup> )	$h_{loc}$ (m)	$C_{loc}$
Subida	1,40	0,613	9,81	0,026822	1072,883
Barrilete	6,10	0,613	9,81	0,116868	4674,706
Recalque	3,20	0,613	9,81	0,061308	2452,305
<b>SOMA</b>				<b>0,20</b>	<b>8199,895</b>

#### e) Altura geométrica e manométrica

O desnível geométrico é a diferença entre a cota mais alta da linha de recalque e o nível mínimo do poço de sucção da estação elevatória. É dada pela seguinte equação:

$$Hg = C_{m\acute{a}x} - C_{m\acute{i}n}$$

Sendo:

Cota do nível mínimo do poço de sucção	$C_{m\acute{i}n}$	391,986 m
Cota do ponto mais alto da linha de recalque	$C_{m\acute{a}x}$	401,000 m
Coeficiente de segurança	$f$	1,00 m
Assim, o desnível geométrico será	$Hg$	10,01 m

A altura manométrica é a carga que deve ser vencida pela bomba, quando o líquido está sendo bombeado. Para a sua determinação deve ser considerada a equação abaixo:

$$AMT = Hg + h_{dist} + h_{loc}$$

Em que:

Desnível geométrico	$Hg$	10,01 m
Perda de carga distribuída	$h_{dist}$	2,03 m
Perda de carga localizada	$h_{loc}$	0,20 m
Portanto, a altura manométrica será	$AMT$	12,25 m

#### f) Ponto de operação

Decidida as principais características do projeto, resta a escolha do conjunto motor-bomba que cumpra o trabalho de elevação nas condições assim fixadas. Para melhor decisão a respeito da escolha do conjunto motobomba, é necessário traçar a curva da bomba selecionada e a curva característica do sistema, que é decorrente da equação da altura manométrica.

$$AMT = Hg + h_{dist} + h_{loc} \quad \text{ou}$$

$$AMT = Hg + Q^{1,85} \cdot C_{dist} + Q^2 \cdot C_{loc}$$

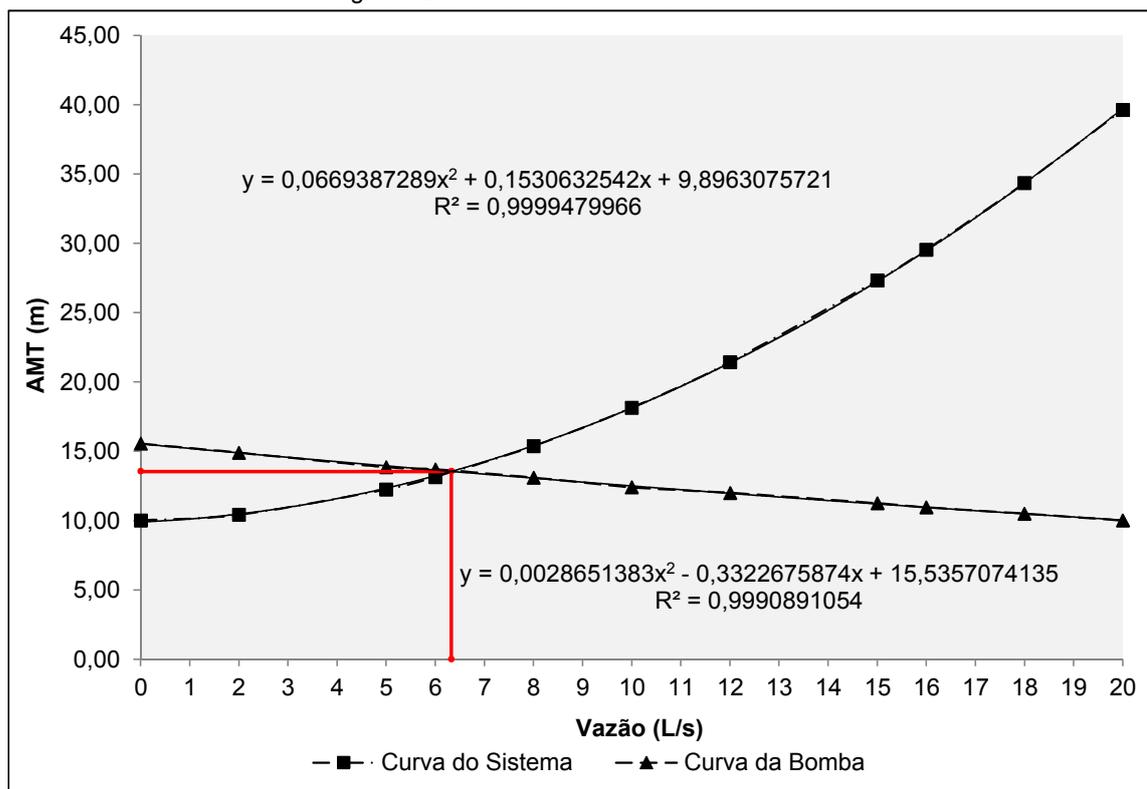
$$AMT = 10,01 + 36620,68 Q(1,85) + 8199,89 Q(2)$$

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	Data
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	21/05/15
	<b>LINHA DE RECALQUE e CONJUNTO MOTOR-BOMBA</b>	v.1

Tabela 12 - Valores para cálculo do ponto de operação

Vazão (l/s)	AMT (m)	BOMBA (m)
0	10,01	15,55
2	10,42	14,90
5	12,25	13,85
6	13,15	13,70
8	15,37	13,10
10	18,14	12,40
12	21,43	12,00
15	27,33	11,25
16	29,55	10,95
18	34,35	10,50
20	39,63	10,00

Figura 02 - Curva do sistema x Curva da bomba



**g) Ponto de operação**

O ponto de operação encontrado através da interseção da curva do sistema vs a curva da bomba é:

Vazão de bombeamento

$Q_{bom}$  6,33 L/s

Altura manométrica

AMT 13,55 mca

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>21/05/15</b>
	<b>LINHA DE RECALQUE e CONJUNTO MOTOR-BOMBA</b>	<b>v.1</b>

#### h) Potência do conjunto motor-bomba

A potência recebida pelo motor é expressa matematicamente por:

$$Pot = \frac{\gamma \cdot Q_{bom} \cdot AMT}{75 \cdot \eta_B \cdot \eta_M}$$

Em que:

Vazão de bombeamento	$Q_{bom}$	6,33 L/s
Altura manométrica	AMT	13,55 m
Rendimento do motor	$\eta_M$	84,5 %
Rendimento da bomba	$\eta_B$	36,2 %
Peso específico do líquido	$\gamma$	1000 kgf/m <sup>3</sup>
Assim, o valor da potência calculada será	Pot	3,74 cv
Bomba de 4 polos	Rotação	1735 rpm
Conforme orientação da SPO-024, adotou-se um fator de segurança que varia de acordo com o valor da potência calculada inicialmente.	$f$	1,30

Tabela 13 - Fatores de segurança

$Pot_{cal}$ (cv)	$f$
2	1,50
2 a 5	1,30
5 a 10	1,20
10 a 20	1,15
20	1,10

Fonte: SPO-024 (2014)

Assim, a potência recalculada será	Pot	4,86 cv ou
	Pot	4,79 HP
Baseado na tabela abaixo, foi adotada a seguinte potência	$Pot_{COMER}$	6,00 HP

Tabela 14 - Potências comerciais de motores

HP	kw	HP	kw	HP	kw	HP	kw
2	1,5	12,5	9,2	60	45	250	185
3	2,2	15	11	<b>75</b>	55	300	220
4	3	20	15	100	75	350	260
5	3,7	25	18,5	125	90	400	300
6	4,5	30	22	150	110	450	330
7,5	5,5	40	30	175	12	500	370
10	7,5	50	37	200	150	550	400

Fonte: WEG (2014)

#### i) Valores corrigidos

No ponto de operação, os novos valores de perda de carga e velocidade na tubulação serão:

Perda de carga linear	$j$	7,57	m/km
Velocidade	$v$	0,78	m/s

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>TRATAMENTO PRELIMINAR</b>	<b>v.1</b>

## CALHA PARSHALL

### a) Parâmetros da Calha Parshall

A Tabela 15, retirada de Alem Sobrinho e Tsutiya (2011), apresenta os limites de vazão para a escolha da garganta da Calha Parshall:

Tabela 15 - Parâmetros da Calha Parshall

w		Q <sub>min</sub>	Q <sub>máx</sub>	n	k
pol	cm	(L/s)	(L/s)		
3	7,6	0,85	53,8	1,547	0,176
6	15,2	1,52	110,4	1,580	0,381
9	22,9	2,55	251,9	1,530	0,535
12	30,5	3,11	455,6	1,522	0,690
18	45,8	4,25	696,2	1,538	1,054
24	61,0	11,89	936,7	1,550	1,426
36	91,5	17,26	1426,3	1,566	2,182
48	122,0	36,79	1921,5	1,578	2,935
60	152,5	62,80	2422,0	1,587	3,728

Fonte: Alem Sobrinho e Tsutiya (2011)

Os coeficientes 'n' e 'k' foram retirados da tabela acima, levando em conta a Calha Parshall adotada. Esses valores serão utilizados mais adiante para o cálculo das lâminas.

Assim:

Largura da garganta adotada	w	3 pol
Coeficiente n	n	1,547
Coeficiente k	k	0,176

Equação utilizada:  $Q = k \cdot H^n \rightarrow Q = 0,176 H^{1,547}$

### b) Altura da lâmina d'água

Para o cálculo da calha Parshall, deve-se verificar as alturas das lâminas máxima, média e mínima no medidor. O cálculo destas lâminas pode ser feito através da equação a

$$Q = k \cdot H^n \rightarrow H = \left(\frac{Q}{k}\right)^{\frac{1}{n}} = \left(\frac{Q}{0,176}\right)^{\frac{1}{1,547}}$$

Assim,

Tabela 16 - Valores da lâmina d'água

Lâmina d'água (m)	
H <sub>máx</sub>	0,052
H <sub>med</sub>	0,039
H <sub>mín</sub>	0,026

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>TRATAMENTO PRELIMINAR</b>	<b>v.1</b>

### c) Rebaixamento da garganta

A forma da seção ideal para o canal da caixa de areia é parabólica. Porém, para facilidade construtiva, pode-se adaptar o canal para uma forma retangular desde que haja uma rebaixo na calha Parshall com relação à soleira do canal de sedimentação. Este rebaixo fará com que a variação da velocidade seja tolerável. A equação a seguir calcula este rebaixo:

$$z = \frac{Q_{\text{máx}} \cdot H_{\text{mín}} - Q_{\text{mín}} \cdot H_{\text{máx}}}{Q_{\text{máx}} - Q_{\text{mín}}}$$

Assim, o valor do rebaixo é  $z = 0,013 \text{ m}$

### d) Lâmina d'água útil

A lâmina d'água útil é aquela produzida pela vazão no medidor parshall subtraindo-se o rebaixamento:

$$h = H - z$$

Assim,

Tabela 17 - Valores da lâmina útil

<b>Lâmina útil (m)</b>	
$h_{\text{máx}}$	0,040
$h_{\text{méd}}$	0,026
$h_{\text{mín}}$	0,014

## GRADEAMENTO

### a) Dimensões da grade

Baseado nas informações da Tabela 19, o gradeamento neste projeto terá as seguintes características:

Tabela 18 - Parâmetros do gradeamento

<b>Gradeamento adotado</b>	
Tipo de Limpeza	<b>MANUAL</b>
Tipo de Grade	<b>MÉDIA</b>
Abertura (a)	25 mm
Espess.da barra (e)	9,5 mm
Profundidade (p)	38,1 mm
Inclinação ( $\theta$ )	45 °

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>TRATAMENTO PRELIMINAR</b>	<b>v.1</b>

Tabela 19 - Tipos e dimensões do gradeamento

Tipo de grade	Material retido na grade	Abertura a (mm)	Seção da barra (e x p)	
			(mm)	pol
Grosseira	Galhos de árvore, restos de mobília, pedaços de colchão, brinquedos, etc.	40 - 100	9,5 x 50,0	3/8 x 2
			9,5 x 63,5	3/8 x 2 1/2
			12,7 x 38,1	1/2 x 1 1/2
			12,7 x 50,0	1/2 x 2
Média	Latinha de cerveja, plásticos, madeiras, papel, panos, etc.	20 - 40	7,9 x 50,0	5/16 x 2
			<b>9,5 x 38,1</b>	<b>3/8 x 1 1/2</b>
			9,5 x 50,0	3/8 x 2
Fina	Fibras de tecido, cabelos, etc.	10 - 20	6,4 x 38,1	1/4 x 1 1/2
			7,9 x 38,1	5/16 x 1 1/2
			9,5 x 38,1	3/8 x 1 1/2

Fonte: Adaptado de NBR 12209/2011

#### b) Cálculo da área útil da grade

A área útil é a razão entre a vazão máxima afluyente e a velocidade do escoamento entre barras. Valores ideais para a velocidade do fluxo entre barras devem ser inferiores a 1,2 m/s, conforme NBR 12209/2011. Jordão e Pessoa (2011) recomendam velocidades entre 0,4 e 1,2 m/s. Ver equação a seguir:

$$A_u = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v_o}$$

Velocidade no canal da grade adotada

$v_o$  0,60 m/s

Portanto, a área útil será

$A_u$  0,003 m<sup>2</sup>

#### c) Cálculo da eficiência da grade

O termo eficiência da grade tem sido expresso pela equação abaixo. Esta eficiência foi tabelada por Azevedo Netto em 1973 e é função da espessura das barras e do afastamento entre elas.

$$E = \frac{a}{a + t}$$

Eficiência

$E$  72,5%

#### d) Cálculo da área da seção do canal da grade

A área da seção do canal da grade pode ser expressa em função da eficiência das

$$A_t = \frac{A_u}{E}$$

Assim, a seção do canal da grade terá a seguinte área

$A_t$  0,004 m<sup>2</sup>

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>TRATAMENTO PRELIMINAR</b>	<b>v.1</b>

#### e) Cálculo da largura teórica do canal da grade

A largura teórica do canal da grade é função da área do canal e da altura máxima da caixa de areia. Sua largura mínima é 30 cm, conforme NBR 12209/2011. Ver equação a

$$b_g = \frac{A_t}{h_{m\acute{a}x}}$$

Assim, a largura calculada será

$b_g$  0,11 m

Adotou-se então uma largura

$b_{g\text{adot}}$  0,30 m

#### f) Cálculo do comprimento do canal de acesso à grade

O comprimento do canal de acesso deve ser tal que evite o turbilhonamento junto à grade. Este comprimento é função do tempo de detenção adotado para este canal e da vazão máxima afluyente. Ver equação a seguir:

$$L_g = \frac{Q_{m\acute{a}x} \cdot TDH}{A_t}$$

Tempo de detenção hidráulica adotado

TDH 3 s

Comprimento calculado

$L_g$  0,46 m

Comprimento adotado

$L_g$  0,90 m

#### g) Verificação das velocidades

As velocidades no canal de acesso à grade podem ser expressas a seguir:

$$v = \frac{Q}{b_g \cdot h \cdot E}$$

Tabela 20 - Verificação das velocidades na grade

	<b>Q</b>	<b>At = b<sub>g</sub> · h</b>	<b>Au = A<sub>t</sub> · E</b>	<b>v = Q/Au</b>
	<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(m/s)</b>
<b>máx</b>	0,00182	0,0119	0,0086	0,21
<b>méd</b>	0,00116	0,0079	0,0057	0,20
<b>mín</b>	0,0006	0,0041	0,0030	0,21

Os valores obtidos não se apresentam entre 0,4 e 1,2 m/s, valores recomendados pela NBR 12209/2011 e por Jordão e Pessoa (2011). Essa situação é típica de elevatórias em que a vazão máxima afluyente é menor que 5 L/s. Diminuir as dimensões do canal de acesso à grade seria uma solução para este problema, mas as medidas aqui adotadas já são as mínimas indicadas pela norma. Além do mais, a diminuição dessas dimensões provocaria dificuldades operacionais.

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>TRATAMENTO PRELIMINAR</b>	<b>v.1</b>

#### h) Cálculo da perda de carga na grade

A determinação da perda de carga na grade de barras deverá considerar o modelo selecionado, o tipo de operação de limpeza, localização e detalhes construtivos. A perda de carga pode ser calculada considerando-se que o comportamento hidráulico é idêntico ao escoamento através do orifício. Ver equação a seguir:

$$h_f = \frac{1,43 \cdot (V^2 - v^2)}{2g}$$

Em que:

V é a velocidade máxima através das barras, calculada para 50% de obstrução, ou seja, 2 vezes a velocidade máxima para seção sem obstrução, dada por:  $V = 2 \cdot v_{m\acute{a}x}$

v é a velocidade à montante da grade e igual a:  $v = v_{m\acute{a}x} \cdot E$

g é a aceleração da gravidade no valor de 9,81 m/s<sup>2</sup>.

Portanto, os valores das velocidades e da perda de carga são:

Velocidade através da grade	V	0,42 m/s
Velocidade à montante da grade	v	0,15 m/s
Perda de carga calculada	$h_f$	0,01 m

Conforme NBR 12209/2011, a perda de carga mínima para grades com limpeza manual deve ser 15 cm. Assim,

Perda de carga adotada	$h_f$	0,15 m
------------------------	-------	--------

#### i) Cálculo do número de barras

O número de barras na grade é função da largura do canal da grade, da espessura da barra e do afastamento entre elas. Ver equação abaixo:

$$N = \frac{b_g}{a + t}$$

Número de barras calculado	N	8,7 barras
Número de barras adotado	$N_{adot}$	8,0 barras

### CAIXA DE AREIA

#### a) Cálculo da largura do canal

A largura da caixa de areia deve ser tal que a velocidade do fluxo não ultrapasse aquela recomendada em projeto. A NBR 12209/2011 limita em 0,40 m/s a velocidade do fluxo quando a caixa estiver operando em vazão máxima. Assim, a largura da caixa de areia é função da vazão máxima, da altura da lâmina d'água na caixa de areia e da velocidade do fluxo na caixa (adotada). Portanto:

$$b = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{h_{m\acute{a}x} \cdot v_o}$$

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>TRATAMENTO PRELIMINAR</b>	<b>v.1</b>

Velocidade adotada através do canal adotada	$v_o$	0,30 m/s
Largura do canal calculada	$b$	0,15 m
Largura do canal adotada	$b_{adot}$	0,30 m

### b) Verificação das velocidades

As velocidades no canal de acesso à grade podem ser expressas a seguir:

Tabela 21 - Verificação das velocidades na caixa de areia

	<b>Q</b>	<b>h</b>	<b>A = b · h</b>	<b>v = Q/A</b>
	(m <sup>3</sup> s)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)
<b>máx</b>	0,0018	0,040	0,012	0,15
<b>méd</b>	0,0012	0,026	0,008	0,15
<b>mín</b>	0,0006	0,014	0,004	0,15

Os valores obtidos não se apresentam entre 0,25 e 0,40 m/s, valores fixados pela NBR 12209/2011. Essa situação é típica de elevatórias em que a vazão máxima afluyente é menor que 5,0 L/s. Diminuir a largura da caixa de areia seria uma solução para este problema, mas a medida aqui adotada já é a mínima indicada pela norma. Além do mais, a diminuição dessa dimensão provocaria dificuldades operacionais.

### c) Cálculo da área transversa útil do canal

A área transversal útil da caixa de areia diz respeito àquela por onde passa efetivamente o fluxo de esgoto. Tal área é dada pela equação a seguir:

$$S = \frac{Q_{máx}}{V_{máx}}$$

Área transversal do canal	$S$	0,012 m <sup>2</sup>
---------------------------	-----	----------------------

### d) Cálculo do comprimento da caixa de areia

O funcionamento da caixa de areia está condicionado ao comportamento do fluxo de esgoto da câmara de sedimentação. O trajeto da partícula de areia é função da velocidade de sedimentação (para partículas com diâmetro menor que 0,20 mm, densidade 2,65 e velocidade 0,02 m/s) e da velocidade crítica do fluxo longitudinal. Na prática adota-se a seguinte equação:

$$L = f \cdot h_{máx}$$

Fator que multiplica a lâmina útil máxima	$f$	22,5
Comprimento calculado da caixa de areia	$L$	0,89 m
Comprimento adotado da caixa de areia	$L_{adot}$	1,50 m

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>TRATAMENTO PRELIMINAR</b>	<b>v.1</b>

#### e) Cálculo da área superficial da caixa de areia

A área superficial da caixa de areia pode ser obtida pela seguinte equação:

$$A_{\text{sup}} = b \cdot L$$

Área superficial  $A_{\text{sup}}$  0,45 m<sup>2</sup>

#### f) Cálculo da quantidade de material retido no canal

O valor médio do volume de areia removida pela caixa de areia em função do volume de esgoto tratado deve estar compreendido entre 2 e 4 m<sup>3</sup>/100.000 m<sup>3</sup>, ou seja, 0,00002 < R < 0,00004, valores recomendados por Jordão e Pessoa (2011).

$$M = Q_{\text{méd}} \cdot R$$

Taxa de retorno adotada R 0,00004 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>  
Quantidade de material retido M 0,003 m<sup>3</sup>/d

#### g) Cálculo do volume de acumulação

O volume de acumulação é proporcional ao tempo entre limpezas da caixa de areia e o volume acumulado diariamente. Ver equação a seguir:

$$V_{\text{acum}} = i \cdot M$$

Frequência de limpeza i 7 dias  
Volume de acumulação V 0,023 m<sup>3</sup>

#### h) Cálculo da profundidade de acumulação

A profundidade necessária para o acúmulo de material que sedimenta na caixa de areia no intervalo entre limpezas pode ser obtida pela seguinte equação:

$$H_{\text{acum}} = \frac{V_{\text{acum}}}{A_{\text{sup}}}$$

Profundidade de acumulação calculada  $H_{\text{acum}}$  0,05 m  
Profundidade de acumulação adotada  $H_{\text{acum}}$  0,30 m

#### i) Cálculo da taxa de escoamento superficial

É o volume de esgoto por m<sup>2</sup> de superfície de caixa de areia que chega à elevatória em um dia. É expressa pela seguinte equação:

$$I = \frac{Q_{\text{méd}}}{A_{\text{sup}}}$$

Taxa de escoamento superficial I 182,40 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d

O valor obtido não se encontra dentro da faixa recomendada pela NBR 12209/2011 devido à vazão média de início de plano da Sub-bacia 3.2 ser muito pequena.

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>POÇO DE SUÇÃO</b>	<b>v.1</b>

## POÇO DE SUÇÃO

### a) Volume útil

É o volume compreendido entre os níveis máximo e mínimo de operação das bombas. Este volume é dado pela seguinte equação:

$$V_u = \frac{T \cdot Q_{bom}}{4}$$

Em que:

Vazão de bombeamento	$Q_{bom}$	0,0063 m <sup>3</sup> /s
Tempo de ciclo - menor tempo entre duas partidas sucessivas do motor. Não deve ser inferior a 10 minutos, conforme SPO-024.	T	10 min
Assim, o volume útil calculado será	$V_u$	0,95 m <sup>3</sup>

### b) Altura útil

É a diferença entre os níveis máximo e mínimo de operação das bombas. É obtido pela divisão entre o volume útil e a área do poço de sucção. A SPO-024 define como 0,50 metros como altura útil mínima. Para o cálculo da área de poços retangulares, a mesma norma fixa dimensão mínima de 2 metros. A altura útil é calculada por:

$$h = \frac{V_u}{L \cdot B}$$

Largura adotada do poço de sucção	B	2,00 m
Comprimento adotado do poço de sucção	L	2,00 m
Altura útil calculada	h	0,24 m
Altura útil adotada	$h_{adot}$	0,50 m

Devido a adoção de uma altura útil superior a calculada, recalculou-se o valor do volume útil pela fórmula abaixo:

$$V_u = h_{adot} \cdot B \cdot L$$

O volume corrigido e definitivo será então	$V_u$	2,00 m <sup>3</sup>
--	-------	---------------------

### c) Volume morto

É o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível mínimo de operação da bomba. É dado pela equação a seguir:

$$V_{morto} = sub_{mín} \cdot B \cdot L$$

Onde:

Submergência mínima fornecida pelo fabricante	$sub_{mín}$	0,30 m
---	-------------	--------

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>POÇO DE SUÇÃO</b>	<b>v.1</b>

Portanto, o volume morto do poço de sucção será:  $V_m$  1,20 m<sup>3</sup>

#### d) Volume efetivo

É o volume compreendido entre o fundo do poço (tomada das bombas) e o nível médio de operação (metade da altura útil). É dado pela equação a seguir:

$$V_e = V_m + \frac{V_u}{2}$$

Portanto, o volume efetivo será:  $V_e$  2,20 m<sup>3</sup>

#### e) Tempo médio de detenção hidráulica

É a relação entre o volume efetivo e a vazão média de início de plano. Este tempo deve ser inferior a 30 min, conforme orienta a NBR 12208/1992, a fim de se evitar a septicidade do esgoto. Para elevatórias projetadas com as dimensões mínimas, a SPO-024 permite TDH's superiores a este valor. Assim,

$$TDH = \frac{V_e}{Q_{méd-i}}$$

Tempo de detenção hidráulica  $TDH$  38,60 min

#### f) Ciclo de funcionamento

Como mencionado anteriormente, o tempo de ciclo é o menor tempo entre duas partidas sucessivas do motor. Não deve ser inferior a 10 minutos, conforme prevê item 5.7.2 da SPO-024. O tempo de ciclo também é dado pela soma dos tempos de parada e funcionamento da bomba, expresso por:

$$T_c = T_p + T_f$$

O tempo de parada  $T_p$  é o tempo necessário para encher o poço de sucção. É dado pela divisão entre o volume útil e a vazão afluyente ao poço:

$$T_p = \frac{V_u}{Q_a}$$

O tempo de funcionamento  $T_f$  é o tempo necessário para esvaziar o poço de sucção. É dado pela razão entre o volume útil e a diferença entre as vazões de bombeamento e afluyente:

$$T_f = \frac{V_u}{Q_{bom} - Q_a}$$

Assim,

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	<b>Data</b>
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>POÇO DE SUÇÃO</b>	<b>v.1</b>

Tabela 22 - Verificação dos tempos de ciclo

<b>Q<sub>a</sub> (L/s)</b>	<b>T<sub>p</sub> (min)</b>	<b>T<sub>f</sub> (min)</b>	<b>T<sub>c</sub> (min)</b>
0,63	52,7	5,9	58,5
1,27	26,3	6,6	32,9
1,90	17,6	7,5	25,1
2,53	13,2	8,8	21,9
<b>3,16</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>21,1</b>
3,80	8,8	13,2	21,9
4,43	7,5	17,6	25,1
5,06	6,6	26,3	32,9
5,70	5,9	52,7	58,5
<b>T<sub>cmin</sub> (min)</b>			<b>21,1</b>

O tempo de ciclo mínimo ocorre quando a vazão afluyente ao poço de sucção for igual a metade da vazão de bombeamento. Portanto,

Tempo de ciclo mínimo  $T_c$  21,1 min

#### g) Número de partidas por hora

O número de partidas/hora de uma bomba é dado pela divisão entre a quantidade de minutos equivalente a 1 hora e o tempo de ciclo mínimo obtido. Este valor deve ser menor que 6 partidas, número equivalente a um tempo de ciclo de 10 minutos.

$$N = \frac{60 \text{ min}}{T_c}$$

Número de partidas/hora  $N$  2,85 partidas

#### h) Principais cotas do projeto

Cota do pavimento	$C_{pav}$	394,950 m
Cota da calçada da EEE	$C_{calç}$	395,100 m
Nível do terreno dentro da EEE	$C_{terr}$	395,300 m
Cota do tampão do último PV	$C_{pv}$	395,400 m
Profundidade do último PV	$h_{pv}$	2,205 m
Cota do fundo do último PV	$C_{pv}$	393,095 m
Cota do canal de chegada no poço de sucção	$C_{can}$	392,686 m
Folga entre o $N_{máx}$ e o canal de chegada	folga	0,200 m
Cota do nível máximo do poço de sucção	$N_{máx}$	392,486 m
Cota do nível mínimo do poço de sucção	$N_{mín}$	391,986 m
Cota do fundo do poço de sucção	$N_{fund}$	391,686 m
Cota do extravasor	$C_{ext}$	394,015 m
Cota do PV mais baixo da rede	$C_{pv-b}$	394,950 m
Cota de saída da tubulação de recalque no barrilete	$C_{rec}$	394,382 m



COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

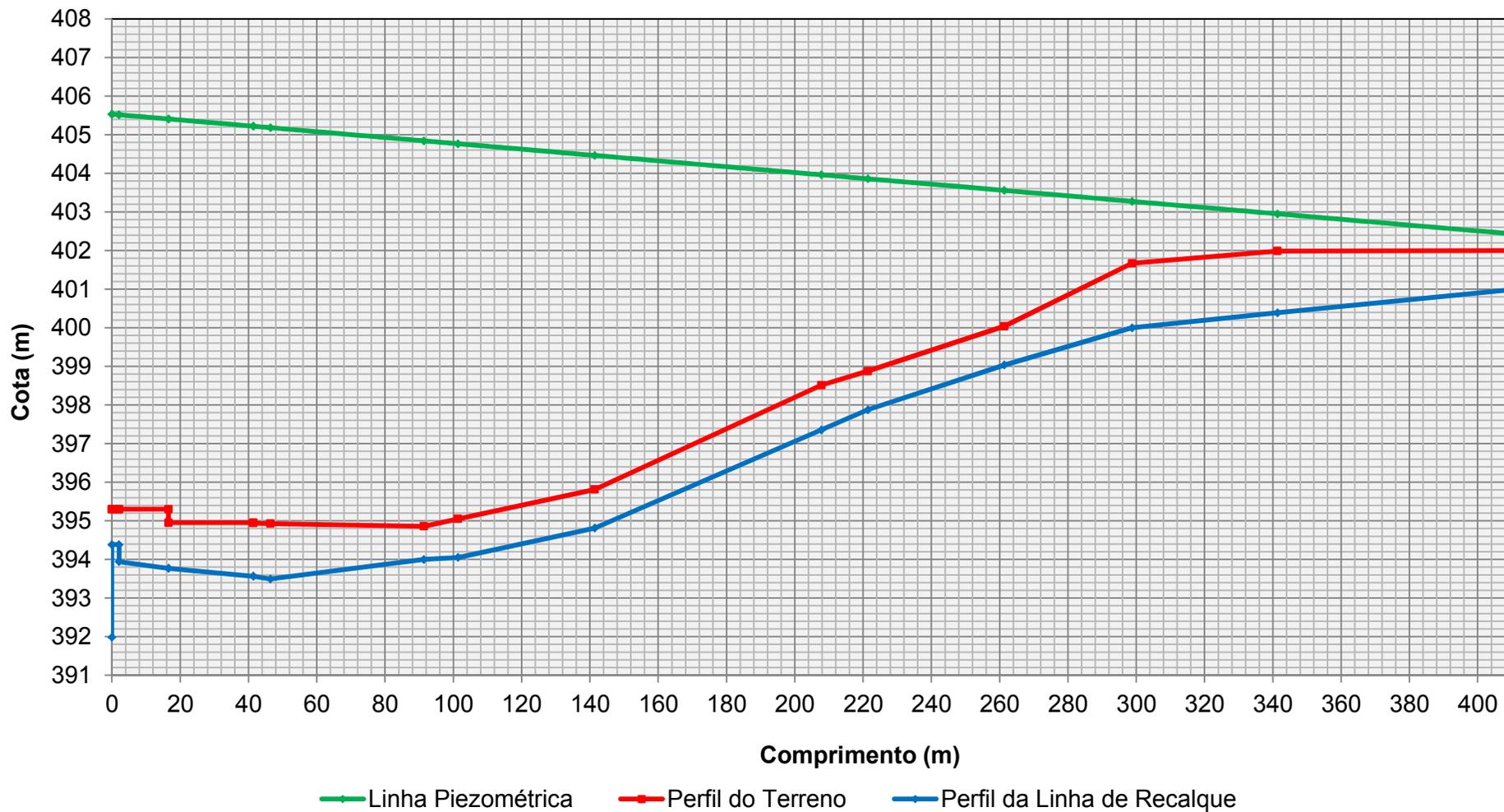
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2

PERFIL DA LINHA DE RECALQUE 3.2

DATA

23/02/2015

v.1





COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

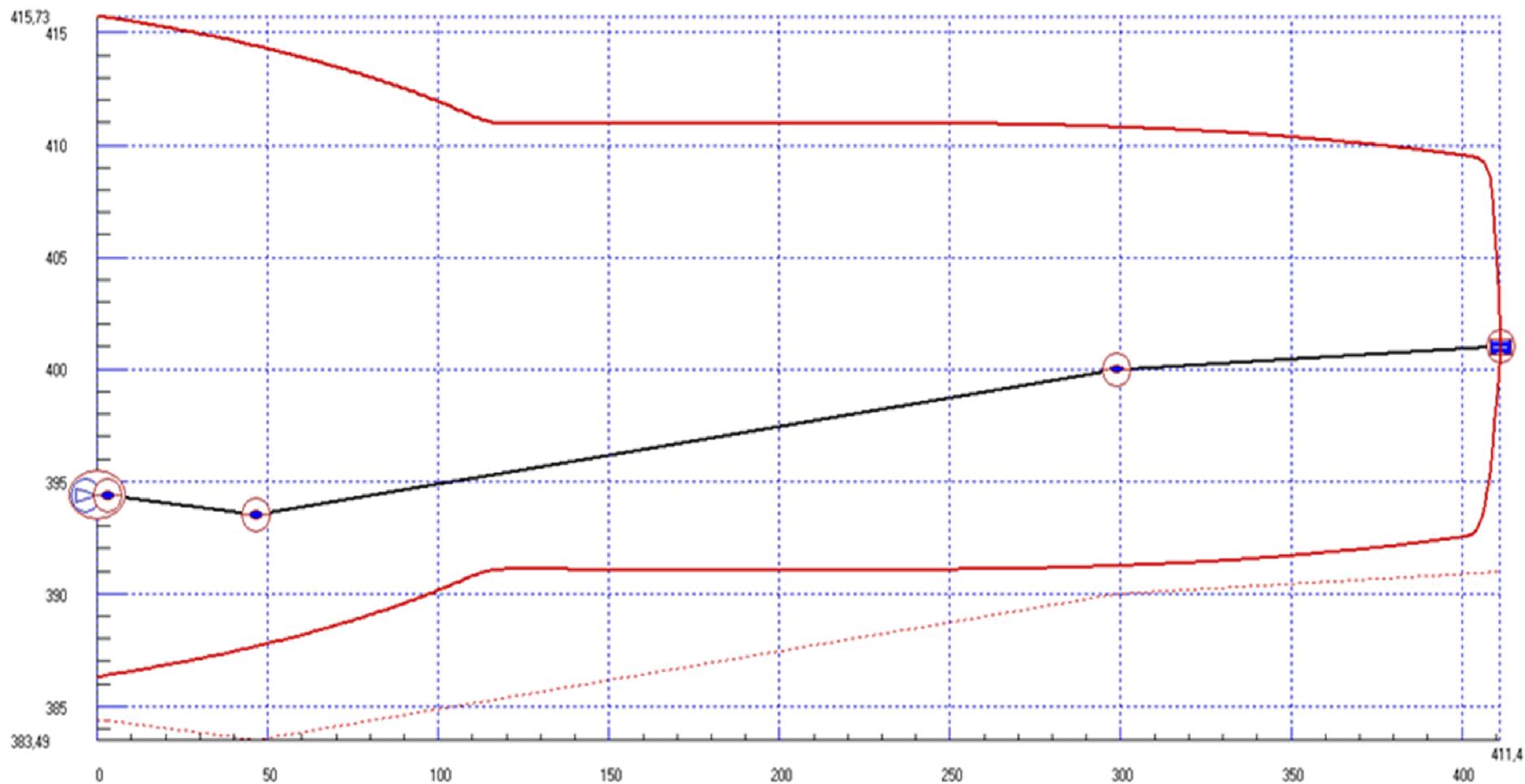
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2

ESTUDO DE TRANSIENTES - SEM PROTEÇÃO - LINHA DE RECALQUE 3.2

DATA

23/02/2015

v.1



	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ	Data
	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2	23/02/15
	RESULTADOS DYAGATS - SEM PROTEÇÃO	v.1

RESULTADOS	
------------	--

REGIMEN PERMANENTE	
Caudal Régimen (m³/seg)	0,0085
Altura que da la Bomba (m)	10,89
Rendimiento Bomba (%)	70,56

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Altura inicial (m)	405,269	405,238	404,788	402,169
Altura final (m)	405,238	404,788	402,169	401,000

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS					
NODOS TRAMO 1	1	2	3	4	5
Presión Máxima (mca)	21,35	21,34	21,32	21,30	21,29
Instante (s)	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
Presión Mínima (mca)	-8,08	-8,06	-8,04	-8,01	-7,99
Instante (s)	6,88	6,88	6,87	6,87	6,87
NODOS TRAMO 2	1	2	16	30	44
Presión Máxima (mca)	21,29	21,29	21,24	21,16	21,06
Instante (s)	6,27	6,26	6,26	6,25	6,24
Presión Mínima (mca)	-7,99	-7,95	-7,45	-6,91	-6,35
Instante (s)	6,87	6,87	6,87	6,86	6,85
NODOS TRAMO 3	1	2	82	162	242
Presión Máxima (mca)	20,92	20,87	16,14	14,21	12,57
Instante (s)	6,23	6,23	6,19	6,14	6,09
Presión Mínima (mca)	-5,83	-5,82	-4,33	-5,73	-7,34
Instante (s)	6,84	6,84	6,79	6,75	6,70
NODOS TRAMO 4	1	2	38	74	110
Presión Máxima (mca)	10,79	10,78	10,33	9,75	9,07
Instante (s)	6,05	6,05	6,03	6,00	5,98
Presión Mínima (mca)	-8,77	-8,78	-8,83	-8,74	-8,56
Instante (s)	6,66	6,65	6,63	6,61	6,59

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ	Data
	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2	23/02/15
	RESULTADOS DYAGATS - SEM PROTEÇÃO	v.1

DATOS DE LOS NUDOS	
Elemento	Nudo 1
Caudal de régimen(m³/seg)	0,0063
Difer. descarga-aspiración(m)	11,15
Altura de aspiración(m)	0
Curva de Altura - Caudal	
Coeficiente A	17,038
Coeficiente B	0
Coeficiente C	85855
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coeficiente D	253,97
Coeficiente E	-20156
Velocidad de giro(rpm)	1740
Inercia(Kg·m²)	0,0101
Tiempo de desconexión(seg)	0
Tiempo de arranque(seg)	0
Número de bombas	1
Válvula de Alivio	
Presion de tarado (mca)	80
Coef. de pérdidas (m/(m³/seg)²)	347
Válvula de Retención	
Velocidad Mínima (m/seg)	0,2
Tipo de válvula	Bola
Depósito	Nudo 5
Nivel(m)	0

NUDOS				
	1	2	3	4
Material	Fundición dúctil Biw ater. Junta Flexible Automática K			
Longitud (m)	3	43,4	252,36	112,64
Diametro (m)	0,102	0,102	0,102	0,102
Espesor (m)	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091
Rugosidad (mm)	0,03	0,03	0,03	0,03
Fricción	0	0	0	0
Modulo Young (MPa)	166770	166770	166770	166770
Cota Inicial (m)	394,382	394,382	393,491	400
Cota Final (m)	394,382	393,491	400	401
Celeridad (m/seg)	1283,91	1350,829	1350,031	1348,434



COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

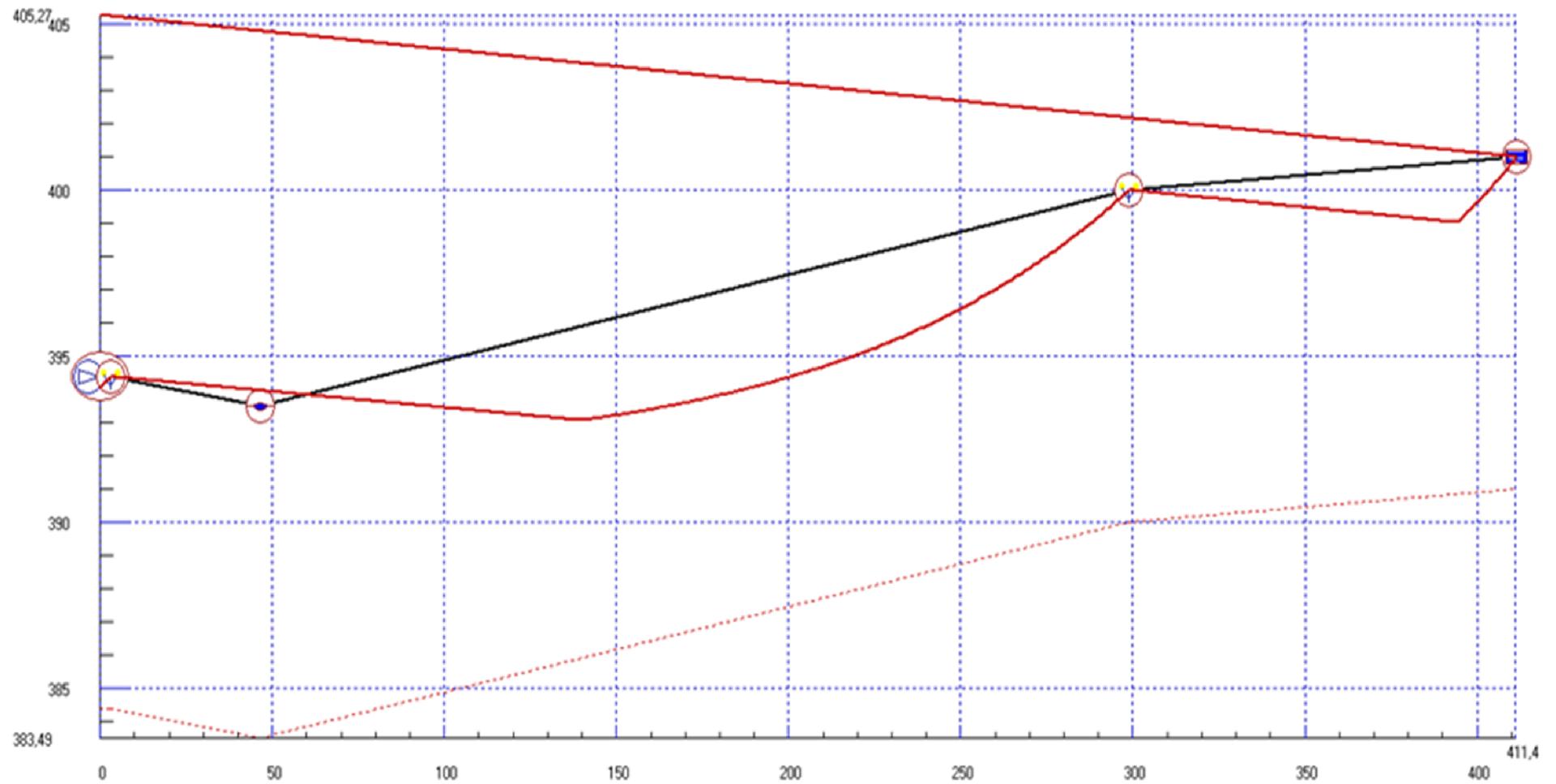
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2

ESTUDO DE TRANSIENTES - COM PROTEÇÃO - LINHA DE RECALQUE 3.2

DATA

23/02/2015

v.1



	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	Data
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	23/02/15
	<b>RESULTADOS DYAGATS - COM PROTEÇÃO</b>	v.1

<b>RESULTADOS</b>
-------------------

<b>REGIMEN PERMANENTE</b>	
Caudal Régimen (m³/seg)	0,0085
Altura que da la Bomba (m)	10,89
Rendimiento Bomba (%)	70,56

<b>PRESIONES POR TRAMO</b>	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Altura inicial (m)	405,269	405,238	404,788	402,169
Altura final (m)	405,238	404,788	402,169	401,000

<b>PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS</b>					
<b>NODOS TRAMO 1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Presión Máxima (mca)	10,89	10,88	10,87	10,86	10,86
Instante (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Presión Mínima (mca)	-0,35	-0,26	-0,17	-0,09	0,00
Instante (s)	0,34	0,34	0,34	0,34	1,31
<b>NODOS TRAMO 2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>44</b>
Presión Máxima (mca)	10,86	10,86	10,98	11,09	11,20
Instante (s)	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Presión Mínima (mca)	0,00	0,00	0,13	0,25	0,37
Instante (s)	1,31	3,29	0,41	0,40	0,39
<b>NODOS TRAMO 3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>82</b>	<b>162</b>	<b>242</b>
Presión Máxima (mca)	11,30	11,27	8,99	6,70	4,42
Instante (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Presión Mínima (mca)	0,47	0,45	-1,79	-3,09	-2,65
Instante (s)	0,41	0,39	0,36	0,34	0,29
<b>NODOS TRAMO 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	<b>74</b>	<b>110</b>
Presión Máxima (mca)	2,17	2,16	1,61	1,06	0,52
Instante (s)	0,18	0,18	0,21	0,20	0,19
Presión Mínima (mca)	0,00	-0,02	-0,56	-1,10	-1,64
Instante (s)	7,02	0,25	0,30	0,30	0,32

	<b>COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ</b>	Data
	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TAUÁ - EEE 3.2</b>	<b>23/02/15</b>
	<b>RESULTADOS DYAGATS - COM PROTEÇÃO</b>	<b>v.1</b>

DATOS DE LOS NUDOS			
Elemento	Nudo 1		Nudo 2
Caudal de régimen(m³/seg)	0,0063		
Difer. descarga-aspiración(m)	11,15		
Altura de aspiración(m)	0		
Curva de Altura - Caudal			
Coeficiente A	17,038		
Coeficiente B	0		
Coeficiente C	85855		
Curva de Rendimiento - Caudal			
Coeficiente D	253,97		
Coeficiente E	-20156		
Velocidad de giro(rpm)	1740		
Inercia(Kg·m²)	0,0101		
Tiempo de desconexión(seg)	0		
Tiempo de arranque(seg)	0		
Número de bombas	1		
<b>Válvula de Alivio</b>			
Presion de tarado (mca)	80		
Coef. de pérdidas (m/(m³/seg)²)	347		
<b>Válvula de Retención</b>			
Velocidad Mínima (m/seg)	0,2		
Tipo de válvula	Bola		
		<b>Ventosa</b>	<b>Nudo 2</b>
		Coefic. de admisión(m³/(min*bar))	25
		Coefic. de expulsión(m³/(min*bar))	4
		<b>Válvula de Alivio</b>	
		Presion de tarado (mca)	80
		Coeficiente de pérdidas (m/(m³/seg)²)	347
		<b>Ventosa</b>	<b>Nudo 4</b>
		Coefic. de admisión(m³/(min*bar))	25
		Coefic. de expulsión(m³/(min*bar))	4
		<b>Válvula de Alivio</b>	
		Presion de tarado (mca)	80
		Coeficiente de pérdidas (m/(m³/seg)²)	347
		<b>Depósito</b>	<b>Nudo 5</b>
		Nivel(m)	0

NUDOS				
	1	2	3	4
<b>Material</b>	<b>Fundición dúctil Biwater. Junta Flexible Automática K</b>			
Longitud (m)	3	43,4	252,36	112,64
Diametro (m)	0,102	0,102	0,102	0,102
Espesor (m)	0,0091	0,0091	0,0091	0,0091
Rugosidad (mm)	0,03	0,03	0,03	0,03
Fricción	0	0	0	0
Modulo Young (MPa)	166770	166770	166770	166770
Cota Inicial (m)	394,382	394,382	393,491	400
Cota Final (m)	394,382	393,491	400	401
Celeridad (m/seg)	1283,91	1350,829	1350,031	1348,434

**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA**

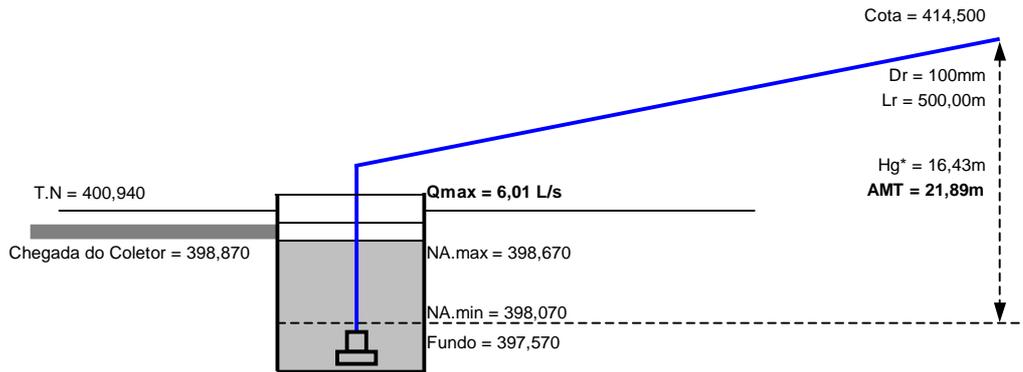
Nb = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)  
 Nbr = Número de bombas reservas  
 Vazão máxima afluyente (L/s)  
 Vazão de projeto (L/s)  
 Desnível Geométrico  
 Altura Manométrica Total  
 Capacidade total da elevatória (em função da bomba adotada)  
 Rendimento do Sistema  
 Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba  
 Potência Comercial da Estação Elevatória  
 Bomba considerada nos calculos:  
 Tipo de bombas:

**LINHA DE RECALQUE**

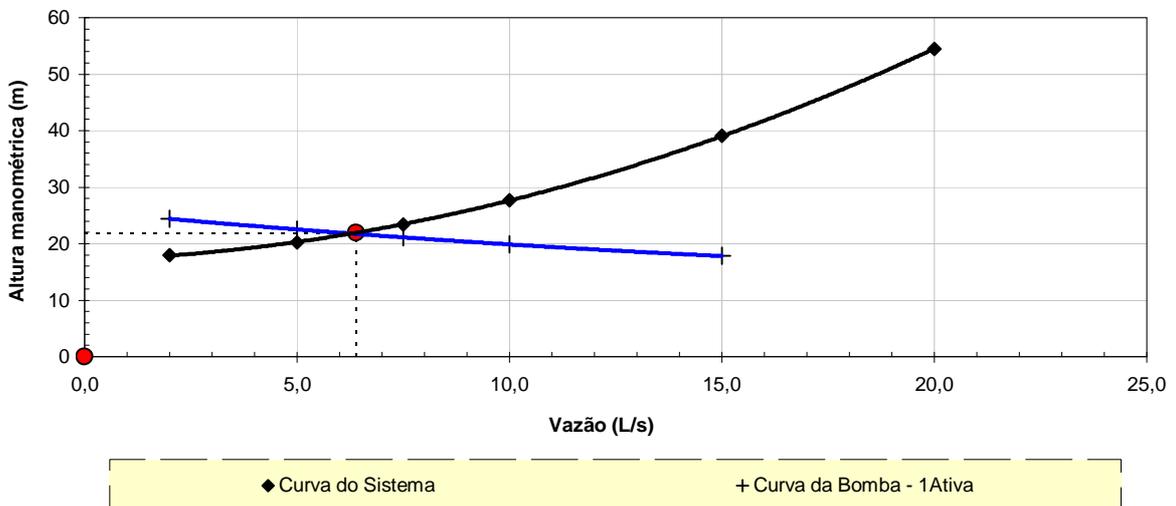
Material da Tubulação  
 Vazão na Tubulação  
 Comprimento da Tubulação  
 Diâmetro da Tubulação

2ª Etapa	
	01
	01
	6,0 L/s
	6,4 L/s
	17,43 m
	21,89 m
	6,4 L/s
	35,2%
	7,5 CV
	7,5 CV
	Submersíveis
	PVC-DEFOFO
	6,40 L/s
	500,00 m
	100 mm

**ESQUEMA DA ELEVATÓRIA**



**CURVAS DO SISTEMA**



		2ª Etapa
<b>1. CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>		
O projeto foi concebido para a 2ª etapa, com funcionamento de uma bomba ativa e uma reserva.		
<b>1.1 - LINHA DE RECALQUE</b>		
Tipo de material da tubulação		PVC-DEFOFO
Q <sub>máx</sub> = Vazão máxima de projeto		6,0 L/s
Q <sub>máx</sub> = Vazão máxima de bombeamento		6,4 L/s
L' = comprimento real da linha de recalque		490,00 m
L = Comprimento da tubulação		500,00 m
<b>1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA</b>		
N <sub>b</sub> = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)		1 bomba
N <sub>br</sub> = Número de bombas reservas		1 bomba
Tipo de bombas:		Submersíveis
<b>2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES</b>		
O cálculo do diâmetro econômico é obtido pela fórmula de Bresse (Equação 01):		Equação 01:
Onde:		$D = K \cdot \sqrt{Q}$
D = Diâmetro econômico		1,20
K = Coeficiente da fórmula de Bresse		0,0064 m³/s
Q = Vazão máxima de fim de plano, em m³/s		Equação 02:
Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a Equação 02:		$V = \frac{4 \cdot Q^2}{\pi \cdot D^2}$
Onde:		
Q = Vazão na tubulação, em m³/s		
D = Diâmetro de recalque, em m		
<b>2.1 - RECALQUE</b>		
A partir da equação do diâmetro econômico, a tubulação de recalque (D <sub>R</sub> ) seria de:		96 mm
Deverá ser adotado diâmetro comercial próximo ao calculado, podendo ser inferior ou não, desde que seja verificada a velocidade desvelvida no trecho (entre 0,6 e 3,0m/s). Neste caso, tem-se:		100 mm
D <sub>r</sub> = Diâmetro de recalque, em mm		0,81 m/s
V = Velocidade do fluxo na tubulação, em m/s		
<b>2.2 - BARRILETE</b>		
O diâmetro do barrilete varia em função da vazão prevista para cada trecho, considerando o arranjo das bombas. Neste sentido, as vazões e os diâmetros previstos para cada trechos do barrilete são:		
Diâmetros calculados:		Q <sub>ad</sub> = Q <sub>cd</sub> = 0,0064 m³/s
Diâmetros adotados:		φ <sub>ad</sub> = φ <sub>cd</sub> = 96 mm
Velocidade no trecho, em m/s		φ <sub>ad</sub> = φ <sub>cd</sub> = 100 mm
		v = 0,81 m/s
<b>2.3 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR</b>		
Pela fórmula de HAZEN-WILLIAMS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação de recalque, conforme equação a seguir:		Equação 03:
Onde:		$j = \frac{10,643 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$
j = Perda de carga linear		
Q = Vazão no trecho		0,0064 m³/s
D = Diâmetro no tubo		0,100 m
C = Coeficiente de Hazen-Williams		130
Por esta equação, a perda de carga linear na tubulação é igual à:		
j = perda de carga linear		0,00847m/m

## 2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações. Ver a Equação 04:

Onde:

- $K_b$  = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete
- $K_r$  = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque
- $V_b$  = Velocidade do fluxo no barrilete
- $V_r$  = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- $g$  = Aceleração da gravidade
- $h_b$  = Perda de carga localizada no barrilete
- $h_r$  = Perda de carga localizada na linha de recalque
- $h_f$  = Perda de carga localizada total

OBS: K foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades na linha de recalque e sucção. Ver tabela a seguir:

BARRILETE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	0,00	
Ampliação	0,19	1,00	0,19
Redução	0,33	0,00	
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90	1,00	0,90
Tê (saída lateral)	2,00	0,00	
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Outros	1,00	0,00	

RECALQUE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação	0,19		
Redução	0,33		
Curva 90°	0,40	2,00	0,80
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00		
Outros	1,00	1,10	1,10

$K_b$  4,69

$K_r$  1,90

$K_{Total}$  6,59

A perda de carga localizada será ( $h_f$ ): **0,22 m**

## 2.5 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

Onde:

- L = Comprimento da tubulação
- j = Perda de carga linear
- $h_f$  = Perda de carga localizada
- $h_j$  = Perda de carga distribuída
- $H_f$  = Perda de carga total na tubulação

Equação 05:

$$H_f = L \cdot j + h_f$$

500,00 m

0,00847m/m

0,22 m

4,23 m

4,46 m

### 3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

#### 3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a Equação 06:

Onde:

$C_{máx,rec}$  = Cota do ponto mais alto da linha de recalque

$C_{mín,suc}$  = Cota do nível mínimo do poço de sucção

Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico

$H_g$  = Desnível Geométrico

$h'$  = Acréscimo de desnível como coeficiente de segurança

Adotaremos um valor de 1 m como coeficiente de segurança a ser acrescentado no desnível geométrico a fim de garantir um bom funcionamento da linha de recalque, ficando o desnível geométrico igual a 17,43 m.

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

Onde:

$H_g^*$  = Desnível Geométrico

$H_j$  = Perda de carga total

AMT = Altura Manométrica Total

#### 3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

$Q_{máx}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano

$Q_{máx}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba

$H_g^*$  = desnível geométrico

AMT = Altura Manométrica Total

$N_b$  = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

$h$  = Rendimento do conjunto motor-bomba

$F_s$  = Fator de segurança

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

Tipo de bombas:

Modelo avaliado:

$h_b$  = Rendimento da bomba

$h_m$  = Rendimento do motor

Aplicando a Equação 09, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

$P$  = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

Potência comercial total da estação elevatória:

OBS.: Uma bomba com capacidade de 10% de fator de serviço, atende até uma potência de 22CV

#### 2ª Etapa

Equação 06:

$$H_g = C_{MAX,rec} - C_{MIN,suc}$$

**414,500**

**398,070**

16,43 m

1,00 m

$H_g^* =$  17,43 m

$$AMT = H_g^* + H_j$$

17,43 m

4,46 m

21,89 m

Equação 07:

$$P = \frac{W \cdot Q_{max} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

1000 Kg/m<sup>3</sup>

**0,0064 m<sup>3</sup>/s**

**0,0064 m<sup>3</sup>/s**

**17,43 m**

**21,89 m**

1 bomba(s)

35,2%

1,20

Submersíveis

41,4%

85,0%

6,4 CV

6,3 HP

4,68 kW

**7,5 CV**

7,5 CV

### 3.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Na Figura a seguir, estão apresentadas as curvas características da bomba e do sistema. A curva do sistema foi caracterizada em função da vazão, conforme equação abaixo:

Equação 10:

$$AMT = Hg + \left( \frac{h_f}{Q^2} \right) \cdot Q^2 + \left( \frac{L \cdot j}{Q^{1,85}} \right) \cdot Q^{1,85}$$

Aplicando os valores obtidos ao longo do dimensionamento, chega-se à seguinte curva do sistema:

$$AMT = 17,43 + 0,005445 \cdot Q^2 + 0,136533 \cdot Q^{(1,85)}$$

O gráfico abaixo foi obtido a partir do software disponibilizado pela FLYGT, bombas submersíveis, onde, a partir de da altura geométrica e da manométrica calculada, define-se a curva do sistema.

#### CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA E DO SISTEMA - 1ª ETAPA

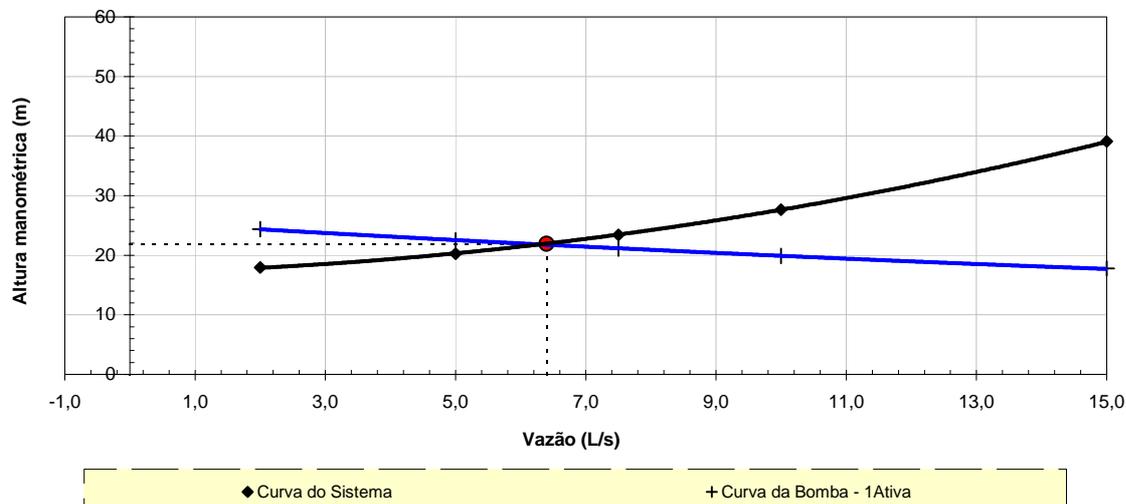
EQUAÇÃO DO SISTEMA: Hmt (m) x Q (l/s)

$$AMT = 17,43 + 0,005445 \cdot Q^2 + 0,136533 \cdot Q^{(1,85)}$$

Ponto de Operação

Q= 6,4 L/s

Hman = 21,9 m



### 3.4 - CÁLCULO DO NPSH

A sigla NPSH (*Net Positive Suction Head*) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações 11 e 12:

Onde:

- $h_{bomba}$  = Cota do eixo da bomba
- $h_{min,suc}$  = Cota do NA mínimo do poço de sucção
- Z = altura de sucção
- $P_a$  = Pressão atmosférica
- $P_v$  = Pressão de vapor
- $\gamma$  = Peso específico da água
- $h_f$  = Perda de carga localizada na sucção

$$NPSH_{disp.} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - Z - H_f$$

$$Z = h_{bomba} - h_{min,suc}$$

397,830

398,070

0,24 m

9.400,00 Kg/m<sup>2</sup>

343,00 Kg/m<sup>2</sup>

996,60 Kg/m<sup>3</sup>

0,00 m

7,40 m

8,82 m

NPSH<sub>req.</sub>

NPSH<sub>disp.</sub>

Como NPSH<sub>disp.</sub> > NPSH<sub>req.</sub> o sistema funcionará normalmente



Projeto do SES de Tauá Sede - 2ª e 3ª Etapas  
Projeto da Estação Elevatória de Esgoto - EESB-4  
Extravador

Atualização  
2009-11-11  
2009-11-11

### CARACTERÍSTICAS DO PERFIL

Cota do terreno da cx.	400,90
Cota de saída do emissário	399,84
Comprimento total do extravador	35,00
Declividade adotada	0,0265
Cota do terreno na DESCARGA do extravador	399,91
Cota da geratriz inferior do extravador na descarga	399,41
Desnível:	0,43 m
Perda de carga:	0,04 m
Carga disponível:	0,39 m
Capacidade de Transporte do Emissário	22,97 L/s

#### \* Projeto do DNIT

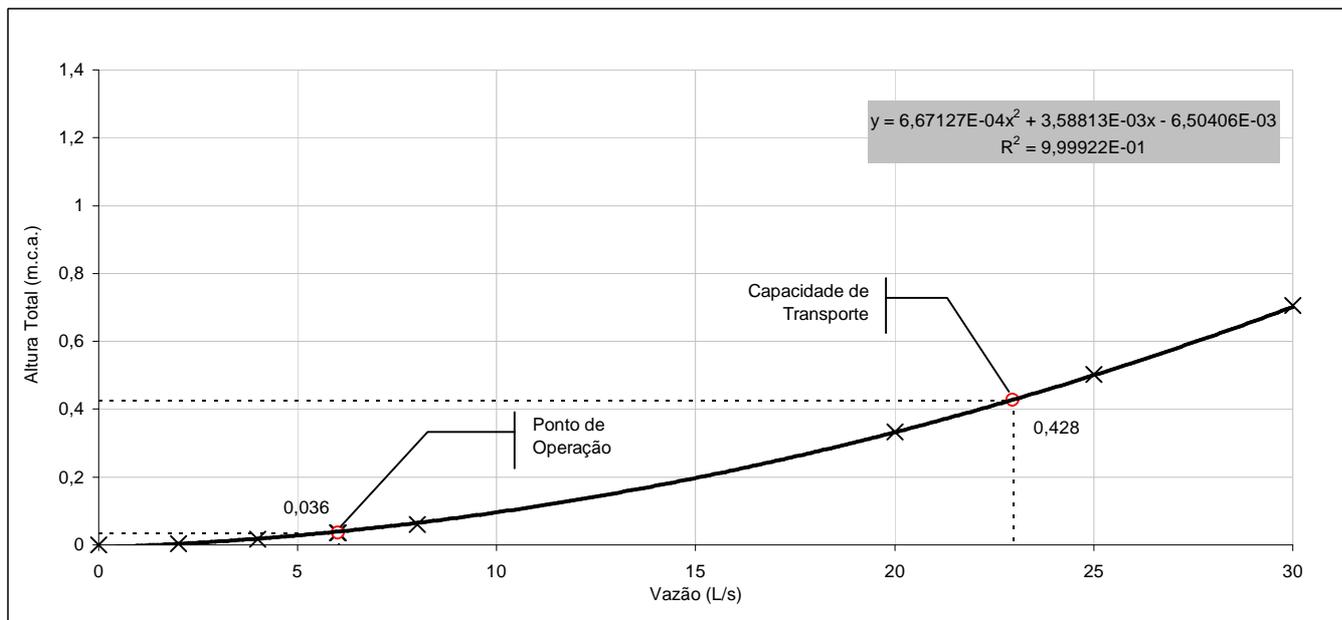
### DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA

Tubos e Conexões	Quant.	Ext. (m)	Ø (mm)	Material	C	K	Vazão (l/s)	Velocid. (m/s)	Perda de Carga (m)
Tubulação	1	35,00	150	PVC	130	-	6,01	0,34	0,04

Perda de carga localizada -

Perda de carga total (m) 0,04

### CURVA DO SISTEMA

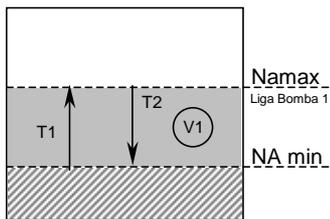


VAZÕES	MÁXIMA AFLUENTE DE FIM DE PLANO - $Q_{max}$ (L/s)	6,01
	MÉDIA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - $Q_{med}$ (L/s)	2,17
BOMBAS	Nº DE BOMBAS ATIVA(S)	01
	Nº DE BOMBAS RESERVA(S)	01
	TIPO DE BOMBA	Submersíveis
POÇO DE SUÇÃO	COTA DO TERRENO APÓS TERRAPLENAGEM - CT (m)	400,940
	COTA DO TAMPÃO DO PV	400,940
	COTA DO CANAL DE CHEGADA - CCJ (m)	398,870
	FOLGA ENTRE O NA.max E A SOLEIRA DO TUBO - F (m)	0,20
	SUBMERGÊNCIA MÍNIMA - $S_{bm}$ (m)	0,50
	SECÇÃO TRANSVERSAL DO POÇO DE SUÇÃO - S (m²)	RETANGULAR
	LARGURA DO LADO INTERNO DO POÇO	2,00
	COMPRIMENTO INTERNO DO LADO DO POÇO (m)	2,00
	PROFUNDIDADE DO POÇO EM RELAÇÃO AO TERRENO - P (m)	3,37
		1º ESTÁGIO
	VAZÃO DE BOMBEAMENTO - $Q_{bom}$ (L/s)	6,4
	VOLUME ÚTIL CALCULADO ( $V_{Ucalc}$ , em m³) - EQ. 01	0,96
	ALTURA ÚTIL CALCULADA - $h_{Ucalc}$ (m) - EQ.02	0,24
	ALTURA ÚTIL ADOTADA - $h_{Uadot}$ (m)	0,60
	VOLUME ÚTIL ADOTADO $V_{Uadot}$ (m³) - EQ.03	2,40
	COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO - $NA_{máx}$ (m) - EQ.04	398,670
COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMO - $NA_{mín}$ (m)	398,070	
COTA DO FUNDO DO POÇO - $CF_p$ (m)	397,570	
VERIFICAÇÃO	ÁREA INTERNA DO POÇO - A (m²)	4,00
	ALTURA MÉDIA DO NA - $h_{med}$ (m)	0,80
	VOLUME MÉDIO DO POÇO - $V_{med}$ (m³)	3,20
	TEMPO DE DETENÇÃO MÉDIA - $T_d$ (minutos)	24,58
	TEMPO DE CICLO MÍNIMO (min) - $T_c$	26,67
	NÚMERO MÁXIMO DE PARTIDAS POR HORA - $N_{par}$	2,25

EQUAÇÕES	$V_u = 2,5 \times Q_{max}$	$h_i = \frac{h_{Uadot}}{2} + (C_{NAmin} - C_{fundo})$	
	$V_{Uadot} = A \cdot h_{Uadot}$	$T_d = \frac{V_{int}}{Q_{MED}}$	$N_{par} = \frac{60(\text{min/ hor})}{T_{Cmin}}$
	$V_{int} = A \cdot h_i$		$h_u = \frac{V_u}{A}$
	$C_{fundo} = C_{NAmin} - h_{RB}$	$T_{Cmin} = \frac{V_{Uadot}}{Q_{mín}} + \frac{V_{Uadot}}{Q_{bom} - Q_{mín}}$	
	$C_{NAmin} = C_{NAmax} - h_{Uadot}$		

**TEMPO DE CICLO**

Esta elevatória é constituída de dois conjuntos elevatórios, sendo que cada um será implantado em poços de sucção distintos, de mesma capacidade, operando isoladamente entre si, em dias ou semana alternados, conforme necessidade operacional. Para o tempo de ciclo, serão considerados dois tempos:



T1: corresponde ao tempo que o poço tem seu seu nível elevado para Namax em função da vazão afluyente;  
 T2: corresponde ao tempo que o poço tem seu nível de água rebaixado para NA min.

Equação 1: Equação 2:

$$T_1 = \frac{V_1}{Q_A}$$

$$T_2 = \frac{V_1}{Q_{1B} - Q_A}$$

**Condição de Funcionamento Proposto: Uma bomba ativa em cada poço.**

O poço levará o tempo T1 para seu nível alcançar o NAmáx. Neste momento a bomba B1 é acionada, levando o tempo T2 para retornar ao nível NAmín. O reversamento com a outra bomba e respectivo poço, deverá ocorrer conforme necessidade da operação.

Os fluxogramas de funcionamento das bombas estão apresentadas nas Fig. 1.

Figura 1: Fluxograma de funcionamento

Alternância entre a bomba ativa e a reserva.

NAmín	NA.máx	NA.mín	NA.máx	NA.mín	NA.máx	N.mín	NA.mín	NA.máx	NA.mín
	enche	esvazia	enche	esvazia	enche		esvazia	enche	esvazia
B1		TF1=T2		TF1=T2			TF1=T3		TF1=T4
TEMPOS	T1	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T1	T2

Pelo fluxograma acima, obtém-se as equações que irão regir o tempo de ciclo e funcionamento de cada bomba:

Equação 3: **TF = T2**

Equação 4: **TC = (T1 + T2)**

onde:

TF - tempo de funcionamento

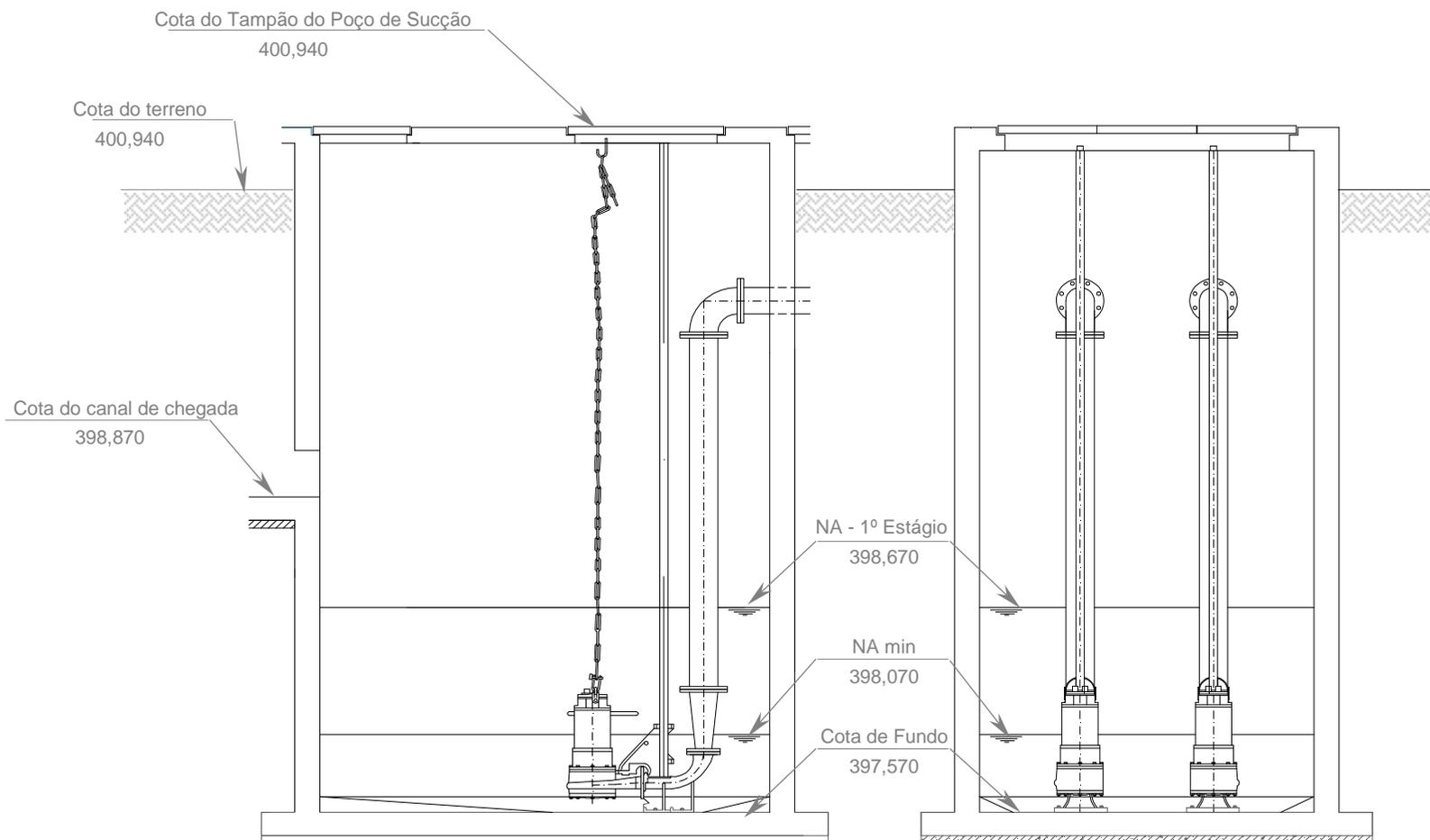
TC - temp de ciclo

T1 - tempo que o nível do poço se eleva até NA máx, conforme Equação 1

T3 - tempo que a bomba leva para esgotar o poço até NA mín, conforme Equação 2

Abaixo segue a tabela de verificação do tempo de ciclo para diferentes vazões afluentes no sistema. Os tempos foram determinados a partir das equações acima:

Vazão afluente	Quant. Bombas Func.	Tempo para encher poço até N1 (T1)	Tempo Esvaziamento Namin (T2)	TEMPO DE CICLO
(L/s)		Eq. 01 (min)	Eq. 02 (min)	TC=T2+T1 (min)
1,00	1	40,00	7,41	47,41
2,00	1	20,00	9,09	29,09
4,00	1	10,00	16,67	26,67
5,00	1	8,00	28,57	36,57
6,00	1	6,67	100,00	106,67
			<b>MENOR TC</b>	<b>26,67</b>



**SEM PROTEÇÃO**

Trecho	Nó Inicial	Nó Final	Seção	Cota da Seção (m)	Cota Piez. Max. R. Transientes (mca)	Cota Piez. Min. R. Transientes (mca)	Pressão Máxima (mca)	Pressão Mínima (mca)	Vazão Máxima R. Transporte (L/s)	Vazão Mínima R. Transporte (L/s)	Cota Piez. R. Permanente (mca)	Pressão R. Perm. (mca)	Vazão R. Perm. (L/s)
T1	1	2	1	398,07	426,78	398,90	28,71	0,83	9,90	0,00	418,29	20,22	9,90
T1	1	2	2	399,04	426,32	399,01	27,28	-0,03	9,90	-0,13	418,12	19,08	9,90
T1	1	2	3	400,01	426,30	399,12	26,29	-0,89	9,90	-0,22	417,90	17,89	9,90
T1	1	2	4	400,98	426,33	399,26	25,35	-1,73	9,90	-0,30	417,67	16,69	9,90
T2	2	3	1	400,98	426,33	399,26	25,35	-1,73	9,90	-0,30	417,67	16,69	9,90
T2	2	3	2	401,03	426,07	399,48	25,04	-1,55	9,91	-0,39	417,48	16,46	9,91
T2	2	3	3	401,07	425,74	399,72	24,67	-1,35	9,91	-0,48	417,29	16,21	9,91
T2	2	3	4	401,11	425,39	400,00	24,27	-1,12	9,91	-0,56	417,09	15,97	9,91
T2	2	3	5	401,16	425,02	400,29	23,86	-0,87	9,91	-0,62	416,89	15,73	9,91
T2	2	3	6	401,20	424,64	400,55	23,44	-0,65	9,91	-0,69	416,70	15,49	9,91
T2	2	3	7	401,24	424,27	400,84	23,02	-0,40	9,91	-0,76	416,50	15,25	9,91
T2	2	3	8	401,29	423,88	401,13	22,59	-0,16	9,91	-0,83	416,30	15,01	9,91
T2	2	3	9	401,33	423,47	401,46	22,14	0,12	9,91	-0,88	416,11	14,77	9,91
T2	2	3	10	401,38	423,00	401,85	21,63	0,47	9,91	-0,92	415,90	14,53	9,91
T3	3	4	1	401,38	423,00	401,85	21,63	0,47	9,91	-0,92	415,90	14,53	9,91
T3	3	4	2	402,31	422,59	402,17	20,28	-0,14	9,91	-0,95	415,69	13,38	9,91
T3	3	4	3	403,25	422,26	402,51	19,02	-0,73	9,91	-0,98	415,47	12,22	9,91
T3	3	4	4	404,18	421,89	403,07	17,71	-1,11	9,91	-1,02	415,24	11,06	9,91
T3	3	4	5	405,12	421,31	403,71	16,20	-1,41	9,91	-1,05	415,02	9,91	9,91
T3	3	4	6	406,05	420,68	404,36	14,63	-1,69	9,91	-1,09	414,80	8,75	9,91
T4	4	5	1	406,05	420,68	404,36	14,63	-1,69	9,91	-1,09	414,80	8,75	9,91
T4	4	5	2	407,84	420,03	405,04	12,19	-2,80	9,91	-1,12	414,58	6,74	9,91
T4	4	5	3	409,63	419,35	405,79	9,72	-3,84	9,91	-1,15	414,35	4,71	9,91
T5	5	6	1	409,63	419,35	405,79	9,72	-3,84	9,91	-1,15	414,35	4,71	9,91
T5	5	6	2	410,09	418,79	406,62	8,70	-3,47	9,91	-1,19	414,13	4,04	9,91
T5	5	6	3	410,55	418,05	407,50	7,50	-3,05	9,91	-1,23	413,92	3,37	9,91
T5	5	6	4	411,01	417,16	408,47	6,15	-2,54	9,91	-1,26	413,70	2,69	9,91
T5	5	6	5	411,47	416,25	409,42	4,78	-2,05	9,91	-1,29	413,49	2,02	9,91
T5	5	6	6	411,93	415,36	410,34	3,43	-1,59	9,91	-1,28	413,28	1,35	9,91
T5	5	6	7	412,39	414,26	411,45	1,87	-0,94	9,91	-1,28	413,06	0,67	9,91
T5	5	6	8	412,85	412,85	412,85	0,00	0,00	9,91	-1,32	412,85	0,00	9,91



Projeto do SES de Tauá Sede - 2ª e 3ª Etapas  
Projeto da Estação Elevatória de Esgoto EESB-4 - Transientes - Nós

Atualização:  
2009-11-11

**SEM PROTEÇÃO**

Nó	Coord. N (m)	Coord. E (m)	Cota terreno (m)	Cota nó (m)	k local	Pmin. (mca)	P.máx (mca)	Contorno	Observações
1	167,74	112,38	400,530	398,070	0,000	15,00	60,00	Res. Mont., Bomba e Válv. Retenção	It
2	189,86	174,41	401,984	400,984	0,000	15,00	60,00	Junção	
3	194,16	294,17	402,375	401,375	0,000	15,00	60,00	Junção	
4	234,72	388,74	407,123	406,050	0,000	15,00	60,00	Junção	
5	280,18	445,85	410,631	409,631	0,000	15,00	60,00	Junção	
6	305,38	561,31	413,851	412,851	0,000	15,00	60,00	Saída Livre	

**SEM PROTEÇÃO**

Nó Inicial	Nó Final	Ext. Planta (m)	Nome do Trecho	Extensão de Cálculo (m)	Diâmetro Externo (mm)	Espessura (mm)	Material	Vínculo
1	2	65,86	T1	60,00	118	4,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
2	3	119,84	T2	160,00	118	4,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
3	4	102,90	T3	100,00	118	4,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
4	5	72,99	T4	40,00	118	4,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
5	6	118,18	T5	136,20	118	4,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas



## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sistema preliminar será composto por gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão do tipo Parshall. Os sistemas foram dimensionados considerando as condições de 3ª etapa.

## 2. MEDIDOR DE VAZÃO: CALHA PARSHAL

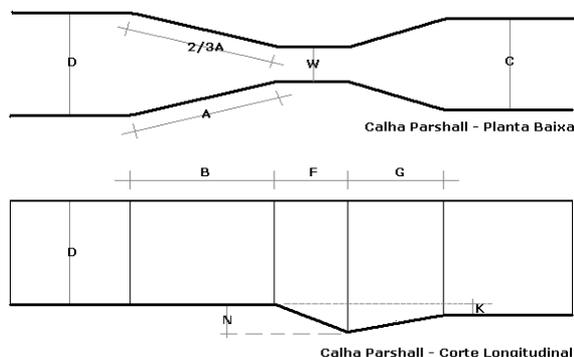
O medidor de vazão utilizado para a ETE será a Calha Parshall. A partir das vazões máximas e mínimas da ETE, pela Tabela 1 define-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

As vazões a serem consideradas para o dimensionamento são:

Vazão	
Q mín	2,27 L/s
Q med	3,71 L/s
Q máx	6,01 L/s

Será adotada a Calha Parshall com capacidade de atendimento entre a Qmin (1ª etapa) e a Qmax (2ª etapa).

Especificação: **3pol**



W (pol)	W (cm)	A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9		
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85	53,8
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	696,2
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1426,3
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80	2422,0
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5660,0

Para relacionar a vazão com a altura da lâmina de água, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q = k \cdot H^n$$

onde "k" e "n" são em função da calha parshall adotada, conforme se verifica na tabela abaixo:

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1	30,5	1,522	0,690
1,5	45,7	1,538	1,054
2	61	1,550	1,426
3	91,5	1,566	2,182
4	122	1,578	2,935
5	152,5	1,587	3,728
6	183	1,595	4,515
7	213,5	1,601	5,306
8	244	1,606	6,101

Para W = 3pol

K	n
0,176	1,547

A equação ficará igual a:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

## 2. DESARENADOR (CAIXA DE AREIA)

A caixa de areia ficará à montante da calha Parshall. Conterá com dois canais paralelos idênticos, de forma a permitir a sua limpeza sem comprometer a remoção das partículas para o qual foi idealizado, e terá seção trapezoidal para permitir que a vazão do

A velocidade do esgoto na caixa de areia deverá estar próxima de 0,30m/s, não devendo estar abaixo de 0,15m/s ou acima de 0,40m/s para evitar sedimentação de material orgânico (problemas com decomposição e geração de odor) ou arraste de partículas arenosa

Velocidade do esgoto: 0,40 m/s

As vazões de dimensionamento da caixa de areia serão:

Vazões	1ª Etapa	
Q mín	2,27	L/s
Q med	3,71	L/s
Q máx	6,01	L/s

A determinação da lâmina de esgoto é dada pela equação da calha Parshall:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

Vazão	L/s	m³/s	H
Q min	2,27	0,0023	0,060 m
Q max	6,01	0,0060	0,113 m
Q méd	3,71	0,0037	0,083 m

### Dimensões da Caixa de Areia

O dimensionamento consistirá em definir a sua seção transversal, seu comprimento, rebaixo para a calha Parshall e o depósito de areia. A metodologia de cálculo foi baseada em Sergio Rolim, no seu livro intitulado Sistemas de Lagunas de Estabilização (2000).

Caixa de Areia com câmeras operando alternadamente	Fórmulas e Observações:
Tipo de Seção	Retangular
Rebaixo da calha Parshall (z)	0,03 m
Altura máxima da lâmina d'água (H)	0,08 m
Largura do canal calculado (bcc)	0,18 m
Largura do canal adotado (bc)	0,30 m
Largura total (b)	0,80 m
Comprimento do canal (L)	2,07 m
Comprimento do canal adotado (L)	2,50 m
Taxa de escoamento superficial (T)*	427,39 m³/m².d

$$z = \frac{Q_{max} \cdot H_{min} - Q_{min} \cdot H_{max}}{Q_{max} - Q_{min}}$$

$$H = H_{max} - z \quad L = 25 \cdot H$$

$$b = \frac{Q_{max}}{H \cdot V} \quad T = \frac{Q_{med}}{A}$$

(\*) Varia entre 700 e 1600 m³/m²/d (Fonte: Tratamento de Águas Residuárias, J.M. Azevedo Neto) ou entre 600 e 1200 m³/m²/d (Fonte: Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias Industriais, J.A. Nunes)

Depósito de areia	Fórmulas e Observações:
Taxa produção de material retido (Tp)	0,00004 m³/m³ (1)
Período de limpeza (t)	15 dias (2)
Volume diário de material retido (V <sub>MD</sub> )	0,01 m³ (3)
Capacidade do depósito (V <sub>T</sub> )	0,192 m³ (4)
Largura do depósito de areia (B <sub>DA</sub> )	0,30 m
Comprimento do depósito (L <sub>DA</sub> )	2,50 m
Profundidade do depósito de areia (p <sub>DA</sub> )	0,26 m
Prof. do depósito de areia adotada (p <sub>DA</sub> )	0,50 m

$$V_{MD} = T_p \cdot Q_{med} \quad p_{DA} = \frac{V_T}{L_{DA} \cdot B_{DA}}$$

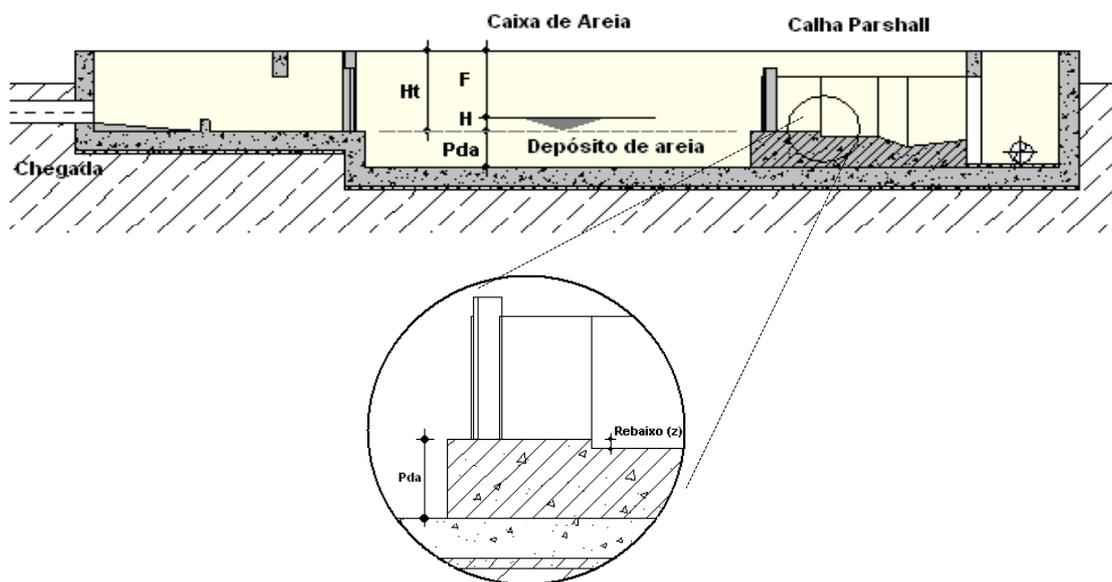
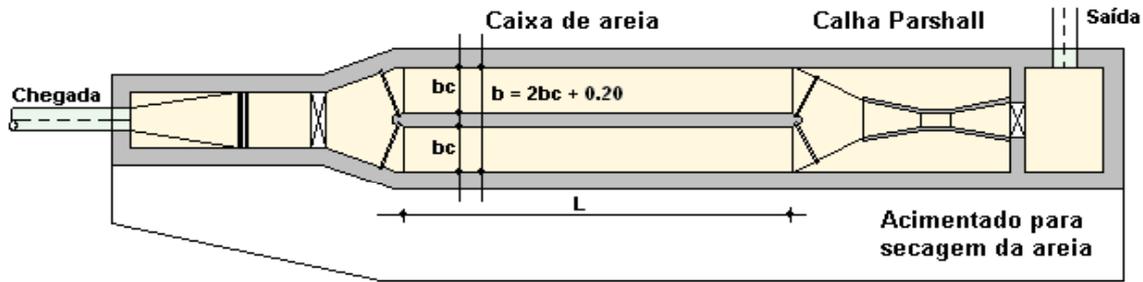
$$V_T = t \cdot V_{MD}$$

### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	S=Lx(H-z)	V
<b>Qmin</b>	0,0023 m³/s	0,060 m	0,030 m	0,0090 m²	<b>0,25m/s</b>
<b>Qmed</b>	0,0037 m³/s	0,083 m	0,053 m	0,0158 m²	<b>0,24m/s</b>
<b>Qmax</b>	0,0060 m³/s	0,113 m	0,083 m	0,0248 m²	<b>0,24m/s</b>

Considerando que a velocidade ficou em torno de 0,30m/s com variação menor que 20%, o dimensionamento da caixa de areia está adequado.

## ESQUEMA GRÁFICO



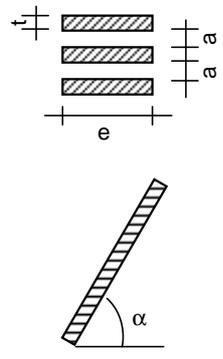
## 3. GRADEAMENTO

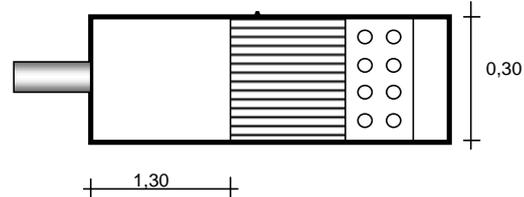
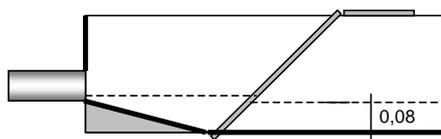
O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, geralmente, são barras de aço ou ferro dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permiti

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

Gradeamento		Fórmulas e Observações:
Tipo de gradeamento	Médio	
Especificação das barras:		
Largura (t)	10 mm	
Espessura (e)	40 mm	
Espaçamento (a)	25 mm	
Inclinação das barras (a):	60 °	
Velocidade entre as barras (v):	0,6 m/s	
Vazão de dimensionamento		
Qmin	2,27 L/s	
Qmed	3,71 L/s	
Qmax	6,01 L/s	
Obstrução máxima (R)	50%	
Dimensionamento		
Área útil (Au)	0,010 m <sup>2</sup>	$A_u = \frac{Q_{max}}{v}$ $N = \frac{B_g - a}{t + a}$ $E = \frac{e}{e + t}$ $L_g = \frac{Q_{max} \cdot t'}{At}$ <p>com t' = 3s</p> $B_g = \frac{At}{H_{max}}$
Eficiência da grade (E)	71,4%	
Área efetiva (At)	0,014 m <sup>2</sup>	
Comprimento do canal (Lg)	1,30 m	
Largura do canal (Bg)	0,20 m	
Largura do canal adotado (Bg)	0,30 m	
Número de barras (N)	7,86 unid	
O número de barras da grade adotado	8,00 unid	



#### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	At = Bg . (H-z)	Au = At . E	V
<b>Qmin</b>	0,0023 m <sup>3</sup> /s	0,060 m	0,030 m	0,0090 m <sup>2</sup>	0,0064 m <sup>2</sup>	0,35 m/s
<b>Qmed</b>	0,0037 m <sup>3</sup> /s	0,083 m	0,053 m	0,0158 m <sup>2</sup>	0,0113 m <sup>2</sup>	0,33 m/s
<b>Qmax</b>	0,0060 m <sup>3</sup> /s	0,113 m	0,083 m	0,0248 m <sup>2</sup>	0,0177 m <sup>2</sup>	0,34 m/s

#### Verificação da perda de carga.

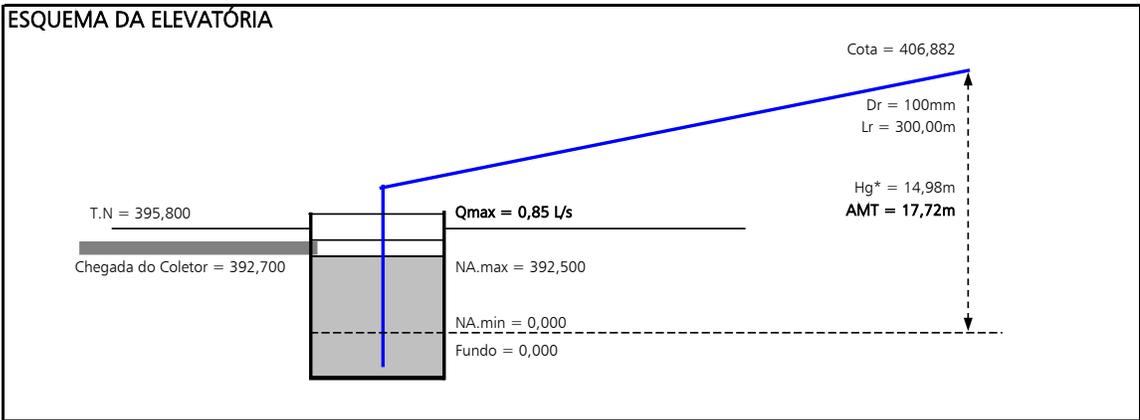
Utilizando a equação abaixo, estima-se a perda de carga através da grade. Deve-se verificá-la tanto para a grade limpa como para a grade obstruída, geralmente considerando 50% suja.

$$hf = \frac{1,43 \cdot (v^2 - v'^2)}{2g} \quad (\text{Metcalf \& Eddy})$$

Obstrução	v	v'	hf
<b>Grade Limpa</b>	0,60m/s	0,43m/s	0,013 m
<b>50%Obstruída</b>	1,20m/s	0,43m/s	0,092 m

	<b>Projeto do SES de Tauá - 2ª Etapa (Obras remanescentes)</b> <i>Projeto da Estação Elevatória de Esgoto - EESB.5.1</i> <b>RESUMO</b>	Atualização:
		14/5/18 10:36

		2ª Etapa
<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA</b>		
Nb = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)		00
Nbr = Número de bombas reservas		00
Vazão máxima afluyente (L/s)		0,0 L/s
Vazão de projeto (L/s)		0,0 L/s
Desnível Geométrico		15,98 m
Altura Manométrica Total		17,72 m
Capacidade total da elevatória (em função da bomba adotada)		0,0 L/s
Rendimento do Sistema		51,1%
Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba		0,0 CV
Potência Comercial da Estação Elevatória		0,0 CV
Bomba considerada nos calculos:	0	0
<b>LINHA DE RECALQUE</b>		
Material da Tubulação		PVC-DEFOFO
Vazão na Tubulação		5,00 L/s
Comprimento da Tubulação		300,00 m
Diâmetro da Tubulação		100 mm



## 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

O projeto foi concebido para a 2ª etapa, com funcionamento de uma bomba ativa e uma reserva.

### 1.1 - LINHA DE RECALQUE

Tipo de material da tubulação

$Q_{m\acute{a}x}$  = Vazão máxima de projeto

$Q_{m\acute{a}x}$  = Vazão máxima de bombeamento

$L'$  = comprimento real da linha de recalque

$L$  = Comprimento da tubulação

### 1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

$N_b$  = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)

$N_{br}$  = Número de bombas reservas

Tipo de bombas:

## 2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

O cálculo do diâmetro econômico é obtido pela fórmula de Bresse (Equação 01):

Onde:

$D$  = Diâmetro econômico

$K$  = Coeficiente da fórmula de Bresse

$Q$  = Vazão máxima de fim de plano, em  $m^3/s$

Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a Equação 02:

Onde:

$Q$  = Vazão na tubulação, em  $m^3/s$

$D$  = Diâmetro de recalque, em m

### 2.1 - RECALQUE

A partir da equação do diâmetro econômico, a tubulação de recalque ( $D_r$ ) seria de:

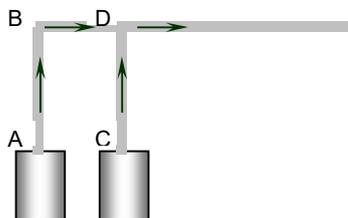
Deverá ser adotado diâmetro comercial próximo ao calculado, podendo ser inferior ou não, desde que seja verificada a velocidade desenvolvida no trecho (entre 0,6 e 3,0m/s). Neste caso, tem-se:

$D_r$  = Diâmetro de recalque, em mm

$V$  = Velocidade do fluxo na tubulação, em m/s

### 2.2 - BARRILETE

O diâmetro do barrilete varia em função da vazão prevista para cada trecho, considerando o arranjo das bombas. Neste sentido, as vazões e os diâmetros previstos para cada trechos do barrilete são:



Diâmetros calculados:

Diâmetros adotados:

Velocidade no trecho, em m/s

$$Q_{ad} = Q_{cd} = 0,0050 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\phi_{ad} = \phi_{cd} = 85 \text{ mm}$$

$$\phi_{ad} = \phi_{cd} = 100 \text{ mm}$$

$$v = 0,64 \text{ m/s}$$

### 2.3 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

Pela fórmula de HAZEN-WILLIAMS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação de recalque, conforme equação a seguir:

Onde:

$j$  = Perda de carga linear

$Q$  = Vazão no trecho

$D$  = Diâmetro no tubo

$C$  = Coeficiente de Hazen-Williams

Por esta equação, a perda de carga linear na tubulação é igual à:

$$j = \text{perda de carga linear}$$

## 2ª Etapa

PVC-DEFOFO

0,9 L/s

5,0 L/s

293,04 m

**300,00 m**

1 bomba

1 bomba

Submersíveis

Equação 01:

$$D = K \cdot \sqrt[3]{Q}$$

1,20

0,0050  $m^3/s$

Equação 02:

$$V = \frac{4 \cdot Q^2}{\pi \cdot D^2}$$

85 mm

100 mm

0,64 m/s

Equação 03:

$$j = \frac{10,643 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

0,0050  $m^3/s$

0,100 m

130

0,00536m/m

## 2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações. Ver a Equação 04:

Onde:

- $K_b$  = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete
- $K_r$  = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque
- $V_b$  = Velocidade do fluxo no barrilete
- $V_r$  = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- $g$  = Aceleração da gravidade
- $h_b$  = Perda de carga localizada no barrilete
- $h_r$  = Perda de carga localizada na linha de recalque
- $h_f$  = Perda de carga localizada total

OBS: K foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades na linha de recalque e sucção. Ver tabela a seguir:

BARRILETE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	0,00	
Ampliação	0,19	1,00	0,19
Redução	0,33	0,00	
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90	1,00	0,90
Tê (saída lateral)	2,00	0,00	
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Outros	1,00	0,00	

RECALQUE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação	0,19		
Redução	0,33		
Curva 90°	0,40	2,00	0,80
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00		
Outros	1,00	1,10	1,10

$K_b$

4,69

$K_r$

1,90

$K_{Total}$

6,59

A perda de carga localizada será ( $h_f$ ):

**0,14 m**

## 2.5 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

Onde:

- L = Comprimento da tubulação
- j = Perda de carga linear
- $h_f$  = Perda de carga localizada
- $h_j$  = Perda de carga distribuída
- $H_j$  = Perda de carga total na tubulação

Equação 05:

$$H_j = L \cdot j + h_f$$

300,00 m

0,00536m/m

0,14 m

1,61 m

1,74 m

### 3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

#### 3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a Equação 06:

Onde:

$C_{\text{máx,rec}}$  = Cota do ponto mais alto da linha de recalque

$C_{\text{min,suc}}$  = Cota do nível mínimo do poço de sucção

Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico

$H_g$  = Desnível Geométrico

$h'$  = Acréscimo de desnível como coeficiente de segurança

Adotaremos um valor de 1 m como coeficiente de segurança a ser acrescentado no desnível geométrico a fim de garantir um bom funcionamento da linha de recalque, ficando o desnível geométrico igual a 15,98 m.

$H_g^* =$

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

Onde:

$H_g^*$  = Desnível Geométrico

$H_j$  = Perda de carga total

AMT = Altura Manométrica Total

#### 3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

$Q_{\text{máx}}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano

$Q_{\text{máx}}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba

$H_g^*$  = desnível geométrico

AMT = Altura Manométrica Total

$N_b$  = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

$h$  = Rendimento do conjunto motor-bomba

$F_s$  = Fator de segurança

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

Tipo de bombas:

Modelo avaliado:

$h_b$  = Rendimento da bomba

$h_m$  = Rendimento do motor

Aplicando a Equação 09, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

$P$  = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

Potência comercial total da estação elevatória:

OBS.: Uma bomba com capacidade de 10% de fator de serviço, atende até uma potência de 22CV

#### 2ª Etapa

Equação 06:

$$H_g = C_{\text{MAX,rec}} - C_{\text{MIN,suc}}$$

406,882

391,900

14,98 m

1,00 m

15,98 m

$$AMT = H_g + H_j$$

15,98 m

1,74 m

17,72 m

Equação 07:

$$P = \frac{W \cdot Q_{\text{máx}} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

1000 Kg/m<sup>3</sup>

0,0050 m<sup>3</sup>/s

0,0050 m<sup>3</sup>/s

15,98 m

17,72 m

1 bomba(s)

51,1%

1,20

Submersíveis

63,1%

81,0%

2,8 CV

2,7 HP

2,04 kW

5,0 CV

5,0 CV

2ª Etapa

3.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Na Figura a seguir, estão apresentadas as curvas características da bomba e do sistema. A curva do sistema foi caracterizada em função da vazão, conforme equação abaixo:

Equação 10:

$$AMT = Hg + \left( \frac{h_f}{Q^2} \right) Q^2 + \left( \frac{L \cdot j}{Q^{1,85}} \right) Q^{1,85}$$

Aplicando os valores obtidos ao longo do dimensionamento, chega-se à seguinte curva do sistema:

$$AMT = 15,98 + 0,005445 \cdot Q^2 + 0,08192 \cdot Q^{(1,85)}$$

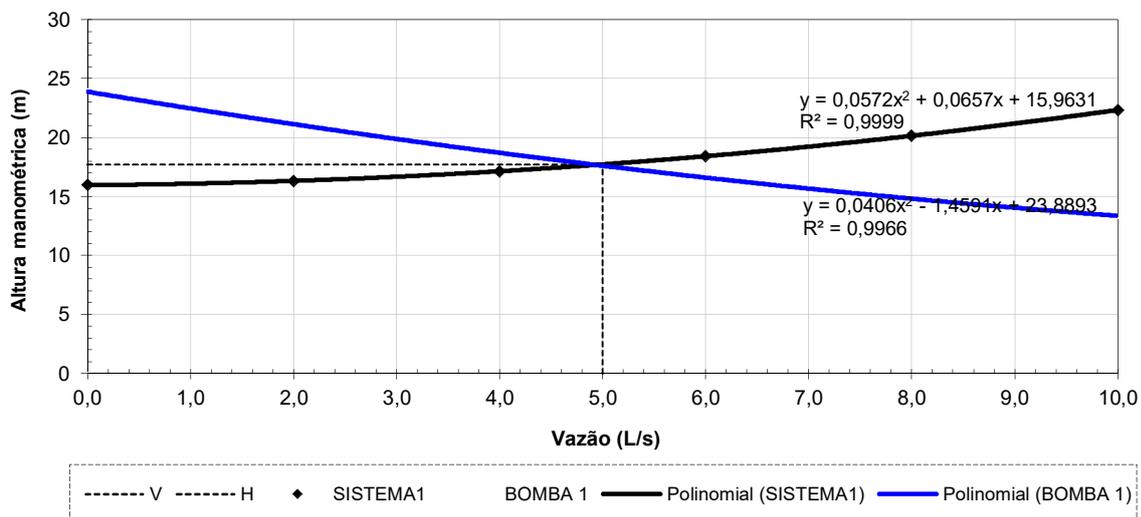
O gráfico abaixo foi obtido a partir do software disponibilizado pela FLYGT, bombas submersíveis, onde, a partir de da altura geométrica e da manométrica calculada, define-se a curva do sistema.

CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA E DO SISTEMA - 1ª ETAPA

EQUAÇÃO DO SISTEMA: Hmt (m) x Q (l/s)

$$AMT = 15,98 + 0,005445 \cdot Q^2 + 0,08192 \cdot Q^{(1,85)}$$

Ponto de Operação  
 Q = 5,0 l/s  
 Hman = 17,7 m



3.4 - CÁLCULO DO NPSH

A sigla NPSH (*Net Positive Suction Head*) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações 11 e 12:

Onde:

- $h_{bomba}$  = Cota do eixo da bomba
- $h_{min,suc}$  = Cota do NA mínimo do poço de sucção
- Z = altura de sucção
- $P_a$  = Pressão atmosférica
- $P_v$  = Pressão de vapor
- $\gamma$  = Peso específico da água
- $h_f$  = Perda de carga localizada na sucção

$$NPSH_{disp} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - Z - H_f$$

$$Z = h_{bomba} - h_{min,suc}$$

391,860
391,900
0,04 m
9.400,00 Kg/m <sup>2</sup>
343,00 Kg/m <sup>2</sup>
996,60 Kg/m <sup>3</sup>
0,00 m

NPSH<sub>req.</sub>  
 NPSH<sub>disp.</sub>

3,67 m
9,02 m

Como NPSH<sub>disp.</sub> > NPSH<sub>req.</sub> o sistema funcionará normalmente



Projeto do SES de Tauá Sede - 2ª e 3ª Etapas  
Projeto da Estação Elevatória de Esgoto - EE SB-5.1  
Extravador

Atualização  
2009-11-11  
2009-11-11

### CARACTERÍSTICAS DO PERFIL

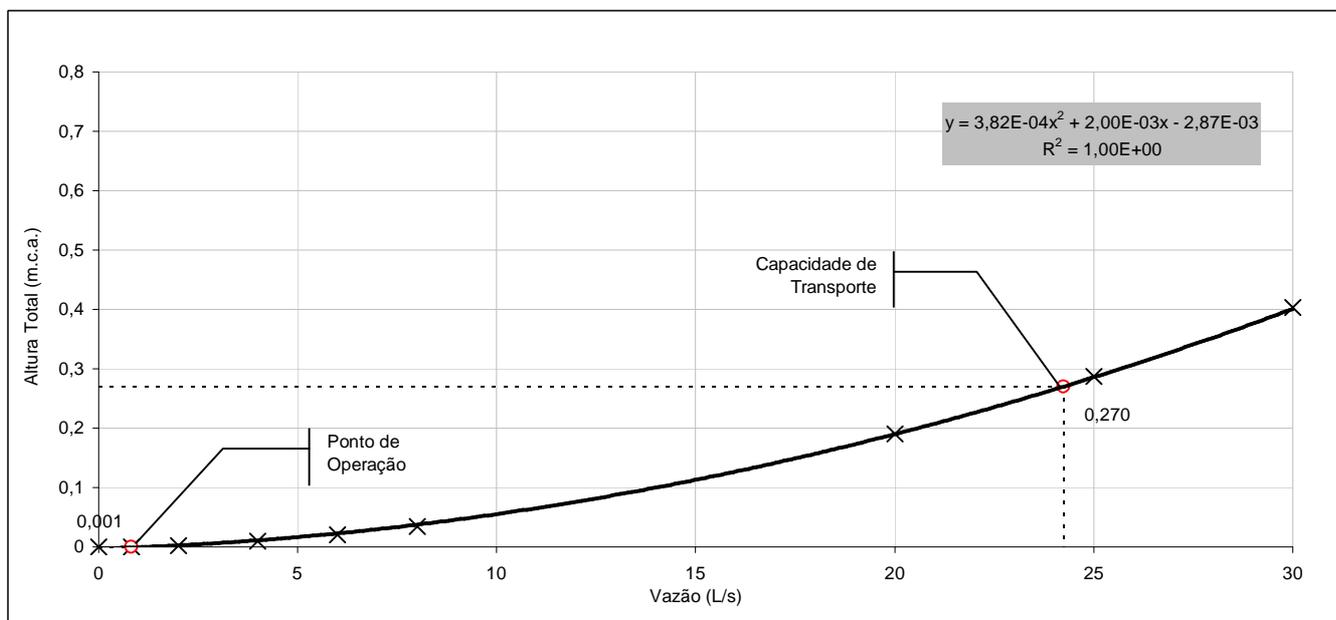
Cota do terreno da cx.	395,80
Cota de saída do emissário	393,27
Comprimento total do extravasor	20,00
Declividade adotada	-0,0365
Cota do terreno na DESCARGA do extravasor	395,00
Cota da geratriz inferior do extravasor na descarga	393,00
Desnível:	0,27 m
Perda de carga:	0,00 m
Carga disponível:	0,27 m
Capacidade de Transporte do Emissário	24,24 L/s

### \* Projeto do DNIT

### DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA

Tubos e Conexões	Quant.	Ext. (m)	Ø (mm)	Material	C	K	Vazão (l/s)	Velocid. (m/s)	Perda de Carga (m)
Tubulação	1	20,00	150	PVC	130	-	0,82	0,05	0,00
Perda de carga localizada									-
Perda de carga total (m)									0,00

### CURVA DO SISTEMA

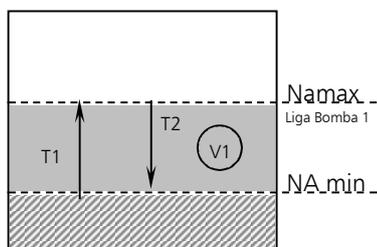


VAZÕES	MÁXIMA AFLUENTE DE FIM DE PLANO - $Q_{max}$ (L/s)	0,85			
	MÉDIA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - $Q_{med}$ (L/s)	0,55			
BOMBAS	Nº DE BOMBAS ATIVA(S)	00			
	Nº DE BOMBAS RESERVA(S)	00			
	TIPO DE BOMBA	0			
POÇO DE SUCCÃO	COTA DO TERRENO APÓS TERRAPLENAGEM - CT (m)	395,800			
	COTA DO TAMPÃO DO PV	396,100			
	COTA DO CANAL DE CHEGADA - CCJ (m)	392,700			
	FOLGA ENTRE O NA.max E A SOLEIRA DO TUBO - F (m)	0,20			
	SUBMERGÊNCIA MÍNIMA - Sbm (m)	0,30			
	SECÇÃO TRANSVERSAL DO POÇO DE SUCCÃO - S (m <sup>2</sup> )	RETANGULAR			
	LARGURA DO LADO INTERNO DO POÇO	1,50			
	COMPRIMENTO INTERNO DO LADO DO POÇO (m)	1,50			
	PROFUNDIDADE DO POÇO EM RELAÇÃO AO TERRENO - P (m)	4,20			
		FIM PLANO			
		VAZÃO DE BOMBEAMENTO - $Q_{bom}$ (L/s)	5,00		
		VOLUME ÚTIL CALCULADO ( $V_{Ucalc}$ , em m <sup>3</sup> ) - EQ. 01	0,75		
		ALTURA ÚTIL CALCULADA - $h_{Ucalc}$ (m) - EQ.02	0,33		
		ALTURA ÚTIL ADOTADA - $h_{Uadot}$ (m)	0,60		
		VOLUME ÚTIL ADOTADO $V_{Uadot}$ (m <sup>3</sup> ) - EQ.03	1,35		
		COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO - $NA_{máx}$ (m) - EQ.04	392,500		
	COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMO - $NA_{mín}$ (m)	391,900			
	COTA DO FUNDO DO POÇO - $CFp$ (m)	391,600			
VERIFICAÇÃO	ÁREA INTERNA DO POÇO - A (m <sup>2</sup> )	2,25			
	ALTURA MÉDIA DO NA - $h_{med}$ (m)	0,60			
	VOLUME MÉDIO DO POÇO - $V_{med}$ (m <sup>3</sup> )	1,35			
	DESCONTO DO CHANFRO + BOMBAS - $V_c$ (m <sup>3</sup> )	0,22			
	TEMPO DE DETENÇÃO MÉDIA - $T_d$ (minutos)	22,00			
	TEMPO DE CICLO MÍNIMO (min) - $T_c$	18,75			
	NÚMERO MÁXIMO DE PARTIDAS POR HORA - $N_{par}$	3,20			
EQUAÇÕES	$V_u = 2,5 \times Q_{max}$	$h_i = \frac{h_{uadot}}{2} + (CNA_{mín} - C_{fundo})$			
	$V_{uadot} = A \cdot h_{uadot}$	$T_d = \frac{V_{int}}{Q_{MED}}$	$N_{par} = \frac{60(\text{min/hor})}{T_{cmín}}$	$h_u = \frac{V_u}{A}$	
	$V_{int} = A \cdot h_i$	$C_{fundo} = CNA_{mín} - h_{RB}$	$T_{cmín} = \frac{V_{uadot}}{Q_{mín}} + \frac{V_{uadot}}{Q_{bom} - Q_{mín}}$		
	$C_{fundo} = CNA_{mín} - h_{RB}$				
	$CNA_{mín} = CNA_{máx} - h_{uadot}$				

### TEMPO DE CICLO

Esta elevatória é constituída de dois conjuntos elevatórios, sendo que cada um será implantado em poços de sucção distintos, de mesma capacidade, operando isoladamente entre si, em dias ou semana alternados, conforme necessidade operacional.

Para o tempo de ciclo, serão considerados dois tempos:



T1: corresponde ao tempo que o poço tem seu seu nível elevado para  $NA_{max}$  em função da vazão afluyente;  
T2: corresponde ao tempo que o poço tem seu nível de água rebaixado para  $NA_{min}$ .

Equação 1: Equação 2:

$$T_1 = \frac{V_1}{Q_A} \quad T_2 = \frac{V_1}{Q_{1B} - Q_A}$$

**Condição de Funcionamento Proposto: Uma bomba ativa em cada poço.**

O poço levará o tempo T1 para seu nível alcançar o NAmáx. Neste momento a bomba B1 é acionada, levando o tempo T2 para retornar ao nível NAmín. O reversamento com a outra bomba e respectivo poço, deverá ocorrer conforme necessidade da operação.

Os fluxogramas de funcionamento das bombas estão apresentadas nas Fig. 1.

Figura 1: Fluxograma de funcionamento

Alternância entre a bomba ativa e a reserva.

NAmin	NA.max	NA.min	NA.max	NA.min	NA.max	Nmin	NA.min	NA.max	NA.min
	enche	esvazia	enche	esvazia	enche	esvazia	esvazia	enche	esvazia
B1		TF1=T2		TF1=T2		TF1=T3		TF1=T4	
TEMPOS	T1	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T1	T2

Pelo fluxograma acima, obtém-se as equações que irão regir o tempo de ciclo e funcionamento de cada bomba:

Equação 3:  $TF = T2$

Equação 4:  $TC = (T1 + T2)$

onde:

TF - tempo de funcionamento

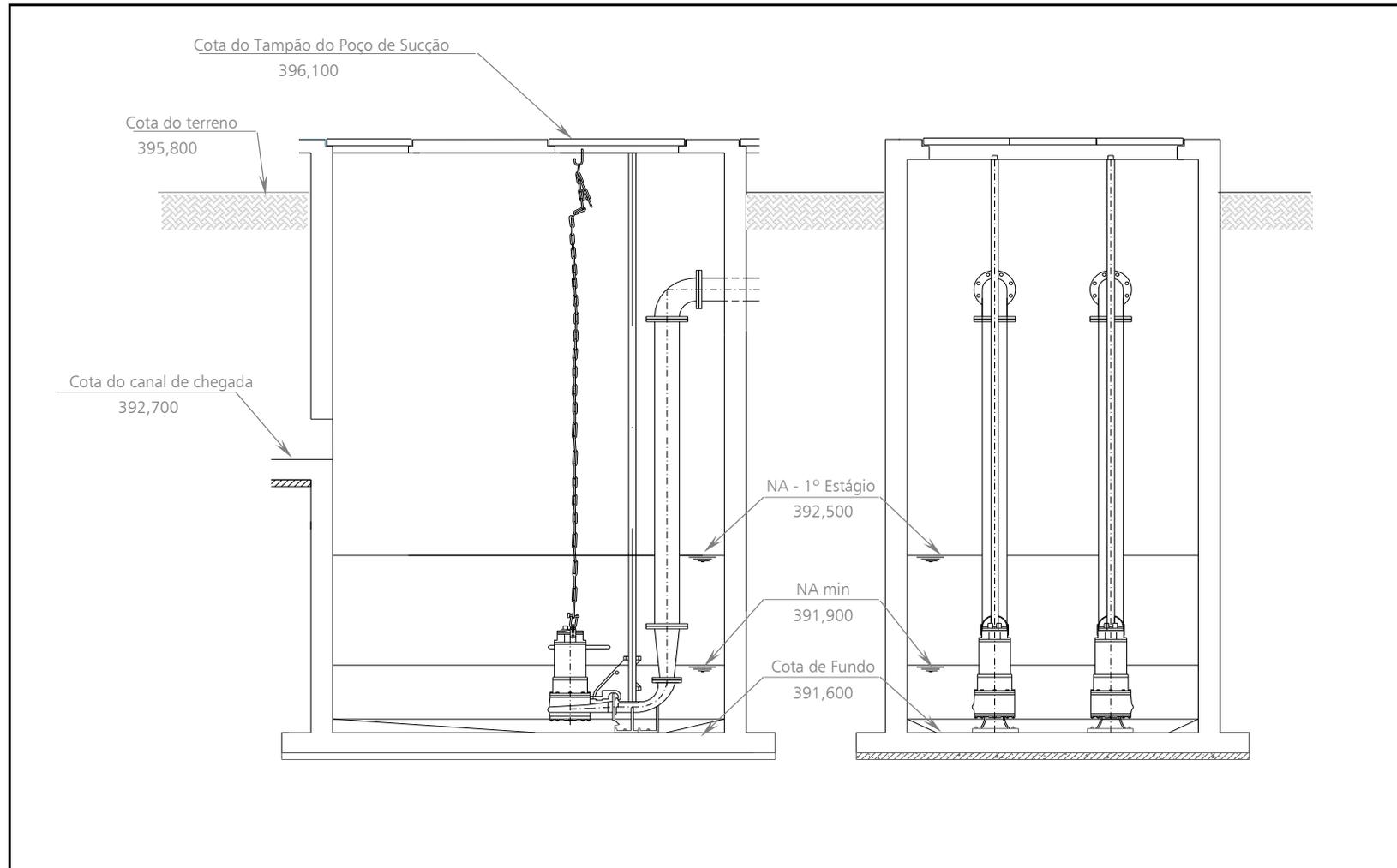
TC - temp de ciclo

T1 - tempo que o nível do poço se eleva até NA max, conforme Equação 1

T3 - tempo que a bomba leva para esgotar o poço até NA min, conforme Equação 2

Abaixo segue a tabela de verificação do tempo de ciclo para diferentes vazões afluentes no sistema. Os tempos foram determinados a partir das equações acima:

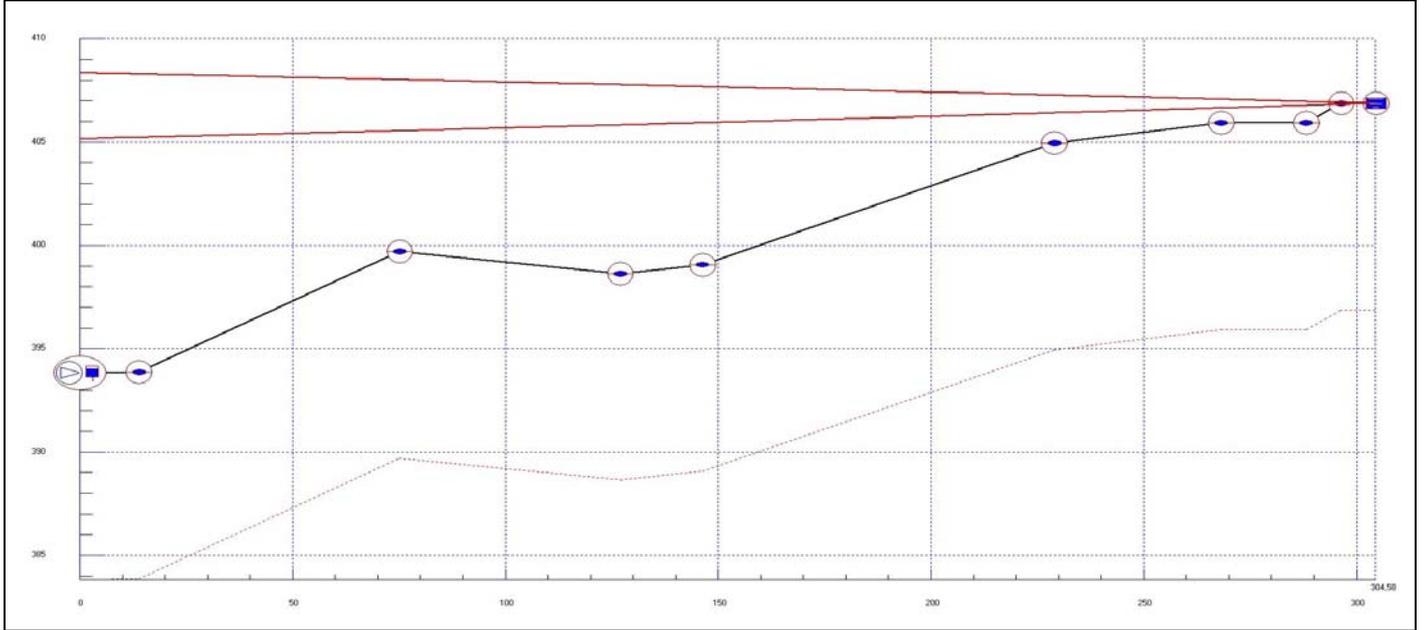
Vazão afluente (L/s)	Quant. Bombas Func.	Tempo para encher poço até N1 (T1) Eq. 01 (min)	Tempo Esvaziamento Namin (T2) Eq. 02 (min)	TEMPO DE CICLO TC=T2+T1 (min)
1,00	1	22,50	5,63	28,13
1,50	1	15,00	6,43	21,43
2,00	1	11,25	7,50	18,75
3,00	1	7,50	11,25	18,75
3,50	1	6,43	15,00	21,43
			<b>MENOR TC</b>	<b>18,75</b>



Características do CMB	
Vazão (m³/s)	0,005
Altura Manométrica (m)	15,98
Rendimento Bomba (%)	0,63

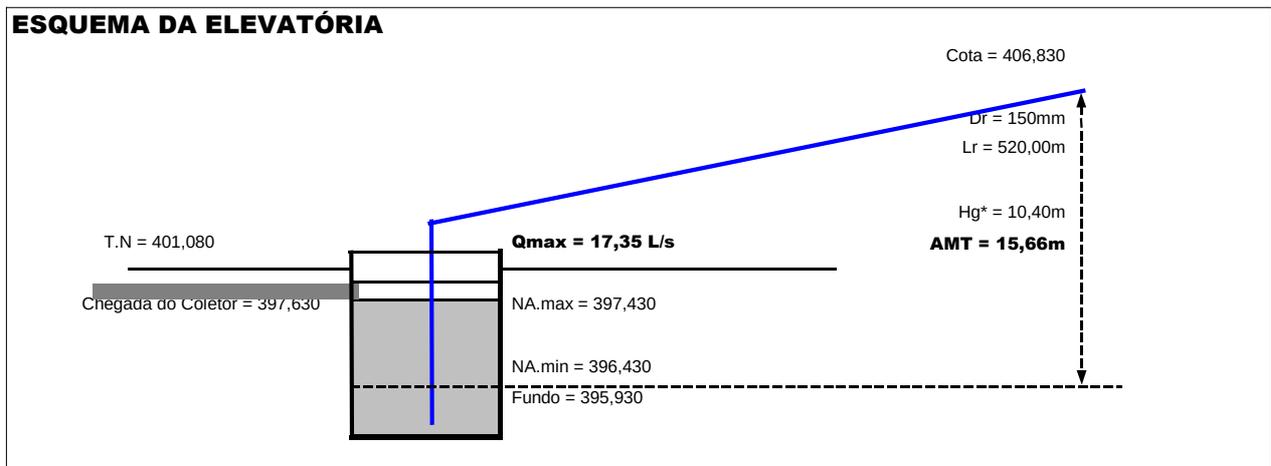
PRESSÕES MÁXIMAS E MÍNIMAS						
<b>TRECHO 1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	
Pressão Máxima (mca)	14,516	14,503	14,477	14,452	14,427	
Instante (s)	27,678	27,673	27,662	27,322	27,327	
Pressão Mínima (mca)	11,320	11,327	11,343	11,355	11,368	
Instante (s)	9,977	9,977	9,593	9,577	9,566	
<b>TRECHO 2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	
Pressão Máxima (mca)	14,427	14,217	12,534	10,848	9,161	
Instante (s)	27,327	27,322	27,349	27,360	27,403	
Pressão Mínima (mca)	11,368	11,177	9,653	8,130	6,606	
Instante (s)	9,566	9,561	9,523	9,474	9,431	
<b>TRECHO 3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>26</b>
Pressão Máxima (mca)	8,318	8,351	8,549	8,747	8,944	9,139
Instante (s)	27,424	27,430	27,457	27,495	27,495	27,516
Pressão Mínima (mca)	5,845	5,898	6,219	6,541	6,864	7,188
Instante (s)	9,415	9,415	9,382	9,355	9,323	9,291
<b>TRECHO 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
Pressão Máxima (mca)	9,140	9,082	8,966	8,850	8,734	8,618
Instante (s)	27,516	27,516	27,505	27,511	27,500	27,522
Pressão Mínima (mca)	7,188	7,152	7,081	7,009	6,938	6,867
Instante (s)	9,291	9,280	9,269	9,258	9,247	9,242
<b>TRECHO 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	
Pressão Máxima (mca)	8,618	8,461	6,884	5,308	3,731	
Instante (s)	27,522	27,522	27,586	27,592	27,684	
Pressão Mínima (mca)	6,867	6,731	5,374	4,017	2,664	
Instante (s)	9,242	9,237	9,182	10,733	10,679	
<b>TRECHO 6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	
Pressão Máxima (mca)	2,312	2,250	1,941	1,631	1,321	
Instante (s)	27,667	27,662	27,657	27,662	27,673	
Pressão Mínima (mca)	1,448	1,409	1,214	1,019	0,825	
Instante (s)	10,631	10,625	10,598	10,571	10,544	
<b>TRECHO 7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	
Pressão Máxima (mca)	1,135	1,125	1,094	1,063	1,032	
Instante (s)	27,684	27,689	27,684	27,700	27,695	
Pressão Mínima (mca)	0,708	0,721	0,759	0,797	0,836	
Instante (s)	10,528	10,523	10,512	10,496	10,479	
<b>TRECHO 8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Pressão Máxima (mca)	1,032	0,785	0,538	0,290	0,043	
Instante (s)	27,695	27,695	27,700	27,711	27,711	
Pressão Mínima (mca)	0,836	0,613	0,390	0,167	-0,056	
Instante (s)	10,479	10,474	10,469	10,463	10,469	
<b>TRECHO 9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Pressão Máxima (mca)	0,043	0,032	0,022	0,011	0,000	
Instante (s)	27,711	27,711	27,722	27,722	0,000	
Pressão Mínima (mca)	-0,056	-0,042	-0,028	-0,014	0,000	
Instante (s)	10,469	10,463	10,463	10,458	0,000	
<b>TOTAL DA REDE</b>						
Pressão Máxima (mca)	14,516					
TRECHO	1					
Pressão Mínima (mca)	-0,056					
TRECHO	9					

## GRÁFICO DE PRESSÕES



		2ª Etapa
<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA</b>		
Nb = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)		01
Nbr = Número de bombas reservas		01
Vazão máxima afluente (L/s)		17,4 L/s
Vazão de projeto (L/s)		17,5 L/s
Desnível Geométrico		11,40 m
Altura Manométrica Total		15,66 m
Capacidade total da elevatória (em função da bomba adotada)		17,5 L/s
Rendimento do Sistema		67,6%
Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba		7,5 CV
Potência Comercial da Estação Elevatória		7,5 CV
Bomba considerada nos calculos:		
Tipo de bombas:		Submersíveis
<b>LINHA DE RECALQUE</b>		
Material da Tubulação		PVC-DEFOFO
Vazão na Tubulação		17,50 L/s
Comprimento da Tubulação		520,00 m
Diâmetro da Tubulação		150 mm

**ESQUEMA DA ELEVATÓRIA**



## 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

O projeto foi concebido para a 2ª etapa, com funcionamento de uma bomba ativa e uma reserva.

### 1.1 - LINHA DE RECALQUE

Tipo de material da tubulação

$Q_{m\acute{a}x}$  = Vazão máxima de projeto

$Q_{m\acute{a}x}$  = Vazão máxima de bombeamento

$L'$  = comprimento real da linha de recalque

$L$  = Comprimento da tubulação

### 1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

$N_b$  = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)

$N_{br}$  = Número de bombas reservas

Tipo de bombas:

## 2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

O cálculo do diâmetro econômico é obtido pela fórmula de Bresse (Equação 01):

Onde:

$D$  = Diâmetro econômico

$K$  = Coeficiente da fórmula de Bresse

$Q$  = Vazão máxima de fim de plano, em  $m^3/s$

Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a Equação 02:

Onde:

$Q$  = Vazão na tubulação, em  $m^3/s$

$D$  = Diâmetro de recalque, em m

### 2.1 - RECALQUE

A partir da equação do diâmetro econômico, a tubulação de recalque ( $D_r$ ) seria de:

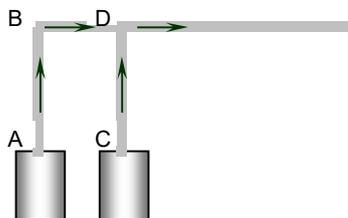
Deverá ser adotado diâmetro comercial próximo ao calculado, podendo ser inferior ou não, desde que seja verificada a velocidade desenvolvida no trecho (entre 0,6 e 3,0m/s). Neste caso, tem-se:

$D_r$  = Diâmetro de recalque, em mm

$V$  = Velocidade do fluxo na tubulação, em m/s

### 2.2 - BARRILETE

O diâmetro do barrilete varia em função da vazão prevista para cada trecho, considerando o arranjo das bombas. Neste sentido, as vazões e os diâmetros previstos para cada trechos do barrilete são:



Diâmetros calculados:

Diâmetros adotados:

Velocidade no trecho, em m/s

$$Q_{ad} = Q_{cd} = 0,0175 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\phi_{ad} = \phi_{cd} = 132 \text{ mm}$$

$$\phi_{ad} = \phi_{cd} = 150 \text{ mm}$$

$$v = 0,99 \text{ m/s}$$

### 2.3 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

Pela fórmula de HAZEN-WILLIAMS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação de recalque, conforme equação a seguir:

Onde:

$j$  = Perda de carga linear

$Q$  = Vazão no trecho

$D$  = Diâmetro no tubo

$C$  = Coeficiente de Hazen-Williams

Por esta equação, a perda de carga linear na tubulação é igual à:

$$j = \text{perda de carga linear}$$

## 2ª Etapa

PVC-DEFOFO

17,4 L/s

17,5 L/s

501,08 m

520,00 m

1 bomba

1 bomba

Submersíveis

Equação 01:

$$D = K \cdot \sqrt{Q}$$

1,00

0,0175  $m^3/s$

Equação 02:

$$V = \frac{4 \cdot Q^2}{\pi \cdot D^2}$$

132 mm

150 mm

0,99 m/s

Equação 03:

$$j = \frac{10,643 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

0,0175  $m^3/s$

0,150 m

130

0,00756m/m

## 2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações. Ver a Equação 04:

Onde:

- $K_b$  = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete
- $K_r$  = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque
- $V_b$  = Velocidade do fluxo no barrilete
- $V_r$  = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- $g$  = Aceleração da gravidade
- $h_b$  = Perda de carga localizada no barrilete
- $h_r$  = Perda de carga localizada na linha de recalque
- $h_f$  = Perda de carga localizada total

OBS: K foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades na linha de recalque e sucção. Ver tabela a seguir:

BARRILETE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	0,00	
Ampliação	0,19	1,00	0,19
Redução	0,33	0,00	
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90	1,00	0,90
Tê (saída lateral)	2,00	0,00	
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Outros	1,00	0,00	

RECALQUE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação	0,19		
Redução	0,33		
Curva 90°	0,40	2,00	0,80
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00		
Outros	1,00	1,10	1,10

$K_b$

4,69

$K_r$

1,90

$K_{Total}$

6,59

A perda de carga localizada será ( $h_f$ ):

**0,33 m**

## 2.5 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

Onde:

- L = Comprimento da tubulação
- j = Perda de carga linear
- $h_f$  = Perda de carga localizada
- $h_j$  = Perda de carga distribuída
- $H_j$  = Perda de carga total na tubulação

Equação 05:

$$H_j = L \cdot j + h_f$$

520,00 m

0,00756m/m

0,33 m

3,93 m

4,26 m

### 3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

#### 3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a Equação 06:

Onde:

$C_{\text{máx,rec}}$  = Cota do ponto mais alto da linha de recalque

$C_{\text{min,suc}}$  = Cota do nível mínimo do poço de sucção

Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico

$H_g$  = Desnível Geométrico

$h'$  = Acréscimo de desnível como coeficiente de segurança

Adotaremos um valor de 1 m como coeficiente de segurança a ser acrescentado no desnível geométrico a fim de garantir um bom funcionamento da linha de recalque, ficando o desnível geométrico igual a 11,4 m.

$H_g^* =$

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

Onde:

$H_g^*$  = Desnível Geométrico

$H_j$  = Perda de carga total

AMT = Altura Manométrica Total

#### 3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

$Q_{\text{máx}}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano

$Q_{\text{máx}}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba

$H_g^*$  = desnível geométrico

AMT = Altura Manométrica Total

$N_b$  = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

$h$  = Rendimento do conjunto motor-bomba

$F_s$  = Fator de segurança

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

Tipo de bombas:

Modelo avaliado:

$h_b$  = Rendimento da bomba

$h_m$  = Rendimento do motor

Aplicando a Equação 09, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

$P$  = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

Potência comercial total da estação elevatória:

OBS.: Uma bomba com capacidade de 10% de fator de serviço, atende até uma potência de 22CV

#### 2ª Etapa

Equação 06:

$$H_g = C_{\text{MAX,rec}} - C_{\text{MIN,suc}}$$

406,830

396,430

10,40 m

1,00 m

11,40 m

$$AMT = H_g + H_j$$

11,40 m

4,26 m

15,66 m

Equação 07:

$$P = \frac{W \cdot Q_{\text{máx}} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

1000 Kg/m<sup>3</sup>

0,0175 m<sup>3</sup>/s

0,0175 m<sup>3</sup>/s

11,40 m

15,66 m

1 bomba(s)

67,6%

1,20

Submersíveis

78,6%

86,0%

6,5 CV

6,4 HP

4,77 kW

7,5 CV

7,5 CV

2ª Etapa

3.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Na Figura a seguir, estão apresentadas as curvas características da bomba e do sistema. A curva do sistema foi caracterizada em função da vazão, conforme equação abaixo:

Equação 10:

$$AMT = Hg + \left( \frac{h_f}{Q^2} \right) \cdot Q^2 + \left( \frac{L \cdot j}{Q^{1,85}} \right) \cdot Q^{1,85}$$

Aplicando os valores obtidos ao longo do dimensionamento, chega-se à seguinte curva do sistema:

$$AMT = 11,4 + 0,001076 \cdot Q^2 + 0,019711 \cdot Q^{(1,85)}$$

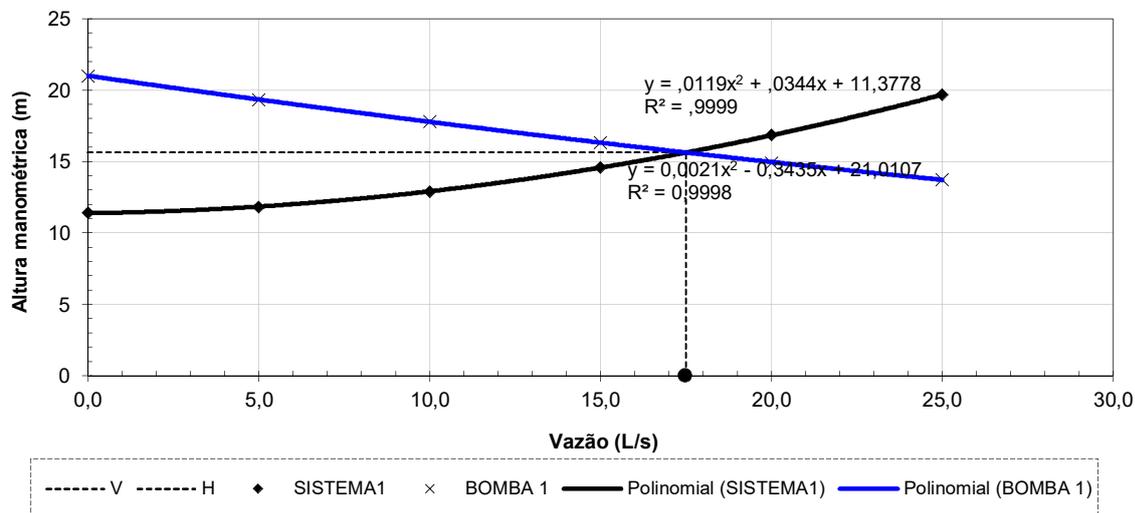
O gráfico abaixo foi obtido a partir do software disponibilizado pela FLYGT, bombas submersíveis, onde, a partir de da altura geométrica e da manométrica calculada, define-se a curva do sistema.

CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA E DO SISTEMA - 1ª ETAPA

EQUAÇÃO DO SISTEMA: Hmt (m) x Q (l/s)

$$AMT = 11,4 + 0,001076 \cdot Q^2 + 0,019711 \cdot Q^{(1,85)}$$

Ponto de Operação  
 Q = 17,5 L/s  
 Hman = 15,7 m



3.4 - CÁLCULO DO NPSH

A sigla NPSH (*Net Positive Suction Head*) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações 11 e 12:

Onde:

- $h_{bomba}$  = Cota do eixo da bomba
- $h_{min,suc}$  = Cota do NA mínimo do poço de sucção
- Z = altura de sucção
- $P_a$  = Pressão atmosférica
- $P_v$  = Pressão de vapor
- $\gamma$  = Peso específico da água
- $h_f$  = Perda de carga localizada na sucção

$$NPSH_{disp} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - Z - H_f$$

$$Z = h_{bomba} - h_{min,suc}$$

396,190
396,430
0,24 m
9.400,00 Kg/m²
343,00 Kg/m²
996,60 Kg/m³
0,00 m

NPSH<sub>req.</sub>  
 NPSH<sub>disp.</sub>

3,45 m
8,82 m

Como NPSH<sub>disp.</sub> > NPSH<sub>req.</sub> o sistema funcionará normalmente



Projeto do SES de Tauá Sede - 2ª e 3ª Etapas  
Projeto da Estação Elevatória de Esgoto - EE SB-5.2  
Extravador

Atualização  
2009-11-11  
2009-11-11

### CARACTERÍSTICAS DO PERFIL

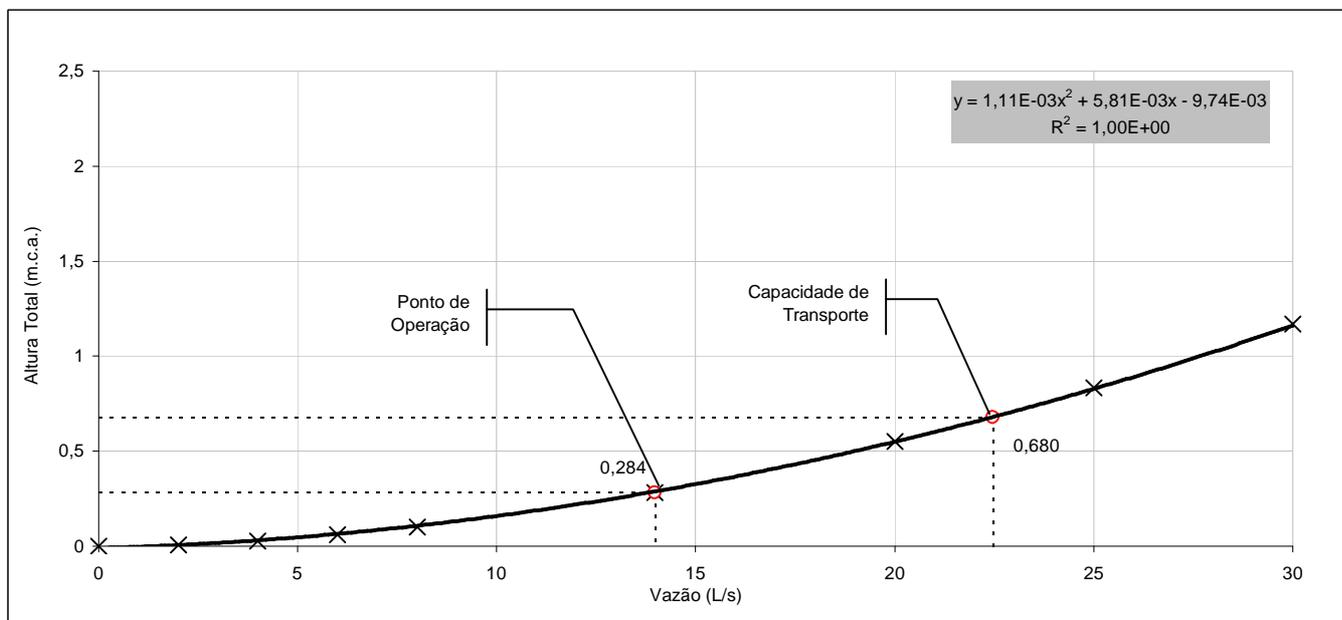
Cota do terreno da cx.	401,08
Cota de saída do emissário	399,18
Comprimento total do extravador	20,00
Declividade adotada	0,0340
Cota do terreno na DESCARGA do extravador	399,50
Cota da geratriz inferior do extravador na descarga	398,50
Desnível:	0,68 m
Perda de carga:	0,28 m
Carga disponível:	0,40 m
Capacidade de Transporte do Emissário	22,46 L/s

### DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA

Tubos e Conexões	Quant.	Ext. (m)	Ø (mm)	Material	C	K	Vazão (l/s)	Velocid. (m/s)	Perda de Carga (m)
Tubulação	1	58,00	150	PVC	130	-	13,97	0,79	0,28

Perda de carga localizada	-
Perda de carga total (m)	0,28

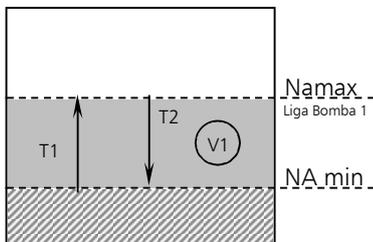
### CURVA DO SISTEMA



VAZÕES	MÁXIMA AFLUENTE DE FIM DE PLANO - $Q_{max}$ (L/s)	17,35		
	MÉDIA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - $Q_{med}$ (L/s)	7,84		
BOMBAS	Nº DE BOMBAS ATIVA(S)	00		
	Nº DE BOMBAS RESERVA(S)	00		
	TIPO DE BOMBA	0		
POÇO DE SUCÇÃO	COTA DO TERRENO APÓS TERRAPLENAGEM - CT (m)	401,080		
	COTA DO TAMPÃO DO PV	401,380		
	COTA DO CANAL DE CHEGADA - CCJ (m)	397,630		
	FOLGA ENTRE O NA.max E A SOLEIRA DO TUBO - F (m)	0,20		
	SUBMERGÊNCIA MÍNIMA - Sbm (m)	0,50		
	SECÇÃO TRANSVERSAL DO POÇO DE SUCÇÃO - S (m²)	RETANGULAR		
	LARGURA DO LADO INTERNO DO POÇO	2,00		
	COMPRIMENTO INTERNO DO LADO DO POÇO (m)	2,00		
	PROFUNDIDADE DO POÇO EM RELAÇÃO AO TERRENO - P (m)	5,15		
		1º ESTÁGIO		
	VAZÃO DE BOMBEAMENTO - $Q_{bom}$ (L/s)	17,5		
	VOLUME ÚTIL CALCULADO ( $V_{Ucalc}$ , em m³) - EQ. 01	2,63		
	ALTURA ÚTIL CALCULADA - $h_{Ucalc}$ (m) - EQ.02	0,66		
	ALTURA ÚTIL ADOTADA - $h_{Uadot}$ (m)	1,00		
	VOLUME ÚTIL ADOTADO $V_{Uadot}$ (m³) - EQ.03	4,00		
COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO - $NA_{máx}$ (m) - EQ.04	397,430			
COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMO - $NA_{mín}$ (m)	396,430			
COTA DO FUNDO DO POÇO - $C_{fp}$ (m)	395,930			
VERIFICAÇÃO	ÁREA INTERNA DO POÇO - A (m²)	4,00		
	ALTURA MÉDIA DO NA - $h_{med}$ (m)	1,00		
	VOLUME MÉDIO DO POÇO - $V_{med}$ (m³)	4,00		
	DESCONTO DO CHANFRO + BOMBAS - $V_c$ (m³)	0,43		
	TEMPO DE DETENÇÃO MÉDIA - $T_d$ (minutos)	7,58		
	TEMPO DE CICLO MÍNIMO (min) - $T_c$	15,24		
	NÚMERO MÁXIMO DE PARTIDAS POR HORA - $N_{par}$	3,94		
EQUAÇÕES	$V_u = 2,5 \times Q_{max}$	$h_i = \frac{h_{uadot}}{2} + (C_{NA_{mín}} - C_{fundo})$		
	$V_{uadot} = A \cdot h_{uadot}$	$T_d = \frac{V_{int}}{Q_{MED}}$	$N_{par} = \frac{60(\text{min/hor})}{T_{cmin}}$	$h_u = \frac{V_u}{A}$
	$V_{int} = A \cdot h_i$	$C_{fundo} = C_{NA_{mín}} - h_{RB}$	$T_{cmin} = \frac{V_{uadot}}{Q_{mín}} + \frac{V_{uadot}}{Q_{bom} - Q_{mín}}$	
	$C_{fundo} = C_{NA_{mín}} - h_{RB}$			
	$C_{NA_{mín}} = C_{NA_{máx}} - h_{uadot}$			

### TEMPO DE CICLO

Esta elevatória é constituída de dois conjuntos elevatórios, sendo que cada um será implantado em poços de sucção distintos, de mesma capacidade, operando isoladamente entre si, em dias ou semana alternados, conforme necessidade operacional. Para o tempo de ciclo, serão considerados dois tempos:



T1: corresponde ao tempo que o poço tem seu seu nível elevado para  $NA_{max}$  em função da vazão afluente;  
T2: corresponde ao tempo que o poço tem seu nível de água rebaixado para  $NA_{min}$ .

Equação 1: Equação 2:

$$T_1 = \frac{V_1}{Q_A} \quad T_2 = \frac{V_1}{Q_{1B} - Q_A}$$

**Condição de Funcionamento Proposto: Uma bomba ativa em cada poço.**

O poço levará o tempo T1 para seu nível alcançar o NAmáx. Neste momento a bomba B1 é acionada, levando o tempo T2 para retornar ao nível NAmín. O reversamento com a outra bomba e respectivo poço, deverá ocorrer conforme necessidade da operação.

Os fluxogramas de funcionamento das bombas estão apresentadas nas Fig. 1.

Figura 1: Fluxograma de funcionamento

Alternancia entre a bomba ativa e a reserva.

NAmin	NA.max	NA.min	NA.max	NA.min	NA.max	Nmin	NA.min	NA.max	NA.min
	enche	esvazia	enche	esvazia	enche	esvazia	esvazia	enche	esvazia
B1		TF1=T2		TF1=T2		TF1=T3		TF1=T4	
TEMPOS	T1	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T1	T2

Pelo fluxograma acima, obtém-se as equações que irão regir o tempo de ciclo e funcionamento de cada bomba:

Equação 3:  $TF = T2$

Equação 4:  $TC = (T1 + T2)$

onde:

TF - tempo de funcionamento

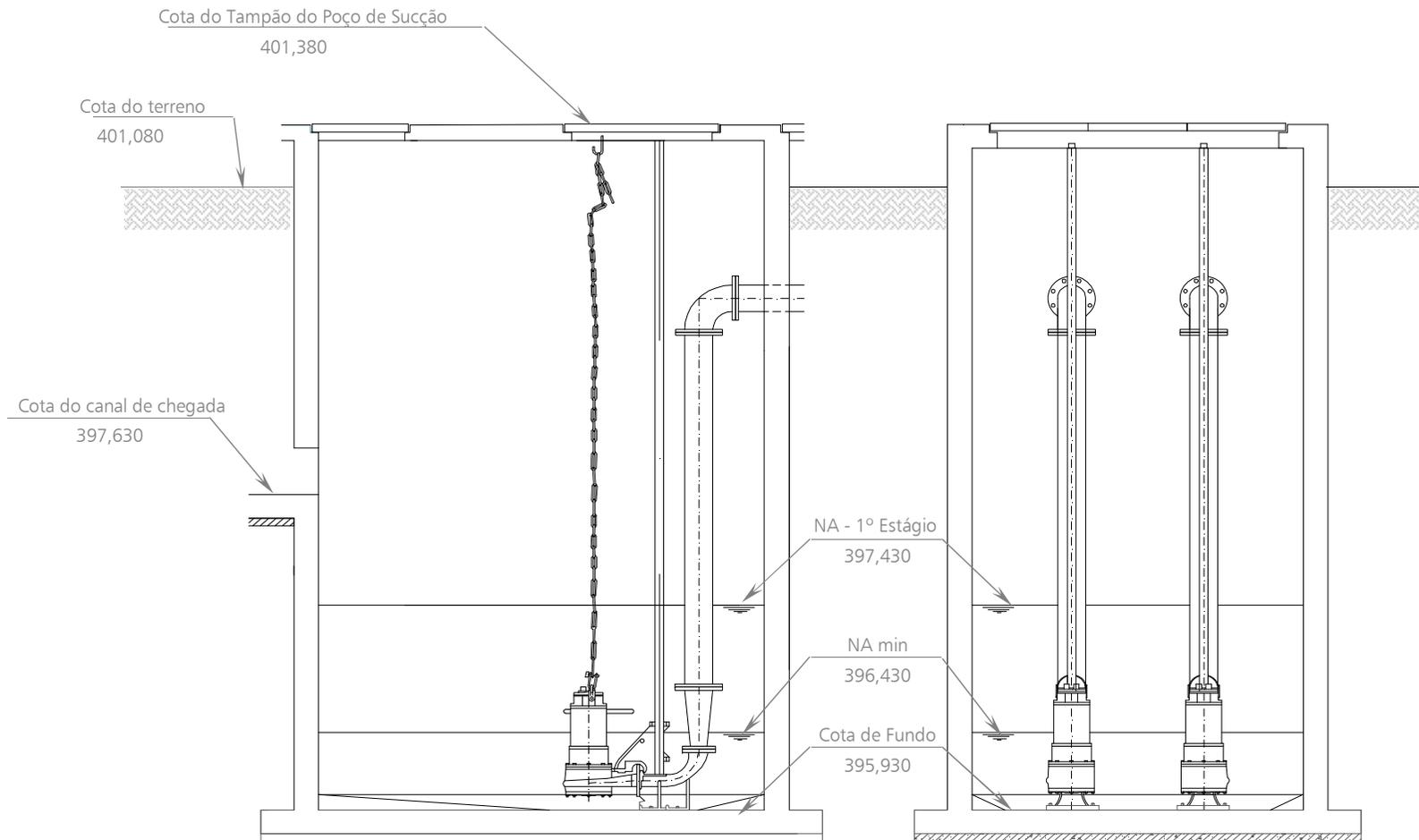
TC - temp de ciclo

T1 - tempo que o nível do poço se eleva até NA max, conforme Equação 1

T3 - tempo que a bomba leva para esgotar o poço até NA min, conforme Equação 2

Abaixo segue a tabela de verificação do tempo de ciclo para diferentes vazões afluentes no sistema. Os tempos foram determinados a partir das equações acima:

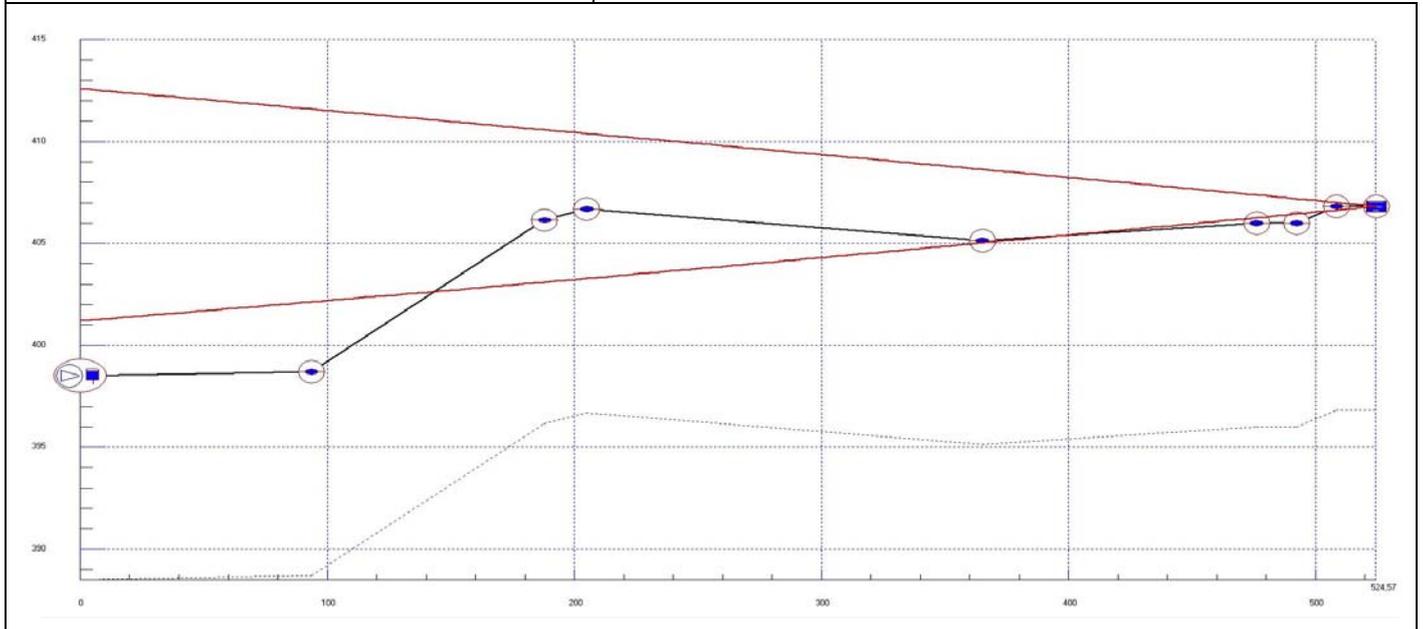
Vazão afluente	Quant. Bombas Func.	Tempo para encher poço até N1 (T1)	Tempo Esvaziamento Namin (T2)	TEMPO DE CICLO
		Eq. 01	Eq. 02	TC=T2+T1
(L/s)		(min)	(min)	(min)
2,00	1	33,33	4,30	37,63
5,00	1	13,33	5,33	18,67
8,75	1	7,62	7,62	15,24
10,00	1	6,67	8,89	15,56
16,00	1	4,17	44,44	48,61
			<b>MENOR TC</b>	<b>15,24</b>



Características do CMB	
Vazão (m³/s)	0,018
Altura Manométrica (m)	15,66
Rendimento Bomba (%)	0,79

PRESSÕES MÁXIMAS E MÍNIMAS					
<b>TRECHO 1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>20</b>
Pressão Máxima (mca)	14,091	14,034	13,708	13,385	13,060
Instante (s)	31,713	31,707	31,496	31,496	31,483
Pressão Mínima (mca)	2,683	2,718	2,922	3,126	3,332
Instante (s)	12,023	11,917	11,837	11,818	11,831
<b>TRECHO 2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>20</b>
Pressão Máxima (mca)	12,897	12,512	10,203	7,891	5,581
Instante (s)	31,486	31,480	31,477	31,457	31,406
Pressão Mínima (mca)	3,434	3,139	1,369	-0,399	-2,163
Instante (s)	11,831	11,831	11,837	11,824	11,821
<b>TRECHO 3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Pressão Máxima (mca)	4,428	4,244	4,061	3,877	3,693
Instante (s)	31,390	31,387	31,390	31,387	31,384
Pressão Mínima (mca)	-3,044	-3,137	-3,231	-3,324	-3,418
Instante (s)	11,815	11,815	11,815	11,821	11,824
<b>TRECHO 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>32</b>
Pressão Máxima (mca)	3,693	3,689	3,648	3,600	3,547
Instante (s)	31,384	31,381	31,374	31,352	31,349
Pressão Mínima (mca)	-3,418	-3,332	-2,469	-1,597	-0,715
Instante (s)	11,824	11,821	11,811	11,789	11,757
<b>TRECHO 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
Pressão Máxima (mca)	3,507	3,426	2,854	2,282	1,709
Instante (s)	31,349	31,345	31,349	31,355	31,365
Pressão Mínima (mca)	-0,098	-0,085	0,010	0,105	0,201
Instante (s)	11,735	11,731	11,709	11,687	11,664
<b>TRECHO 6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Pressão Máxima (mca)	1,381	1,335	1,289	1,243	1,197
Instante (s)	31,377	31,381	31,384	31,390	31,393
Pressão Mínima (mca)	0,260	0,306	0,353	0,400	0,447
Instante (s)	11,658	11,658	11,655	11,658	11,655
<b>TRECHO 7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Pressão Máxima (mca)	1,197	0,944	0,690	0,437	0,183
Instante (s)	31,393	31,397	31,397	31,403	31,403
Pressão Mínima (mca)	0,447	0,286	0,126	-0,034	-0,193
Instante (s)	11,655	11,655	11,655	11,655	11,651
<b>TRECHO 8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Pressão Máxima (mca)	0,183	0,138	0,092	0,046	0,000
Instante (s)	31,403	31,403	31,406	31,409	0,000
Pressão Mínima (mca)	-0,193	-0,145	-0,097	-0,048	0,000
Instante (s)	11,651	11,651	11,651	11,655	0,003
<b>TOTAL DA REDE</b>					
Pressão Máxima (mca)	14,091				
TRECHO	1				
Pressão Mínima (mca)	-3,418				
TRECHO	4				

## GRÁFICO DE PRESSÕES



## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sistema preliminar será composto por gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão do tipo Parshall. Os sistemas foram dimensionados considerando as condições de 3ª etapa.

## 2. MEDIDOR DE VAZÃO: CALHA PARSHAL

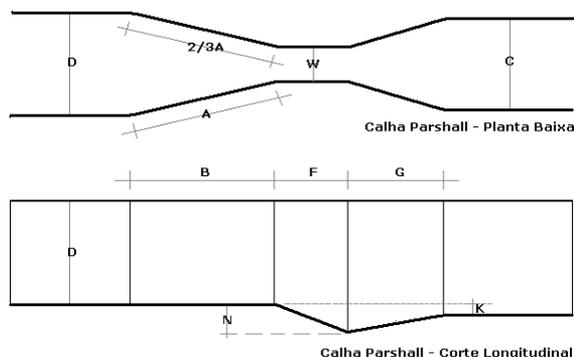
O medidor de vazão utilizado para a ETE será a Calha Parshall. A partir das vazões máximas e mínimas da ETE, pela Tabela 1 define-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

As vazões a serem consideradas para o dimensionamento são:

Vazão	
Q mín	5,69 L/s
Q med	8,89 L/s
Q máx	14,00 L/s

Será adotada a Calha Parshall com capacidade de atendimento entre a Qmin (1ª etapa) e a Qmax (2ª etapa).

Especificação: **3pol**



	W (pol)	W (cm)	A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9			
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	61,0	7,6	11,4	0,85	53,8
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	11,4	1,52	110,4
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	11,4	2,55	251,9
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	22,9	3,11	455,6
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	22,9	4,25	696,2
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	22,9	11,89	936,7
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	22,9	17,26	1426,3
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	22,9	36,79	1921,5
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	22,9	62,80	2422,0
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	22,9	74,40	2929,0
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	22,9	115,40	3440,0
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	22,9	130,70	3950,0
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	34,3	200,00	5660,0

Para relacionar a vazão com a altura da lâmina de água, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q = k \cdot H^n$$

onde "k" e "n" são em função da calha parshall adotada, conforme se verifica na tabela abaixo:

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1	30,5	1,522	0,690
1,5	45,7	1,538	1,054
2	61	1,550	1,426
3	91,5	1,566	2,182
4	122	1,578	2,935
5	152,5	1,587	3,728
6	183	1,595	4,515
7	213,5	1,601	5,306
8	244	1,606	6,101

Para W = 3pol

K	n
0,176	1,547

A equação ficará igual a:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

## 2. DESARENADOR (CAIXA DE AREIA)

A caixa de areia ficará à montante da calha Parshall. Conterá com dois canais paralelos idênticos, de forma a permitir a sua limpeza sem comprometer a remoção das partículas para o qual foi idealizado, e terá seção trapezoidal para permitir que a vazão do

A velocidade do esgoto na caixa de areia deverá estar próxima de 0,30m/s, não devendo estar abaixo de 0,15m/s ou acima de 0,40m/s para evitar sedimentação de material orgânico (problemas com decomposição e geração de odor) ou arraste de partículas arenosa

Velocidade do esgoto: 0,40 m/s

As vazões de dimensionamento da caixa de areia serão:

Vazões	1ª Etapa	
Q mín	5,69	L/s
Q med	8,89	L/s
Q máx	14,00	L/s

A determinação da lâmina de esgoto é dada pela equação da calha Parshall:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

Vazão	L/s	m³/s	H
Q min	5,69	0,0057	0,109 m
Q max	14,00	0,0140	0,195 m
Q méd	8,89	0,0089	0,145 m

### Dimensões da Caixa de Areia

O dimensionamento consistirá em definir a sua seção transversal, seu comprimento, rebaixo para a calha Parshall e o depósito de areia. A metodologia de cálculo foi baseada em Sergio Rolim, no seu livro intitulado Sistemas de Lagunas de Estabilização (2000).

Caixa de Areia com câmeras operando alternadamente	Fórmulas e Observações:
Tipo de Seção	Retangular
Rebaixo da calha Parshall (z)	0,05 m
Altura máxima da lâmina d'água (H)	0,14 m
Largura do canal calculado (bcc)	0,24 m
Largura do canal adotado (bc)	0,30 m
Largura total (b)	0,80 m
Comprimento do canal (L)	3,62 m
Comprimento do canal adotado (L)	2,50 m
Taxa de escoamento superficial (T)*	1024,13 m³/m².d

$$z = \frac{Q_{max} \cdot H_{min} - Q_{min} \cdot H_{max}}{Q_{max} - Q_{min}}$$

$$H = H_{max} - z \quad L = 25 \cdot H$$

$$b = \frac{Q_{max}}{H \cdot V} \quad T = \frac{Q_{med}}{A}$$

(\*) Varia entre 700 e 1600 m³/m²/d (Fonte: Tratamento de Águas Residuárias, J.M. Azevedo Neto) ou entre 600 e 1200 m³/m²/d (Fonte: Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias Industriais, J.A. Nunes)

Depósito de areia	Fórmulas e Observações:
Taxa produção de material retido (Tp)	0,00004 m³/m³ (1)
Período de limpeza (t)	15 dias (2)
Volume diário de material retido (V <sub>MD</sub> )	0,03 m³ (3)
Capacidade do depósito (V <sub>T</sub> )	0,461 m³ (4)
Largura do depósito de areia (B <sub>DA</sub> )	0,30 m
Comprimento do depósito (L <sub>DA</sub> )	2,50 m
Profundidade do depósito de areia (p <sub>DA</sub> )	0,61 m
Prof. do depósito de areia adotada (p <sub>DA</sub> )	0,50 m

$$V_{MD} = T_p \cdot Q_{med} \quad p_{DA} = \frac{V_T}{L_{DA} \cdot B_{DA}}$$

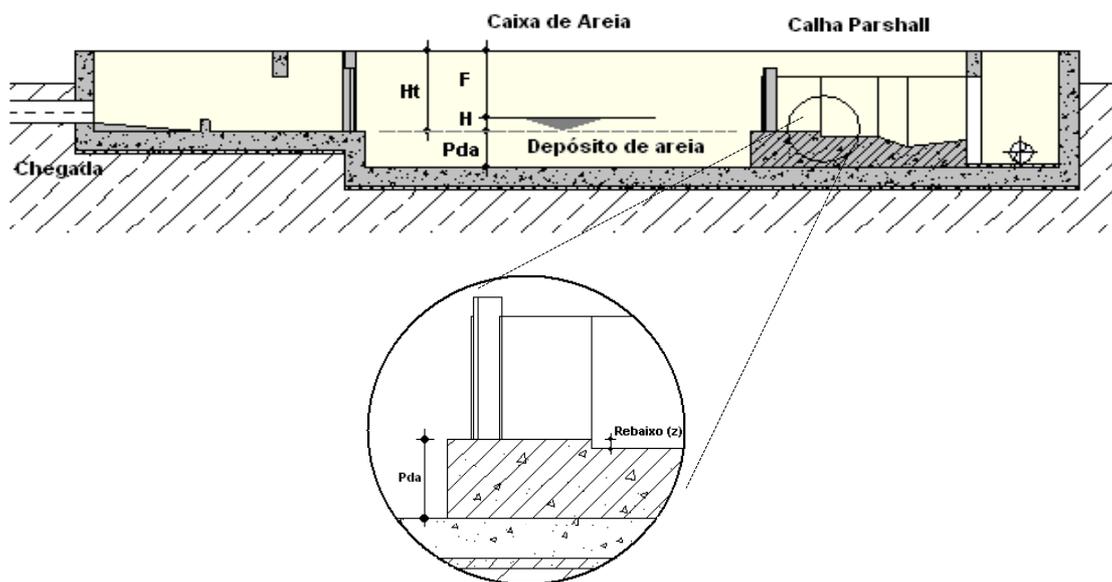
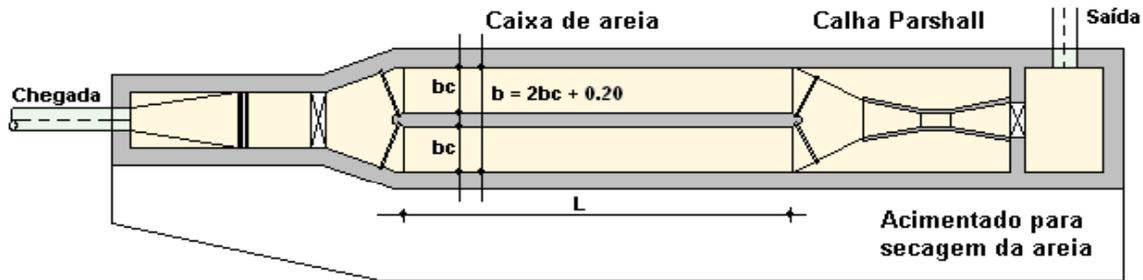
$$V_T = t \cdot V_{MD}$$

### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	S=Lx(H-z)	V
<b>Qmin</b>	0,0057 m³/s	0,109 m	0,059 m	0,0176 m²	<b>0,32m/s</b>
<b>Qmed</b>	0,0089 m³/s	0,145 m	0,095 m	0,0285 m²	<b>0,31m/s</b>
<b>Qmax</b>	0,0140 m³/s	0,195 m	0,145 m	0,0434 m²	<b>0,32m/s</b>

Considerando que a velocidade ficou em torno de 0,30m/s com variação menor que 20%, o dimensionamento da caixa de areia está adequado.

## ESQUEMA GRÁFICO



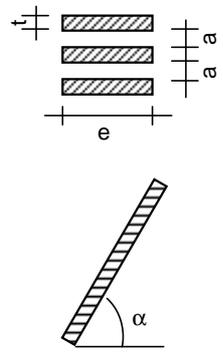
## 3. GRADEAMENTO

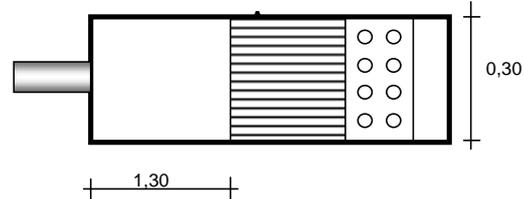
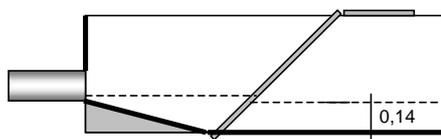
O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, geralmente, são barras de aço ou ferro dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permiti

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

Gradeamento		Fórmulas e Observações:
Tipo de gradeamento	Médio	
Especificação das barras:		
Largura (t)	10 mm	
Espessura (e)	40 mm	
Espaçamento (a)	25 mm	
Inclinação das barras (a):	60 °	
Velocidade entre as barras (v):	0,6 m/s	
Vazão de dimensionamento		
Qmin	5,69 L/s	
Qmed	8,89 L/s	
Qmax	14,00 L/s	
Obstrução máxima (R)	50%	
Dimensionamento		
Área útil (Au)	0,023 m <sup>2</sup>	$A_u = \frac{Q_{max}}{v}$ $N = \frac{B_g - a}{t + a}$ $E = \frac{e}{e + t}$ $L_g = \frac{Q_{max} \cdot t'}{At}$ <p align="center">com t' = 3s</p> $B_g = \frac{At}{H_{max}}$
Eficiência da grade (E)	71,4%	
Área efetiva (At)	0,033 m <sup>2</sup>	
Comprimento do canal (Lg)	1,30 m	
Largura do canal (Bg)	0,20 m	
Largura do canal adotado (Bg)	0,30 m	
Número de barras (N)	7,86 unid	
O número de barras da grade adotado	8,00 unid	



#### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	At = Bg . (H-z)	Au = At . E	V
<b>Qmin</b>	0,0057 m <sup>3</sup> /s	0,109 m	0,059 m	0,0176 m <sup>2</sup>	0,0126 m <sup>2</sup>	0,45 m/s
<b>Qmed</b>	0,0089 m <sup>3</sup> /s	0,145 m	0,095 m	0,0285 m <sup>2</sup>	0,0204 m <sup>2</sup>	0,44 m/s
<b>Qmax</b>	0,0140 m <sup>3</sup> /s	0,195 m	0,145 m	0,0434 m <sup>2</sup>	0,0310 m <sup>2</sup>	0,45 m/s

#### Verificação da perda de carga.

Utilizando a equação abaixo, estima-se a perda de carga através da grade. Deve-se verificá-la tanto para a grade limpa como para a grade obstruída, geralmente considerando 50% suja.

$$hf = \frac{1,43 \cdot (v^2 - v'^2)}{2g} \quad (\text{Metcalf \& Eddy})$$

Obstrução	v	v'	hf
<b>Grade Limpa</b>	0,60m/s	0,43m/s	0,013 m
<b>50%Obstruída</b>	1,20m/s	0,43m/s	0,092 m

**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA**

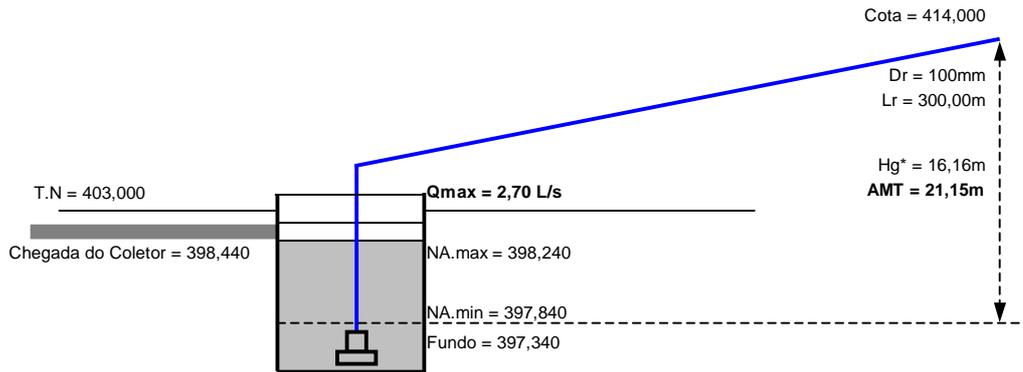
Nb = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)  
 Nbr = Número de bombas reservas  
 Vazão máxima afluyente (L/s)  
 Vazão de projeto (L/s)  
 Desnível Geométrico  
 Altura Manométrica Total  
 Capacidade total da elevatória (em função da bomba adotada)  
 Rendimento do Sistema  
 Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba  
 Potência Comercial da Estação Elevatória  
 Bomba considerada nos calculos:  
 Tipo de bombas:

**LINHA DE RECALQUE**

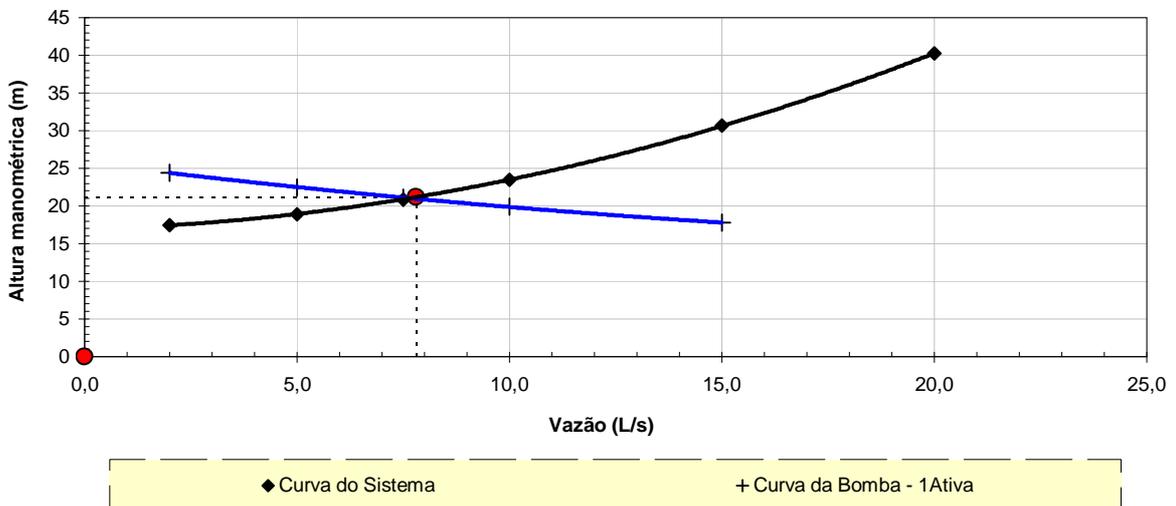
Material da Tubulação  
 Vazão na Tubulação  
 Comprimento da Tubulação  
 Diâmetro da Tubulação

2ª Etapa	
	01
	1,00
	2,70
	7,80
	17,16 m
	21,15 m
	7,8 L/s
	38,9%
	7,5 CV
	7,5 CV
	Submersíveis
	PVC-DEFOFO
	7,80
	300,00
	100 mm

**ESQUEMA DA ELEVATÓRIA**



**CURVAS DO SISTEMA**



## 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

O projeto foi concebido para a 2ª etapa, com funcionamento de uma bomba ativa e uma reserva.

### 1.1 - LINHA DE RECALQUE

Tipo de material da tubulação  
 $Q_{m\acute{a}x}$  = Vazão máxima de projeto  
 $Q_{m\acute{a}x}$  = Vazão máxima de bombeamento  
 $L'$  = comprimento real da linha de recalque  
 $L$  = Comprimento da tubulação

### 1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

$N_b$  = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)  
 $N_{br}$  = Número de bombas reservas  
 Tipo de bombas:

## 2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

O cálculo do diâmetro econômico é obtido pela fórmula de Bresse (Equação 01):  
 Onde:  
 $D$  = Diâmetro econômico  
 $K$  = Coeficiente da fórmula de Bresse  
 $Q$  = Vazão máxima de fim de plano, em  $m^3/s$

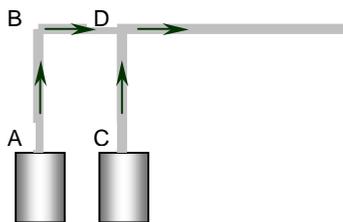
Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a Equação 02:  
 Onde:  
 $Q$  = Vazão na tubulação, em  $m^3/s$   
 $D$  = Diâmetro de recalque, em m

### 2.1 - RECALQUE

A partir da equação do diâmetro econômico, a tubulação de recalque ( $D_r$ ) seria de:  
 Deverá ser adotado diâmetro comercial próximo ao calculado, podendo ser inferior ou não, desde que seja verificada a velocidade desenvolvida no trecho (entre 0,6 e 3,0m/s). Neste caso, tem-se:  
 $D_r$  = Diâmetro de recalque, em mm  
 $V$  = Velocidade do fluxo na tubulação, em m/s

### 2.2 - BARRILETE

O diâmetro do barrilete varia em função da vazão prevista para cada trecho, considerando o arranjo das bombas. Neste sentido, as vazões e os diâmetros previstos para cada trechos do barrilete são:



Diâmetros calculados:  
 Diâmetros adotados:  
 Velocidade no trecho, em m/s

$$Q_{ad} = Q_{cd} = 0,0078 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\phi_{ad} = \phi_{cd} = 106 \text{ mm}$$

$$\phi_{ad} = \phi_{cd} = 100 \text{ mm}$$

$$v = 0,99 \text{ m/s}$$

### 2.3 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

Pela fórmula de HAZEN-WILLIAMS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação de recalque, conforme equação a seguir:

Onde:  
 $j$  = Perda de carga linear  
 $Q$  = Vazão no trecho  
 $D$  = Diâmetro no tubo  
 $C$  = Coeficiente de Hazen-Williams

Por esta equação, a perda de carga linear na tubulação é igual à:  
 $j$  = perda de carga linear

## 2ª Etapa

PVC-DEFOFO  
 2,7 L/s  
 7,8 L/s  
 306,02 m  
**300,00 m**

1 bomba  
 1 bomba  
 Submersíveis

Equação 01:  
 $D = K \cdot \sqrt{Q}$

1,20  
 0,0078  $m^3/s$

Equação 02:  
 $V = \frac{4 \cdot Q^2}{\pi \cdot D^2}$

106 mm

100 mm  
 0,99 m/s

Equação 03:  
 $j = \frac{10,643 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$

0,0078  $m^3/s$   
 0,100 m  
**130**

0,01221m/m

## 2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações. Ver a Equação 04:

Onde:

- $K_b$  = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete
- $K_r$  = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque
- $V_b$  = Velocidade do fluxo no barrilete
- $V_r$  = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- $g$  = Aceleração da gravidade
- $h_b$  = Perda de carga localizada no barrilete
- $h_r$  = Perda de carga localizada na linha de recalque
- $h_f$  = Perda de carga localizada total

OBS: K foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades na linha de recalque e sucção. Ver tabela a seguir:

BARRILETE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	0,00	
Ampliação	0,19	1,00	0,19
Redução	0,33	0,00	
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90	1,00	0,90
Tê (saída lateral)	2,00	0,00	
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Outros	1,00	0,00	

RECALQUE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação	0,19		
Redução	0,33		
Curva 90°	0,40	2,00	0,80
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00		
Outros	1,00	1,10	1,10

$K_b$

4,69

$K_r$

1,90

$K_{Total}$

6,59

A perda de carga localizada será ( $h_f$ ):

**0,33 m**

## 2.5 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

Onde:

- L = Comprimento da tubulação
- j = Perda de carga linear
- $h_f$  = Perda de carga localizada
- $h_j$  = Perda de carga distribuída
- $H_j$  = Perda de carga total na tubulação

Equação 05:

$$H_j = L \cdot j + h_f$$

300,00 m

0,01221m/m

0,33 m

3,66 m

3,99 m

### 3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATORIA

#### 3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a Equação 06:

Onde:

$C_{\text{máx,rec}}$  = Cota do ponto mais alto da linha de recalque

$C_{\text{min,suc}}$  = Cota do nível mínimo do poço de sucção

Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico

$H_g$  = Desnível Geométrico

$h'$  = Acréscimo de desnível como coeficiente de segurança

Adotaremos um valor de 1 m como coeficiente de segurança a ser acrescentado no desnível geométrico a fim de garantir um bom funcionamento da linha de recalque, ficando o desnível geométrico igual a 17,16 m.

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

Onde:

$H_g^*$  = Desnível Geométrico

$H_j$  = Perda de carga total

AMT = Altura Manométrica Total

#### 3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

Onde:

$P$  = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

$W$  = Peso específico do líquido a ser recalcado

$Q_{\text{máx}}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano

$Q_{\text{máx}}$  = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba

$H_g^*$  = desnível geométrico

AMT = Altura Manométrica Total

$N_b$  = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

$h$  = Rendimento do conjunto motor-bomba

$F_s$  = Fator de segurança

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

Tipo de bombas:

Modelo avaliado:

$h_b$  = Rendimento da bomba

$h_m$  = Rendimento do motor

Aplicando a Equação 09, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

$P$  = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

Potência comercial total da estação elevatória:

OBS.: Uma bomba com capacidade de 10% de fator de serviço, atende até uma potência de 22CV

#### 2ª Etapa

Equação 06:

$$H_g = C_{\text{MAX,rec}} - C_{\text{MIN,suc}}$$

**414,000**

**397,840**

16,16 m

1,00 m

$H_g^* =$  17,16 m

$$AMT = H_g^* + H_j$$

17,16 m

3,99 m

21,15 m

Equação 07:

$$P = \frac{W \cdot Q_{\text{máx}} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

1000 Kg/m³

**0,0078 m³/s**

**0,0078 m³/s**

17,16 m

21,15 m

1 bomba(s)

38,9%

1,20

Submersíveis

45,7%

85,2%

6,8 CV

6,7 HP

4,98 kW

**7,5 CV**

7,5 CV

**2ª Etapa**

**3.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS**

Na Figura a seguir, estão apresentadas as curvas características da bomba e do sistema. A curva do sistema foi caracterizada em função da vazão, conforme equação abaixo:

Equação 10:

$$AMT = Hg + \left(\frac{h_f}{Q^2}\right) \cdot Q^2 + \left(\frac{L \cdot j}{Q^{1,85}}\right) \cdot Q^{1,85}$$

Aplicando os valores obtidos ao longo do dimensionamento, chega-se à seguinte curva do sistema:

$$AMT = 17,16 + 0,005445 \cdot Q^2 + 0,08192 \cdot Q^{(1,85)}$$

O gráfico abaixo foi obtido a partir do software disponibilizado pela FLYGT, bombas submersíveis, onde, a partir de da altura geométrica e da manométrica calculada, define-se a curva do sistema.

**CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA E DO SISTEMA - 1ª ETAPA**

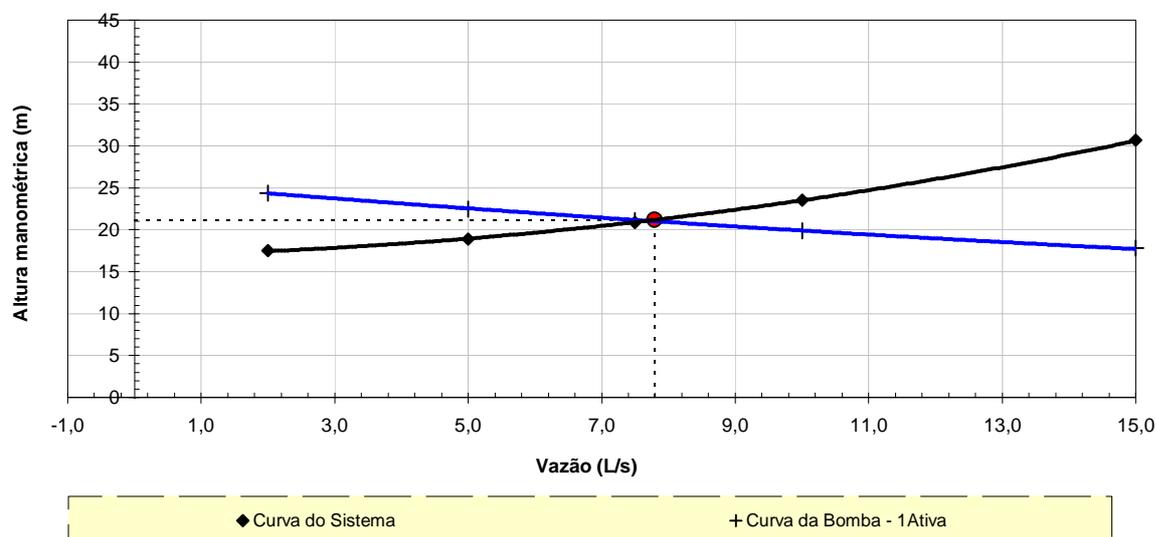
EQUAÇÃO DO SISTEMA: Hmt (m) x Q (l/s)

$$AMT = 17,16 + 0,005445 \cdot Q^2 + 0,08192 \cdot Q^{(1,85)}$$

Ponto de Operação

Q= 7,8 L/s

Hman = 21,2 m



**3.4 - CÁLCULO DO NPSH**

A sigla NPSH (*Net Positive Suction Head*) é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações 11 e 12:

Onde:

- $h_{bomba}$  = Cota do eixo da bomba
- $h_{mín,suc}$  = Cota do NA mínimo do poço de sucção
- Z = altura de sucção
- $P_a$  = Pressão atmosférica
- $P_v$  = Pressão de vapor
- $\gamma$  = Peso específico da água
- $h_f$  = Perda de carga localizada na sucção

$$NPSH_{disp.} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - Z - H_f$$

$$Z = h_{bomba} - h_{mín, suc}$$

397,600
397,840
0,24 m
9.400,00 Kg/m <sup>2</sup>
343,00 Kg/m <sup>2</sup>
996,60 Kg/m <sup>3</sup>
0,00 m
<b>NPSH<sub>req.</sub></b>
7,00 m
<b>NPSH<sub>disp.</sub></b>
8,82 m

Como  $NPSH_{disp.} > NPSH_{req.}$  o sistema funcionará normalmente



Projeto do SES de Tauá Sede - 2ª e 3ª Etapas  
Projeto da Estação Elevatória de Esgoto - EESB-9  
Extravador

Atualização  
2009-11-12  
2009-11-12

### CARACTERÍSTICAS DO PERFIL

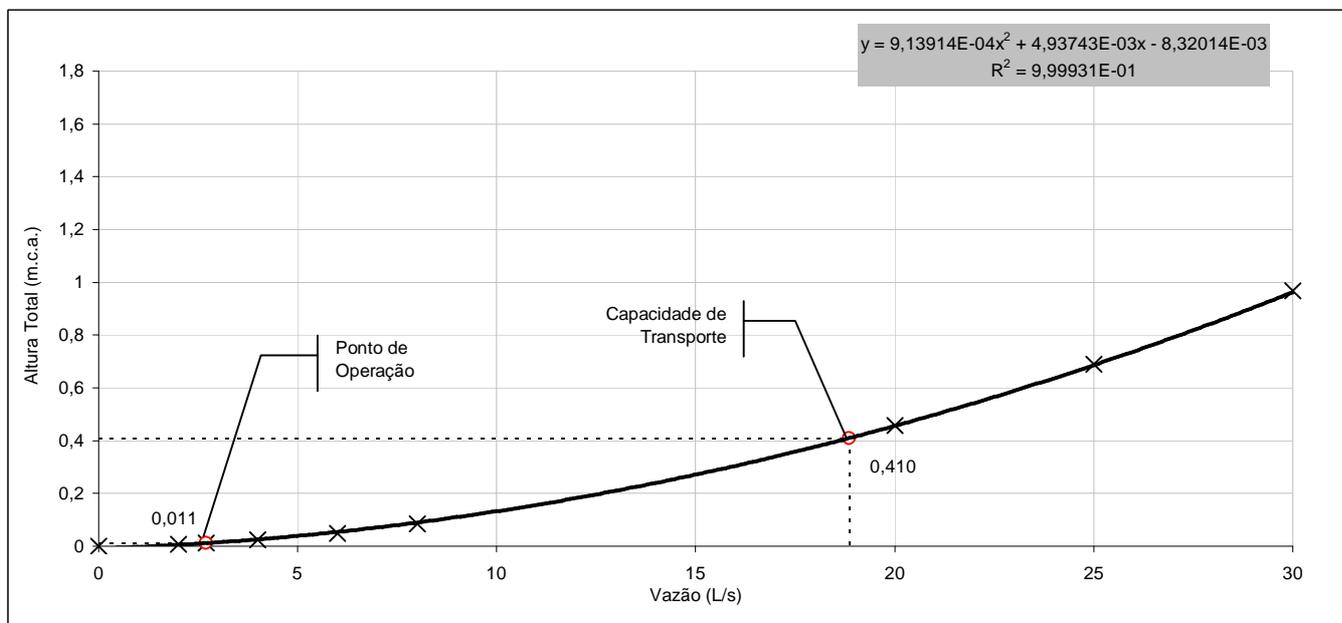
Cota do terreno da cx.	403,00
Cota de saída do emissário	399,41
Comprimento total do extravasor	48,00
Declividade adotada	-0,0227
Cota do terreno na DESCARGA do extravasor	401,50
Cota da geratriz inferior do extravasor na descarga	399,00
Desnível:	0,41 m
Perda de carga:	0,01 m
Carga disponível:	0,40 m
Capacidade de Transporte do Emissário	18,86 L/s

### DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA

Tubos e Conexões	Quant.	Ext. (m)	Ø (mm)	Material	C	K	Vazão (l/s)	Velocid. (m/s)	Perda de Carga (m)
Tubulação	1	48,00	150	PVC	130	-	2,70	0,15	0,01

Perda de carga localizada	-
Perda de carga total (m)	0,01

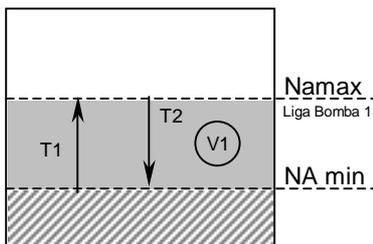
### CURVA DO SISTEMA



VAZÕES	MÁXIMA AFLUENTE DE FIM DE PLANO - $Q_{max}$ (L/s)	2,70	
	MÉDIA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - $Q_{med}$ (L/s)	1,58	
BOMBAS	Nº DE BOMBAS ATIVA(S)	01	
	Nº DE BOMBAS RESERVA(S)	01	
	TIPO DE BOMBA	Submersíveis	
POÇO DE SUÇÃO	COTA DO TERRENO APÓS TERRAPLENAGEM - CT (m)	403,00	
	COTA DO TAMPÃO DO PV	403,00	
	COTA DO CANAL DE CHEGADA - CCJ (m)	398,44	
	FOLGA ENTRE O NA.max E A SOLEIRA DO TUBO - F (m)	0,20	
	SUBMERGÊNCIA MÍNIMA - $S_{bm}$ (m)	0,50	
	SECÇÃO TRANSVERSAL DO POÇO DE SUÇÃO - S (m²)	RETANGULAR	
	LARGURA DO LADO INTERNO DO POÇO	2,00	
	COMPRIMENTO INTERNO DO LADO DO POÇO (m)	2,00	
	PROFUNDIDADE DO POÇO EM RELAÇÃO AO TERRENO - P (m)	5,66	
		1º ESTÁGIO	
	VAZÃO DE BOMBEAMENTO - $Q_{bom}$ (L/s)	7,8	
	VOLUME ÚTIL CALCULADO ( $V_{Ucalc}$ , em m³) - EQ. 01	1,17	
	ALTURA ÚTIL CALCULADA - $h_{Ucalc}$ (m) - EQ.02	0,29	
	ALTURA ÚTIL ADOTADA - $h_{Uadot}$ (m)	0,40	
	VOLUME ÚTIL ADOTADO $V_{Uadot}$ (m³) - EQ.03	1,60	
COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO - $NA_{máx}$ (m) - EQ.04	398,24		
COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMO - $NA_{mín}$ (m)	397,84		
COTA DO FUNDO DO POÇO - $CF_p$ (m)	397,34		
VERIFICAÇÃO	ÁREA INTERNA DO POÇO - A (m²)	4,00	
	ALTURA MÉDIA DO NA - $h_{med}$ (m)	0,70	
	VOLUME MÉDIO DO POÇO - $V_{med}$ (m³)	2,80	
	TEMPO DE DETENÇÃO MÉDIA - $T_d$ (minutos)	29,54	
	TEMPO DE CICLO MÍNIMO (min) - $T_c$	13,68	
	NÚMERO MÁXIMO DE PARTIDAS POR HORA - $N_{par}$	4,39	
EQUAÇÕES	$V_u = 2,5 \times Q_{max}$ $V_{Uadot} = A \cdot h_{Uadot}$ $V_{int} = A \cdot h_i$ $C_{fundo} = C_{NAmin} - h_{RB}$ $C_{NAmin} = C_{NAmax} - h_{Uadot}$	$h_i = \frac{h_{Uadot}}{2} + (C_{NAmin} - C_{fundo})$ $T_d = \frac{V_{int}}{Q_{MED}}$ $N_{par} = \frac{60(\text{min/hor})}{T_{Cmin}}$ $T_{Cmin} = \frac{V_{Uadot}}{Q_{mín}} + \frac{V_{Uadot}}{Q_{bom} - Q_{mín}}$	$h_u = \frac{V_u}{A}$

### TEMPO DE CICLO

Esta elevatória é constituída de dois conjuntos elevatórios, sendo que cada um será implantado em poços de sucção distintos, de mesma capacidade, operando isoladamente entre si, em dias ou semana alternados, conforme necessidade operacional. Para o tempo de ciclo, serão considerados dois tempos:



T1: corresponde ao tempo que o poço tem seu seu nível elevado para  $NA_{max}$  em função da vazão afluyente;  
 T2: corresponde ao tempo que o poço tem seu nível de água rebaixado para  $NA_{min}$ .

Equação 1: Equação 2:

$$T_1 = \frac{V_1}{Q_A}$$

$$T_2 = \frac{V_1}{Q_{1B} - Q_A}$$

**Condição de Funcionamento Proposto: Uma bomba ativa em cada poço.**

O poço levará o tempo T1 para seu nível alcançar o NAmáx. Neste momento a bomba B1 é acionada, levando o tempo T2 para retornar ao nível NAmín. O reversamento com a outra bomba e respectivo poço, deverá ocorrer conforme necessidade da operação.

Os fluxogramas de funcionamento das bombas estão apresentadas nas Fig. 1.

Figura 1: Fluxograma de funcionamento

Alternancia entre a bomba ativa e a reserva.

NAmin	NA.max	NA.min	NA.max	NA.min	NA.max	Nmin	NA.min	NA.max	NA.min
	enche	esvazia	enche	esvazia	enche	esvazia	esvazia	enche	esvazia
B1		TF1=T2		TF1=T2		TF1=T3		TF1=T4	
TEMPOS	T1	T2	T1	T2	T1	T3	T2	T1	T2

Pelo fluxograma acima, obtem-se as equações que irão regir o tempo de ciclo e funcionamento de cada bomba:

Equação 3: **TF = T2**

Equação 4: **TC = (T1 + T2)**

onde:

TF - tempo de funcionamento

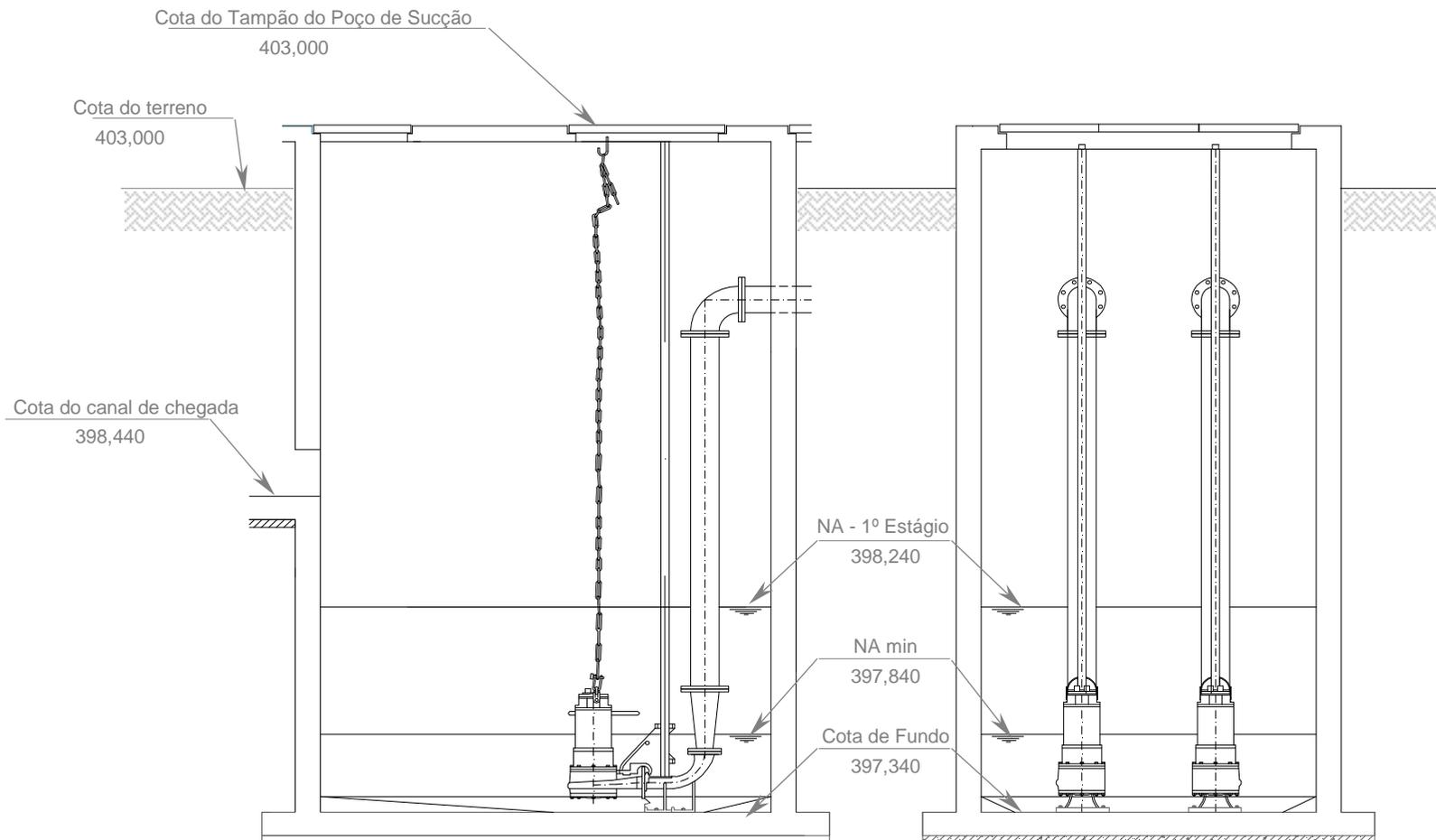
TC - temp de ciclo

T1 - tempo que o nível do poço se eleva até NA max, conforme Equação 1

T3 - tempo que a bomba leva para esgotar o poço até NA min, conforme Equação 2

Abaixo segue a tabela de verificação do tempo de ciclo para diferentes vazões afluentes no sistema. Os tempos foram determinados a partir das equações acima:

Vazão afluente	Quant. Bombas Func.	Tempo para encher poço até N1 (T1)	Tempo Esvaziamento Namin (T2)	TEMPO DE CICLO
		Eq. 01	Eq. 02	TC=T2+T1
(L/s)		(min)	(min)	(min)
1,00	1	26,67	3,92	30,59
2,00	1	13,33	4,60	17,93
3,90	1	6,84	6,84	13,68
6,00	1	4,44	14,81	19,26
7,50	1	3,56	88,89	92,44
			<b>MENOR TC</b>	<b>13,68</b>



**SEM PROTEÇÃO**

Trecho	Nó Inicial	Nó Final	Seção	Cota da Seção (m)	Cota Piez. Max. R. Transientes (mca)	Cota Piez. Min. R. Transientes (mca)	Pressão Máxima (mca)	Pressão Mínima (mca)	Vazão Máxima R. Transporte (L/s)	Vazão Mínima R. Transporte (L/s)	Cota Piez. R. Permanente (mca)	Pressão R. Perm. (mca)	Vazão R. Perm. (L/s)
T1	1	2	1	397,99	425,04	399,53	27,05	1,54	5,96	0,00	413,46	15,47	5,96
T1	1	2	2	398,72	424,69	399,43	25,97	0,71	5,97	-1,59	413,45	14,73	5,96
T1	1	2	3	399,45	424,78	399,57	25,33	0,12	5,97	-2,57	413,43	13,98	5,97
T2	2	3	1	399,45	424,78	399,57	25,33	0,12	5,97	-2,57	413,43	13,98	5,97
T2	2	3	2	400,77	424,12	400,92	23,35	0,15	5,97	-2,65	413,32	12,56	5,97
T2	2	3	3	402,09	422,81	401,13	20,73	-0,95	5,97	-2,63	413,20	11,12	5,97
T2	2	3	4	403,40	421,48	403,03	18,08	-0,37	5,97	-2,86	413,08	9,68	5,97
T2	2	3	5	404,72	420,12	404,51	15,40	-0,21	5,97	-2,95	412,96	8,24	5,97
T3	3	4	1	404,72	420,12	404,51	15,40	-0,21	5,97	-2,95	412,96	8,24	5,97
T3	3	4	2	408,70	417,64	406,79	8,94	-1,91	5,97	-2,95	412,82	4,12	5,97
T3	3	4	3	412,68	412,68	412,68	0,00	0,00	5,97	-3,04	412,68	0,00	5,97



Projeto do SES de Tauá Sede - 2ª e 3ª Etapas  
Projeto da Estação Elevatória de Esgoto EESB-9 - Transientes - Nós

Atualização:  
2009-11-12

**SEM PROTEÇÃO**

Nó	Coord. N (m)	Coord. E (m)	Cota terreno (m)	Cota nó (m)	k local	Pmin. (mca)	P.máx (mca)	Contorno	Observações
1	160,98	108,09	400,570	397,990	0,000	15,00	60,00	Res. Mont., Bomba e Válv. Retenção	It
2	165,28	138,79	400,570	399,450	0,000	15,00	60,00	Junção	
3	219,35	242,58	405,720	404,720	0,000	15,00	60,00	Junção	
4	325,04	346,37	413,680	412,680	0,000	15,00	60,00	Saída Livre	

**SEM PROTEÇÃO**

Nó Inicial	Nó Final	Ext. Planta (m)	Nome do Trecho	Extensão de Cálculo (m)	Diâmetro Externo (mm)	Espessura (mm)	Material	Vínculo
1	2	31,00	T1	10,00	128	4,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
2	3	117,03	T2	170,00	128	4,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas
3	4	148,13	T3	100,25	128	4,80	PVC Tigre Vinilfer DEFoFo	Duas extremidades ancoradas



## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sistema preliminar será composto por gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão do tipo Parshall. Os sistemas foram dimensionados considerando as condições de 3ª etapa.

## 2. MEDIDOR DE VAZÃO: CALHA PARSHAL

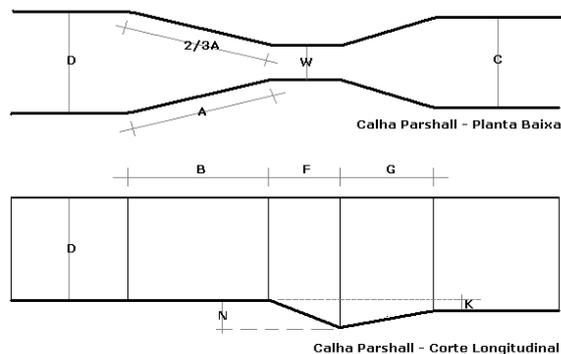
O medidor de vazão utilizado para a ETE será a Calha Parshall. A partir das vazões máximas e mínimas da ETE, pela Tabela 1 define-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).

As vazões a serem consideradas para o dimensionamento são:

Vazão		
Q mín	1,13	L/s
Q med	1,74	L/s
Q máx	2,71	L/s

Será adotada a Calha Parshall com capacidade de atendimento entre a Qmin (1ª etapa) e a Qmax (2ª etapa).

Especificação: **3pol**



W (pol)	A (cm)	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9	
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85 53,8
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52 110,4
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55 251,9
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11 455,6
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25 696,2
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89 936,7
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26 1426,3
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79 1921,5
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80 2422,0
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40 2929,0
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40 3440,0
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70 3950,0
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00 5660,0

Para relacionar a vazão com a altura da lâmina de água, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q = k \cdot H^n$$

onde "k" e "n" são em função da calha parshall adotada, conforme se verifica na tabela abaixo:

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1	30,5	1,522	0,690
1,5	45,7	1,538	1,054
2	61	1,550	1,426
3	91,5	1,566	2,182
4	122	1,578	2,935
5	152,5	1,587	3,728
6	183	1,595	4,515
7	213,5	1,601	5,306
8	244	1,606	6,101

Para W = 3pol

K	n
0,176	1,547

A equação ficará igual a:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

## 2. DESARENADOR (CAIXA DE AREIA)

A caixa de areia ficará à montante da calha Parshall. Conterá com dois canais paralelos idênticos, de forma a permitir a sua limpeza sem comprometer a remoção das partículas para o qual foi idealizado, e terá seção trapezoidal para permitir que a vazão do

A velocidade do esgoto na caixa de areia deverá estar próxima de 0,30m/s, não devendo estar abaixo de 0,15m/s ou acima de 0,40m/s para evitar sedimentação de material orgânico (problemas com decomposição e geração de odor) ou arraste de partículas arenosa

Velocidade do esgoto: 0,40 m/s

As vazões de dimensionamento da caixa de areia serão:

Vazões	1ª Etapa	
Q mín	1,13	L/s
Q med	1,74	L/s
Q máx	2,71	L/s

A determinação da lâmina de esgoto é dada pela equação da calha Parshall:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

Vazão	L/s	m³/s	H
Q min	1,13	0,0011	0,038 m
Q max	2,71	0,0027	0,067 m
Q méd	1,74	0,0017	0,051 m

### Dimensões da Caixa de Areia

O dimensionamento consistirá em definir a sua seção transversal, seu comprimento, rebaixo para a calha Parshall e o depósito de areia. A metodologia de cálculo foi baseada em Sergio Rolim, no seu livro intitulado Sistemas de Lagunas de Estabilização (2000).

Caixa de Areia com câmeras operando alternadamente	Fórmulas e Observações:
Tipo de Seção	Retangular
Rebaixo da calha Parshall (z)	0,02 m
Altura máxima da lâmina d'água (H)	0,05 m
Largura do canal calculado (bcc)	0,14 m
Largura do canal adotado (bc)	0,30 m
Largura total (b)	0,80 m
Comprimento do canal (L)	1,19 m
Comprimento do canal adotado (L)	2,50 m
Taxa de escoamento superficial (T)*	200,45 m³/m².d

$$z = \frac{Q_{max} \cdot H_{min} - Q_{min} \cdot H_{max}}{Q_{max} - Q_{min}}$$

$$H = H_{max} - z \quad L = 25 \cdot H$$

$$b = \frac{Q_{max}}{H \cdot V} \quad T = \frac{Q_{med}}{A}$$

(\* ) Varia entre 700 e 1600 m³/m²/d (Fonte: Tratamento de Águas Residuárias, J.M. Azevedo Neto) ou entre 600 e 1200 m³/m²/d (Fonte: Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias Industriais, J.A. Nunes)

Depósito de areia	Fórmulas e Observações:
Taxa produção de material retido (Tp)	0,00004 m³/m³ (1)
Período de limpeza (t)	15 dias (2)
Volume diário de material retido (V <sub>MD</sub> )	0,01 m³ (3)
Capacidade do depósito (V <sub>T</sub> )	0,090 m³ (4)
Largura do depósito de areia (B <sub>DA</sub> )	0,30 m
Comprimento do depósito (L <sub>DA</sub> )	2,50 m
Profundidade do depósito de areia (p <sub>DA</sub> )	0,12 m
Prof. do depósito de areia adotada (p <sub>DA</sub> )	0,50 m

$$V_{MD} = Tp \cdot Q_{med} \quad p_{DA} = \frac{V_T}{L_{DA} \cdot B_{DA}}$$

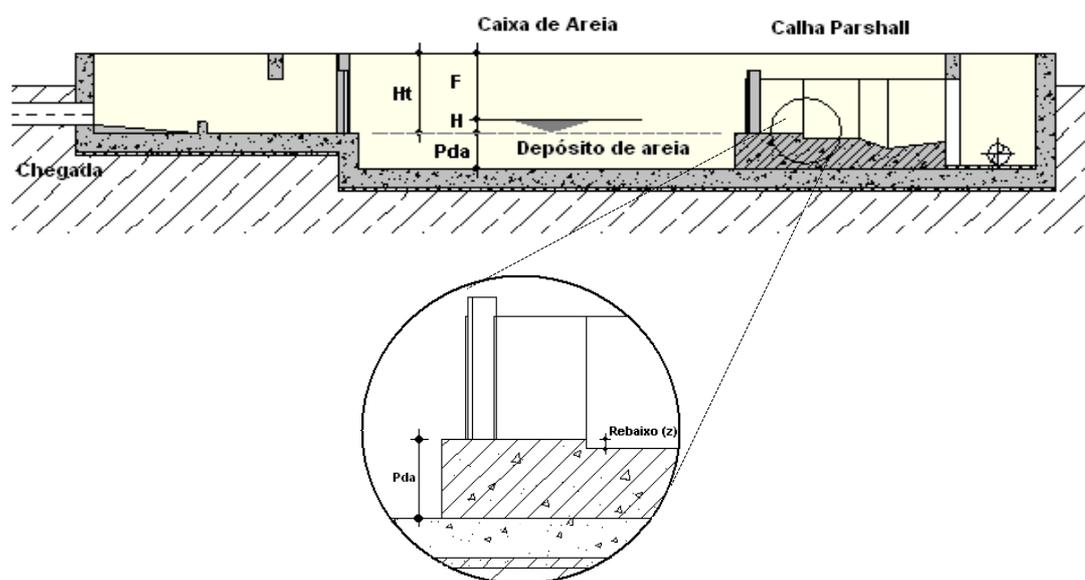
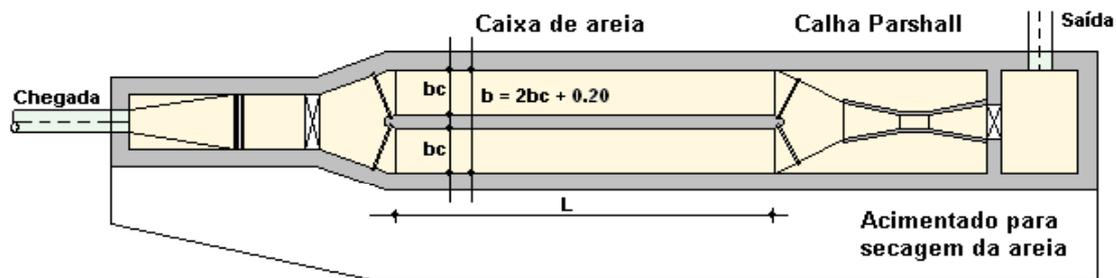
$$V_T = t \cdot V_{MD}$$

### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	S=Lx(H-z)	V
Qmin	0,0011 m³/s	0,038 m	0,018 m	0,0055 m²	0,21m/s
Qmed	0,0017 m³/s	0,051 m	0,031 m	0,0092 m²	0,19m/s
Qmax	0,0027 m³/s	0,067 m	0,047 m	0,0142 m²	0,19m/s

Considerando que a velocidade ficou em torno de 0,30m/s com variação menor que 20%, o dimensionamento da caixa de areia está adequado.

## ESQUEMA GRÁFICO



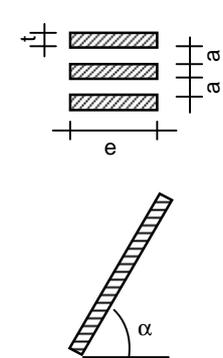
## 3. GRADEAMENTO

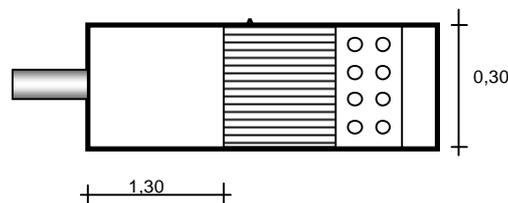
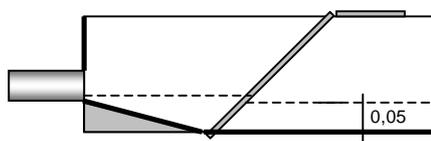
O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e, geralmente, são barras de aço ou ferro dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permiti

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

O gradeamento será do tipo simples, em barras paralelas, inclinado, com limpeza manual. Seu dimensionamento consiste em definir as barras, o espaçamento e a largura do canal da grade, bem como o nível máximo do esgoto.

Gradeamento		Fórmulas e Observações:
Tipo de gradeamento	Médio	
Especificação das barras:		
Largura (t)	10 mm	
Espessura (e)	40 mm	
Espaçamento (a)	25 mm	
Inclinação das barras (a):	60 °	
Velocidade entre as barras (v):	0,6 m/s	
Vazão de dimensionamento		
Qmin	1,13 L/s	
Qmed	1,74 L/s	
Qmax	2,71 L/s	
Obstrução máxima (R)	50%	
Dimensionamento		
Área útil (Au)	0,005 m <sup>2</sup>	$A_u = \frac{Q_{max}}{v}$ $N = \frac{B_g - a}{t + a}$ $E = \frac{e}{e + t}$ $L_g = \frac{Q_{max} \cdot t'}{At}$ <p align="center">com t' = 3s</p> $B_g = \frac{At}{H_{max}}$
Eficiência da grade (E)	71,4%	
Área efetiva (At)	0,006 m <sup>2</sup>	
Comprimento do canal (Lg)	1,30 m	
Largura do canal (Bg)	0,10 m	
Largura do canal adotado (Bg)	0,30 m	
Número de barras (N)	7,86 unid	
O número de barras da grade adotado	8,00 unid	



#### Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	At = Bg . (H-z)	Au = At . E	V
<b>Qmin</b>	0,0011 m <sup>3</sup> /s	0,038 m	0,018 m	0,0055 m <sup>2</sup>	0,0039 m <sup>2</sup>	0,29 m/s
<b>Qmed</b>	0,0017 m <sup>3</sup> /s	0,051 m	0,031 m	0,0092 m <sup>2</sup>	0,0066 m <sup>2</sup>	0,27 m/s
<b>Qmax</b>	0,0027 m <sup>3</sup> /s	0,067 m	0,047 m	0,0142 m <sup>2</sup>	0,0101 m <sup>2</sup>	0,27 m/s

#### Verificação da perda de carga.

Utilizando a equação abaixo, estima-se a perda de carga através da grade. Deve-se verificá-la tanto para a grade limpa como para a grade obstruída, geralmente considerando 50% suja.

$$h_f = \frac{1,43 \cdot (v^2 - v'^2)}{2g} \quad (\text{Metcalf \& Eddy})$$

Obstrução	v	v'	hf
<b>Grade Limpa</b>	0,60m/s	0,43m/s	0,013 m
<b>50%Obstruída</b>	1,20m/s	0,43m/s	0,092 m

**Características da Linha**

Cota inicial (m)	406,680
Cota de Chegada (m)	395,334
Pressão máxima (m)	15,556

**Trecho 1**

Diâmetro (mm)	200
Comprimento (m)	262,59
Material	DEFoFo
C	130
Vazão (L/s)	22,50
Velocidade (m/s)	0,720
Perda de carga linear (m/km)	2,963

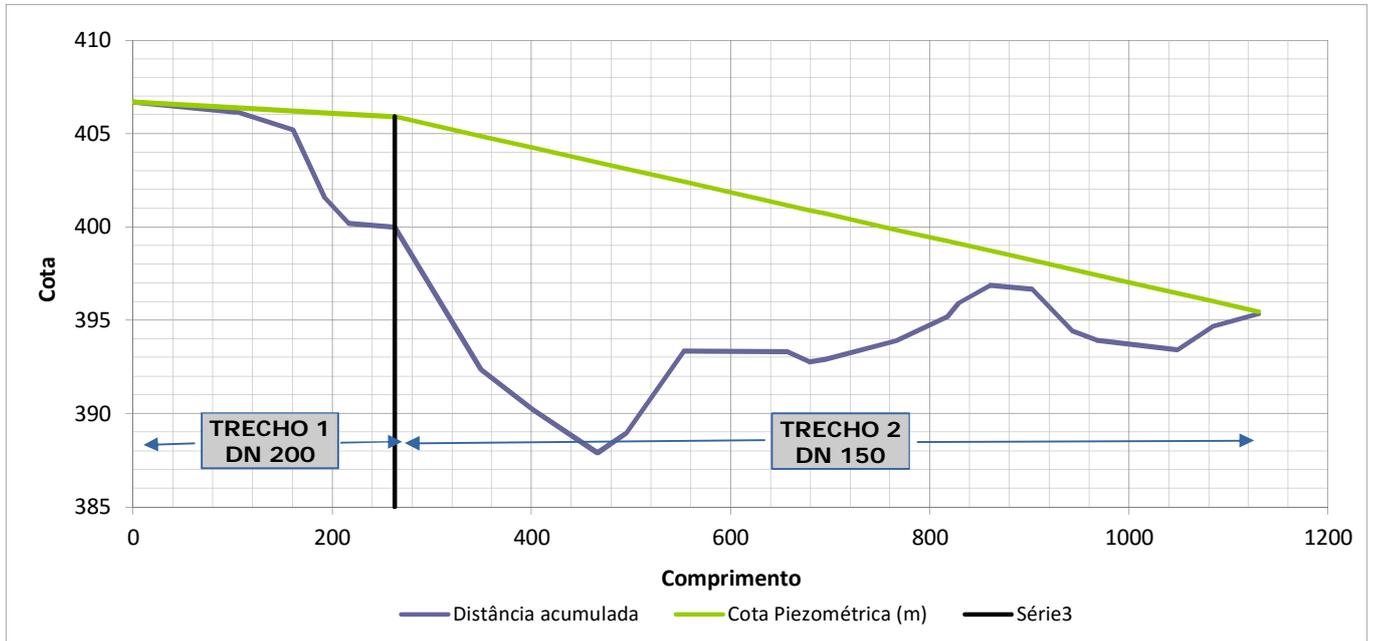
**Trecho 2**

Diâmetro (mm)	150
Comprimento (m)	867,55
Material	DEFoFo
C	130
Vazão (L/s)	22,50
Velocidade (m/s)	1,270
Perda de carga linear (m/km)	12,029

Trecho	Distância acumulada (m)	Cota da Tubulação (m)	Comp. do trecho (m)	Perda de carga linear (m/km)	Perda de Carga do Trecho (m)	Cota Piezométrica (m)	Pressão (m)
1	0,00	406,680	-	2,96	-	406,680	0,00
	104,43	406,158	104,43		0,309	406,371	0,21
	160,69	405,183	56,26		0,167	406,204	1,02
	192,42	401,555	31,73		0,094	406,110	4,55
	216,43	400,208	24,01		0,071	406,039	5,83
	262,59	399,978	46,16		0,137	405,902	5,92
2	349,53	392,374	86,94	12,03	1,046	404,856	12,48
	401,39	390,212	51,86		0,624	404,232	14,02
	466,14	387,897	64,75		0,779	403,453	15,56
	494,46	388,936	28,32		0,341	403,113	14,18
	552,93	393,354	58,47		0,703	402,409	9,06
	656,05	393,315	103,12		1,240	401,169	7,85
	679,00	392,769	22,95		0,276	400,893	8,12
	695,31	392,926	16,31		0,196	400,697	7,77
	767,06	393,891	71,75		0,863	399,833	5,94
	817,10	395,158	50,04		0,602	399,231	4,07
	828,77	395,914	11,67		0,140	399,091	3,18
	860,24	396,879	31,47		0,379	398,713	1,83
	902,39	396,687	42,15		0,507	398,205	1,52
	943,42	394,431	41,03		0,494	397,712	3,28
	966,96	393,945	23,54		0,283	397,429	3,48
	1048,77	393,412	81,81		0,984	396,445	3,03
1083,40	394,668	34,63	0,417	396,028	1,36		
1130,14	395,334	46,74	0,562	395,466	0,13		

## Características da Linha

## Perfil Piezométrico da Linha



## 8.6 ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-CE**

**ART OBRA / SERVIÇO -  
REGISTRO ANTES DO  
TÉRMINO DA  
OBRA/SERVIÇO  
Nº CE20170193089**

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

INICIAL  
INDIVIDUAL

**1. Responsável Técnico**

FABIANO DO NASCIMENTO LIRA

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 060838611-1

**2. Contratante**

Contratante: CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

CPF/CNPJ: 07.040.108/0001-57

AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº: 1030

Complemento:

Bairro: AEROPORTO

Cidade: FORTALEZA

UF: CE

CEP: 60422700

País: Brasil

Telefone: (85) 3101-1794

Email: fabiano.lira@cagece.com.br

Contrato: Não especificado

Celebrado em: 13/03/2017

Valor: R\$ 5.000,00

Tipo de contratante: PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO

Ação Institucional: NENHUMA - NÃO OPTANTE

**3. Dados da Obra/Serviço**

Proprietário: CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

CPF/CNPJ: 07.040.108/0001-57

AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº: 1030

Complemento:

Bairro: AEROPORTO

Cidade: FORTALEZA

UF: CE

CEP: 60422700

Telefone: (85) 3101-1794

Email: fabiano.lira@cagece.com.br

Coordenadas Geográficas: Latitude: 0 Longitude: 0

Data de Início: 13/03/2017

Previsão de término: 19/05/2017

Finalidade: Saneamento básico

**4. Atividade Técnica**

A1 - ATUACAO

Quantidade

Unidade

6 - PROJETO BÁSICO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL ->  
SANEAMENTO -> #1604 - REDE DE ESGOTO

23.202,26

m

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

**5. Observações**

Projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede de Tauá - 2ª Etapa.

**6. Declarações**

Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

**7. Entidade de Classe**

NENHUMA - NÃO OPTANTE

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima

FORTALEZA, 23 de Maio de 17

Local

data

FABIANO DO NASCIMENTO LIRA - CPF: 962.823.203-72

Eng<sup>a</sup> Cailiny Medeiros

CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CNPJ: 07.040.108/0001-57

PROJ CAGECE

**9. Informações**

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

\* Somente é considerada válida a ART quando estiver cadastrada no CREA, quitada, possuir as assinaturas originais do profissional e contratante.

**10. Valor**

Valor da ART: R\$ 81,53

Pago em: 18/05/2017

Nosso Número: 8211994350



