

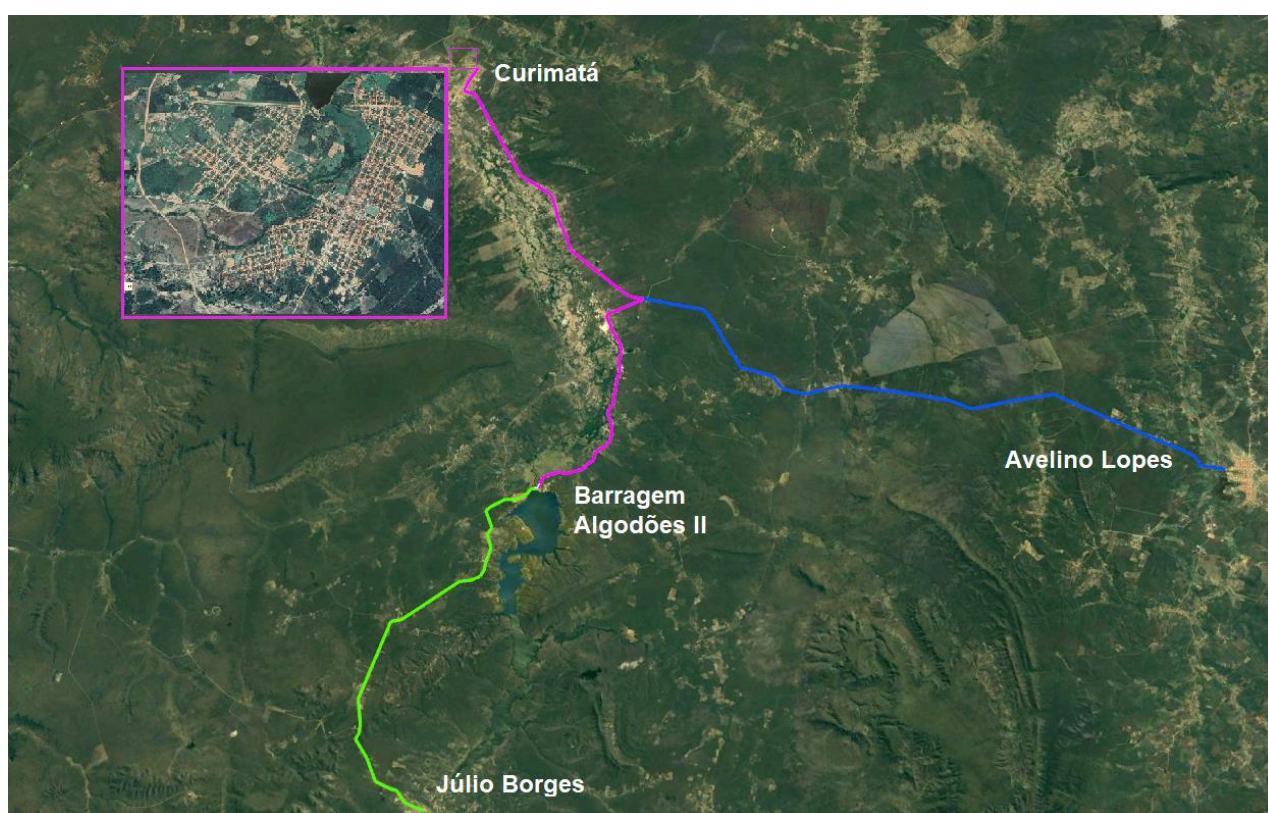


CONTRATO Nº: 0.102.00-2020  
SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS LTDA.

---

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE CURIMATÁ, VISANDO O ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA O MUNICÍPIO DE CURIMATÁ, INCLUINDO AS LOCALIDADES AO LONGO DA ADUTORA E PONTOS DE TOMADAS D'ÁGUA DESTINADAS AOS MUNICÍPIOS DE AVELINO LOPES E DE JÚLIO BORGES, NO ESTADO DO PIAUÍ.

---



ETAPA E3 – PROJETO DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E DE CONDUÇÃO –  
ESTRUTURAL, HIDRÁULICOS E MECÂNICOS

---

VOL. 1: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA (T2 E T3) E RAD03

---

Salvador – BA/ Junho /2022 / Revisão 03

---

Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos SS Ltda.

---

**SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS SS LTDA.**

---

**EQUIPE TÉCNICA:****RESPONSÁVEL TÉCNICO**

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

**ENGENHEIRO HIDRÁULICO**

ENG. JOSÉ VICENTE EDUARDO

**ENGENHEIRA SANITARISTA E AMBIENTAL**

ENG. JESSICA NASCIMENTO DA CRUZ

**ENGENHEIRO SANITARISTA E AMBIENTAL**

ENG. JOAN CARLOS SANTOS SILVA

**ENGENHEIRO SANITARISTA E AMBIENTAL**

ENG. VINICIUS NASCIMENTO MATOS

---

**COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA**

---

EQUIPE TÉCNICA:

**FISCAL DO CONTRATO**

ENG. FRANCISCO SILVA – 7ª SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DA CODEVASF

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>3 ESTUDO DE DEMANDAS DE ÁGUA.....</b>	<b>9</b>
3.1 PARÂMETROS DE PROJETO.....	9
3.1.1 População de Referência.....	9
3.1.2 Coeficiente de Abastecibilidade.....	9
3.1.3 Coeficientes de Variação de Consumo.....	9
3.1.4 Consumo per capita.....	9
3.2 VAZÕES DO SISTEMA .....	10
3.3 ESTRUTURAS PREVISTAS PARA O SIAA.....	11
3.3.1 Adutora de Água .....	11
3.3.2 Estações Elevatórias e Reservatório .....	12
3.3.3 Proposição Técnica .....	12
3.3.4 Trechos Adutoras.....	13
3.4 ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA – ALTERNATIVA 01.....	16
3.4.1 Considerações sobre a Adutora T2 .....	16
3.4.2 Considerações sobre a Adutora T3 .....	16
3.5 ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA – ALTERNATIVA 02.....	20
3.5.1 Considerações sobre a Adutora T2 .....	20
3.5.2 Considerações sobre a Adutora T3 .....	20
<b>4 MEMORIAL DE CÁLCULO.....</b>	<b>22</b>
3.6 TRECHO 2 – ADUTORA DE ÁGUA TRATADA POR RECALQUE .....	22
3.6.1 Definição do diâmetro da Adutora T2.....	23
3.6.2 Dimensionamento dos Dispositivos de Operação da Adutora T2.....	24

3.7	DIMENSIONAMENTO DA EEAT.....	29
3.8	TRECHO 3 – ADUTORA DE ÁGUA TRATADA POR GRAVIDADE .....	37
3.8.1	Definição do diâmetro da Adutora T3.....	38
3.8.2	Dimensionamento da tubulação da Adutora T3.....	40
3.8.3	Dimensionamento dos Dispositivos de Operação da Adutora T3.....	41
3.9	RESERVAÇÃO – RAD 3 .....	46
3.9.1	Tabelas de Dimensionamento .....	47
4	TRANSIENTES – ADUTORA T2 E T3.....	50
4.1	CONDIÇÕES SOBRE O REGIME PERMANENTE .....	54
4.2	DIMENSIONAMENTO TRANSITÓRIO.....	55
4.2.1	Resumo do Sistema .....	55
4.2.2	Determinação das Variações de Pressão .....	57
4.2.3	Manobra Lenta.....	59
4.2.4	Manobra Rápida .....	62
4.3	SIMULAÇÃO ALLIEVI .....	64
4.4	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	66
6	RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS .....	69

## 1 APRESENTAÇÃO

---

Trata o presente documento do Vol. 1: Adutora de Água Tratada (Trecho T2 e T3) e Reservatório Elevado 01 (RAD-03) da Etapa E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos do Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, visando o abastecimento de água para o Município de Curimatá, incluindo as localidades ao longo da adutora e pontos de tomadas d'água destinadas aos Municípios de Avelino Lopes e Júlio Borges, no Estado do Piauí.

Este estudo foi elaborado de acordo com o escopo do serviço descrito no Contrato Nº 0.102.00-2020, firmado entre a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba [CODEVASF] e a Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos SS Ltda.

Os relatórios e produtos do referido projeto que são aplicáveis a Sanear Consultoria, de acordo com as premissas do contrato, estão descritos abaixo:

- E1: Levantamentos de Campo
  - Vol. 1: Relatório de Serviços Topográficos
  - Vol. 2: Relatório dos Serviços de Geotecnia
- E2: Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias.
  - Vol. 1: Relatório de Estudos Básicos
  - Vol. 2: Sistema de Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)
  - Vol. 3: Estação de Tratamento de Água e Bombeamento
- E3: Projetos das Edificações, Fundações e de Condução – Estrutural, Hidráulicos e Mecânicos.
  - Vol. 1: Adutora de Água Tratada (Trechos T2 e T3) e Reservatório Elevado 01 (RAD-03):
  - Vol. 2: Projeto Estrutural
    - Parte 01: Reservatório Apoiado 01 (RAP-01);
    - Parte 02: Base do Skid (Filtro/Decantador/Floculador);

- Parte 03: Leitos de Secagem;
  - Parte 04: Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros
  - Parte 05: Casa de Química da ETA
  - Parte 06: Reservatório Apoiado 02 (RAP-02);
  - Parte 07: Estação Elevatória de Água Tratada 01 (EEAT-01);
  - Parte 08: Estação Elevatória de Água de Reuso;
  - Parte 09: Reservatório de Água de Reuso;
  - Parte 10: Reservatório Elevado (RAD-03);
- E4: Projeto Elétrico e de Automação
    - Vol. 1: Estação Elevatória de Água Bruta
    - Vol. 2: Estação de Tratamento de Água
  - E5: Manual de Operação e Manutenção

## E6: Especificações Técnicas e Orçamento

---

## 2 INTRODUÇÃO

---

Segundo o escopo do serviço [item 5, do Termo de Referência (TR)], a demanda deste projeto consiste na elaboração de projeto executivo do Sistema Adutor no Município de Curimatá, visando o abastecimento de água do município de Curimatá e das localidades ao longo da adutora, com possibilidade futura para os municípios de Avelino Lopes e de Júlio Borges, no estado do Piauí, devendo contemplar as seguintes intervenções:

- Captação;
- Adução de Água Bruta;
- Estação de Tratamento de Água [ETA];
- Adução de Água Tratada até Curimatá;
- Reservação;
- Rede de distribuição de água em Curimatá;
- Condicionamento e disposição dos resíduos gerados na ETA.



### 3 ESTUDO DE DEMANDAS DE ÁGUA

---

#### 3.1 PARÂMETROS DE PROJETO

---

##### 3.1.1 População de Referência

---

A população total a ser beneficiada foi definida a partir dos resultados obtidos no estudo populacional no Relatório de Estudos Básicos.

##### 3.1.2 Coeficiente de Abastecibilidade

---

Conforme estabelecido no Termo de Referência do Edital, os produtos deverão ser elaborados com base nos Estudos de Referência. Sendo assim, admitir-se-á que 100% da população será abastecida pelo sistema de abastecimento de água ao longo do período de alcance do estudo.

##### 3.1.3 Coeficientes de Variação de Consumo

---

Os coeficientes de variação, do dia de maior consumo (k1) e da hora de maior consumo (k2) foram determinados com base nas prescrições normativas da ABNT, normas NBR-9648, NBR-9649, ambas de 1996 e P-NB 568, de 1975, sendo:

- K1 igual a 1,2;
- K2 igual a 1,5.

##### 3.1.4 Consumo per capita

---

Para o consumo per capita médio, adotou-se o valor avaliado anteriormente pela CODEVASF e exposto nos estudos de referência igual a 150 l/hab.dia

### 3.2 VAZÕES DO SISTEMA

A **Tabela 1** apresenta os resultados referentes ao cálculo das vazões do sistema para as condições de final de plano, considerando as populações de projeto determinadas na seção anterior.

**Tabela 1. Vazões do Sistema – Final de Plano**

Trecho da Adutora	Consumo <i>per capita</i>	Vazão do sistema (L/s)		A/B	Redução
	(L/hab.dia)	Sanear (A)	Proj. Anterior (B)	%	%
<b>Adutora T1 <sup>(1)</sup></b>	150	41,50	49,64	83,62	16,38
<b>Adutora T2 <sup>(2)</sup></b>	150	36,89	45,77	80,60	19,40
<b>Adutora T3 <sup>(3)</sup></b>	150	19,93	24,61	80,96	19,04

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Notas:

- (1) As populações que compõem a demanda do Trecho 01 da adutora correspondem à dos municípios de Curimatá, Avelino Lopes e Júlio Borges.
- (2) As populações que compõem a demanda do Trecho 02 da adutora correspondem à dos municípios de Curimatá e Avelino Lopes.
- (3) A população que compõe a demanda do Trecho 03 da adutora corresponde à do município de Curimatá.

Conforme exposto na tabela acima, a redução nas vazões, após a atualização dos estudos de projeção populacional, oscila entre 16 e 19% nos trechos do sistema. Esta mudança nos dados básicos implica em alteração nas estruturas a serem executadas, especialmente quando os trechos de adutora possuem extensões maiores que 11 km.

Importante ressaltar que, ao alterarmos as tubulações, reduzindo os diâmetros, todos os serviços e obras relacionados terão também suas quantidades diminuídas. Na seção a seguir demonstra-se os valores atuais e os valores mantidas as premissas do projeto anterior.

A determinação das vazões dos sistemas, isto é, as vazões de dimensionamento dos trechos da adutora de água, se baseou nas seguintes equações:

- Demanda média (Q<sub>méd.</sub>):

$$Q_{méd} = P \cdot q, \text{ em litros/segundo.}$$

- Em que:

q = consumo médio *per capita*, em litros/hab.dia;

P = população a ser abastecida.

### 3.3 ESTRUTURAS PREVISTAS PARA O SIAA

#### 3.3.1 Adutora de Água

A partir dos novos valores de vazão determinados na seção anterior o pré-dimensionamento da estrutura de adução de água do sistema. Observa-se, como resultado, uma redução do diâmetro de todos os trechos previstos, o que implicará na diminuição dos custos de aquisição de material, bem como dos custos de assentamento da tubulação.

**Tabela 2. Pré-dimensionamento da estrutura de adução de água (bruta e tratada)**

Proposição Sanear Consultoria						
Trecho da adutora	Sanear (A)	Adução	Tubo	V	Hf	Δhf
	l/s	m	m	m/s	m	m/km
<b>T1</b>	41,50	223	0,300	0,59	0,27	1,19
<b>T2</b>	36,89	11.868,31	0,250	0,75	27,62	2,33
<b>T3</b>	19,93	14.647,94	0,200	0,63	32,34	2,21

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

### 3.3.2 Estações Elevatórias e Reservatório

---

A estrutura de adução de água, as estações elevatórias foram dimensionadas inicialmente para demandas superiores, desta forma, os diâmetros das tubulações e a potência do conjunto motor-bomba foram modificados devido à redução das vazões do sistema.

Ressaltamos a mudança relevante ocorrida no dimensionamento do reservatório intermediário instalado entre a EEAT e Curimatá, após 11.868 metros de adução.

O reservatório intermediário sofrerá redução do volume de armazenamento devido à redução das demandas. Assim como o reservatório de chegada na ETA, este também atenderá a duas demandas, a primeira é fazer a compensação de volume devido a parada de fornecimento de energia aos equipamentos no horário de ponta. A segunda é promover a acomodação da água na chegada.

O sistema foi dimensionado para que no período entre 6 e 9 horas da noite seja interrompido o bombeio, dependendo da estação do ano e da demanda do sistema. Além disto, o percurso da adução é dividido e após o percurso da adutora apresenta duas etapas distintas, a primeira com leve declive, sendo definida a adução por recalque, e a segunda parte com declividade significativa e, portanto, com disponibilidades de carga que justifica a adução por gravidade. O reservatório será instalado em local estratégico que garante cota, altura, e volume de adução nos parâmetros previamente definidos.

### 3.3.3 Proposição Técnica

---

Esta alternativa, proposta pela CODEVASF, compreende o traçado adotado para o Sistema Adutor Algodões II que priorizou o acompanhamento das vias de acesso que ligam as cidades que fazem parte do Sistema, procurando atender também às localidades englobadas pelo projeto.

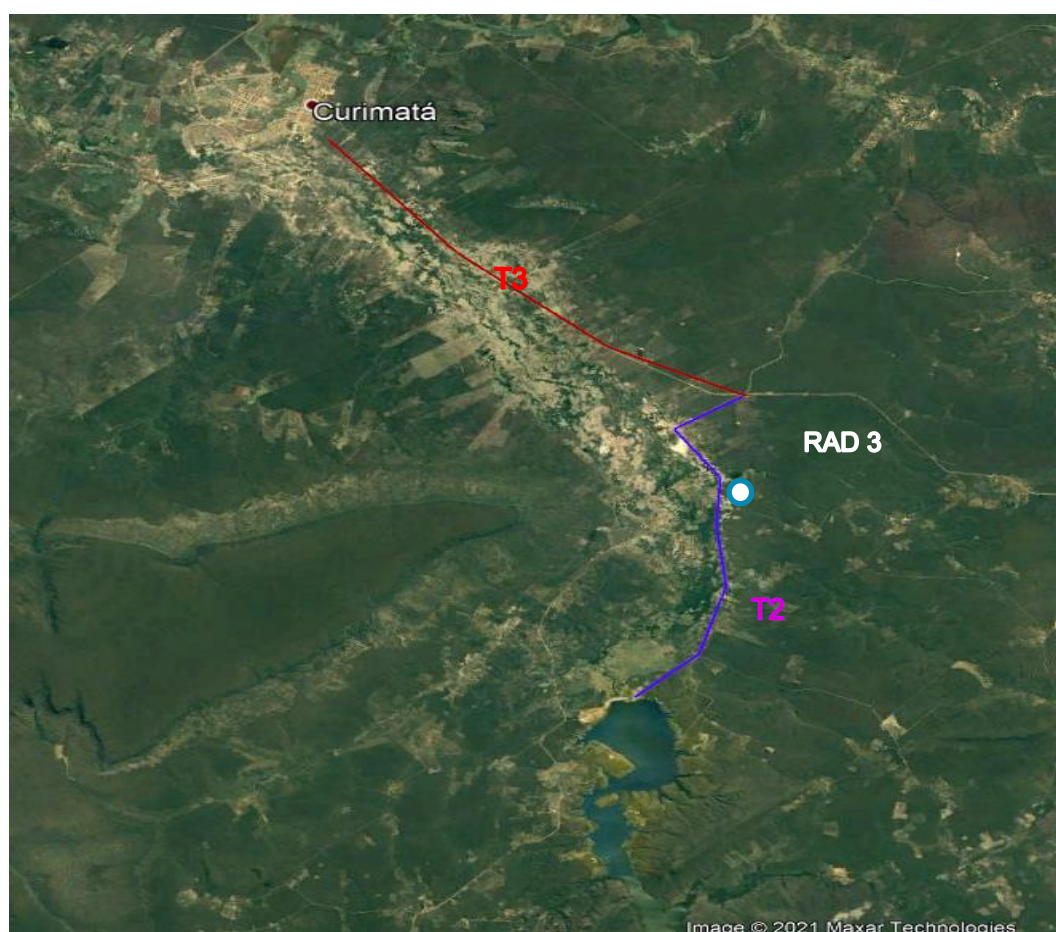
Dessa forma, partindo da Barragem Algodões II, seguem em direção ao Norte para a localidade de Alto Alegre, margeando estrada vicinal carroçável, trecho em más condições de tráfego, passando pela localidade de Lagoa Grande. A partir desse ponto, o traçado segue rumo ao Oeste, até Curimatá, passando pelas localidades Curralinho e Delícia, seguindo pela faixa de domínio da rodovia PI-255.

### 3.3.4 Trechos Adutoras

A partir do traçado, foram definidos trechos adutores tendo como pontos a montante e jusante as principais cidades do Sistema. Na **Figura 1** seguinte estão apresentados os trechos que compõem o projeto do Sistema Adutor Algodões II.

**Tabela 3. Trechos Adutores do Sistema Algodões II**

Trecho	Cidade Montante	Cidade Jusante	Estrada Margeada	Tipo de Estrada
T-1	Barragem Algodões II	Acesso a barragem na PI-413	Vicinal	Carroçável
T-2	Acesso barragem na PI-413	Alto Alegre	PI-413	Carroçável
T-3	Alto Alegre	Curimatá	PI-225	Carroçável



**Figura 1. Croqui do Sistema de Adução Algodões**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

A alternativa, desenvolvida pela Sanear, compreende a inserção de uma elevatória (EEAT) no perímetro da EEAT e adução com diâmetro de 250 mm por 11.868 metros até o ponto já definido para a construção do Reservatório Apoiado que servirá como regulador de nível, tanto a montante para definir o nível e momento de parada da elevatória, assim como a montante garantindo a cota mínima de adução a jusante para o fornecimento a localidade de Curimatá.

O trecho seguinte, T-3, será por gravidade e fará transporte de água tratada acumulada no RAP-3, localizado em Alto Alegre, para o reservatório elevado existente de Curimatá. O trecho T-3, sendo por gravidade, foi dimensionado para a vazão de demanda de final de plano (2050) e de forma a permitir pressão suficiente na chegada do REL existente de Curimatá.

#### • Trecho T-2 – ETA até RAD 3

O trecho T-2, inicialmente pensado para ser aduzido por gravidade, será modificado para adução por recalque, e continuará fazendo o transporte de água tratada acumulada no RAD 2 localizado junto a ETA para o reservatório projetado RAD 3, a ser implantado em Alto Alegre.

O trecho T-2 foi dimensionado para a vazão de demanda de final de plano (2050), sendo que na saída da ETA foi prevista elevatória de água tratada de forma a garantir pressão suficiente na chegada do RAD-3.

Ao longo do trecho T-2 existe a localidade Lagoa Grande que obterá água através de chafariz projetado, abastecido a partir de derivação realizada no ramal principal. Como as localidades se situam às margens do caminhamento da adutora e o sistema foi dimensionando para garantir uma pressão mínima de 15,0 mca ao longo do trecho, mesmo quando a adução é por gravidade, desta forma fica garantido o abastecimento das localidades.

- Cota do terreno do RAD-2 - ETA: 380,31 m
- Altura da entrada do RAD-2 (média): 3,0 m
- Extensão: 11.868,31 metros
- Diâmetro/Material: 250 mm / PVC Defofo
- Cota entrada RAD-3 em Alto Alegre: 355,75 m

- Desnível geométrico entre RAD 2 e RAD 3: 24,56 m
- Disponibilidade de Carga: 13,56 m

O estudo relativo aos transientes hidráulicos é apresentado em capítulo posterior com as devidas ações para minimizar o risco de dano ou rompimento da adutora.

### • Trecho T-3 – RAD 3 até REL Curimatá

Ao longo do trecho T-3 existem as localidades Curralinho e Delícia que obterão água através de chafarizes projetados, abastecidos a partir de derivações realizadas no ramal principal. Como as localidades se situam às margens do caminhamento da adutora e o sistema foi dimensionando para garantir uma pressão mínima de 5,0 mca ao longo do trecho, o abastecimento das localidades está garantido.

- Cota do volume mínimo do RAD 3: 355,75 m
- Cota do terreno do REL de Curimatá: 331,09 m
- Altura da entrada do REL existente: 5 m
- Extensão do trecho 14.647,94 metros
- Tubulação em PVC DN 200 mm
- Cota entrada REL existente de Curimatá: 341,09 m
- Desnível geométrico entre RAD-3 e REL Curimatá: 24,66 m
- Disponibilidade de Carga: 30,66 m



### 3.4 ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA – ALTERNATIVA 01

#### 3.4.1 Considerações sobre a Adutora T2

Neste trecho a adutora terá 11.868,31 metros com tubulação em PVC DEF°F° DN 250mm, material adequado para as pressões máximas em regime permanente 50 mca. Com isto, prevendo-se que os regimes transitórios resultariam em pressões máximas inferiores a 100 mca, considerando o fechamento controlado, assim, definiu-se que neste trecho da adutora seria utilizada tubulação PVC DEF°F°.

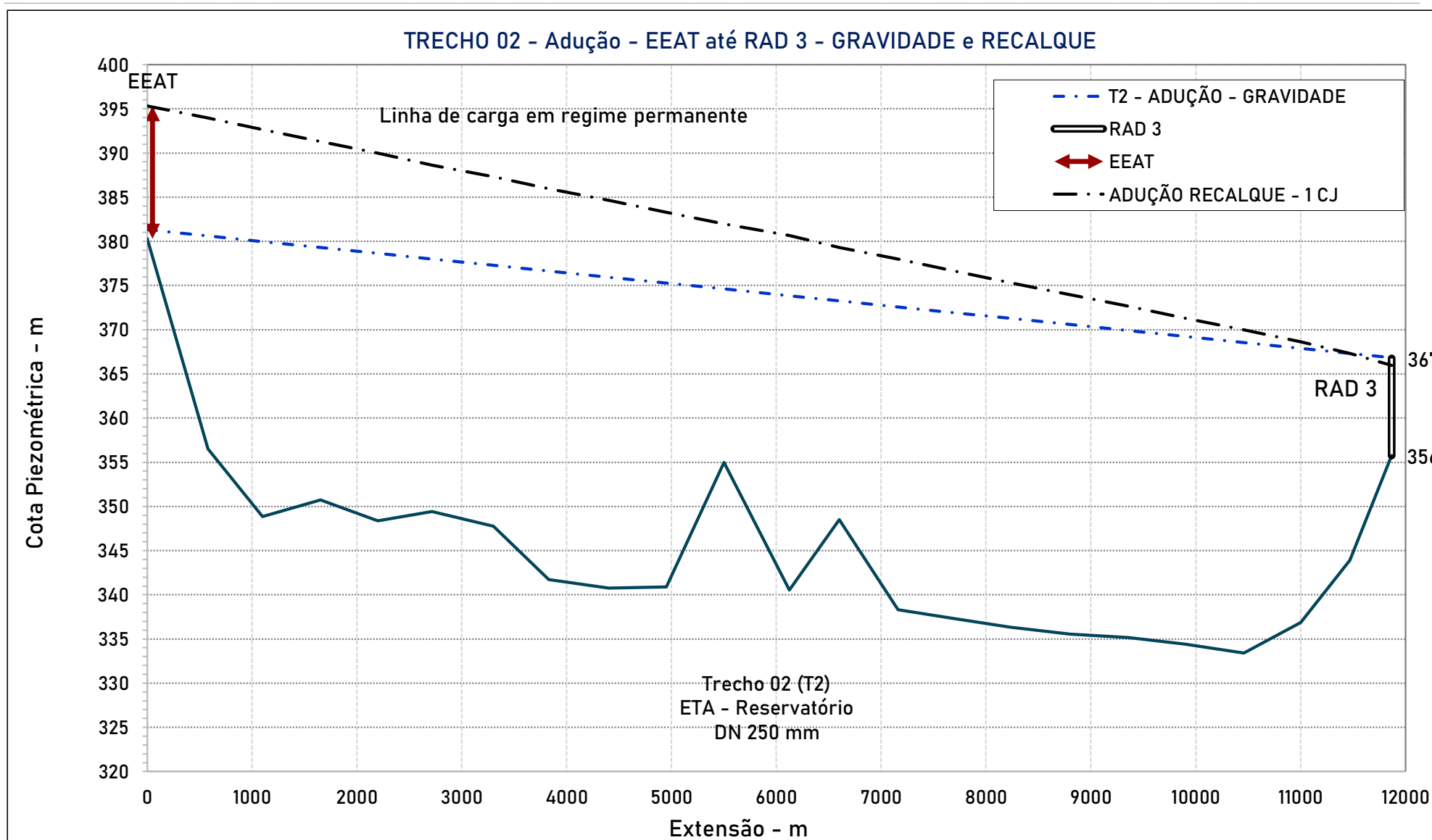
Observa-se que a disponibilidade de carga favorável da ordem de 14 metros, considerando as alturas de entrada dos reservatórios, garante a vazão em regime permanente de 24,60 l/s, próximo ao valor da 1ª etapa, 25,16 l/s, considerando o fornecimento para Curimatá e Avelino Lopes. Essa condição favorável será convertida em significativa economia de energia, já que, o uso dos conjuntos previstos será de apenas 2 horas por dia. Contudo, para o atendimento das demandas da 2ª etapa, 36,89 l/s, a EEAT funcionará por 16 horas aduzindo 44 l/s utilizando os dois conjuntos de bombeio.

#### 3.4.2 Considerações sobre a Adutora T3

Neste trecho a adutora terá 14.647,94 metros com tubulação em PVC DEF°F° DN 200mm, material adequado para as pressões máximas em regime permanente 30 mca. Com isto, prevendo-se que os regimes transitórios resultariam em pressões máximas inferiores a 80 mca, considerando o fechamento controlado, assim, definiu-se que neste trecho da adutora seria utilizada tubulação PVC DEF°F°.

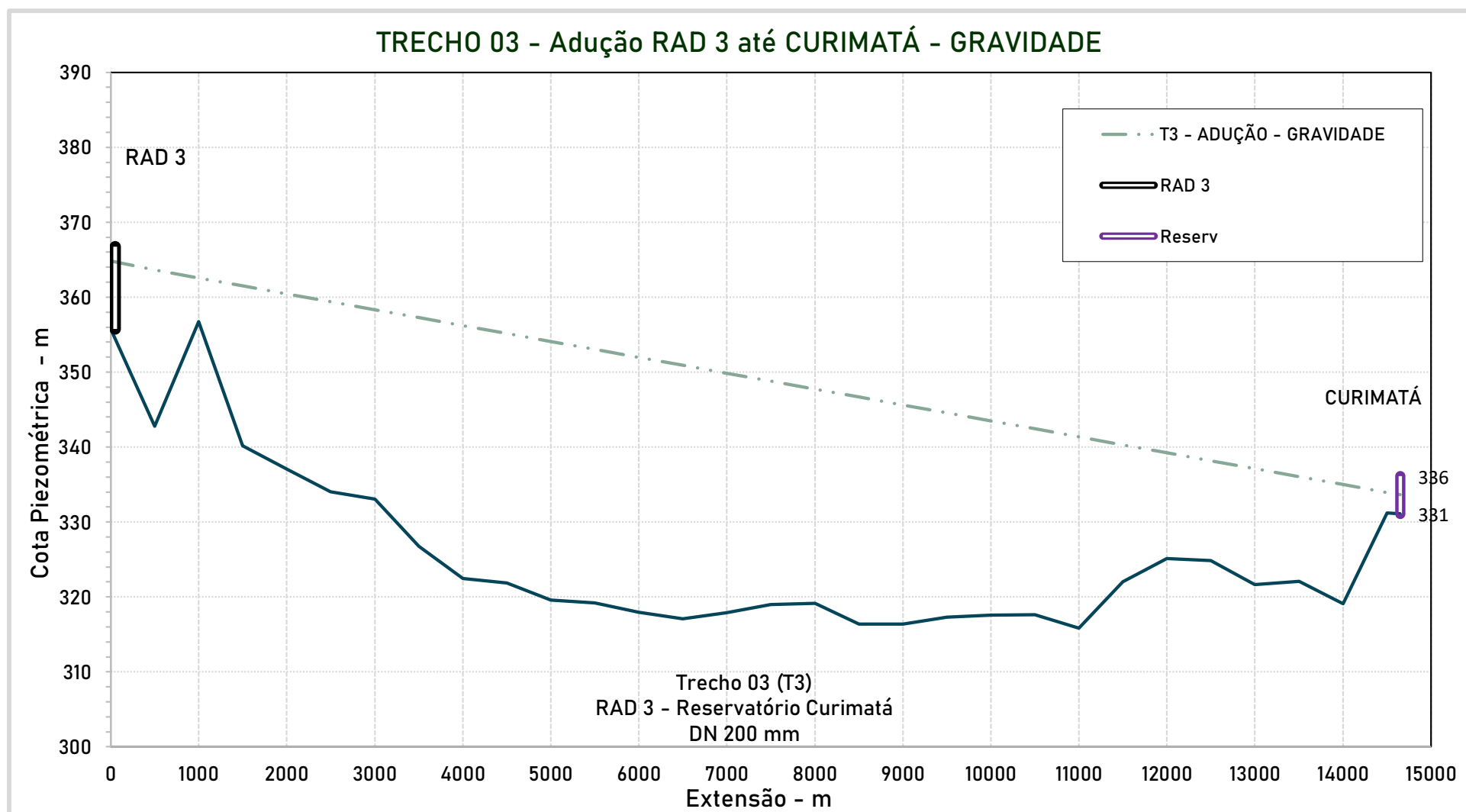
Observa-se que a disponibilidade de carga favorável da ordem de 30 metros, considerando as alturas de entrada dos reservatórios, garante a vazão em regime permanente de 18,73 l/s, valor superior da 1ª etapa, 13,05 l/s, e muito próximo ao valor superior da 2ª etapa, 19,93 l/s. Desta forma, ajustes nas cotas de chegada e de saída do RED 03 e do reservatório de chegada em Curimatá garantirão o fornecimento seguro durante todo o horizonte de projeto.





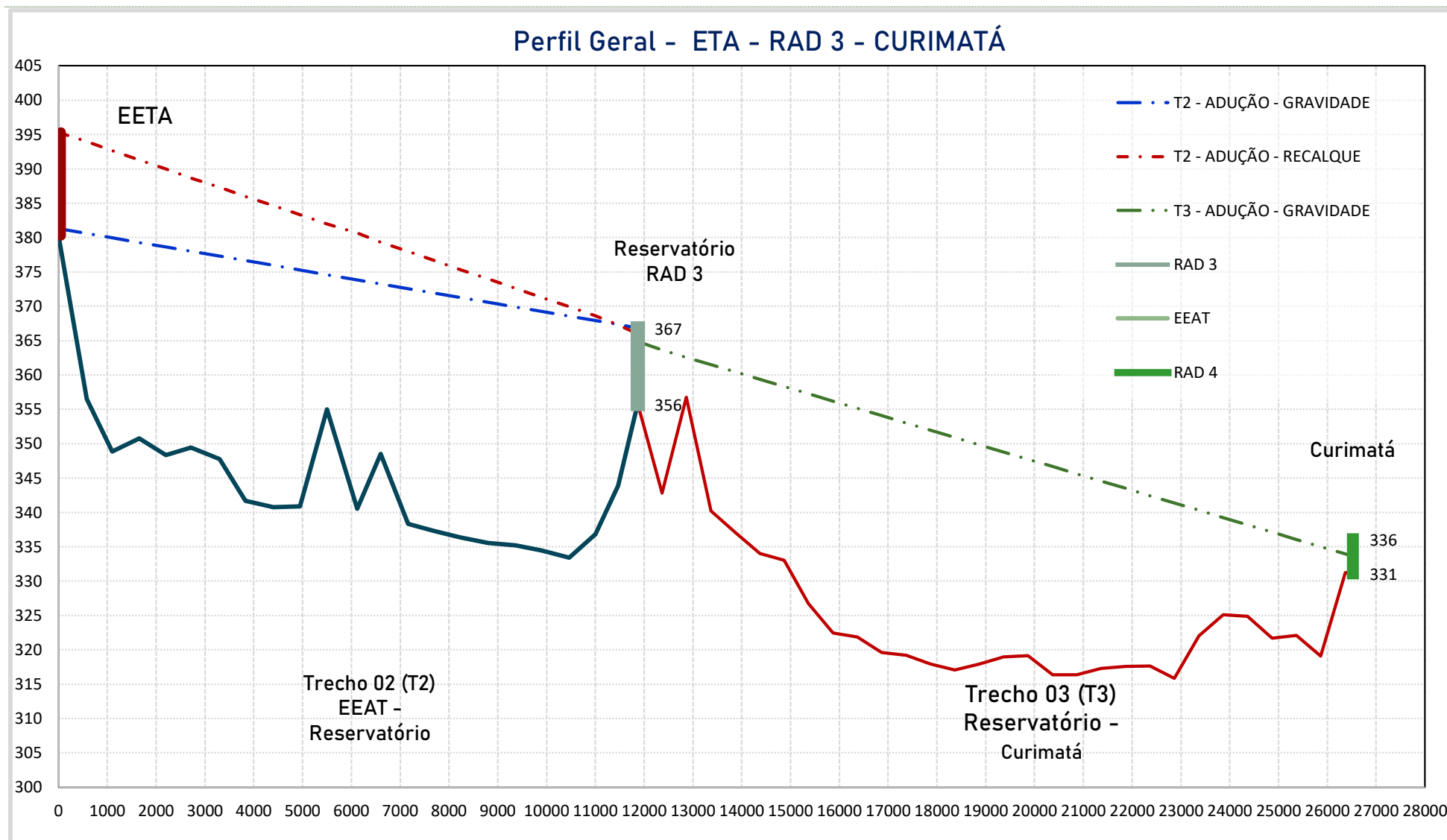
**Figura 2. Perfil SIAA – Adutora Trecho T2 – EETA (ETA) até RAD 3**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.



**Figura 3. Perfil SIAA – Adutora Trecho T3 –RAD 3 até Curimatá**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.



**Figura 4. Perfil Geral SIIA – Adutora Trecho T2 e Adutora T3 até Curimatá**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

---

## 3.5 ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA – ALTERNATIVA 02

---

### 3.5.1 Considerações sobre a Adutora T2

---

Neste trecho a adutora terá 11.868,31 metros com tubulação em PVC DEF°F° DN 250mm, material adequado para as pressões máximas em regime permanente 50 mca. Mantendo-se as considerações da alternativa 01.

Observa-se que a disponibilidade de carga favorável da ordem de 14 metros, considerando as alturas de entrada dos reservatórios, garante a vazão em regime permanente de 21,27 l/s, próximo ao valor da 1ª etapa, 25,16 l/s, considerando o fornecimento para Curimatá e Avelino Lopes. Essa condição favorável será convertida em significativa economia de energia, já que, o uso dos conjuntos previstos será de apenas 12 horas por dia.

### 3.5.2 Considerações sobre a Adutora T3

---

Neste trecho a adutora terá 14.647,94 metros com tubulação em PVC DEF°F° DN 200mm, material adequado para as pressões máximas em regime permanente 30 mca. Decorrente do prolongamento da adução da T2. Desta forma, ajustes nas cotas de chegada e de saída do RAD-03 e do reservatório de chegada em Curimatá garantirão o fornecimento seguro durante todo o horizonte de projeto.

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – C  
 Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
 Contrato Nº 0.102.00-2020

SIAA DE CURIMATÁ - BARRAGEM DE ALGODÕES

PERFIL DA ADUTORA x HMT

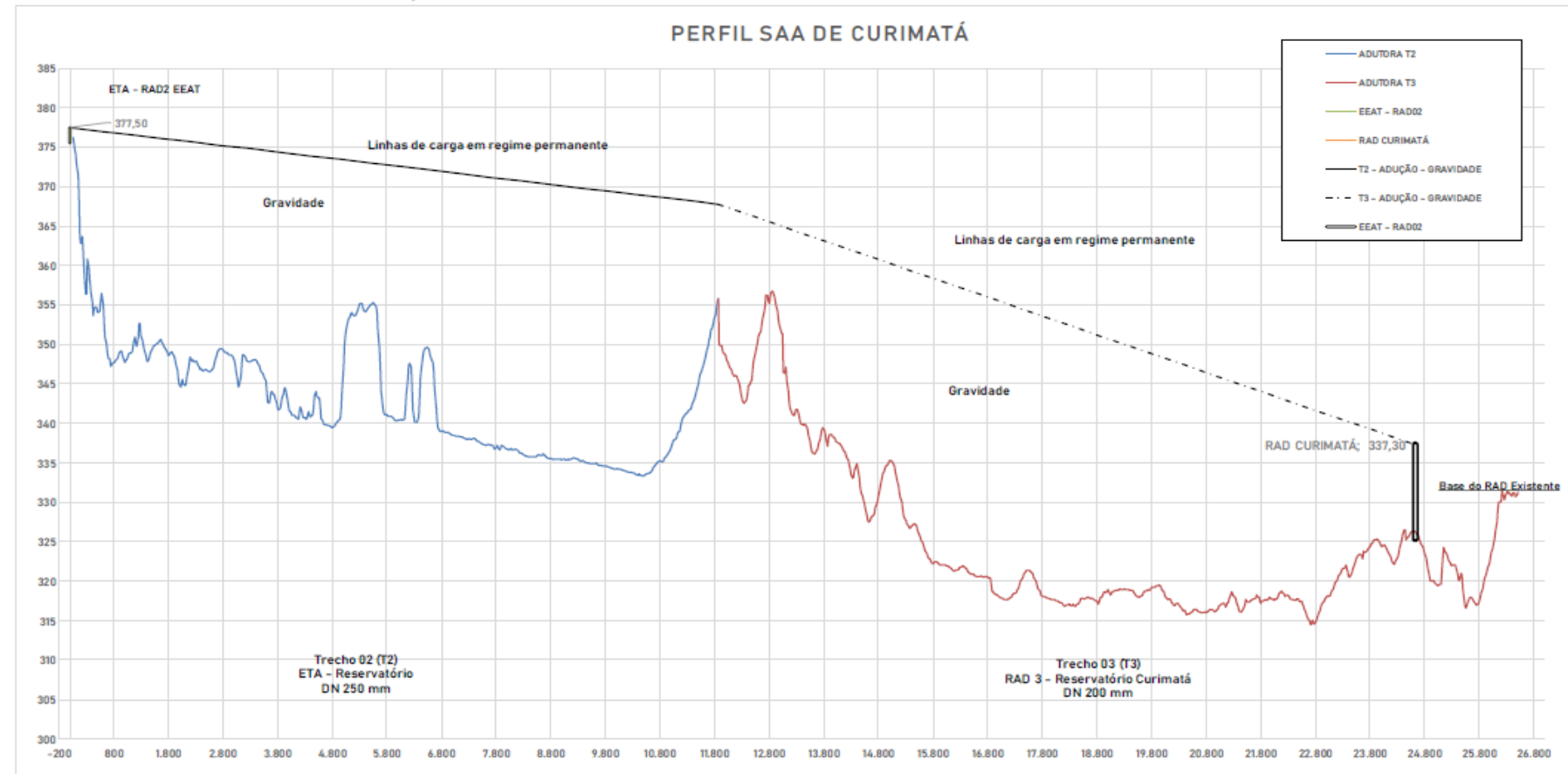
DADOS RESERVATÓRIOS

EEAT - RAD02						RAD CURIMATÁ			
Gravidade	Nível Médio		2,00				H =	12,00	
	Ct. Terreno Inicial	-	375,50	Ct. Terreno Inicial	11.868,31	355,00	Ct. Terreno Inicial	12.759,00	325,30
	Ct. Saída do RAD2	-	377,50	CT Altura RAD3	11.868,31	355,00	CT Altura RAD4	12.759,00	337,30
Recalque	Carga EEAT			Gravidade				24.627,31	
	Ct. Terreno Inicial	-	377,50	Ct. Terreno Inicial	11.868,31	355,00		24.627,31	
	Ct. Saída do RAD2	-	377,50	Ct. Saída do RAD3	11.868,31	355,00			-
Q =			21,27	U/s					

Q =

21,27

l/s



**Figura 5. Perfil SIAA – Adutora Trecho T2 – EETA (ETA) até RAD-03**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

## 4 MEMORIAL DE CÁLCULO

Destina-se este capítulo ao detalhamento da alternativa técnica escolhida e das unidades componentes do Sistema de Abastecimento de Água de Curimatá e Avelino Lopes, incluindo as intervenções ambientais necessárias para sua implementação e as definições de projeto que foram ajustadas e consolidadas a partir da conclusão dos levantamentos topográficos.

Assim sendo, o sistema é composto por:

- Elevatória de Água Tratada – EEAT instalada no perímetro da ETA;
- Adutora T2 em DN 250 PVC com 11.868,31 m;
- Reservatório apoiado com 400 m³ e altura de 5 metros;
- Adutora T3 em DN 200 mm com 14.647,94 m;
- Reservatório Elevado de Distribuição de Água Tratada;

### 3.6 TRECHO 2 – ADUTORA DE ÁGUA TRATADA POR RECALQUE

**Tabela 4. Informações Gerais**

1.1	Trecho 02	ETA até Bifurcação - Res			
	Ct. Terreno Inicial	Cti	380,31	m	
	Ct. Terreno Final	Ctf	355,75	m	
	Desnível Total		-24,56	m	
	Extensão Recalque	Lr	11.868,31	m	
	Diâmetro nominal	D	252	mm	SANEAR
	(interno)		0,25	m	SANEAR
	Vazão Início de plano		25,16	l/s	
	Vazão Regime EE (hh/dia)	11/16	37,74	l/s	(16/24 hs)
	Velocidade		0,76	m/s	
	Vazão Fim de plano		36,89	l/s	(16/24 hs)
	Vazão Regime EE (hh/dia)	11/16	55,33	l/s	
	Velocidade		1,11	m/s	

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

### 3.6.1 Definição do diâmetro da Adutora T2

**Tabela 5. Análise do custo de aquisição e assentamento da tubulação**

TABELA RESUMO DOS VALORES DE AQUISIÇÃO DE MATERIAL					Extensão:	11.869,00	m
ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO		ALTERNATIVAS DE DIÂMETRO (mm)		
			UNIDADE		200	250	300
1,00	TUBO PVCDE°F° PONTA E BOLSA C/ JUNTA ELÁSTICA						
1.1	M020200009	EMBASA	P. Unitário	R\$/m	215,33	327,81	448,49
1.2	M020200013	EMBASA	Extensão	m	11.869,00	11.869,00	11.869,00
1.3	M020200017	EMBASA	Preço Total	R\$	2.555.751,77	3.890.776,89	5.323.127,81
BDI MATERIAL		16%	P. Total c/ BDI	R\$	2.964.672,05	4.513.301,19	6.174.828,26

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

**Tabela 6. Análise dos custos relativos a obra de implantação**

ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO		ALTERNATIVAS DE DIÂMETRO (mm)		
			UNIDADE		200	250	300
1	90.082	SINAPI	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5M EM SOLO DE 1ª CAT.				
			P. Unitário	R\$/m³	R\$10,07		
			Volume	m³	5.875,16	6.142,21	6.409,26
			Preço Total	R\$	59.162,81	61.852,03	64.541,25
2	93.369	SINAPI	REATERRO MECANIZADO DE VALA EM SOLO DE 1ª CATEGORIA				
			P. Unitário	R\$/m³	R\$11,04		
			Volume	m³	5.875,16	6.142,21	6.409,26
			Preço Total	R\$	64.861,71	67.809,97	70.758,23
3			ASSENTAMENTO DE TUBO PVC DE 90° P/ REDE DE ÁGUA				
3.1	97135 (200)	SINAPI	P. Unitário	R\$/m³	R\$5,65	R\$6,95	R\$8,23
3.2	97136 (250)	SINAPI	Extensão	m³	11.869,00	11.869,00	11.869,00
3.3	97137 (300)	SINAPI	Preço Total	R\$	67.059,85	82.489,55	97.681,87
4	94.327	SINAPI	ATERRO MECANIZADO DE VALA - COM AREIA P/ ATERRO				
			P. Unitário	R\$/m³	R\$121,06		
			Volume	m³	2.187,36	2.617,14	3.057,32
			Preço Total	R\$	264.802,07	316.830,67	370.118,90
5	100.994	SINAPI	CARGA, MANOBRAS E DESCARGA DE MATERIAIS INSERVÍVEIS				
			P. Unitário	R\$/m³	R\$3,65		
			Volume	m³	2.406,10	2.878,85	3.363,05
			Preço Total	R\$	8.782,26	10.507,81	12.275,13

6	100.951	SINAPI	TRANSPORTE COM CAMINHÃO				
			P. Unitário - p/ (km)	45	R\$2,32		
			Volume x km	km x m³	119.101,87	142.503,14	166.470,96
			Preço Total	R\$	276.316,34	330.607,28	386.212,63
7			TOTAL		740.985,04	870.097,30	1.001.588,01
			TOTAL C/ BDI		948.460,85	1.113.724,55	1.282.032,65
			PREÇO MÉDIO POR METRO		79,91	93,83	108,02

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

### Tabela 7. Resumo do estudo para definição do diâmetro econômico

TABELA RESUMO DO ESTUDO PARA DEFINIÇÃO DO DIÂMETRO ECONÔMICO - C/BDI						
Com preços de tabela Embasa/Sinapi (com BDI de 16% Mat e 28% Serviços - incluso)						
ALTERN.	Diâmetro	Material	Custo Tub.	Custo Total	Assentamento	TOTAL
			C/ BDI	Tubulação		
	(mm)		(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)
A	200	PVC DEF°F°	249,78	2.964.672,05	948.460,85	3.913.132,90
B	250	PVC DEF°F°	380,26	4.513.301,19	1.113.724,55	5.627.025,74
C	300	PVC DEF°F°	520,25	6.174.828,26	1.282.032,65	7.456.860,91

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

## 3.6.2 Dimensionamento dos Dispositivos de Operação da Adutora T2

### 3.6.2.1 Válvulas de descarga

Os diâmetros das válvulas de descargas (d) foram escolhidos pelo projetista considerando a relação  $d = D/6$ , sendo D o diâmetro da adutora. A seguir, apresentam-se as principais informações sobre as válvulas de descargas previstas, incluindo quantidade, diâmetro e localização no trecho.



**Tabela 8. Resumo das válvulas de descarga**

Válvula de descarga	Adutora		Estaca	Diâmetro da válvula de descarga (mm)
	Trecho	DN		
DF-01	01	250	0+200,05	50
DF-02	01	250	0+297,47	50
DF-03	01	250	0+418,89	50
DF-04	01	250	0+533,99	50
DF-05	01	250	0+695,07	50
DF-06	01	250	0+737,82	50
DF-07	01	250	0+992,11	50
DF-08	01	250	1+100,00	50
DF-09	02	250	1+219,42	50
DF-10	02	250	1+411,16	50
DF-11	02	250	1+807,96	50
DF-12	02	250	2+005,73	50
DF-13	02	250	2+108,14	50
DF-14	03	250	2+603,40	50
DF-15	03	250	3+079,53	50
DF-16	03	250	3+271,85	50
DF-17	04	250	3+628,77	50
DF-18	04	250	3+828,72	50
DF-19	04	250	4+188,82	50
DF-20	04	250	4+323,29	50
DF-21	04	250	4+363,49	50
DF-22	05	250	4+532,82	50
DF-23	05	250	4+813,71	50
DF-24	05	250	5+119,63	50
DF-25	05	250	5+228,77	50
DF-26	05	250	5+412,49	50
DF-27	06	250	5+962,95	50
DF-28	06	250	6+360,33	50
DF-29	08	250	7+865,89	50
DF-30	10	250	10+487,78	50

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

### 3.6.2.2 Válvulas automáticas de admissão e expulsão do ar (Ventosas)

Seguindo recomendações de normas técnicas, foi prevista a instalação de ventosas nos pontos altos de cada trecho, onde ocorre inversão da declividade na tubulação. Adotou-se ventosas com diâmetro de 50mm.

**Tabela 9. Resumo das ventosas**

Ventosa	Adutora		Estaca	Diâmetro da ventosa (mm)
	Trecho	DN		
VTF-01	1	250	0+218,67	50
VTF-02	1	250	0+318,89	50
VTF-03	1	250	0+460,20	50
VTF-04	1	250	0+578,93	50
VTF-05	1	250	0+714,13	50
VTF-06	1	250	0+938,59	50
VTF-07	1	250	0+079,26	50
VTF-08	2	250	1+178,19	50
VTF-09	2	250	1+268,42	50
VTF-10	2	250	1+653,12	50
VTF-11	2	250	1+847,96	50
VTF-12	2	250	2+056,42	50
VTF-13	2	250	2+200,00	50
VTF-14	3	250	2+713,61	50
VTF-15	3	250	3+156,21	50
VTF-16	4	250	3+405,01	50
VTF-17	4	250	3+685,65	50
VTF-18	4	250	3+935,21	50
VTF-19	4	250	4+210,84	50
VTF-20	4	250	4+714,13	50
VTF-21	5	250	4+491,07	50
VTF-22	5	250	4+554,59	50
VTF-23	5	250	5+095,14	50
VTF-24	5	250	5+146,66	50
VTF-25	5	250	5+297,30	50

VTF-26	6	250	5+544,30	50
VTF-27	6	250	6+220,29	50
VTF-28	6	250	6+553,85	50
VTF-29	8	250	7+906,17	50

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

### 3.6.2.3 Blocos de Ancoragem

Foram dimensionados blocos de ancoragem para as curvas verticais da adutora T2 conforme apresentado abaixo.

#### BLOCOS DE ANCORAGEM - ADUTORA T2

1.	Parâmetros Básicos		
1.1	Coefficiente de Atrito Concreto/Terreno:	0,25	kgf/cm <sup>2</sup>
1.2	Peso específico do concreto (densidade):	2.400,00	kgf/cm <sup>2</sup>
1.3	Cota piezométrica inicial:	406,75	mca
1.4	Tensão horizontal:	0,50	kgf/cm <sup>2</sup>

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021  
 Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
 Contrato Nº 0.102.00-2020

**PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DE BLOCOS DE ANCORAGEM P/ CURVAS HORIZONTAIS**

Diâmetro da adutora	Ângulo da curva (ϕ)	Estaca	Cota da geratriz inf. int.	Pressão de trabalho máxima atuante		Empuxo	Volume estimado	L'	Ajuste de H	Dimensões do bloco				Peso do bloco	Esforços resistentes		Tensão	Volume final
				(P)	(kgf/cm²)					A	B	C	H		Atrito	Compressão		
																	(m.c.a.)	
(mm)	(graus)		(m)	(m.c.a.)	(kgf/cm²)	(kgf)	(m³)	(m)	-	(m)	(m)	(m)	(m)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf/cm²)	(m³)
250	90	0+645,77	349,81	56,94	5,694	3952,78	3,29	0,15	1,00	2,20	0,60	1,40	1,50	7056,00	1764,00	2188,78	0,066	2,940
250	90	0+645,78	350,81	55,94	5,594	3883,36	3,24	0,15	1,00	2,20	0,60	1,40	1,40	6585,60	1646,40	2236,96	0,073	2,744
250	45	1+277,61	351,49	55,26	5,526	2076,11	1,73	0,15	1,00	1,20	0,60	0,90	0,80	1555,20	388,80	1687,31	0,176	0,648
250	22,5	2+145,52	344,61	62,14	6,214	1190,16	0,99	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,40	345,60	86,40	1103,76	0,460	0,144
250	22,5	2+205,57	347,21	59,54	5,954	1140,37	0,95	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,40	345,60	86,40	1053,97	0,439	0,144
250	22,5	2+421,40	345,5	61,25	6,125	1173,12	0,98	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,40	345,60	86,40	1086,72	0,453	0,144
250	22,5	2+511,27	345,48	61,27	6,127	1173,50	0,98	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,40	345,60	86,40	1087,10	0,453	0,144
250	22,5	2+549,40	345,42	61,33	6,133	1174,65	0,98	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,40	345,60	86,40	1088,25	0,453	0,144
250	22,5	3+666,91	341,99	64,76	6,476	1240,34	1,03	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,40	345,60	86,40	1153,94	0,481	0,144
250	22,5	3+922,72	343,26	63,49	6,349	1216,02	1,01	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,40	345,60	86,40	1129,62	0,471	0,144
250	22,5	5+005,23	345,91	60,84	6,084	1165,27	0,97	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,40	345,60	86,40	1078,87	0,450	0,144
250	78,75	5+014,98	348,58	58,17	5,817	3622,91	3,02	0,15	1,00	2,00	0,60	1,30	1,30	5272,80	1318,20	2304,71	0,089	2,197
250	22,5	5+256,89	353,14	53,61	5,361	1026,79	0,86	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,30	259,20	64,80	961,99	0,534	0,108
250	28,5	6+027,22	339,29	67,46	6,746	1630,24	1,36	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,60	518,40	129,60	1500,64	0,417	0,216
250	22,5	6+915,43	337,72	69,03	6,903	1322,13	1,10	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,50	432,00	108,00	1214,13	0,405	0,180
250	22,5	8+481,25	334,59	72,16	7,216	1382,08	1,15	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,50	432,00	108,00	1274,08	0,425	0,180
250	22,5	8+607,98	334,83	71,92	7,192	1377,48	1,15	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,50	432,00	108,00	1269,48	0,423	0,180
250	56,25	9+281,02	334,29	72,46	7,246	3353,40	2,79	0,15	1,00	1,90	0,60	1,20	1,20	4320,00	1080,00	2273,40	0,100	1,800
250	73,5	9+402,65	334,1	72,65	7,265	4267,49	3,56	0,15	1,00	2,40	0,60	1,50	1,60	8640,00	2160,00	2107,49	0,055	3,600
250	22,5	9+835,59	333,32	73,43	7,343	1406,40	1,17	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,50	432,00	108,00	1298,40	0,433	0,180
250	33,75	10+277,86	332,62	74,13	7,413	2112,60	1,76	0,15	1,00	1,20	0,60	0,90	0,80	1555,20	388,80	1723,80	0,180	0,648
250	22,5	10+600,83	332,51	74,24	7,424	1421,91	1,18	0,15	1,00	0,60	0,60	0,60	0,50	432,00	108,00	1313,91	0,438	0,180
250	67,5	11+360,50	340,65	66,1	6,61	3605,29	3,00	0,15	1,00	2,00	0,60	1,30	1,30	5272,80	1318,20	2287,09	0,088	2,197
																	soma	19,150

### 3.7 DIMENSIONAMENTO DA EEAT

#### 1 - Dados Básicos

Vazão de Dimensionamento:	149,40	m <sup>3</sup> /h	ESTUDOS BÁSICOS
	0,0415	m <sup>3</sup> /s	
	41,50	l/s	

N.A. no poço sucção ( m )	Cotas	1ª etapa
Mínimo	378,31	0,00
Máximo	380,31	3,00

#### Adutora

Cota do Terreno Inicial:	380,31		
Cota do Terreno Final:	355,75		
Base de Concreto:	1,00		
Entrada do reservatório	10,00	-	13,56 m
Extensão Total da Adutora ( m ) :			11.868 m
Diâmetro Interno da Tub. de Recalque ( m ) :		<u>Variável</u>	0,252 (Médio)
Rugosidade Interna ( m ) :			0,00012
Viscosidade Cinemática ( m <sup>2</sup> /s ) :			0,000001

Desnível Geométrico ( m )	
Máximo	-16,56
Mínimo	-13,56

#### 2 -Determinação do Diâmetro dos Barriletes

Número de Bombas em Paralelo:	1	ou	2
Vazão máxima total (m <sup>3</sup> /s):	0,0415		
Vazão máxima por bomba (m <sup>3</sup> /s):	0,0415		

Vazão	Diâmetro	V
(m <sup>3</sup> /s )	(m)	(m/s )
0,045	0,200	1,321
	0,250	0,845
	0,300	0,587

Diâmetros Adotados para os Barriletes:

Barrilete Principal de Sucção (Transversal) (m) =	0,40
Barrilete Individual de sucção (m):	0,25
Barrilete Individual de recalque (m):	0,25
Barrilete Transversal de Recalque (m):	0,25

## 3 - Cálculo das Perdas de Carga Localizadas

O cálculo das perdas de carga localizadas será realizado através da seguinte expressão:

$$h_l = k V^2 / 2g, \text{ em que:}$$

k - coeficiente de perda de carga (empírico)

V - velocidade de escoamento (m/s)

g - Aceleração da gravidade (9.8 m/s<sup>2</sup>)

Singularidades	diâmetro (mm )	Número (un)	K	D. Cálculo (m)	nK/(2gA <sup>2</sup> )
<b>Saída do RAD - Sucção</b>					
Entrada Tubulação	400	1,00	0,03	0,40	0,10
Curva 90°	400	1,00	0,40	0,40	1,29
Tê de saída de lado	400	3,00	1,30	0,40	12,60
Toco de tubo	400	20,00	0,00		0,07
<b>Total</b>					<b>14,06</b>
<b>Barrilete Individual de Sucção</b>					
Valv. de Gaveta	250	1,00	0,25	0,25	5,29
Junta de montagem	250	1,00	0,40	0,25	8,47
Curva 90°	250	1,00	0,40	0,25	8,47
Redução Excêntrica	300X250	1,00	0,20	0,25	4,23
Toco de tubo m	250	40,00	0,00		0,14
<b>Total</b>					<b>26,61</b>
<b>Barrilete Individual de Recalque</b>					
Redução Concêntrica	400X250	1,00	0,30	0,25	6,35
Curva 90°	250	4,00	0,40	0,25	33,88
Tê de saída de lado	250	1,00	1,30	0,25	27,53
Valv. de Gaveta	250	1,00	0,25	0,25	5,29
Junta de montagem	250	1,00	0,40	0,25	8,47
Valv. de Gaveta	250	1,00	0,25	0,25	5,29
Ampliação Concêntrica	250x400	1,00	0,30	0,25	6,35
Tubulação	250	18,00	0,00		0,08
<b>Total</b>					<b>93,25</b>
<b>Barrilete Principal de Recalque</b>					
Te passagem direta	250,00	2,00	0,60	0,25	25,41
<b>Total</b>					<b>25,41</b>

---

Expressões para cálculo da perda de carga localizada:

1 Bomba operando: 159,3215  $Q^2$

2 Bombas operando: 69,4314  $Q^2$

3 Bombas operando: 52,7851  $Q^2$

#### 4 - Cálculo das Perdas de Carga Distribuídas

Perdas de Carga Distribuídas ( por atrito ) serão calculadas através da Fórmula Universal ( Darcy - Weisbach ), com fator de fricção calculado através da equação de Colebrook.

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \text{em que:}$$

$D$  = 2.g

$f$  = fator de fricção calculado pela fórmula de Colebrook

$L$  = extensão da tubulação ( m )

$V$  = velocidade de escoamento ( m/s )

$D$  = diâmetro interno da tubulação ( m )

$g$  = aceleração da gravidade (  $9.8 \text{ m/s}^2$  )

No cálculo do fator de fricção utiliza-se :

$e$  = rugosidade interna das paredes da tubulação ( m )

$\nu$  = viscosidade cinemática da água (  $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  )

#### 5 - Determinação do ponto de Seleção da Bomba

Nº bombas em operação: 1 ou 2

OPÇÃO 01:

Fabricante: LOWARA

Modelo: NSCE 50 160

Vel. Rotação: 1.750 rpm

Rotor 01 138 mm

OPÇÃO 02:

Fabricante: LOWARA

Modelo: KSB ETA 080 65 160

Vel. Rotação: 3.500 rpm

Rotor 02 132 mm

## 6 – Curvas do Sistema

Na tabela a seguir apresenta-se pontos para o traçado da curva do sistema, conforme equações para cálculo das perdas de carga apresentadas anteriormente.

## CURVA DO SISTEMA

## Perda em Marcha

Q		Perdas de Carga loc. ( m )			HMT p/ 1 cj		HMT p/ 2 cj		HMT p/ 3 cj		V	Hf1	
(l/s)	( m3/s )	1 cj	2 cj	3 cj	Min	Max	Min	Max	Min	Max	m/s	m/m	m
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-13,56	-16,56	-13,56	-16,56	-13,56	-16,56	0,000	0,0000	0,00
3,00	0,003	0,001	0,001	0,000	-13,29	-16,29	-13,29	-16,29	-13,29	-16,29	0,060	0,0000	0,27
6,00	0,006	0,006	0,002	0,002	-12,59	-15,59	-12,59	-15,59	-12,59	-15,59	0,120	0,0001	0,96
9,00	0,009	0,013	0,006	0,004	-11,47	-14,47	-11,48	-14,48	-11,48	-14,48	0,180	0,0002	2,07
12,00	0,012	0,023	0,010	0,008	-9,95	-12,95	-9,96	-12,96	-9,96	-12,96	0,241	0,0003	3,59
15,00	0,015	0,036	0,016	0,012	-8,01	-11,01	-8,03	-11,03	-8,03	-11,03	0,301	0,0005	5,51
18,00	0,018	0,052	0,022	0,017	-5,66	-8,66	-5,69	-8,69	-5,70	-8,70	0,361	0,0007	7,85
21,00	0,021	0,070	0,031	0,023	-2,90	-5,90	-2,94	-5,94	-2,95	-5,95	0,421	0,0009	10,59
24,00	0,024	0,092	0,040	0,030	0,27	-2,73	0,21	-2,79	0,21	-2,79	0,481	0,0012	13,73
27,00	0,027	0,116	0,051	0,038	3,85	0,85	3,78	0,78	3,77	0,77	0,541	0,0015	17,29
30,00	0,030	0,143	0,062	0,048	7,84	4,84	7,75	4,75	7,74	4,74	0,601	0,0018	21,25
33,00	0,033	0,174	0,076	0,057	12,23	9,23	12,14	9,14	12,12	9,12	0,662	0,0022	25,62
36,00	0,036	0,206	0,090	0,068	17,04	14,04	16,93	13,93	16,91	13,91	0,722	0,0026	30,40
39,00	0,039	0,242	0,106	0,080	22,26	19,26	22,13	19,13	22,10	19,10	0,782	0,0030	35,58
42,00	0,042	0,281	0,122	0,093	27,89	24,89	27,74	24,74	27,71	24,71	0,842	0,0035	41,17
45,00	0,045	0,323	0,141	0,107	33,93	30,93	33,75	30,75	33,72	30,72	0,902	0,0040	47,17
48,00	0,048	0,367	0,160	0,122	40,38	37,38	40,18	37,18	40,14	37,14	0,962	0,0045	53,58
51,00	0,051	0,414	0,181	0,137	47,24	44,24	47,01	44,01	46,97	43,97	1,023	0,0051	60,39
54,00	0,054	0,465	0,202	0,154	54,51	51,51	54,25	51,25	54,20	51,20	1,083	0,0057	67,61

No gráfico de "Curvas do Sistema x Curvas da Bomba "apresentam-se curvas para operação de duas e três bombas em paralelo, caracterizando-se as curvas de performance.

Para efeito de dimensionamento do motor e verificação do NPSH será considerada a condição mais desfavorável, correspondente a operação da bomba com velocidade de rotação nominal.



**7 - Verificação do NPSH**

O NPSH requerido do Sistema será calculado como apresentado a seguir:

$$\text{NPSH}_{\text{disp}} = \frac{Z_M}{w} - \frac{Z_S}{w} + \frac{P_{\text{atm}}}{w} - \frac{P_v}{w} - H_s \quad \text{em que:}$$

$Z_M$  = Cota do nível d'água no poço de sucção (m)

$Z_S$  = Cota do eixo da bomba

$P_{\text{atm}} / w$  = Pressão atmosférica (10.3 m)

$P_v / w$  = Pressão de vapor da água à temperatura ambiente (0.43 m)

$H_s$  = Perda de Carga na sucção (m)

$w$  = Peso específico da água

Condição mais desfavorável para o NPSH:

Vazão total máxima (m³/s): 0,0415

Vazão máxima por bomba (m³/s): 0,0208

Perda de Carga na sucção (m.c.a.): 0,2744

N.A. mínimo no poço (m): -

Cota do Eixo da Bomba (m): 0,50

NPSH disponível mínimo (m.c.a.): 9,1256

Conclusão: O NPSH requerido pela bomba é atendido em qualquer situação.

**8 - Potência Máxima Consumida por Bomba e Potência do Motor**

$$P = \frac{\gamma Q HMT}{\eta}$$

Em que:

$\gamma$  = peso específico da água = 9800 N/m³;

$Q$  = vazão (m³/s);

$HMT$  = Altura manométrica (m.c.a.);

$\eta$  = rendimento;

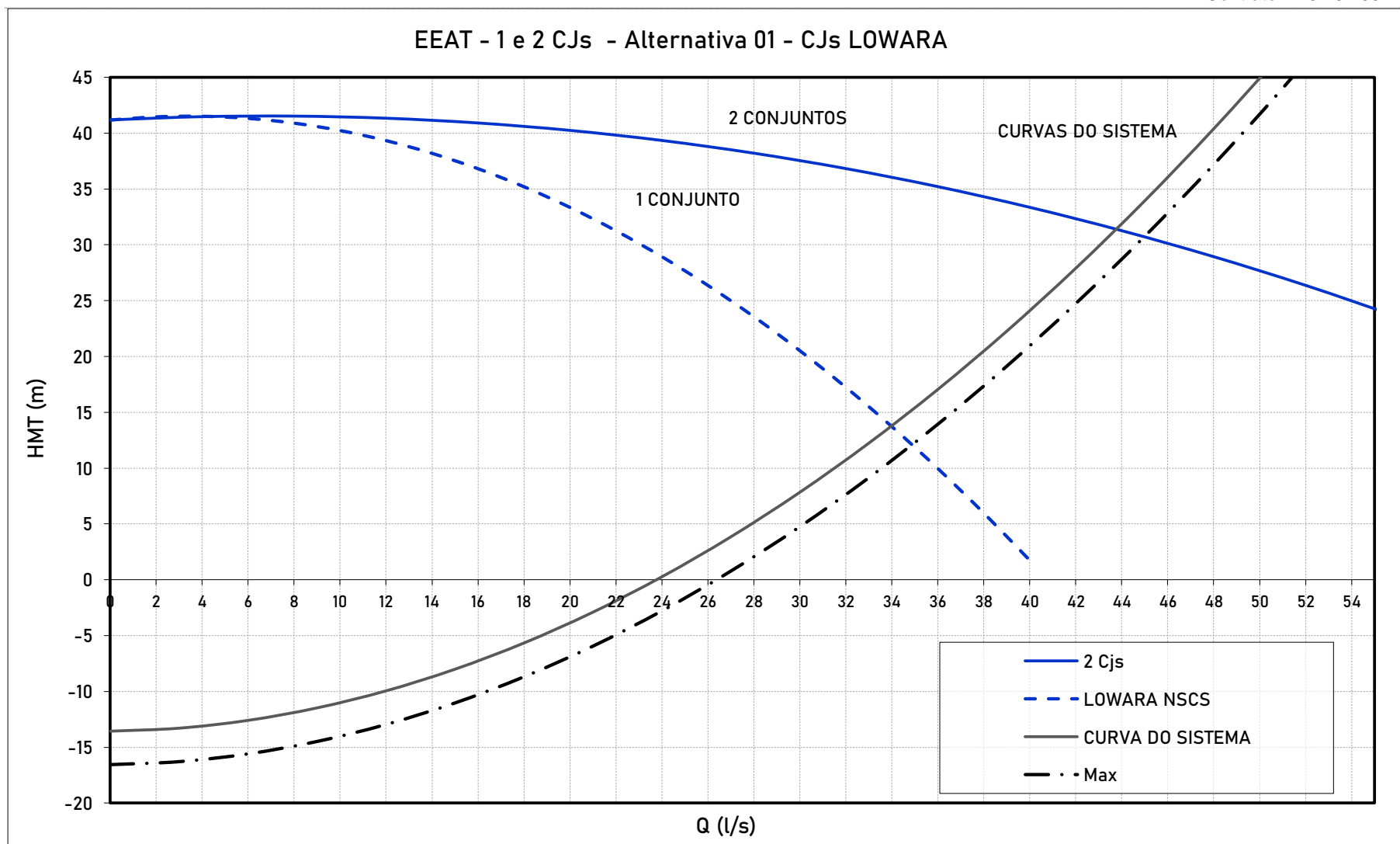
$P$  = Potência (w)

**Potência dos Motores****EE Alternativa 01:****LOWARA NSCS**

Vazão por bomba (m³/s):	1	unid	0,023
Vazão CJs bomba (m³/s):	2	unid	0,046
Altura manométrica para vazão max. (m)			30,00
Rendimento (%):			75,00
Potência máxima consumida (kw):			9,02
Potência máxima consumida (cv):			12,25
Potência do motor (cv):	1	unid	15,00
Potência total instalada (cv):	2	unid	30,00

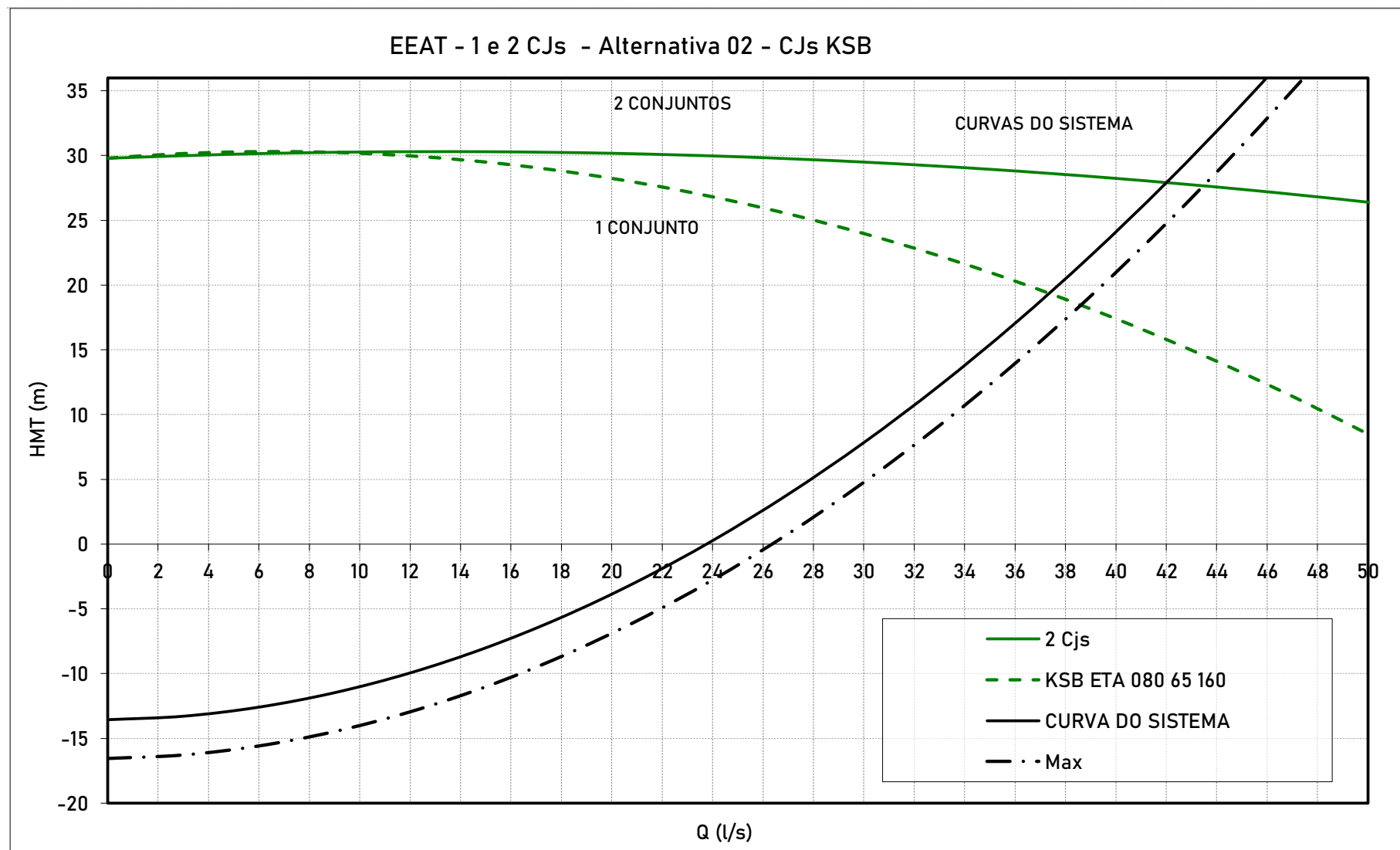
**EE Alternativa 02:****KSB ETA 080 65 160**

Vazão por bomba (m³/s):	1	unid	0,022
Vazão CJs bomba (m³/s):	2	unid	0,044
Altura manométrica para vazão max. (m)			27,000
Rendimento (%):			75,00
Potência máxima consumida (kw):			7,73
Potência máxima consumida (cv):			10,50
Potência do motor (cv):			13,00
Potência total instalada (cv):	1	unid	13,00
Potência total instalada (cv):	2	unid	26,00



**Figura 6. Perfil da EEAT – Alternativa 01**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.



**Figura 7. Perfil da EEAT – Alternativa 02**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

Observa-se pelo gráfico que o fato de haver disponibilidade de carga, 24,56 metros de desnível, permite que pequenos incrementos de pressão resulte em aumentos significativos na vazão do sistema.

Importante ressaltar que, no ponto em que está previsto a instalação do reservatório será ponto de distribuição para as duas localidades Curimatá e Avelino Lopes, sendo que, as duas adutoras que partem dos reservatórios tem concepção e funcionamento hidráulico muito distintos.

A adutora foi dimensionada para aduzir água tratada por gravidade ao reservatório de Curimatá, devido a grande disponibilidade de carga, conforme demonstrado a seguir. Já o trecho para Avelino Lopes precisará de EEAT específica devido a topografia acidentada e a presença de pontos elevados no trajeto.

### 3.8 TRECHO 3 – ADUTORA DE ÁGUA TRATADA POR GRAVIDADE

**Tabela 10. Informações Gerais**

1.2	Trecho 03	Res. RAD 3 - Curimatá			
	Ct. Terreno Inicial	Cti	355,75	m	
	Ct. Terreno Final	Ctf	331,09	m	
	H - Entrada Reservatório		5,00	m	SANEAR
	Desnível Total		-19,66	m	
	Extensão Recalque	Lr	14.647,94	m	
	Diâmetro nominal	D	204,00	mm	SANEAR
	(interno)		0,204	m	SANEAR
	Vazão Início de plano		13,05	l/s	
	Velocidade		0,40	m/s	
	Vazão Fim de plano		19,93	l/s	
	Velocidade		0,61	m/s	

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

**3.8.1 Definição do diâmetro da Adutora T3****Tabela 11. Análise do custo de aquisição e assentamento da tubulação**

TABELA RESUMO DOS VALORES DE AQUISIÇÃO DE MATERIAL					Extensão:	14.647,94	m
ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO		ALTERNATIVAS DE DIÂMETRO (mm)		
				UNIDADE	150	200	250
1,00			TUBO PVC DE 90° PONTA E BOLSA C/ JUNTA ELÁSTICA				
1.1	M020200005	EMBASA	P. Unitário	R\$/m	122,42	215,33	327,81
1.2	M020200009	EMBASA	Extensão	m	14.647,94	14.647,94	14.647,94
1.3	M020200013	EMBASA	Preço Total	R\$	1.793.200,81	3.154.140,92	4.801.741,21
BDI MATERIAL		16%	P. Total c/ BDI	R\$	2.057.961,24	2.080.112,95	3.658.803,47

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

**Tabela 12. Análise dos custos relativos a obra de implantação**

SERVIÇOS DE ASSENTAMENTO							
ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO		ALTERNATIVAS DE DIÂMETRO (mm)		
				UNIDADE	150	200	250
1	90.082	SINAPI	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5M EM SOLO DE 1ª CAT.				
			P. Unitário	R\$/m³	R\$10,07		
			Volume	m³	6.921,15	7.250,73	7.580,31
			Preço Total	R\$	69.696,00	73.014,85	76.333,71
2	93.369	SINAPI	REATERRO MECANIZADO DE VALA EM SOLO DE 1ª CATEGORIA				
			P. Unitário	R\$/m³	R\$11,04		
			Volume	m³	6.921,15	7.250,73	7.580,31
			Preço Total	R\$	76.409,51	80.048,06	83.686,61
3			ASSENTAMENTO DE TUBO PVC DE 90° P/ REDE DE ÁGUA				
3.1	97135 (200)	SINAPI	P. Unitário	R\$/m³	R\$2,74	R\$5,65	R\$6,95
3.2	97135 (200)	SINAPI	Extensão	m³	14.647,94	14.647,94	14.647,94
3.3	97136 (250)	SINAPI	Preço Total	R\$	40.135,36	82.760,86	101.803,18
4	94.327	SINAPI	ATERRO MECANIZADO DE VALA - COM AREIA P/ ATERRO				
			P. Unitário	R\$/m³	R\$121,06		
			Volume	m³	2.190,57	2.699,50	3.229,90
			Preço Total	R\$	265.190,14	326.801,31	391.011,59
5	100.994	SINAPI	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE MATERIAIS INSERVÍVEIS				
			P. Unitário	R\$/m³	R\$3,65		
			Volume	m³	2.409,62	2.969,45	3.552,89
			Preço Total	R\$	8.795,13	10.838,49	12.968,05

6	100.951	SINAPI	TRANSPORTE COM CAMINHÃO				
			P. Unitário - p/ (km)	45	R\$2,32		
			Volume x km	km x m³	119.276,42	146.987,70	175.868,01
			Preço Total	R\$	276.721,29	341.011,47	408.013,78
7			TOTAL		736.947,43	914.475,05	1.073.816,92
			TOTAL C/ BDI		943.292,71	1.170.528,06	1.374.485,66
			PREÇO MÉDIO POR METRO		64,40	79,91	93,83

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

**Tabela 13. Resumo do estudo para definição do diâmetro econômico**

TABELA RESUMO DO ESTUDO PARA DEFINIÇÃO DO DIÂMETRO ECONÔMICO - C/BDI						
Com preços de tabela Embasa/Sinapi (com BDI de 16% Mat e 28% Serviços - incluso)						
ALTERN.	Diâmetro	Material	Custo Tub.	Custo Total	Assentamento	TOTAL
			C/ BDI	Tubulação		
	(mm)		(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)
A	150	PVC DEF°F°	142,01	2.080.112,95	943.292,71	3.023.405,66
B	200	PVC DEF°F°	249,78	3.658.803,47	1.170.528,06	4.829.331,53
C	250	PVC DEF°F°	380,26	5.570.019,81	1.374.485,66	6.944.505,47

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

**3.8.2 Dimensionamento da tubulação da Adutora T3****SWAMEE - JAIN**

$$f = \left\{ \left( \frac{64}{Re} \right)^8 + 9.5 \left[ \ln \left( \frac{\epsilon}{3,7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) - \left( \frac{2500}{Re} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0.125}$$

**CURVA DO SISTEMA- Perda em Marcha**

ADUTORA T3	PVC DEFOFO	
d1=	0,204	
l1=	14.647,94	
e1=	0,00050	0,5 mm
y=	1,000E-06	

Q <sub>E</sub>	Q <sub>E</sub>	V	Re	gama	Cl	Ct	f	Hf1	Hf1
l/s	m3/s	(m/s)						(m/m)	(m)
1,99	0,0020	0,061	1,24E+04	1,00	0,000	0,0017	0,0327	0,00003	0,44
3,99	0,0040	0,122	2,48E+04	1,000	0,000	0,0012	0,0294	0,00011	1,59
5,98	0,0060	0,183	3,73E+04	1,000	0,000	0,0010	0,0280	0,00023	3,42
7,97	0,0080	0,243	4,97E+04	1,000	0,000	0,0009	0,0273	0,00040	5,92
9,96	0,0100	0,304	6,21E+04	1,000	0,000	0,0009	0,0268	0,00062	9,09
11,96	0,0120	0,365	7,45E+04	1,000	0,000	0,0009	0,0265	0,00088	12,94
13,95	0,0139	0,426	8,70E+04	1,000	0,000	0,0008	0,0263	0,00119	17,46
15,94	0,0159	0,487	9,94E+04	1,000	0,000	0,0008	0,0261	0,00155	22,65
18,73	0,0187	0,572	1,17E+05	1,000	0,000	0,0008	0,0259	0,00212	31,05
20,73	0,0207	0,633	1,29E+05	1,000	0,000	0,0008	0,0258	0,00258	37,86
22,72	0,0227	0,694	1,42E+05	1,000	0,000	0,0008	0,0257	0,00309	45,33
24,71	0,0247	0,755	1,54E+05	1,000	0,000	0,0008	0,0257	0,00365	53,48
26,70	0,0267	0,815	1,66E+05	1,000	0,000	0,0008	0,0256	0,00425	62,29
28,70	0,0287	0,876	1,79E+05	1,000	0,000	0,0007	0,0255	0,00490	71,78

A adutora que foi dimensionada para aduzir por gravidade água tratada ao reservatório de Curimatá devido a grande disponibilidade de carga, sendo que o diametro de 200 mm



atende às demandas do sistema. Observa-se pela tabela de vazões que o fato de haver disponibilidade de carga superior a 30 metros garante o atendimento a vazão de projeto em suas 2 etapas.

### 3.8.3 Dimensionamento dos Dispositivos de Operação da Adutora T3

#### 3.8.3.1 Válvulas de descarga

Os diâmetros das válvulas de descargas (d) foram escolhidos pelo projetista considerando a relação  $d = D/6$ , sendo D o diâmetro da adutora. A seguir, apresentam-se as principais informações sobre as válvulas de descargas previstas, incluindo quantidade, diâmetro e localização no trecho.

**Tabela 14. Resumo das válvulas de descarga**

Válvula de descarga	Adutora		Estaca	Diâmetro da válvula de descarga (mm)
	Trecho	DN		
DF-01	1	200	0+480,00	50
DF-02	1	200	0+940,67	50
DF-03	2	200	1+400,00	50
DF-04	2	200	1+800,00	50
DF-05	2	200	2+000,00	50
DF-06	3	200	2+464,54	50
DF-07	3	200	2+745,52	50
DF-08	4	200	3+500,00	50
DF-09	4	200	4+328,95	50
DF-10	5	200	5+260,00	50
DF-11	6	200	6+349,95	50
DF-12	7	200	6+960,00	50
DF-13	7	200	7+171,84	50
DF-14	8	200	7+712,51	50
DF-15	8	200	8+580,00	50
DF-16	9	200	8+873,32	50
DF-17	9	200	9+300,00	50
DF-18	9	200	9+560,00	50
DF-19	10	200	9+940,00	50

DF-20	10	200	10+860,00	50
DF-21	10	200	10+915,24	50
DF-22	11	200	11+575,71	50
DF-23	11	200	11+800,00	50
DF-24	12	200	12+153,81	50
DF-25	12	200	12+368,33	50
DF-26	12	200	12+600,00	50
DF-27	12	200	13+172,35	50
DF-28	13	200	13+427,25	50
DF-29	13	200	13+567,71	50
DF-30	13	200	13+692,93	50
DF-31	13	200	13+880,00	50
DF-32	14	200	14+405,08	50
DF-33	14	200	14+480,00	50

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

### 3.8.3.2 Válvulas automáticas de admissão e expulsão do ar (Ventosas)

Seguindo recomendações de normas técnicas, foi prevista a instalação de ventosas nos pontos altos de cada trecho, onde ocorre inversão da declividade na tubulação. Adotou-se ventosas com diâmetro de 50mm.

**Tabela 15. Resumo das ventosas**

Ventosa	Adutora		Estaca	Diâmetro da ventosa (mm)
	Trecho	DN		
VTF-01	1	200	0+885,56	50
VTF-02	1	200	1+000,00	50
VTF-03	2	200	1+440,00	50
VTF-04	2	200	1+920,00	50
VTF-05	2	200	2+080,00	50
VTF-06	3	200	2+543,99	50
VTF-07	3	200	3+120,00	50
VTF-08	4	200	3+600,00	50
VTF-09	5	200	4+489,46	50

## Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021

Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03

Contrato Nº 0.102.00-2020

VTF-10	6	200	5+740,00	50
VTF-11	7	200	6+870,42	50
VTF-12	7	200	7+149,98	50
VTF-13	7	200	7+600,00	50
VTF-14	8	200	8+100,00	50
VTF-15	8	200	8+740,00	50
VTF-16	9	200	9+240,00	50
VTF-17	9	200	9+400,00	50
VTF-18	10	200	9+900,00	50
VTF-19	10	200	10+320,00	50
VTF-20	10	200	10+880,00	50
VTF-21	11	200	11+500,00	50
VTF-22	11	200	11+735,30	50
VTF-23	11	200	12+020,00	50
VTF-24	12	200	12+220,00	50
VTF-25	12	200	12+570,23	50
VTF-26	12	200	12+720,00	50
VTF-27	13	200	13+281,20	50
VTF-28	13	200	13+505,30	50
VTF-29	13	200	13+610,00	50
VTF-30	13	200	13+760,00	50
VTF-31	14	200	14+360,00	50
VTF-32	14	200	14+453,03	50

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

### 3.8.3.3 Blocos de Ancoragem

Foram dimensionados blocos de ancoragem para as curvas verticais da adutora T3 conforme apresentado abaixo.

#### BLOCOS DE ANCORAGEM - ADUTORA T3

1.	Parâmetros Básicos		
1.1	Coeficiente de Atrito Concreto/Terreno:	0,25	kgf/cm <sup>2</sup>
1.2	Peso específico do concreto (densidade):	2.400,00	kgf/cm <sup>2</sup>
1.3	Cota piezométrica inicial:	386,75	mca
1.4	Tensão horizontal:	0,50	kgf/cm <sup>2</sup>

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021

Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03

Contrato Nº 0.102.00-2020

**PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DE BLOCOS DE ANCORAGEM P/ PEÇAS HORIZONTAIS**

Diâmetro da adutora  (mm)	Ângulo da curva ( $\varnothing$ )  (graus)	Estaca	Cota da geratriz inf. int. (m)	Pressão de trabalho máxima atuante  (P)		Empuxo  (kgf)	Volume estimado  (m³)	L'	Ajuste de H (K)	Dimensões do bloco				Peso do bloco  (kgf)	Esforços resistentes		Tensão	Volume final  (m³)
				(m.c.a.)	(kgf/cm²)					A	B	C	H		Atrito	Compressão	Parede da vala (kgf/cm²)	
200	90	13+032,39	318,94	67,81	6,78	3012,72	2,51	0,15	1,00	2,50	0,50	1,50	1,60	8640,00	2160,00	852,72	0,021	3,600
200	90	14+324,73	328,93	57,82	5,78	2568,87	2,14	0,15	1,00	2,10	0,50	1,30	1,40	5678,40	1419,60	1149,27	0,039	2,366
200	90	14+404,87	329,23	57,52	5,75	2555,55	2,13	0,15	1,00	2,10	0,50	1,30	1,40	5678,40	1419,60	1135,95	0,039	2,366
200	90	14+485,19	329,94	56,81	5,68	2524,00	2,10	0,15	1,00	2,10	0,50	1,30	1,40	5678,40	1419,60	1104,40	0,038	2,366
																	soma	10,698

### 3.9 RESERVAÇÃO – RAD 3

O reservatório no ponto de bifurcação foi previsto para compatibilizar as diferentes vazões de entrada e saída no sistema devido ao regime de operação do EEAT instalada na ETA.

Desta forma, o reservatório estabiliza o fornecimento, e devido a tubulação de saída estar posicionada em cota acima do nível médio do reservatório fica garantida e estabilizada a carga hidráulica que garante o funcionamento da adutora T3 por gravidade.

Desta forma, por questão de segurança, foi previsto o funcionamento do sistema de bombeio será regime parcial durante o horizonte de projeto, atendendo a eventuais aumentos na demanda, conforme previsto no estudo populacional.

Esse reservatório funcionará como caixa de passagem, não foi projetado para compensar as flutuações de consumo, horário e diário, o sistema de abastecimento de Curimatá já dispõe de reservatório com essa função. Para tanto, a equipe da Sanear simulou o funcionamento do sistema de fornecimento vinda ETA por gravidade e através da EEAT por recalque. Ao compatibilizar o sistema de entrada e saídas no reservatório o reservatório apoiado de 400m<sup>3</sup> com 12 metros de altura, que atenderá ao sistema após a implantação da adução a Avelino Lopes.

**Tabela 16. Tabela de demandas**

Demandas de Água		Início de Plano	Final de Plano
		2.020	2.050
		Vazão (L/s)	Vazão (L/s)
Demanda Média		25,16	36,89
Vazão - Gravidade e EEAT		Início de Plano	Final de Plano
Regime		2.020	2.050
16	/ 24	l/s	l/s
Vazão Gravidade		24,64	24,64
Vazão com EE		34.00	44,00

### 3.9.1 Tabelas de Dimensionamento

SIAA DE CURIMATÁ - BARRAGEM DE ALGODÕES

CAIXA DE PASSAGEM - RAD 03

FORNECIMENTO A CURIMATÁ E A AVELINO LOPES

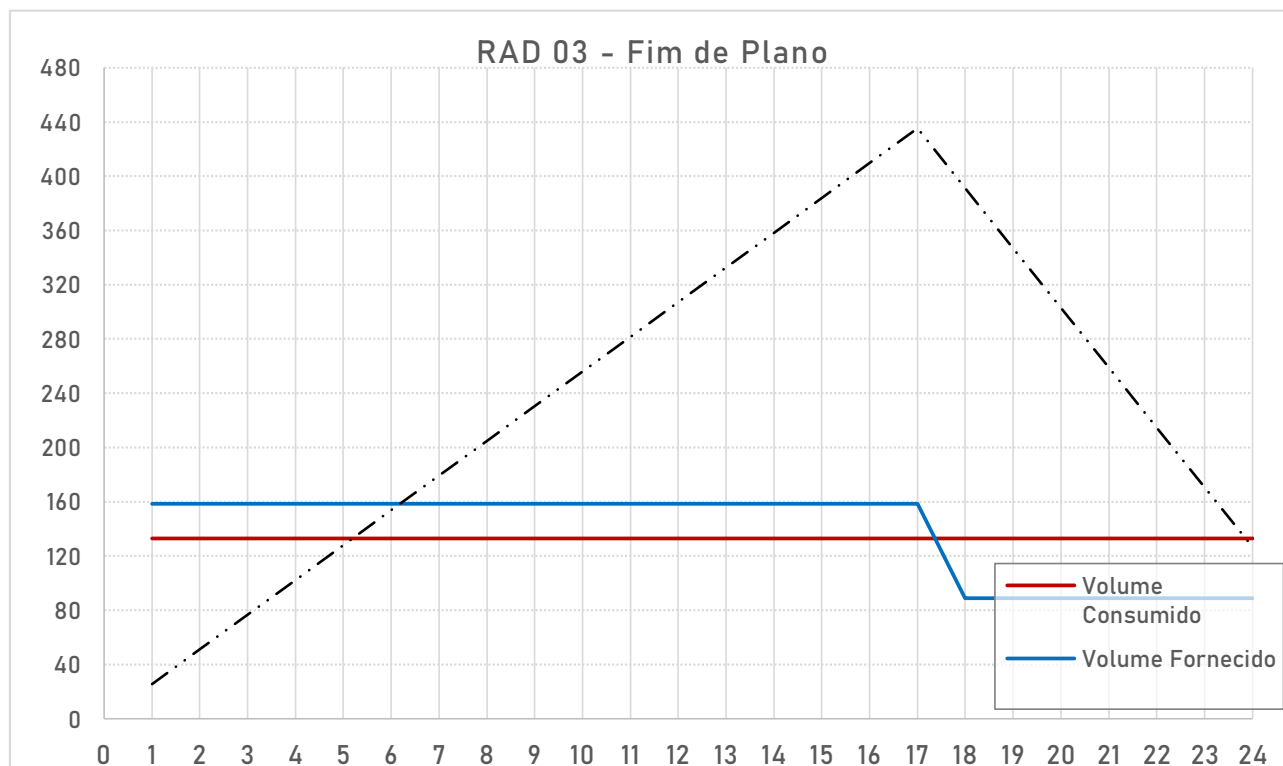
FUNÇÃO - PASSAGEM - EQUILIBRÍO DE VAZÃO DE CHEGADA E DE SAÍDA

VAZÃO DA EEAT

Vazão - Gravidade e EEAT	Início de Plano	Final de Plano
EEAT	2.020	2.050
	1 CJ	2 CJ
	l/s	l/s
Vazão Gravidade	24,64	24,64
Vazão com EE	34,00	44,00
Horas Equipamento	2	16

VAZÃO PARA CURIMATÁ E AVELINO LOPES

Demandas de Água	Início de Plano	Final de Plano
	2.020	2.050
	Vazão (L/s)	Vazão (L/s)
Demanda Média	25,16	36,89



**Figura 8. Funcionamento do Reservatório no final do plano**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

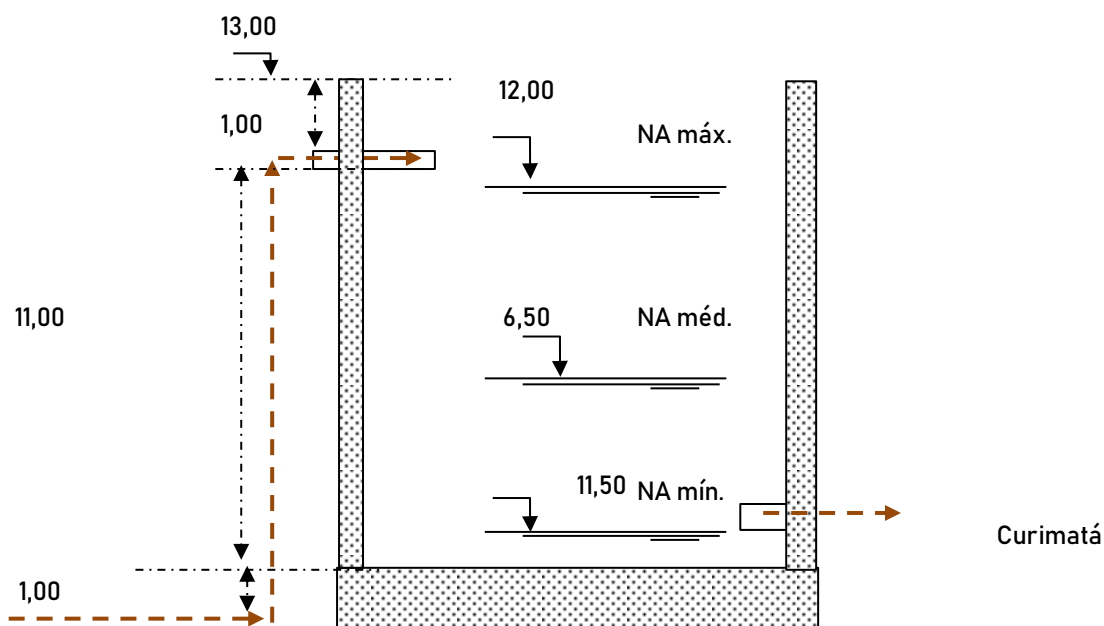
O volume mínimo do reservatório conforme definido anteriormente é de 400 m<sup>3</sup>.

### RESERVATÓRIO 03 - RAD 03

Dados Gerais		Volume Consumido		Volume de água no reservatório - Início de Plano				Volume de água no reservatório - Fim de Plano			
		Média Diária (m³)									
Horário	ANO		Volume Fornecido	Volume Acumulado	Diferenças		Volume Fornecido	Volume Acumulado	Diferenças		
	2020	2050			(+)	(-)			(+)	(-)	
1	90,57	132,80	122,40	31,83	31,83	0,00	158,40	25,60	25,60	0,00	
2	90,57	132,80	122,40	63,66	31,83	0,00	158,40	51,20	25,60	0,00	
3	90,57	132,80	88,71	61,81	0,00	-1,86	158,40	76,79	25,60	0,00	
4	90,57	132,80	88,71	59,95	0,00	-1,86	158,40	102,39	25,60	0,00	
5	90,57	132,80	88,71	58,09	0,00	-1,86	158,40	127,99	25,60	0,00	
6	90,57	132,80	88,71	56,24	0,00	-1,86	158,40	153,59	25,60	0,00	
7	90,57	132,80	88,71	54,38	0,00	-1,86	158,40	179,18	25,60	0,00	
8	90,57	132,80	88,71	52,52	0,00	-1,86	158,40	204,78	25,60	0,00	
9	90,57	132,80	88,71	50,66	0,00	-1,86	158,40	230,38	25,60	0,00	
10	90,57	132,80	88,71	48,81	0,00	-1,86	158,40	255,98	25,60	0,00	
11	90,57	132,80	88,71	46,95	0,00	-1,86	158,40	281,57	25,60	0,00	
12	90,57	132,80	88,71	45,09	0,00	-1,86	158,40	307,17	25,60	0,00	
13	90,57	132,80	88,71	43,24	0,00	-1,86	158,40	332,77	25,60	0,00	
14	90,57	132,80	88,71	41,38	0,00	-1,86	158,40	358,37	25,60	0,00	
15	90,57	132,80	88,71	39,52	0,00	-1,86	158,40	383,96	25,60	0,00	
16	90,57	132,80	88,71	37,67	0,00	-1,86	158,40	409,56	25,60	0,00	
17	90,57	132,80	88,71	35,81	0,00	-1,86	158,40	435,16	25,60	0,00	
18	90,57	132,80	88,71	33,95	0,00	-1,86	88,71	391,07	0,00	-44,09	
19	90,57	132,80	88,71	32,10	0,00	-1,86	88,71	346,98	0,00	-44,09	
20	90,57	132,80	88,71	30,24	0,00	-1,86	88,71	302,89	0,00	-44,09	
21	90,57	132,80	88,71	28,38	0,00	-1,86	88,71	258,80	0,00	-44,09	
22	90,57	132,80	88,71	26,53	0,00	-1,86	88,71	214,71	0,00	-44,09	
23	90,57	132,80	88,71	24,67	0,00	-1,86	88,71	170,62	0,00	-44,09	
24	90,57	132,80	88,71	22,81	0,00	-1,86	88,71	126,53	0,00	-44,09	
2.174		3.187	2.196	62	64	-41	3.314	410	435	-309	
% Mín de Reservação					2,90%	-1,86%	% Mín de Reservação		13,13%	-9,31%	
Volume de Reservação 2021 (mínimo)			63,66	m3							
Volume de Reservação 2041 (mínimo)			435,16	m3							



### RESERVATÓRIO - RAD 3



**Figura 9. Croqui do reservatório de água tratada – RAD 3**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

#### **4 TRANSIENTES – ADUTORA T2 E T3**

---

Para o desenvolvimento dos estudos de transientes do sistema elevatório integrante do SAA de Curimatá, utilizou-se a metodologia de estudos aproximados baseada no software ALLIEVI de domínio público desenvolvido pela Universidade de Valencia.

Todo o estudo foi desenvolvido a partir de simulações computacionais através de “software” próprio implantado em microcomputador. Nas simulações foi utilizado o “Método das Características” (conforme especificação do software), através do qual pode-se determinar, ao longo do tempo, as pressões e vazões em regime variável em todo o sistema.

A tubulação foi subdividida em trechos elementares de comprimento determinado conforme projeto apresentado. Após a definição do material, diâmetro e vazão em regime permanente determinou-se a celeridade de cálculo o mais próximo possível da celeridade real, respeitadas as condições de estabilidade numérica.

No desenvolvimento das simulações computacionais, considerou-se a variabilidade no tempo e no espaço do fator de fricção ( $f$ ) da equação de Darcy-Weisbach para determinação da perda de carga distribuída, conforme característica de cada tubulação, material, diâmetro interno e rugosidade, fornecidos pelos fabricantes.

A seleção e dimensionamento dos dispositivos de proteção foi realizada de modo que em toda a adutora as pressões transitórias estejam sempre acima da pressão de vapor do fluido e abaixo da pressão máxima admissível na tubulação.

Verificou-se a ocorrência da pressão de vapor, sendo que esta traz como efeitos associados o aparecimento de depressões que tendem a colapsar a tubulação e, contudo, não foi observado o surgimento de sobre pressões elevadas resultantes da reintegração das fases líquidas, que poderiam danificar a tubulação.

A equipe da Sanear definiu procedimentos de controle simplificado a ser detalhado no projeto de automação. A primeira premissa foi definir o sistema de bombeio logo após a EEAT da ETA, pois, devido a condição favorável de escoamento, desnível geométrico declinante, a estação elevatória funcionará similarmente a um booster, fornecendo energia ao sistema para o complemento de vazão requerida em parte de período diário de operação, para o final de plano 16 horas por dia.

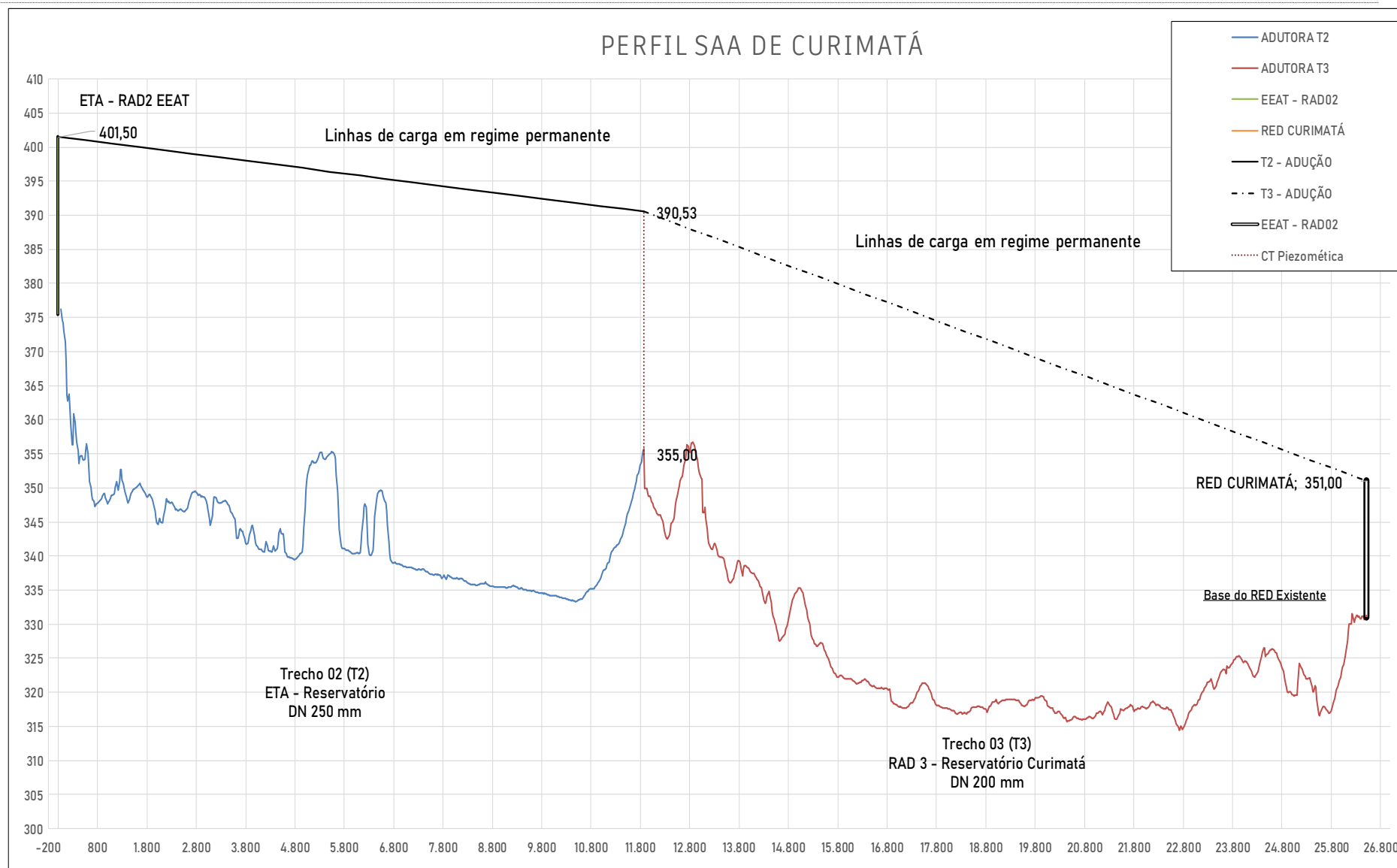
Desta forma, o desligamento das bombas não implica em parada total do fornecimento, sendo que os transtornos provocados pela variação de pressão e vazão ao interromper os sistemas de bombeio não são significativos e não necessitam de quantificação, pois, o escoamento permanece, apenas com carga menor. As variações de pressão deste sistema não se caracterizam como transientes ou transitórios no conceito clássico, golpe de aríete. Os transitórios apresentam valores significativos quando se faz necessário a interrupção do fornecimento, ou seja, é possível o gerenciamento da manobra de fechamento controlada, conforme nossa indicação, será lenta, com tempo de operação superior ao período da canalização, desta forma se produzirá pressões negativas pouco relevantes, decorrentes da diferença de nível, o que força o fluido a seguir “descendo”.

Observamos que, o bloqueio do fluido através de válvula colocada a montante da adutora produzirá zona de pressão negativa moderada, menor que 30 mca negativos, contudo, superior a pressão de vapor da água. O que é eficientemente resolvido através da instalação de ventosas tríplice função em locais apropriados, pontos de inflexão.

Pressões positivas superiores relevantes não são observadas devido ao fato da velocidade em regime permanente ser pequena. O que reduz a risco de impacto no fechamento e transtornos a pressão linha de carga em regime permanente não são observadas.

A equipe da Sanear definiu duas situações específicas e que abrangem as condições operacionais mais relevantes.

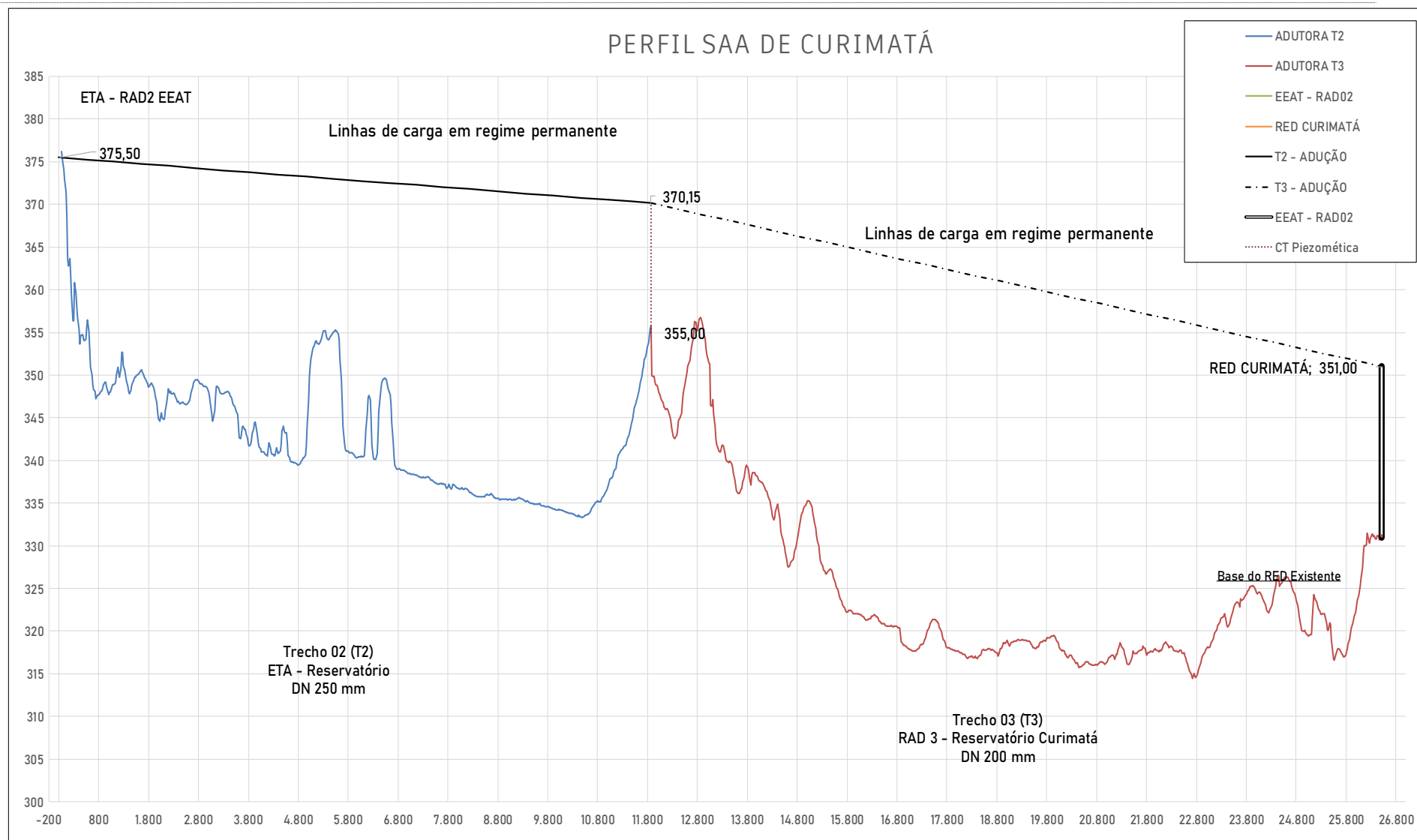
Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021  
Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
Contrato Nº 0.102.00-2020



**Figura 10. Simulação do sistema com EEAT – HMT 26 mca – Q = 22,70 l/s.**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021  
Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
Contrato Nº 0.102.00-2020



**Figura 11. Simulação do sistema com EEAT parada – Fluxo por gravidade –  $Q = 15,6$  l/s.**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

#### 4.1 CONDIÇÕES SOBRE O REGIME PERMANENTE

Após a definição do local de implantação da ETA da EEAT, o trecho composto pelas adutoras T2 e T3 que chega até o reservatório RED ficou em declive, mesmo considerando a cota de entrada no reservatório 20 metros acima da base. Assim, ocorrendo o desligamento instantâneo das bombas o fluxo não é interrompido, apenas acontece a redução no fornecimento, pois, a adução passa a ser por gravidade, já que existe energia potencial disponível. Em situações como esta não ocorre a elevação de pressão no sistema, pois, sem a presença de válvula de retenção após as bombas, ou na chegada do reservatório, o que não foi previsto, não haverá interrupções abruptas de fornecimento e nem elevações acentuadas de pressão.

Por se tratar de um regime de escoamento que opera tanto por recalque quanto por gravidade, optamos para a nossa análise avaliar o controle de jusante. Assim, partindo da posição do RAD, a jusante da EEAT e voltando para montante até a posição inicial, consolida-se a extensão de 26.516,13 m, sendo a cota piezométrica inicial de recalque igual a 377,50 m, pressão da saída de 2 mca (Nível médio do RAD2 - ETA).

O fechamento da adutora previsto foi por válvula com fechamento lento e manual após a elevatória, o que efetivamente não provoca transientes.

Os resultados das simulações consolidam pressões pouco relevantes, contudo devido a possibilidade de pressões negativas na segunda simulação optamos por instalar ventosas ao longo da adutora em pontos de inflexão vertical.

A simulação feita com o sistema provido de ventosas e válvula de controle apresenta não valores numéricos das pressões inferiores à pressão de vapor, contudo, a pressão positiva não ultrapassa a 60 mca, o que é perfeitamente suportando pela tubulação, o que não deve conferir risco ao sistema.

## 4.2 DIMENSIONAMENTO TRANSITÓRIO

### 4.2.1 Resumo do Sistema

#### SAA CURIMATA - T2 e T3

#### ANÁLISE PRELIMINAR DO GOLPE DE ARIETE NA ADUTORA T2 E T3

#### ADUTORA PVC

#### RESUMO SISTEMA

##### DEMANDA

1. Vazão por recalque	22,70	l/s	
	81,72	m³/h	(Operar 16 horas)
2. Vazão por gravidade	15,60	l/s	
	56,16	m³/h	

##### DESNÍVEL GEOMÉTRICO

Cota N.A. poço (m) =	377,50	m	(nível médio)
HMT - EEAT	26,00	mca	
Cota na Área do Res.	331,30	m	
Altura do Reservatório =	20,00	m	
Cota Entreda RED =	351,30	m	
Desnível Geométrico =	- 26,20	m	

##### DADOS ELEVATÓRIA

Número de Conjuntos	2,00	unidades
HMT :	24,19	mca

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021  
Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
Contrato Nº 0.102.00-2020

Potencia unitária:	9,09	kw	
Potencia total:	22,00	kw	
Vel. Rotação (rpm) =	3.500,00	rpm	
$\eta$ =	74,00%		
Momento de inércia de bombas:	$I = 0,03407 \cdot (P/N)^{0,844}$		
Momento de inércia dos motores:	$I = 0,00430 \cdot (P/N)^{1,480}$		
I bomba =	0,078	kg.m <sup>2</sup>	
I motores =	0,018	kg.m <sup>2</sup>	
GD <sup>2</sup> grupo (kg.m2) =	0,095	kg.m <sup>2</sup>	(uma bomba)
GD <sup>2</sup> grupo (kg.m2) (conjuntos) =	0,191	kg.m <sup>2</sup>	(total)
ADUTORA TUBO DE PVC			
Diâm. Adut. (m) =	0,243	m	(Equivalente)
Esp. par. tub. (m) =	0,012	m	
Diâmetro int.	0,219	m	
Extensão Adut. (m) =	26.516,31	m	
Rugosidade ( e ) =	2,50E-04	m	



Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021  
 Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
 Contrato N° 0.102.00-2020

## 4.2.2 Determinação das Variações de Pressão

### SAA CURIMATA - T2 e T3

ANÁLISE PRELIMINAR DO GOLPE DE ARIETE NA ADUTORA T2 E T3							
DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO EQUIVALENTE							
Adutora 01	250,00	mm					
Adutora 02	200,00	mm					

### TUBULAÇÃO EM SÉRIE HW

Dados dos Trechos Série				$\Delta h = 10,643 \cdot (1/C^{1,85}) \cdot (Q^{1,85}/D^{4,87}) \cdot L$		
TRECHO	Q(m³/s)	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>1</sub> ( m )	D <sub>2</sub> ( m )	L <sub>1</sub> (m)
1	0,0227	130,00	130,00	0,2520	0,2040	11.868,37

TRECHO	Q(m³/s)	L <sub>2</sub> (m)	$\Delta H_1$ (m)	$\Delta H_2$ (m)	$\Delta H_{TOTAL}$ (m)	MATERIAL
1	0,0227	14.647,94	11,60	40,07	51,67	PVC

### Resultados Trecho Equivalente

TRECHO	Def do Diâmetro	$\Delta h = 10,643 \cdot (1/C^{1,85}) \cdot (Q^{1,85}/D^{4,87}) \cdot L$					
	Q(m³/s)	L	C	L <sub>1</sub> /D <sub>1</sub> <sup>4,87</sup>	L <sub>2</sub> /D <sub>2</sub> <sup>4,87</sup>	Deq (m)	$\Delta H$ (m)
1	0,0227	26.516,31	130	9,76E+06	3,37E+07	0,2187	51,67

### SAA CURIMATA - T2 e T3

### ANÁLISE PRELIMINAR DO GOLPE DE ARIETE EM SISTEMA POR GRAVIDADE

### CÁLCULO DA VARIAÇÃO DE PRESSÃO POR MANOBRA DE FECHAMENTO

#### 1. Dados:

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021  
Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
Contrato Nº 0.102.00-2020

D (interno) =	0,219	m
Rugosidade ( e ) =	0,00025	m
S - área interna do tubo =	0,0376	m <sup>2</sup>
A vazão por gravidade de:	15,60	l/s
	0,0156	m <sup>3</sup> / s
Vo - velocidade (reg. perma.) =	0,42	m/s
g - gravidade	9,81	m / s <sup>2</sup>
p - massa volumétrica da água =	102,00	kgf / m <sup>4</sup> . s <sup>2</sup>

## 2. Celeridade

### TUBO DE PVC

Cota N.A. poço (m) =	377,50	m
Perda Adut. (m) =	26,50	m
Nível Reservatório RED (m) =	351,30	m
E (Gpa) =	3,30	10 <sup>8</sup> Pas
Esp. par. tub. (m) =	0,012	m
u (poison)=	0,45	
Extensão Adut. (m) =	26.516,31	m
Celeridade =	<b>453,55</b>	<b>m/s</b>

## 3. Período de Canalização

$$T = 2L/C$$

(ida e volta da onda)

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021  
Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
Contrato Nº 0.102.00-2020

T =	116,93	seg	
t < T	Manobra rápida.	>>	Eq. de Allievi
t > T	Manobra lenta.	>>	Eq. de Michuad
T/2 = L/C			
T/2 =	58,46	seg	

#### 4.2.3 Manobra Lenta

Condições hidráulicas em regime permanente:

Tempo de fechamento  $t > T$

t	<	116,93	s
t (adotado)	=	150,00	s

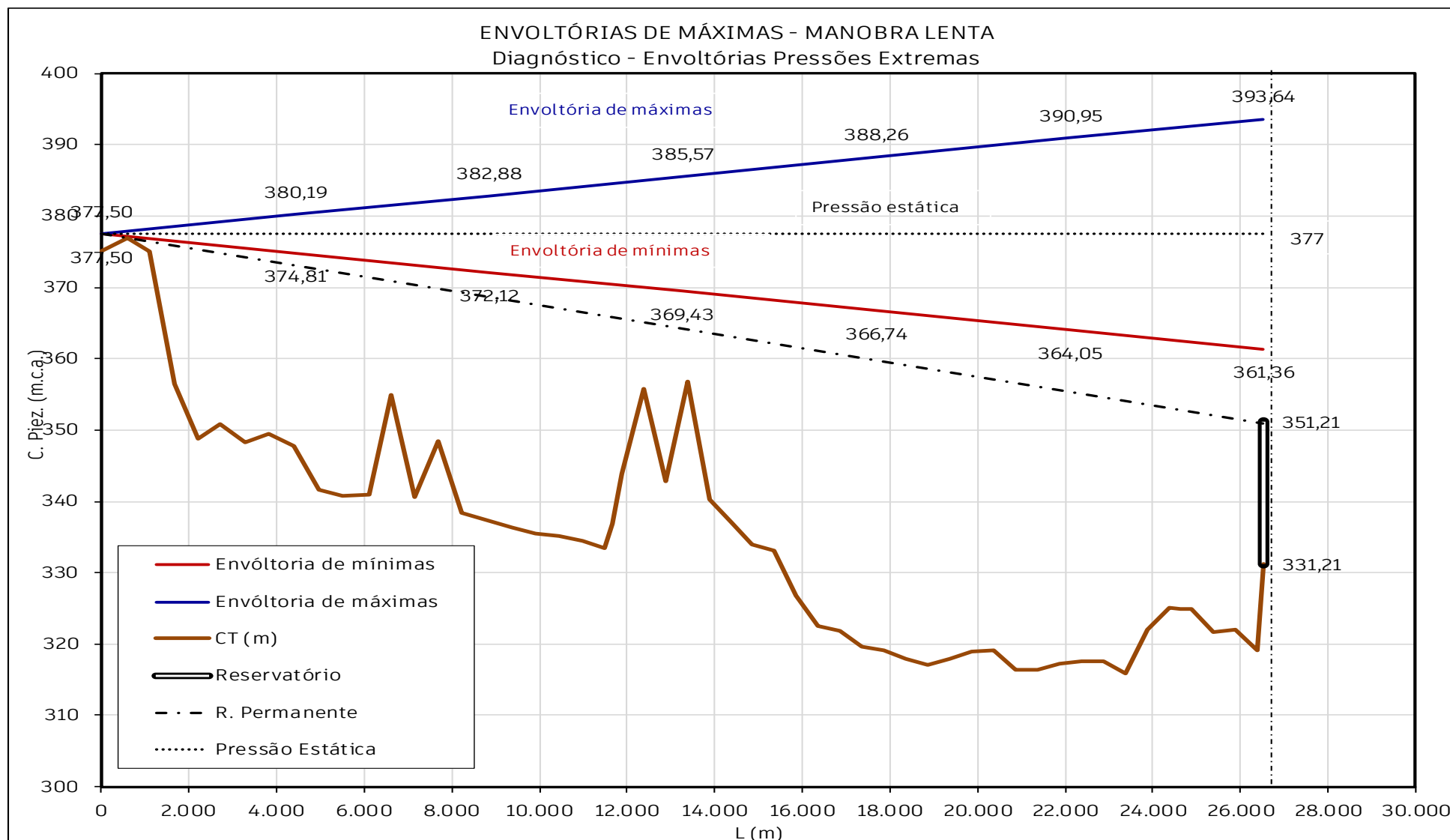
Fórmula de Michaut

$$|\Delta H +| = |\Delta H -| = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot \Delta t}$$

$\Delta H =$	16,14	m
Hmt =	26,20	m
Hmt - Máx =	42,34	m
Hmt - Mín =	10,06	m

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021  
Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
Contrato Nº 0.102.00-2020

FECHAMENTO LENTO							
Tabela para Avaliação da Envoltória de Pressões:							
Seção	1	2	3	4	5	6	7
L (m)	0,00	4.419,39	8.838,77	13.258,16	17.677,54	22.096,93	26.516,31
R. Permanente	377,50	373,08	368,67	364,25	359,83	355,42	351,00
(NM - NJ)/Hbo	0,0%	16,7%	33,3%	50,0%	66,7%	83,3%	100,0%
(NM-NJ) (m)	0,00	2,69	5,38	8,07	10,76	13,45	16,14
Envoltória de máximas	377,50	380,19	382,88	385,57	388,26	390,95	393,64
(Nm - NJ)/Hbo	0,0%	16,7%	33,3%	50,0%	66,7%	83,3%	100,0%
(Nm-NJ) (m)	0,00	-2,69	-5,38	-8,07	-10,76	-13,45	-16,14
Envoltória de mínimas	377,50	374,81	372,12	369,43	366,74	364,05	361,36
Pressão Estática	377,50	377,50	377,50	377,50	377,50	377,50	377,50



**Figura 12. Simulação Transientes – Manobra Lenta - Fluxo por gravidade – Q = 15,6 l/s.**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2022.

#### 4.2.4 Manobra Rápida

##### 3.2 Manobra Rápida

Condições hidráulicas em regime permanente:

Tempo de fechamento  $t > T$

t	>	116,93	s
t (adotado)	=	60,00	s

Fórmula de Allievi

$$|\Delta H +| = |\Delta H -|$$

$$\Delta H = \frac{c.V}{g}$$

Extremidade

$\Delta H =$	m
19,20	
Hmt =	26,20 m
Hmt - Máx =	45,40 m
Hmt - Mín =	7,00 m

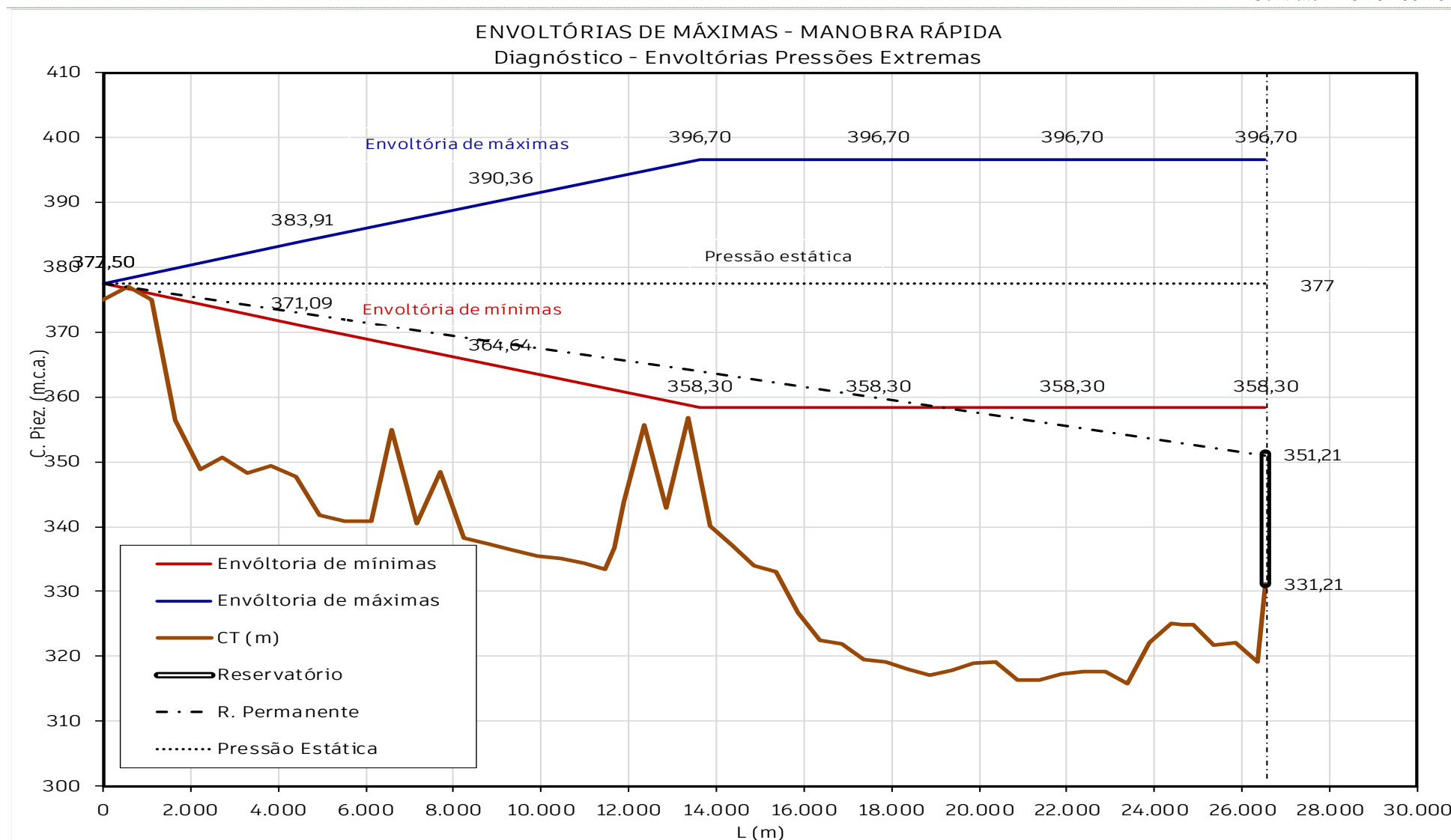
Ponto de retorno

L =	C.t/2
L =	13.606,47

#### FECHAMENTO RAPIDO

##### Tabela para Avaliação da Envoltória de Pressões:

Seção	1	2	3	4	5	6	7
L (m)	0,00	4.535,49	9.070,98	13.606,47	17.677,54	22.096,93	26.516,31
R. Permanente	377,50	373,08	368,67	364,25	359,83	355,42	351,00
(NM - NJ)/Hbo	0,0%	33,4%	67,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
(NM-NJ) (m)	0,00	6,41	12,86	19,20	19,20	19,20	19,20
Envoltória de máximas	377,50	383,91	390,36	396,70	396,70	396,70	396,70
(Nm - NJ)/Hbo	0,0%	33,4%	67,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
(Nm-NJ) (m)	0,00	-6,41	-12,86	-19,20	-19,20	-19,20	-19,20
Envoltória de mínimas	377,50	371,09	364,64	358,30	358,30	358,30	358,30
Pressão Estática	377,50	377,50	377,50	377,50	377,50	377,50	377,50



**Figura 13. Simulação Transientes – Manobra Rápido - Fluxo por gravidade – Q = 15,6 l/s.**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2022.

### 4.3 SIMULAÇÃO ALLIEVI

As condições de simulação no Allievi serão as mesmas da análise convencional, apresentada anteriormente. Partindo da posição do RAD, a jusante da EEAT e voltando para montante até a posição inicial, consolida-se a extensão de 26.516,13 m, sendo a cota piezométrica inicial de recalque igual a 377,50 m, pressão da saída de 2 mca (Nível médio do RAD2 - ETA).

O fechamento da adutora previsto foi por válvula com fechamento lento e manual após a elevatória nas proximidades do RED.

Dados de entrada:

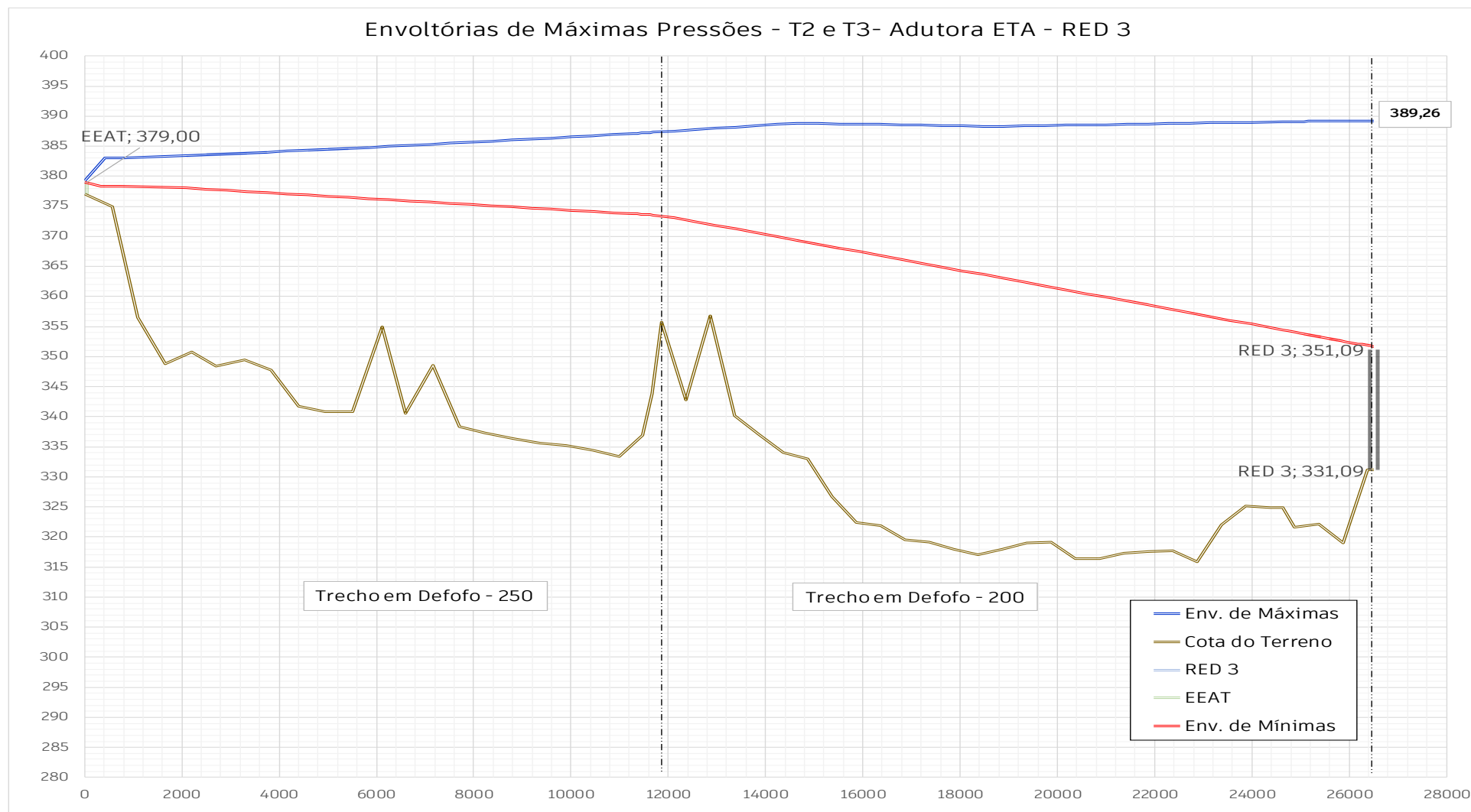
- Trecho 01 em PVC DE F°F° DN 250mm
- Extensão 11.868,31 metros.
- Trecho 02 em PVC DE F°F° DN 200mm
- Extensão 14.647,94 metros.
- Extensão total: 26.516,25 (Até o RED)
- Desnível geométrico: 24,20 m em declive

A unidade projetada previamente para esta alternativa refere-se a uma construção que abriga um sistema de bombas em paralelo que fazem o recalque. Quanto aos equipamentos, inicialmente, selecionamos, após análise do funcionamento do sistema, bomba fabricada pela KSB e pela LOWARA:

- A. Modelo LOWARA NSCE 50-160, com os seguintes dados de placa: 138 mm (rotor); velocidade: 1.750 rpm; altura manométrica máxima: 25 mca (shout off);
- B. Modelo KSB ETANORM 080 65 160, com os seguintes dados de placa: 132 mm (rotor); velocidade: 3.500 rpm; altura manométrica máxima: 32 mca (shout off);

Admitiu-se também um acréscimo de 2 mca no ponto de conexão do barrilete de sucção com o equipamento de bombeio, proveniente do valor de pressão disponível no início do sistema, reservatório existente, sendo este valor estimado.





**Figura 14. ALLIEVI Simulação do sistema com manobra controlada rápida – Fluxo por gravidade –  $Q = 15,6$  l/s.**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2022.

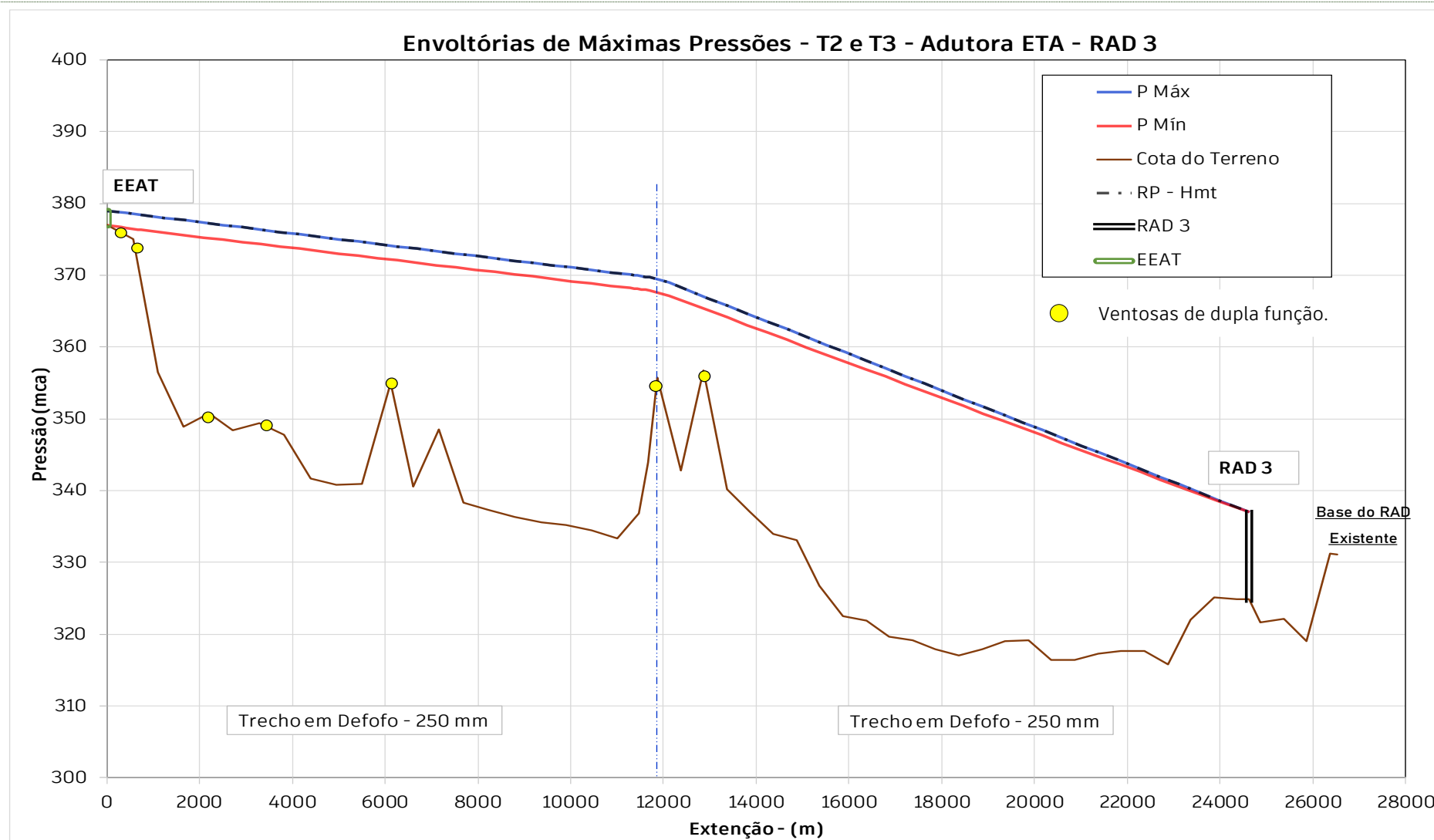
#### 4.4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados apresentados, pode-se concluir que:

- ✓ Os resultados apresentados referem-se à simulação com o sistema de bombeio inativo.
- ✓ Na quase totalidade dos sistemas não ocorrerão pressões subatmosféricas na linha de recalque, sendo que a envoltória de pressão positiva máxima é muito pouco significativa e os dispositivos instalados para atenuar as pressões negativas, apesar de simples, serão efetivos para acréscimos de pressão positivo de pequena monta.
- ✓ As depressões são significativas em partes do percurso, contudo, devido a pequena vazão prevista, o montante do volume transportado, quantidade de movimento, ocorre pequenas variações nas envoltórias de máximas pressões, dispensando-se assim a utilização de dispositivos de proteção mais sofisticados. Decorrente deste fato, optamos por indicar o uso de ventosas tríplices função, que se devidamente instaladas atenuará os efeitos das ondas de máxima e mínima pressão.
- ✓ A correta instrumentação da adutora e do barrilete de recalque tende a atenuar a ação dos transientes como a colocação de ventosas tipo non-sloam ao longo da adutora e válvula de alívio no barrilete de adução.
- ✓ Diante do baixo risco de dano ao sistema, será prevista apenas a implantação de ventosas na linha de recalque. As ventosas automáticas de duplo efeito são, também, conhecidas como ventosas de *tríplice função*. Elas são projetadas para admitir ar nos casos em que a pressão cai abaixo da pressão atmosférica e para expulsar o ar que é arrastado pela água e se concentra nos pontos elevados das tubulações.
- ✓ As *ventosas automáticas de duplo efeito* são constituídas por um corpo dividido em dois compartimentos - o principal e o auxiliar - contendo cada um, em seu interior, um flutuador esférico ou cilíndrico. Os flutuadores de aço inoxidável permitem o seu funcionamento em altas pressões sem que haja colapso. O funcionamento do flutuador é facilitado por meio de guias de seção circular.

Por fim, ressaltamos mais uma vez que devido a condição favorável de escoamento, desnível geométrico declinante, a estação elevatória funcionará similarmente a um booster, fornecendo energia ao sistema para o complemento de pressão e vazão requerida em parte

de período diário de operação. Esse sistema quando bloqueado gera pequenas variações nas envoltórias de máximas pressões, dispensando-se assim a utilização de dispositivos de proteção mais sofisticados, mecanismos de proteção efetiva para correção/atenuação destes fenômenos.



**Figura 15. Simulação do sistema com a instalação de ventosas para proteção**

Fonte: Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos Ltda., 2021.

**6 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS**

**SAA CURIMATÁ**  
**LISTA DE PEÇAS GRÁFICAS**  
**ETAPA E3 – PROJETO DAS EDIFICAÇÕES, FUNDAÇÕES E CONDUÇÃO**  
**VOL. 1: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA (T2 E T3) E RESERVATÓRIO ELEVADO 01**  
**(RAD03)**  
**PEÇAS GRÁFICAS**

TÍTULO	DESENHO	FOLHA	PADRÃO	REVISÃO
<b>ADUTORA DE ÁGUA TRATADA (T2)</b>				
PLANTA E PERFIL (TRECHO 01) – EST. 0+000 – EST. 1+100	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-01-R0	01/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 02) – EST. 1+000 – EST. 2+200	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-02-R0	02/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 03) – EST. 2+200 – EST. 3+300	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-03-R0	02/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 04) – EST. 3+300 – EST. 4+400	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-04-R0	03/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 05) – EST. 4+400 – EST. 5+500	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-05-R0	04/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 06) – EST. 5+500 – EST. 6+600	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-06-R0	05/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 07) – EST. 6+600 – EST. 7+700	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-07-R0	06/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 08) – EST. 7+700 – EST. 8+800	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-08-R0	07/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 09) – EST. 8+800 – EST. 9+900	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-09-R0	09/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 10) – EST. 9+900 – EST. 11+000	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-10-R0	10/12	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 11) – EST. 11+000 – EST. 11+868,31	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-11-R0	11/12	A1	00
DESCARGA E VENTOSA	0.102.00-2020-HID-AAT-T2-12-R0	12/12	A1	00
<b>ADUTORA DE ÁGUA TRATADA (T3)</b>				
PLANTA E PERFIL (TRECHO 01) – EST. 0+000 – EST. 1+100	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-01-R0	01/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 02) – EST. 1+000 – EST. 2+200	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-02-R0	02/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 03) – EST. 2+200 – EST. 3+300	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-03-R0	02/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 04) – EST. 3+300 – EST. 4+400	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-04-R0	03/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 05) – EST. 4+400 – EST. 5+500	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-05-R0	04/15	A1	00

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021  
Etapa E3 – Projeto das Edificações, Fundações e de Condução, Vol.1: Adutoras de Água Tratada T2 e T3 e RAD-03  
Contrato Nº 0.102.00-2020

PLANTA E PERFIL (TRECHO 06) – EST. 5+500 – EST. 6+600	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-06-R0	05/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 07) – EST. 6+600 – EST. 7+700	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-07-R0	06/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 08) – EST. 7+700 – EST. 8+800	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-08-R0	07/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 09) – EST. 8+800 – EST. 9+900	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-09-R0	09/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 10) – EST. 9+900 – EST. 11+000	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-10-R0	10/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 11) – EST. 11+000 – EST. 12+100	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-11-R0	11/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 12) – EST. 12+100 – EST. 13+200	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-12-R0	12/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 13) – EST. 13+200 – EST. 14+300	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-13-R0	13/15	A1	00
PLANTA E PERFIL (TRECHO 14) – EST. 14+300 – EST. 14+647,94	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-14-R0	14/15	A1	00
DESCARGA E VENTOSA	0.102.00-2020-HID-AAT-T3-15-R0	15/15	A1	00