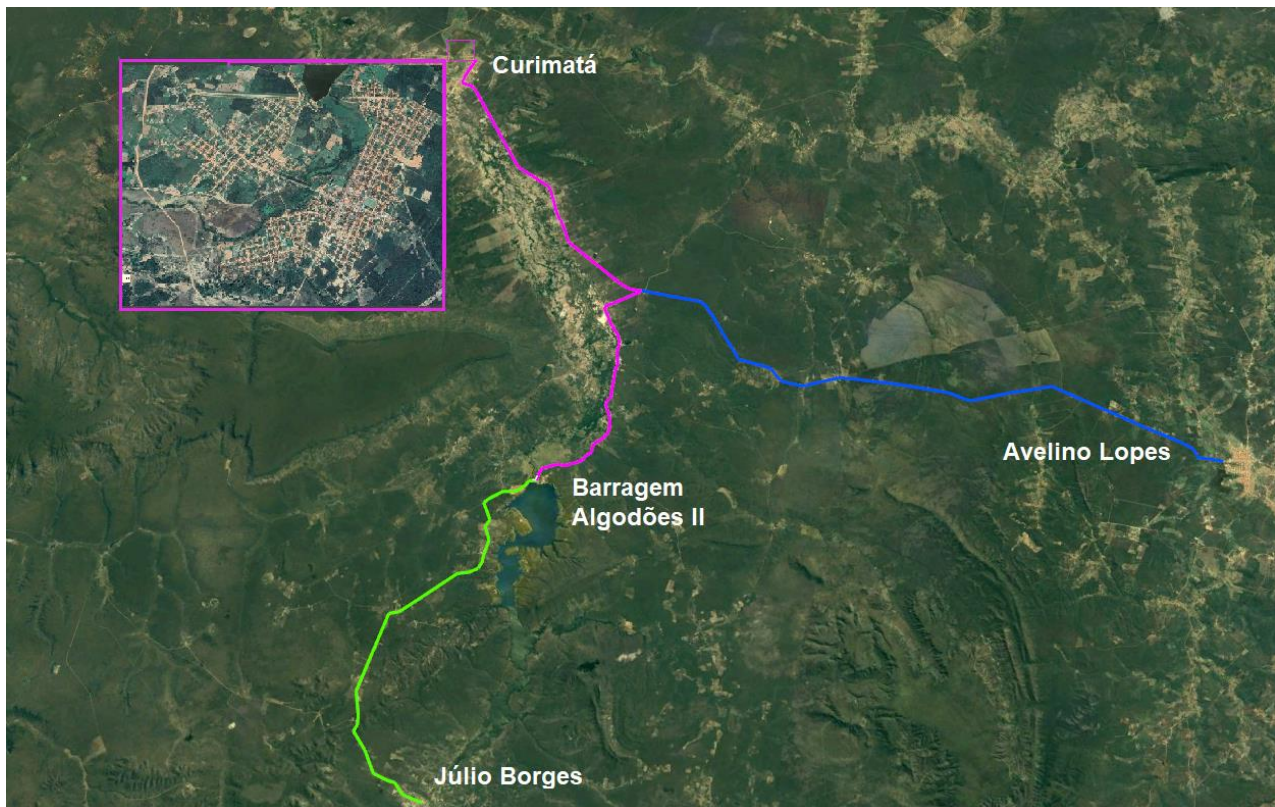


CONTRATO Nº: 0.102.00-2020
SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS LTDA.

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 E2 – DETALHAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

VOL. 2: SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (TRECHO T1)

Salvador - BA | Abril | 2022 | Revisão 00

Sanear Consultoria, Gerenciamento e Projetos SS Ltda.

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021
Etapa E2 – Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias, Vol.2: Sistema de
Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)
Contrato Nº 0.102.00-2020

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

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021
Etapa E2 – Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias, Vol.2: Sistema de
Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)
Contrato Nº 0.102.00-2020

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

1 APRESENTAÇÃO.....	6
2 INTRODUÇÃO	6
2.1 ESCOPO DO OBJETO	8
2.2 OBJETIVO	8
3 CONDICIONANTES DE PROJETO	10
3.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA E COMPONENTES DO SISTEMA.....	10
3.2 ESTUDO POPULACIONAL.....	12
3.3 ESTUDO DE DEMANDAS	13
4 ESTUDO DE MANANCIAIS	15
5 DESENVOLVIMENTO DAS ALTERNATIVAS DE PROJETO	17
5.1 ESTUDO DO DIÂMETRO ECÔNOMICO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	17
5.2 CÁLCULO PELA FÓRMULA DE BRESSE.....	17
5.3 CÁLCULO PELA FÓRMULA DE FORCHHEIMER/ABNT	17
5.3.1 Considerações Finais	18
5.4 ESTUDO DE CONCEPÇÃO E ALTERNATIVAS TÉCNICAS.....	20
5.4.1 Metodologia.....	20
5.4.2 Proposições Preliminares	20
5.5 ESTIMATIVAS DE CUSTOS DAS ALTERNATIVAS	22
5.5.1 Custo de Aquisição e Assentamento da Tubulação.....	22
5.5.2 Análise do Custo de Consumo de Energia Elétrica	25
5.6 COMPARAÇÃO E SELEÇÃO DA ALTERNATIVA DE PROJETO.....	27
6 ESTUDOS EM REGIME PERMANENTE	28
6.1 CAPTAÇÃO FLUTUANTE.....	28
6.2 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	29

6.3 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SISTEMA ELEVATÓRIO	29
6.3.1 Condições Operacionais Manancial	29
6.3.2 Estação Elevatória Flutuante.....	29
6.4 PONTO DE TRABALHO – EQUIPAMENTOS 01 E 02.....	31
7 CONSIDERAÇÃO SOBRE TRANSIENTES DE CAPTAÇÃO	36
7.1 TRECHO EEAB – CAPTAÇÃO E RESERVATÓRIO DA ETA	37
7.2 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA	39
7.2.1 Dados Básicos	40
7.2.2 Cálculo Parâmetros de Caracterização	40
7.2.3 Sobre as Válvulas de Retenção.....	41
7.2.4 Sobre as Ventosas	41
7.3 COMENTÁRIOS SOBRE O REGIME PERMANENTE	42
7.3.1 Sobre as Condições de Adução	42
7.3.2 Sobre os Dispositivos de Proteção Existentes	42
7.4 SOFTWARE – ALLIEVI.....	43
7.5 ALTERNATIVAS ESTUDADAS.....	44
7.5.1 Situação Inicial – Caracterização das Máximas	44
7.6 CONDIÇÕES OPERACIONAIS.....	48
7.7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	48
7.8 BOMBA 01 – KSB MEGACPK 125-80-250	50
7.9 BOMBA 02 – LOWARA NSCS 50-200	51
8 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS	52

1 APRESENTAÇÃO

Trata o presente documento do Vol. 2: Sistema de Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1) da Etapa E2: Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias 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 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

2.1 ESCOPO DO OBJETO

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.

2.2 OBJETIVO

Com base em estudos anteriores, a CODEVASF definiu uma concepção básica para a implantação do Sistema Adutor Algodões II, que envolverá desde a unidade de captação e adução de água bruta, estação de tratamento de água, reservação, estações elevatórias até a adução de água tratada para abastecimento da sede do município de Curimatá.

Atendendo às exigências do TR – subitem 5.3 -, o objetivo principal deste documento é apresentar o estudo de concepção e projeto básico necessários para detalhamento o sistema de captação e adução de água bruta.

De acordo com os termos de referência do edital, conforme já descrito, este documento integra a segunda etapa deste trabalho, contemplando os estudos hidráulicos e a concepção das alternativas técnicas para a implantação das unidades do sistema de abastecimento de água. Após a apreciação deste relatório pela CODEVASF será desenvolvida a terceira etapa do trabalho, que englobará o projeto executivo das intervenções propostas.

Neste relatório estão apresentados os seguintes estudos:

- Apresentação e validação das condicionantes de projeto;
- Estudo de mananciais;
- Concepção das alternativas técnicas;
- Estimativa de custos das alternativas técnicas.

3 CONDICIONANTES DE PROJETO

Apresenta-se nesta seção um resumo do Relatório de Estudos Básicos (Etapa 02 – Vol. 1), com a síntese dos estudos de população e de demanda de água.

3.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA E COMPONENTES DO SISTEMA

A implantação do Sistema Adutor Algodões II emerge como uma eventual estrutura de engenharia com caráter de ineditismo. Os benefícios na melhora de distribuição de água devem atingir cerca de 30.000 habitantes distribuídos em sete localidades.

O trecho T3 da adutora de água tratada, tem em sua zona de influência três localidades, incluindo a sede do município de Curimatá e as áreas de Delícia e Curralinho. O trecho T2, além de atender às localidades citadas anteriormente, beneficiará também o município de Avelino Lopes e as áreas de Alto Alegre e Lagoa Grande. Já do trecho T1, correspondente a adutora de água bruta, partirá tubulação para atender ao município de Júlio Borges.

Deverão ser observados ganhos municipais nas áreas de economia, tributos, sustentabilidade econômica, planejamento urbano, meio ambiente, recursos hídricos e saneamento básico. Além do incremento de mecanismos de fiscalização e controle dos serviços prestados pela própria CODEVASF, agências reguladoras serão beneficiadas com essa modernização da distribuição de água.

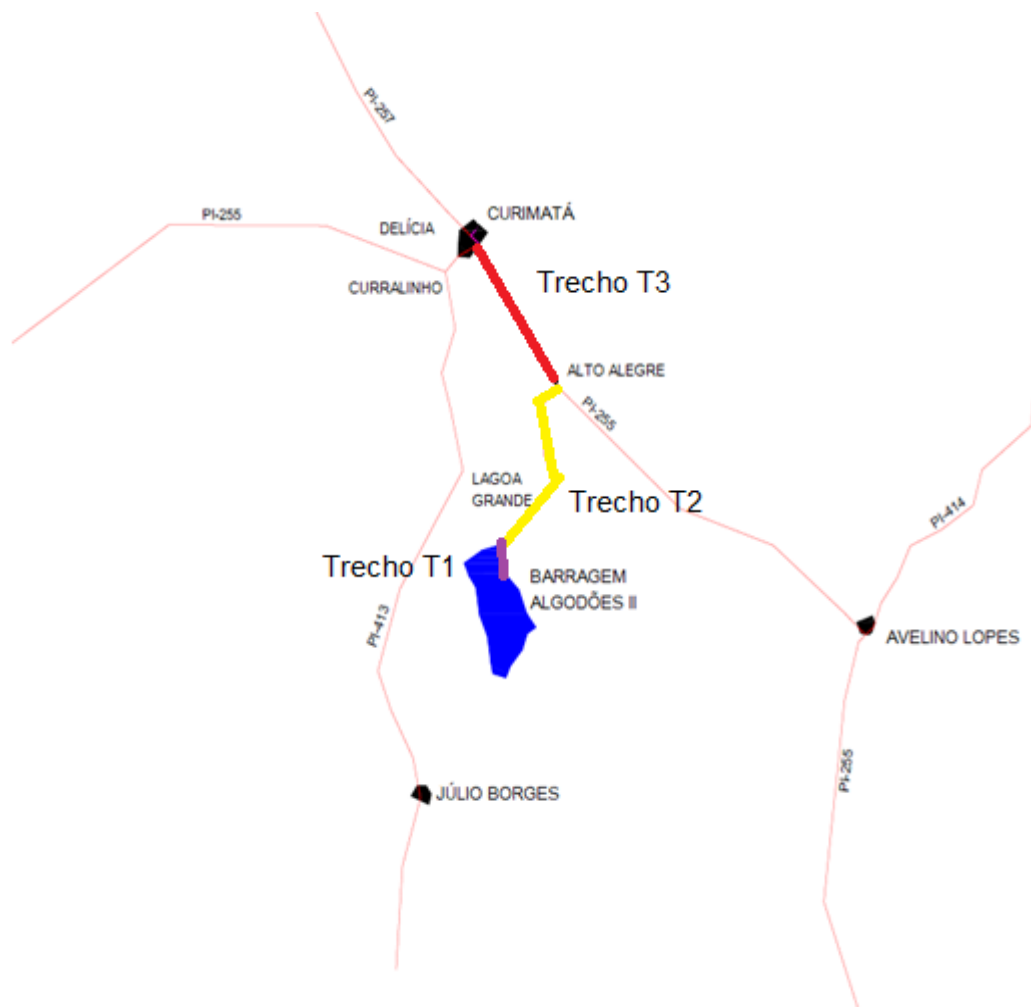


Figura 1. Áreas de Abrangência do Sistema Adutor Algodões II

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Quadro 1. Componentes do Sistema Adutor Algodões II

Áreas de Abrangência			
Localidades Atendidas	Adutora T1	Adutora T2	Adutora T3
	Curimatá	Curimatá	Curimatá
	Delícia	Delícia	Delícia
	Curralinho	Curralinho	Curralinho
	Alto Alegre	Alto Alegre	-
	Avelino Lopes	Avelino Lopes	-
	Lagoa Grande	Lagoa Grande	-
	Júlio Borges	-	-

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

3.2 ESTUDO POPULACIONAL

Tendo em vista a área de abrangência do projeto, o estudo populacional apresenta como resultado a projeção da população urbana (residente dos distritos-sede) para os anos entre 2020 e 2050, início e final de plano respectivamente, dos municípios de Curimatá, Avelino Lopes e Júlio Borges.

Tabela 1. Síntese da Projeção Populacional – Área de abrangência

LOCAL	TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL (%) ⁽¹⁾	POPULAÇÃO (hab.)		
		Início (2020) ⁽²⁾	Intermediária (2035)	Final (2040)
Curimatá	1,42	7.518	9.289	11.477
Avelino Lopes	1,13	6.973	8.254	9.771
Júlio Borges	1,50	1.702	2.127	2.658
TOTAL	-	16.193	19.670	23.907

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Notas:

- (1) Taxa de crescimento anual, em %, resultante do cálculo da evolução da população urbana para o método logaritmo;
- (2) Valores extraídos do IBGE, para o ano 2020.

3.3 ESTUDO DE DEMANDAS

A Tabela 2 apresenta os resultados referentes ao cálculo das vazões do sistema para as condições de início e final de plano, considerando as populações de projeto determinadas na subseção anterior.

Tabela 2. Síntese do Estudo de Demandas – Área de abrangência

Trecho Adutora	CONSUMO PER CAPITA (L/hab.dia)	VAZÃO TOTAL (L/s)	
		Início (2020)	Final (2040)
Adutora T3	150	19,58	29,89
Adutora T2		37,74	55,33
Adutora T1		42,17	62,26

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

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

- Tendo em vista que no presente sistema de abastecimento de água prevê-se a adoção de reservatórios de distribuição que servirão de volantes às variações horárias e diárias de consumo, a adutora deve ser dimensionada para atender à vazão média anual, a partir da seguinte fórmula:

$$Q = (q * P) / (3600 * B), \text{ em litros/segundo.}$$

Em que:

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

P = população a ser abastecida;

B = número de horas de funcionamento por dia;

- Para o presente caso de localidades de porte pequeno, com faixa da população variando entre 10.000 – 50.000 habitantes, o valor de referência para o consumo per capita é entre 110 e 180 litros/hab.dia. Portanto, adotou-se o valor de 150 litros/hab.dia para o parâmetro;

- Para o presente caso de adução intermitente, o número de horas de funcionamento do sistema adotado é de 16 horas por dia.

A vazão para determinação do diâmetro da tubulação de recalque, apresentada na Tabela 2, corresponde a um acréscimo de 50% em relação a vazão em regime de adução contínua.

Foi aplicado um fator de correção, visto a necessidade de garantia da flexibilidade na operação, através da redução do período de funcionamento diário do sistema. Desta forma, caso seja necessária a parada do sistema de bombeamento, por motivos de manutenção e/ou outros, o volume de água transportado não seria comprometido. Nestas condições, o sistema elevatório poderá funcionar apenas durante 16 horas/dia, ao invés de 24 horas.

Ademais, a operação em regime intermitente evita que o sistema de recalque opere no horário de ponta do consumo de energia elétrica, consumindo energia com tarifa elevada e onerando a operação do sistema.

4 ESTUDO DE MANANCIAIS

A captação de água para abastecimento das cidades que compõe o Sistema Adutor Algodões II será realizada diretamente no lago do reservatório Algodões II. Dessa forma, será adotada captação flutuante, pois é tradicionalmente aplicada nesse caso, considerando as garantias de captação, mesmo em situações de níveis mínimos que este arranjo ofereça.

Definiu-se a região do lago junto à parede da barragem como local ideal para captação, pois, de acordo com a visita feita a área do projeto, este local tem fácil acesso e, também, possibilita profundidade segura para a realização da captação por flutuante (Figura 2).



Figura 2: Vista ao local da captação no lago da Barragem Algodões II

Fonte: Codevasf, 2021.

A barragem fica situada próximo à rodovia PI-413, como pode-se ver em imagem de satélite, mostrada na Figura 3.



Figura 3: Imagem de Satélite da Barragem Algodões II

Fonte: Google maps®, 2021.

5 DESENVOLVIMENTO DAS ALTERNATIVAS DE PROJETO

5.1 ESTUDO DO DIÂMETRO ECÔNOMICO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

A primeira análise referente ao diâmetro da adutora foi feita com base no critério do custo total mínimo. Para tanto, foram utilizadas algumas fórmulas desenvolvidas, sendo que, provavelmente, a mais difundida seja a de Bresse. Além desta, foram utilizadas as metodologias desenvolvidas por Forchheimer e pela ABNT, conforme descrito a seguir:

5.2 CÁLCULO PELA FÓRMULA DE BRESSE

Para cálculo do diâmetro econômico do trecho 01 da adutora de Curimatá, pela fórmula de Bresse, fez-se uso da seguinte equação:

$$\Theta = K \cdot Q^{0,5}, \text{ em que:}$$

Θ = diâmetro da tubulação de recalque, em metros;

Q = vazão, em m³/s;

K = constante que depende, basicamente, da relação de custos da unidade de potência para o conjunto elevatório, incluindo unidades de reserva, conservação e custeio, e da unidade de comprimento da tubulação. Em geral, seu valor está entre 0,7 e 1,3.

Adotando $K = 1,0$ e com base nos valores de vazão expressos na Tabela 3, tem-se que:

$\Theta_i = 0,205 \text{ m}$ e $\Theta_f = 0,250 \text{ m}$.

5.3 CÁLCULO PELA FÓRMULA DE FORCHHEIMER/ABNT

Quando o funcionamento da instalação de recalque não é contínuo, o diâmetro econômico pode ser calculado pela fórmula de Forchheimer ou pela fórmula da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

- Forchheimer

Para cálculo do diâmetro econômico do trecho 01 da adutora de Curimatá, pela fórmula de Forchheimer, fez-se uso da seguinte equação:

$$\Theta = 1,46 \cdot X^{0,25} \cdot Q^{0,5}, \text{ em que:}$$

Θ = diâmetro da tubulação de recalque, em metros;

Q = vazão, em m³/s;

X = número de horas de trabalho da instalação por ano dividido por 8760;

Considerando o regime de funcionamento igual a 16 horas/dia, conforme já descrito na seção 3.3, e com base nos valores de vazão expressos na Tabela 3, tem-se que:

- Número de horas de funcionamento por ano = 5760 horas;
- $X = 0,66$;
- **$\Theta_i = 0,270 \text{ m}$ e $\Theta_f = 0,362 \text{ m}$.**

○ ABNT

Para cálculo do diâmetro econômico do trecho 01 da adutora de Curimatá, pela fórmula da ABNT, fez-se uso da seguinte equação:

$$\Theta = 1,3 \cdot T^{0,25} \cdot Q^{0,5}, \text{ em que:}$$

Θ = diâmetro da tubulação de recalque, em metros;

Q = vazão, em m³/s;

T = número de horas de trabalho da instalação por dia dividido por 24;

Considerando o regime de funcionamento igual a 16 horas/dia, conforme já descrito na seção 3.3, e com base nos valores de vazão expressos na Tabela 3, tem-se que:

$\Theta_i = 0,301 \text{ m}$ e $\Theta_f = 0,293 \text{ m}$.

5.3.1 Considerações Finais

Tendo em vista os resultados para final de plano, tem-se que existem três alternativas de diâmetro da tubulação da adutora: 250, 300 e 350mm, sendo que o diâmetro médio da adutora é de **0,301m**.

Assim, conclui-se que a escolha pelo uso de tubulação de 300 mm é consistente. Contudo, para tornar mais completo e confirmarmos a hipótese de que esta escolha é a mais

econômica considerando a operação os investimentos e a operação do sistema desenvolvemos os estudos que estão demonstrados nas subseções a seguir.

5.4 ESTUDO DE CONCEPÇÃO E ALTERNATIVAS TÉCNICAS

5.4.1 Metodologia

A metodologia utilizada fundamenta-se em práticas consagradas para avaliação do desempenho energético em SAA, especialmente para a análise de estações elevatórias de água.

Apresentam-se a seguir, especialmente em tabelas, indicadores de desempenho energético para avaliar a eficiência energética da Captação do SAA, com a utilização de relações entre os parâmetros de potência e consumo dos equipamentos dimensionados.

Foram utilizados os softwares EPANET 2.0 e ALLIEVI para realizar as simulações hidráulicas do sistema projetado o comparativo com as alternativas propostas.

5.4.2 Proposições Preliminares

Com base em estudos anteriores a Sanear definiu uma concepção básica para a Estação Elevatória a ser instalada em captação flutuante integrante do SIAA de Curimatá, que envolverá a implantação de conjunto elevatório, com 02 conjuntos moto bombas, cada um deles com capacidade para escoamento da metade da vazão.

A seguir apresenta-se o croqui do sistema de recalque da captação e os dados básicos de entrada para o estudo de alternativas técnicas, considerando:

- Alternativa 01: DN 250;
- Alternativa 02: DN300;
- Alternativa 02: DN350;

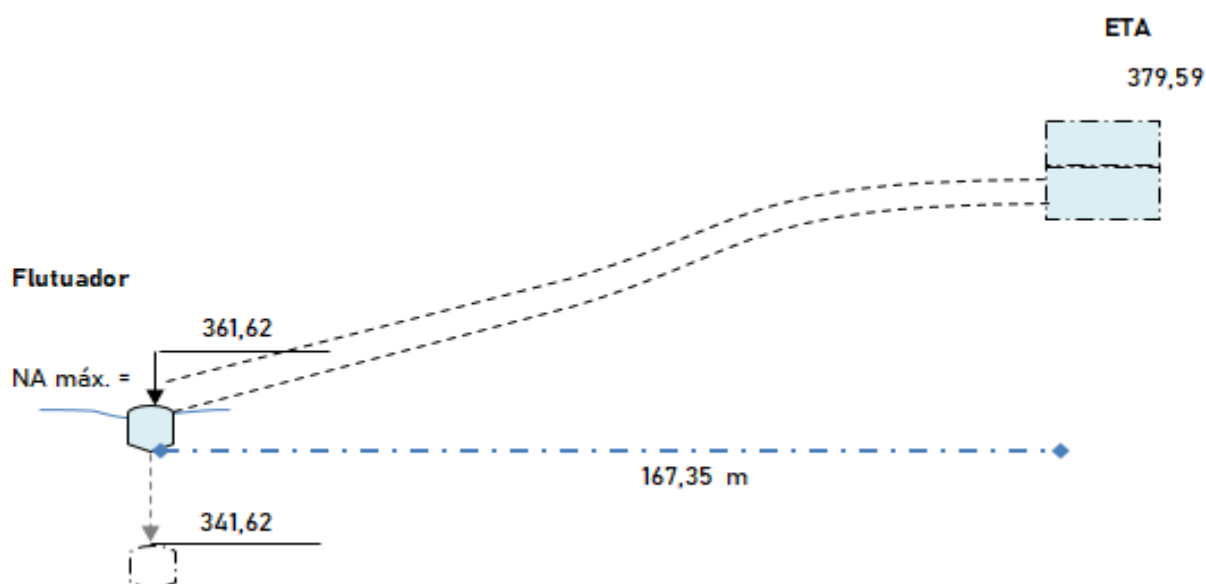
Tabela 3. Dados Básicos do Sistema de Recalque - Captação

ITEM	PARÂMETROS	VALOR	UNIDADE
1	CT no Flutuador (mínima)	341,62	m
2	Cota da tubulação na chegada na ETE	379,59	m
3	Desnível Geométrico	37,97	m
4	Desnível Geométrico + Topo Reservatório	46,97	m
5	Extensão da Tubulação de Recalque	167,35	m
6	Diâmetro da Tubulação de Recalque (Interno)	0,256 (Alt. 01)	m
		0,306 (Alt. 02)	m
		0,358 (Alt. 03)	m
7	Material da Tubulação	PVC DEFºFº	-

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Notas:

- (1) Os valores correspondentes a cotas (início e fim) e extensão da tubulação de recalque foram extraídas a partir de dados do levantamento topográfico realizado.
- (2) Foi considerado que o reservatório possui altura de 09 metros (item 4);

**Figura 4. Croqui do sistema de recalque – Captação**

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

5.5 ESTIMATIVAS DE CUSTOS DAS ALTERNATIVAS

O estudo de alternativas apresentado nesta seção tem como propósito indicar a solução de engenharia de melhor performance considerando o investimento, obras e serviços para a implantação, e funcionalidade e posteriores custos com a manutenção e operação durante o horizonte de projeto.

5.5.1 Custo de Aquisição e Assentamento da Tubulação

A seguir, apresentam-se as alternativas de diâmetro verificadas para o trecho T1 da adutora, correspondente a condução de água bruta, com indicação dos custos de aquisição e de assentamento das tubulações, segundo tabela de preços 2021 da Embasa e do SINAPI.

De modo geral, verificou-se que quanto maior o diâmetro, maior o custo de aquisição e dos serviços de assentamento.

Tabela 4. Valores de Aquisição da Tubulação

ALT.	DIÂMETRO TUB.	MATERIAL TUB.	EXTENSÃO TUB.	CUSTO POR METRO	CUSTO TOTAL	TOTAL C/ BDI
				Tabela Embasa		16%
	(mm)		(m)	R\$/m	R\$	(R\$)
A	250	PVC DeFoFo	167,35	230,15	38.515,60	44.678,10
B	300	PVC DeFoFo	167,35	314,88	52.695,17	61.136,39
C	350	PVC DeFoFo	167,35	359,50	60.162,33	69.788,30

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Notas:

- (1) Os respectivos códigos extraídos da Tabela Embasa 2021 para 'TUBO PVCDEF°F° PONTA E BOLSA C/ JUNTA ELÁSTICA' são: M020200013, M020200017, M020200018.

Projeto Executivo do Sistema Adutor Algodões II, Município de Curimatá/PI – Codevasf 2021
 Etapa E2 – Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias, Vol.2: Sistema de
 Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)
 Contrato Nº 0.102.00-2020

Tabela 5. Valores de Assentamento da Tubulação

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	ALTERNATIVAS DE DIÂMETRO (mm)			
			UNIDADE	250	300	350
1	90.082	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5M EM SOLO DE 1ª CAT.				
		P. Unitário	R\$/m³		R\$9,30	
		Volume	m³	86,60	90,37	94,13
		Preço Total	R\$	805,41	840,43	875,45
2	93.369	REATERRO MECANIZADO DE VALA EM SOLO DE 1ª CATEGORIA				
		P. Unitário	R\$/m³		R\$10,27	
		Volume	m³	86,60	90,37	94,13
		Preço Total	R\$	889,42	928,09	966,76
3		ASSENTAMENTO DE TUBO PVC DEFºFº P/ REDE DE ÁGUA				
3.1	97136 (250)	P. Unitário	R\$/m³	R\$6,67	R\$7,92	R\$9,16
3.2	97137 (300)	Extensão	m³	167,35	167,35	167,35
3.3	97138 (350)	Preço Total	R\$	1.116,22	1.325,41	1.532,93
4	94.327	ATERRO MECANIZADO DE VALA - COM AREIA P/ ATERRO				
		P. Unitário	R\$/m³		R\$112,29	
		Volume	m³	36,90	43,11	49,36
		Preço Total	R\$	4.143,61	4.840,53	5.542,86
5	100.994	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE MATERIAIS INSERVÍVEIS				
		P. Unitário	R\$/m³		R\$3,44	
		Volume	m³	40,59	47,42	54,30
		Preço Total	R\$	139,63	163,12	186,79
6	100.951	TRANSPORTE COM CAMINHÃO				
		P. Unitário - p/ (km)	45		R\$2,19	
		Volume x km	km x m³	2.009,26	2.347,20	2.687,76
		Preço Total	R\$	4.400,28	5.140,37	5.886,20

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

Etapa E2 – Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias, Vol.2: Sistema de Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)

Contrato Nº 0.102.00-2020

7	TOTAL	11.494,58	13.237,95	14.990,98
	TOTAL C/ BDI	14.713,07	16.944,58	19.188,45
	PREÇO MÉDIO POR METRO	87,92	101,25	114,66

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Notas:

- (1) Os respectivos códigos foram extraídos do SINAPI 2021.
- (2) O BDI adotado é igual a 28%.

Tabela 6. Tabela Resumo – Aquisição e Assentamento da Tubulação

ALT.	DIÂMETRO TUB.	MATERIAL TUB.	CUSTO POR METRO C/ BDI	CUSTO TOTAL C/BDI	CUSTO ASSENT. C/DBI	TOTAL
			(Embasa)		(Sinapi)	
	(mm)		(R\$/m)	(R\$)	(R\$)	(R\$)
A	250	PVC DeFoFo	266,97	44.678,10	14.713,07	59.391,16
B	300	PVC DeFoFo	365,26	61.126,39	16.944,58	78.070,98
C	350	PVC DeFoFo	417,02	69.788,30	19.188,45	88.976,75

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

5.5.2 Análise do Custo de Consumo de Energia Elétrica

Por definição básica, uma instalação de saneamento que tenha como objetivo operar com o máximo de eficiência energética é aquela que garante um consumo mínimo de energia segundo a real necessidade de vazão/pressão de água.

Para conseguir isso, é necessária a utilização equipamentos de elevado rendimento, e em muitos casos, a utilização de inversores de frequência para variar a velocidade de funcionamento das bombas e ajustar a vazão a demanda do sistema.

Para o cálculo das despesas com energia elétrica, considerando a operação de uma estação elevatória, fez-se inicialmente a determinação da potência que seria consumida pela instalação (Tabela 7) para as diferentes alternativas de diâmetro.

As despesas com energia elétrica da estação elevatória prevista foram calculadas considerando os parâmetros elencados abaixo:

- Rendimento médio dos grupos: 75%;
- Tarifa de energia elétrica – Consumo: 0,284 R\$/KWh;

Tabela 7. Despesa com Energia Elétrica da Elevatória – Alternativa 01 (DN250)

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
Altura geométrica	m	47,99
Comprimento da tubulação	m	167,35
Diâmetro atribuído (interno)	mm	256
Vazão requerida	m ³ /h	224,14
	l/s	62,26
EQUIPAMENTO		
Potência requerida	kw	39,88
	CV	54,18
VALORES CONSUMO		
Consumo Anual	kw.h	232.879,13
Consumo – Horizonte de projeto (20 anos)	kw.h	4.657.582,55
Valor Médio kw.h - Tarifa HoroVerde FP	R\$/kw.h	0,28
Valor Anual	R\$	65.206,16
Valor – Horizonte de projeto (20 anos)}	R\$	1.304.123,11

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Etapa E2 – Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias, Vol.2: Sistema de Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)

Contrato Nº 0.102.00-2020

Tabela 8. Despesa com Energia Elétrica da Elevatória – Alternativa 02 (DN300)

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
Altura geométrica	m	46,44
Comprimento da tubulação	m	167,35
Diâmetro atribuído (interno)	mm	307
Vazão requerida	m3/h	224,14
	l/s	62,26
EQUIPAMENTO		
Potência requerida	kw	38,92
	CV	52,88
VALORES CONSUMO		
Consumo Anual	kw.h	227.304,86
Consumo – Horizonte de projeto (20 anos)	kw.h	4.546.097,26
Valor Médio kw.h - Tarifa HoroVerde FP	R\$/kw.h	0,28
Valor Anual	R\$	63.645,36
Valor – Horizonte de projeto (20 anos))	R\$	1272.907,23

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Tabela 9. Despesa com Energia Elétrica da Elevatória – Alternativa 03 (DN350)

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
Altura geométrica	m	47,32
Comprimento da tubulação	m	167,35
Diâmetro atribuído (interno)	mm	358
Vazão requerida	m3/h	224,14
	l/s	62,26
EQUIPAMENTO		
Potência requerida	kw	39,51
	CV	53,69
VALORES CONSUMO		
Consumo Anual	kw.h	230.756,23
Consumo – Horizonte de projeto (20 anos)	kw.h	4.615.124,69
Valor Médio kw.h - Tarifa HoroVerde FP	R\$/kw.h	0,28
Valor Anual	R\$	64.611,75
Valor – Horizonte de projeto (20 anos))	R\$	1.292.234,91

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

5.6 COMPARAÇÃO E SELEÇÃO DA ALTERNATIVA DE PROJETO

Apresentamos a seguir comparativo consolidando os todos os custos estimados. Concluimos que devido à proximidade dos valores finais, horizonte de projeto de 20 anos, todas as alternativas são consistentes. A seguir as tabelas com os valores consolidados das alternativas.

Tabela 10. Tabela Resumo Geral

ALT.	DIÂMETRO TUB.	CUSTO POR METRO C/ BDI	CUSTO TOTAL C/BDI	DESPESA ENERGIA	CUSTO ASSENT. C/DBI	TOTAL
	(mm)	(R\$/m)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)
A	250	266,97	44.678,10	1.304.123,11	14.713,07	1.363.514,28
B	300	365,26	61.126,39	1.272.907,23	16.944,58	1.350.978,21
C	350	417,02	69.788,30	1.292.234,91	19.188,45	1.381.211,66

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

A equipe da Sanear entende que a **Alternativa 02 (DN300)** como a mais adequada quanto ao resultado do investimento.

6 ESTUDOS EM REGIME PERMANENTE

O objetivo principal deste trabalho é realizar os estudos hidráulicos e o projeto executivo que permitirão a implantação dos conjuntos de recalque, que possibilitarão a adução da vazão de recalque da estação elevatória no flutuante com flexibilização da vazão recalçada, mediante a observação do horário de ponta, custo elevado e das demandas ao longo do horizonte de projeto.

6.1 CAPTAÇÃO FLUTUANTE

A captação flutuante capta a água do manancial e a encaminha até a ETA. Ela se adapta às grandes variações de níveis e dispensa a execução de obras, tais como: canais de alimentação, poços de tomada e abrigos de proteção e bases dos conjuntos elevatórios. Apresenta menor custo de implantação, operação e manutenção.

As Estações Flutuantes de Captação de Água Bruta foram concebidas para fornecer soluções para captação de água em rios, lagos e barragens, principalmente nos mananciais que possam apresentar grandes variações de níveis, como ocorrido em função da crise hídrica vivida no país.

Como as bombas trabalham instaladas em flutuante, não exigem válvula pé e conexões em sua sucção, eliminando assim possíveis falhas ou danos ao equipamento, pois a partida é efetuada de forma imediata, não havendo a necessidade de escorvamento.

Quando comparada ao conceito de captação de água bruta por bombas anfíbias, por exemplo, as Estações Flutuantes de Captação de Água Bruta possuem diversas vantagens aos usuários, como: menor custo de aquisição, menor custo de operação, maior facilidade de manutenção. Como a bomba funciona afogada, o acesso ao conjunto girante pode ser feito na superfície do flutuante, facilitando a limpeza em caso de um eventual entupimento.

6.2 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A partir do pré-dimensionamento do sistema foi possível demonstrar que é possível definir equipamentos para rendimento padrão de 75% e proporcional a vazão média de 28 a 42 l/s, por equipamento, e HMT médio de 48 mca. O motor proposto é de 31 CV.

Entende-se que uma opção possível é a implantação de inversores de frequência, contudo, os aumentos de rendimento seriam incrementais, especialmente no consumo de energia, devido a possibilidade de estabelecimento de adução contínua dos equipamentos em períodos fora da ponta, utilizando a capacidade de reserva da ETA para amortecer as oscilações de demanda. Nestas condições, a utilização de inversor de frequência permite uma “leve” economia de energia elétrica, que não justifica o investimento e implantação.

6.3 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SISTEMA ELEVATÓRIO

6.3.1 Condições Operacionais Manancial

Estação Elevatória com bombas de eixo horizontal vertical, implantadas em módulos flutuantes, com captação direta no lago da Barragem de Algodões.

- N.A. mínimo operacional: 341,62 m;
- N.A. máximo normal: 361,62 m.

Adutora por Recalque - Trecho entre a Flutuante e ETA

Extensão Total: 167,35m

- Trecho 1: D= 300mm, L= 60m, tubulação flexível PEAD;
- Trecho 2: D= 300mm, L= 107,35m, tubulação PVC DEF°F°.

6.3.2 Estação Elevatória Flutuante

Dados dos conjuntos:

- Nº de conjuntos: 2
- Velocidade de rotação: 2.900 rpm;

Dados das bombas:

- Fabricantes: LOWARA e KSB
- Modelos: LOWARA NSCS 50-200
KSB MEGACPK 080-050-200

Tabela 11. Potência dos motores – EE Modelo Bomba 01

MODELO BOMBA	KSB 080-050-200		NI	NS
Vazão por bomba (m³/s):	2	unid.	0,052	0,076
Altura manométrica para vazão máx. (m)			58,00	48,00
Rendimento (%):			75,00	75,00
Potência máxima consumida (kw):			16,31	13,90
Potência máxima consumida (cv):			27,70	23,61
Potência do motor (cv):			31	25
Potência total instalada (cv):			62	

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Notas:

- (1) NI = Nível inferior;
- (2) NS = Nível superior;
- (3) Dados do motor: WEG ou similar com potência nominal igual a 80 – 2 x 40 cv.

Tabela 12. Potência dos motores – EE Modelo Bomba 02

MODELO BOMBA	LOWARA NSCS 50-200		NI	NS
Vazão por bomba (m³/s):	2	unid.	0,057	0,079
Altura manométrica para vazão máx. (m)			56,00	48,00
Rendimento (%):			77,40	77,40
Potência máxima consumida (kw):			17,32	14,00
Potência máxima consumida (cv):			29,42	23,78
Potência do motor (cv):			34	26
Potência total instalada (cv):			68	

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Notas:

- (1) NI = Nível inferior;
- (2) NS = Nível superior;
- (3) Dados do motor: WEG ou similar com potência nominal igual a 80 – 2 x 40 cv.

6.4 PONTO DE TRABALHO – EQUIPAMENTOS 01 E 02

Tabela 13. Parâmetros de entrada

DADOS BÁSICOS			
Vazão de Dimensionamento:	224,14	m³/h	Dados Codevasf
	0,0623	m³/s	
	62,26	l/s	
N.A. na Captação	1ª etapa		
(m)			
Mínimo	0,00		
Máximo	20,00		
Adutora			
Cota Captação - superior	361,62		
Cota Captação - inferior	341,62		
Cota do Terreno Final:	379,59		
Obstrução na Linha	0,00		
Energia Final - Res:	9,00	46,97	m
		26,97	m
Extensão Total da Adutora (m):	167		m
Diâmetro Interno da Tub. de Recalque (m):	0,306		
Rugosidade Interna (m):	0,00120		PVC
Viscosidade Cinemática (m²/s):	0,000001		
Desnível Geométrico			
(m)			
Máximo	26,97		
Mínimo	46,97		

DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO DO BARRILETE

Número de Bombas em Paralelo:	1	ou	2
Vazão máxima total (m³/s):	0,06226		
Vazão máxima por bomba (m³/s):	0,06226		

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Tabela 14. Cálculo das perdas de carga localizadas

SINGULARIDADES	DIÂMETRO	NÚMERO	K	D. Cálculo	nK/(2gA ²)
	(mm)	(un.)		(m)	
Barrilete individual de Sucção					
Crivo Flageado	300	1	0,75	0,30	7,66
Curva 90° com Flanges	300	1	0,40	0,30	4,08
Redução Excêntrica	300x100	1	0,15	0,10	124,07
Total					135,81
Barrilete Individual de recalque					
Redução Concentrica	100X300	1	0,15	0,10	124,07
Curva 90° com Flanges	300	2	0,40	0,30	8,17
Válvula de Gaveta	300	3	0,20	0,30	6,13
Tê com Flanges	300	2	1,80	0,30	36,76
Junta de desmontagem	300	2	0,04	0,30	0,82
Curva 45° com flanges	300	1	0,20	0,30	2,04
Junção 45° com flange	300	1	1,00	0,30	10,21
Total					188,19
Barrilete Principal de Recalque					
Curva 22° com Flanges	300	1	0,40	0,30	4,08
Válvula de Gaveta	300	1	0,20	0,30	2,04
Válvula Antecipadora de Onda	300	1	2,50	0,30	25,53
Tê passagem direta	300	2	0,60	0,30	12,25
Válvula de Retenção	300	1	2,50	0,30	25,53
Junta de desmontagem	300	3	0,04	0,30	1,23
Válvula Borboleta	300	1	0,30	0,30	3,06
Medidor de Vazão	300	1	2,50	0,30	25,53
Total					99,25

Expressões para cálculo da perda de carga localizada:

1 Bomba operando:	423,2565	Q ²
2 Bombas operando:	180,2542	Q ²

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Tabela 15. Verificação do NPSH requerido

PARÂMETROS	VALOR	OBS.
Vazão total máxima (m³/s):	0,0623	
Vazão máxima por bomba (m³/s):	0,0311	
Perda de Carga na sucção (m.c.a.):	1,6407	
N.A. mínimo no poço (m):	-	
Cota do Eixo da Bomba (m):	0,50	
NPSH disponível mínimo (m.c.a.):	7,759	
NPSH requerido máximo (m.c.a.):	2,483	(Thoma)

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

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Tabela 16. Potência máxima consumida por bomba e potência do motor

EE Alternativa 01:	KSB ETANORM 080 50 200		NI	NS
Vazão por bomba (m3/s):	2	unid	0,052	0,076
Altura manométrica para vazão max. (m)			48,00	28,00
Rendimento (%) :			75,00	75,00
Potência máxima consumida (kw) :			16,31	13,90
Potência máxima consumida (cv) :			27,70	23,61
Potência do motor (cv):			31,00	25,00
Potência total instalada (cv):				62,00

EE Alternativa 02:	LOWARA NSCS 50-200 R185		NI	NS
Vazão por bomba (m3/s):	2	unid	0,057	0,079
Altura manométrica para vazão max. (m)			48,00	28,00
Rendimento (%) :			77,40	77,40
Potência máxima consumida (kw) :			17,32	14,00
Potência máxima consumida (cv) :			29,42	23,78
Potência do motor (cv):			34,00	26,00
Potência total instalada (cv):				68,00

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

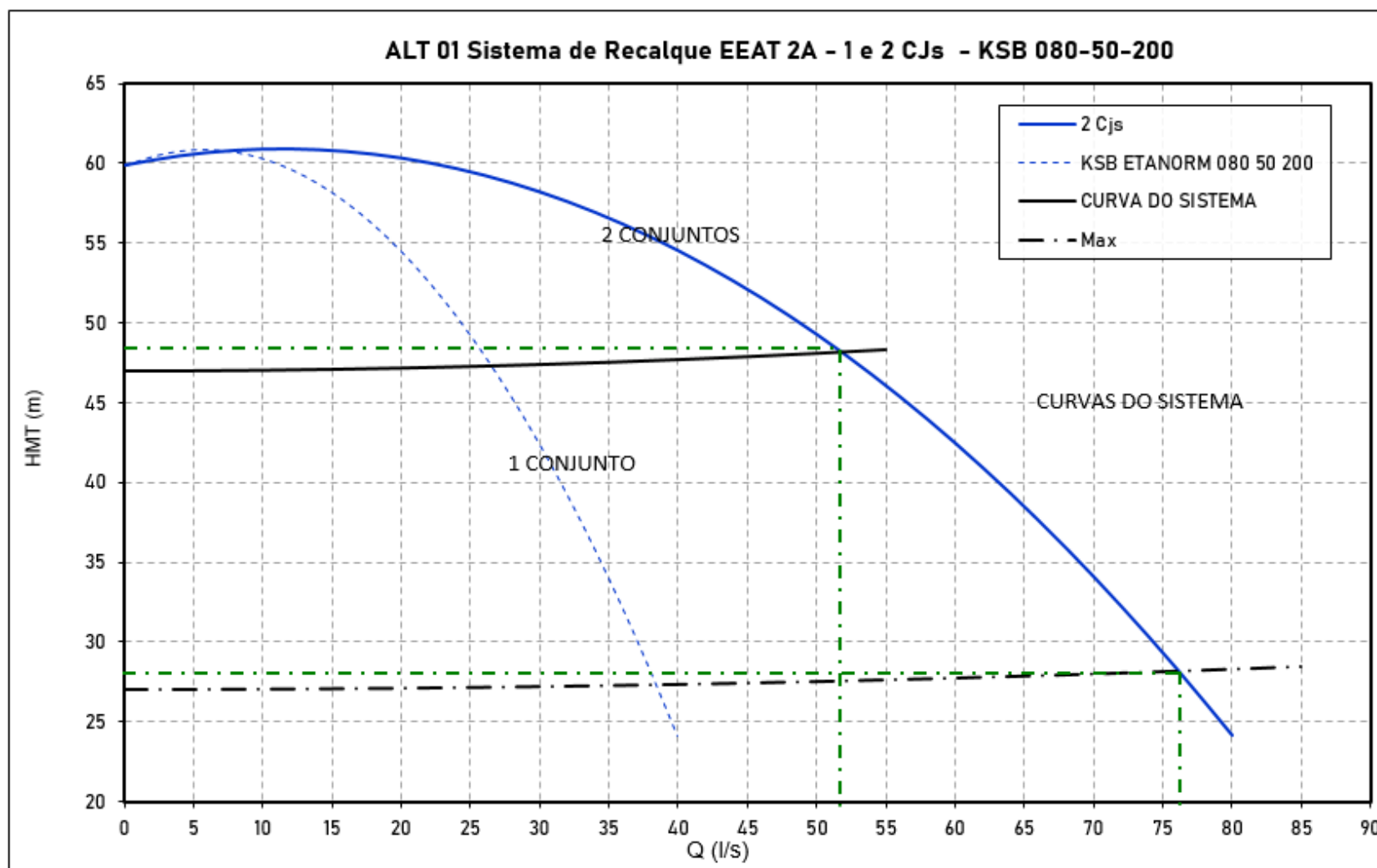


Figura 5. Curva da bomba 01 x curva do sistema

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

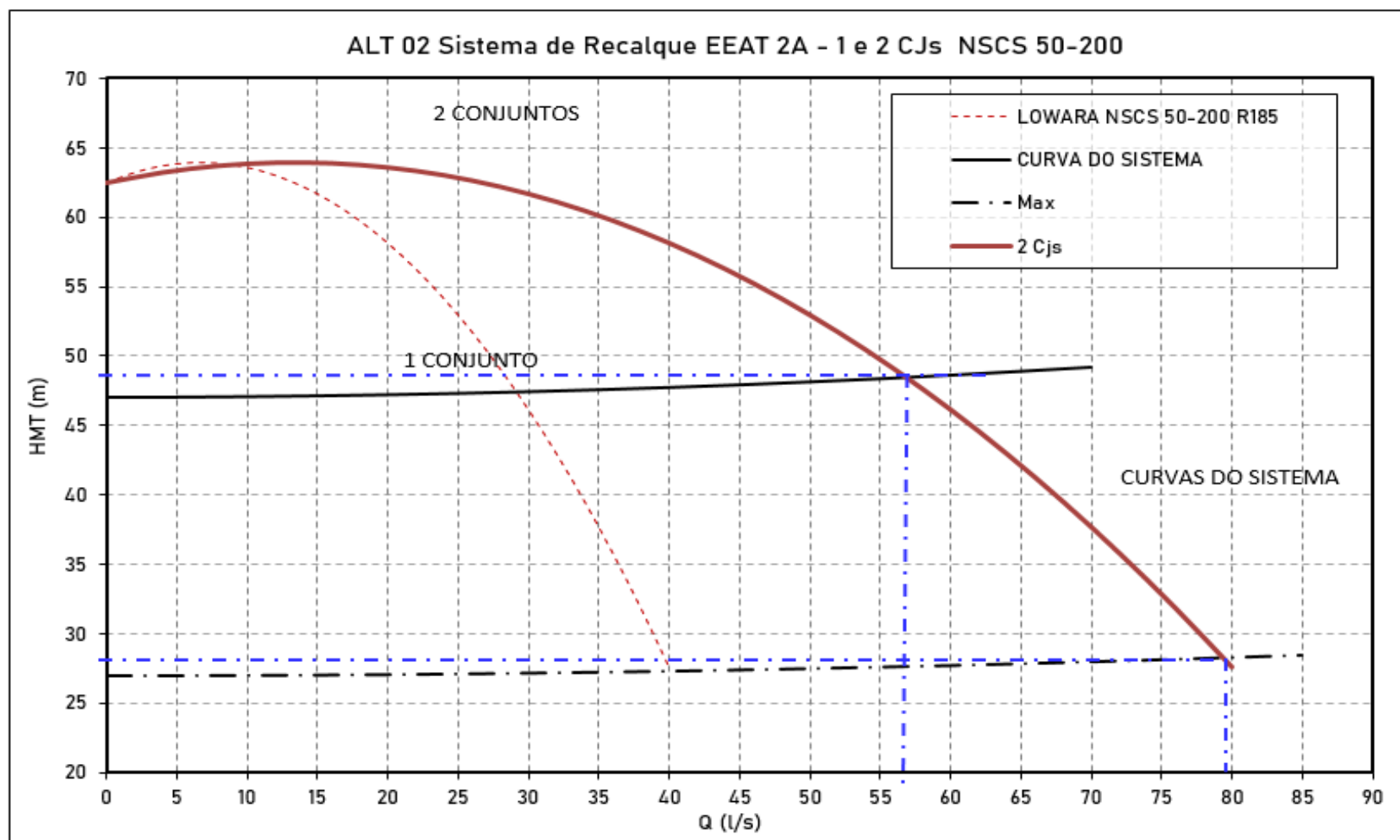


Figura 6. Curva da bomba 02 x curva do sistema

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

7 CONSIDERAÇÃO SOBRE TRANSIENTES DE CAPTAÇÃO

Para o desenvolvimento dos estudos de transientes do sistema elevatório integrante do SAA de Retiro 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.

Propomos mecanismos de proteção efetiva para correção/atenuação destes fenômenos, diferentemente do inicialmente proposto. Não entendemos como equivocada a soluções elencados no material disponibilizado pela CODEVASF, contudo, o mesmo carece de informações mais detalhadas e o memorial de cálculo muito simplificado, assim, como o descritivo, não permite a verificação efetiva.

7.1 TRECHO EEAB – CAPTAÇÃO E RESERVATÓRIO DA ETA

Adutora			
Cota Captação - superior	361,62		
Cota Captação -inferior	341,62		
Cota do Terreno Final:	379,59		
Obstrução na Linha	0,00		
Energia Final - Res :	9,00	47,00	m
		27,00	m
Extensão Total da Adutora (m) :		167	m
Diâmetro Interno da Tub. de Recalque (m) :	Variável	0,299	(Médio)
Rugosidade Interna (m) :		0,00100	(10 ANOS)
Viscosidade Cinemática (m ² /s) :		0,000001	

Trata-se de captação em flutuador com dois conjuntos moto bomba em paralelo e mais uma de reserva.

Por se tratar de instalação de pequeno porte, foi previsto a instalação de válvulas de retenção, a jusante dos grupos, de fechamento rápido (deslocamento axial) fabricadas no Brasil. Para realizar o controle do fluxo reverso nos equipamentos foi prevista a instalação de válvulas de controle automatizadas, posicionadas também a jusante dos barriletes de recalque individuais das bombas, especialmente pelo fato da existência de manancial disponível para o acolhimento das descargas, sem prejuízos ou danos materiais, nos momentos de máximas das envoltórias de pressão.

A análise dos transientes hidráulicos com o objetivo principal de se avaliar as condições de ocorrência de fluxo reverso nas bombas e velocidades reversas dos equipamentos de recalque, em função dos regimes transitórios e das condições de operação das válvulas de controle, foi realizada através do ALLIEVI.

A adutora terá a seguinte composição:

- Trecho inicial em PEAD 300mm – 60 m.
- Trecho em PVC 300mm Defofo – 107,35 m.

Foram analisadas as condições standart, sem proteção, com o objetivo de estimar a severidade do fenômeno, condição mais desfavorável em que o sistema não dispõe qualquer proteção.

Os resultados mostram que situação de operação com dois conjuntos em paralelo, com uma única adutora, sem proteção, não resultaria em condições aceitáveis e seguras no que se refere aos transientes hidráulicos.

Quanto aos equipamentos, inicialmente, selecionamos, após análise do funcionamento do sistema, bomba fabricada pela KSB e pela LOWARA:

- A. Modelo KSB MegaCPK 080-050-200, com os seguintes dados de placa: rotor: 201; velocidade: 2.900 RPM; altura manométrica máxima: 61 m.c.a (shout off).**
- B. Modelo LOWARA NSCS 50-200, com os seguintes dados de placa: rotor: 185; velocidade: 3.500 RPM; altura manométrica máxima: 63 m.c.a (shout off).**

Admitiu-se também uma diferença de -1,0 mca no ponto de captação na barragem de Algodões devido a estrutura das instalações no flutuante.

A simulação para determinação das envoltórias de máximas pressões levou em considerando a operação de apenas 02 bombas, conforme dimensionamento do sistema. Com base nas condições operacionais em regime permanente definidas pela equipe da SANEAR para este sistema Retiro, foi avaliado os regimes hidráulicos transitórios.

7.2 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA

Fluído:

- Massa Específica (ρ) ou Peso Específico (γ)
- Módulo de Elasticidade Volumétrica (K)
- Viscosidade Cinemática (ν)

Tubulação:

- Diâmetro (D)
- Comprimento (L)
- Espessura da parede (e)
- Rugosidade da parede (k)
- Características Mecânicas:
- Módulo de Elasticidade Volumétrica do Material (E)
- Coeficiente de Poisson (ν)
- Pressões Máximas e Mínimas
- Características Topográficas : perfil longitudinal

7.2.1 Dados Básicos

TUBO DE PVC					
Q (m3/s) =		0,065	Diâm. Adut. (m) =		0,30
E (Gpa) =		3,30	Perda Adut. (m) =		0,47
Cota N.A. poço (m) =		341,62	NJ (m) =		392,00
I bombas =		0,50	Vel. Rotação (rpm) =		2.900
I motores =		0,27			
GD2 grupo (kg.m2) =		0,77			

Extensão Adut. (m) =		167,35	k =		0,00020
Esp. par. tub. (m) =		0,011	R=		2,759E+05
u (poison)=		0,45	f =		0,019324
Número de bomb. =		2,00	hf =		0,465
Potência 1 conj. (kw) =		30,00			

7.2.2 Cálculo Parâmetros de Caracterização

C (m/s) =		376,69	Vo (m/s) =		0,92
ρ =		0,70	TE (seg) =		0,89
λ =		1,78	Hbo / L =		0,30
K Rossich =		1,00	TA (seg) =		1,31

7.2.3 Sobre as Válvulas de Retenção

Devem ser utilizadas válvulas de retenção de fechamento rápido. Recomendações básicas para este equipamento:

- Obturador com pequeno curso de deslocamento e baixa inércia (Poliuretano ou Teflon). Recomenda-se não usar aço inox ou qualquer metal;
- Não deverá possuir eixo e nem mancais. O obturador deverá ser guiado por estruturas que não causem atrito;
- Devem possuir passagem hidrodinâmicas no obturador para diminuir a força contrária ao movimento gerada do fluido na superfície do obturador durante o fechamento;

7.2.4 Sobre as Ventosas

São itens mínimos a serem atendidos para a aquisição de ventosas.

- Passagem plena em toda sua extensão;
- Área correspondente ao diâmetro nominal do flange;
- Pressão de fechamento estanque máxima de 3 mca (≤ 3 mca);
- Coeficiente de descarga $C_d \geq 0.50$;
- Parafusos em inox;
- Pintura epóxi ou poliamida aplicados eletrostaticamente e curado ao forno (fabricante deve descrever processo em detalhes para aprovação do cliente);
- Guia de flutuador preferencialmente bi apoiado (caso o flutuador seja oco, o material do flutuador deverá ser em aço inox para evitar colapso ou deformação do mesmo durante o processo de fechamento).

7.3 COMENTÁRIOS SOBRE O REGIME PERMANENTE

7.3.1 Sobre as Condições de Adução

Por se tratar de um regime de escoamento sob pressão, optamos para a nossa análise por avaliar o controle de jusante. Assim, partindo da posição do flutuador a 60 metros da margem, estado na condição operacional de mínimo nível do reservatório, previsto em - 20 metros, cota 341,62 m. Esta condição estabelece o maior desnível do sistema e, portanto, sendo submetido a maiores pressões quando ocorrer o bloqueio do funcionamento dos equipamentos.

Nas modelagens realizadas até o momento, consideramos que a adutora possui diâmetros iguais, contudo, materiais diferentes, PVC Defofo e PEAD. Mantivemos a vazão para recalque em regime permanente, definida após a consolidação dos estudos básicos e definição do equipamento de bombeio.

7.3.2 Sobre os Dispositivos de Proteção Existentes

Para simulação dos transiente foi previsto apenas dispositivos para configuração standard, ventosas, válvula de alívio e torre de equilíbrio a montante da ETA, nas proximidades. Estes dispositivos são de tecnologia conhecida e de funcionamento confiável.

7.4 SOFTWARE – ALLIEVI

A equipe da Sanear utiliza o software Allievi de domínio público, desenvolvido pela Universidade de Valencia para estes estudos.

Allievi é um software profissional para o cálculo e simulação de transientes hidráulicos em sistemas de pressão e placa livre. Representa o culminar de anos de trabalho e o pacote de software mais ambicioso já criado pelo ITA. Baseado em um algoritmo proprietário que tem sido usado com sucesso por décadas em consultoria técnica, o Allievi é um dos poucos pacotes de software em todo o mundo que permitirá calcular os transientes em sistemas hidráulicos de forma confiável.

7.5 ALTERNATIVAS ESTUDADAS

Foram realizadas simulações computacionais dos transientes hidráulicos nas instalações, conforme relação e características básicas apresentadas neste relatório.

As simulações tiveram como objetivo principal caracterizar o desempenho do sistema frente aos transientes. Assim, para cada uma das configurações estudadas, foram avaliadas as seguintes grandezas principais: Pressões extremas ao longo do sistema, pressão máxima a jusante das válvulas de retenção, nível d'água máximo no stand pipe, entre outros. Na tabela a seguir apresenta-se uma relação das simulações realizadas e dos principais resultados obtidos.

7.5.1 Situação Inicial – Caracterização das Máximas

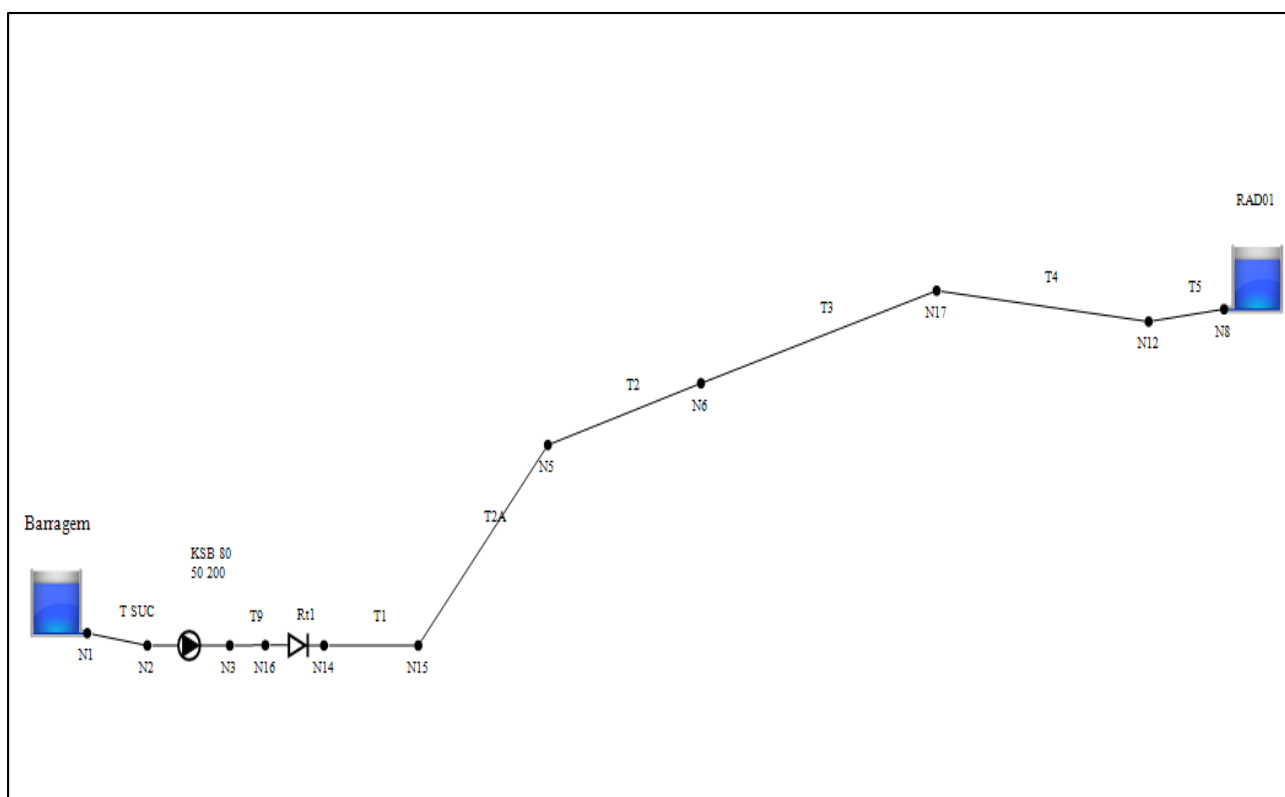


Figura 7. Implantação do sistema no Allievi – Sem proteção

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Etapa E2 – Detalhamento do Sistema de Captação, Estação de Tratamento e Estações Elevatórias, Vol.2: Sistema de Captação e Adutora de Água Bruta (Trecho T1)

Contrato Nº 0.102.00-2020

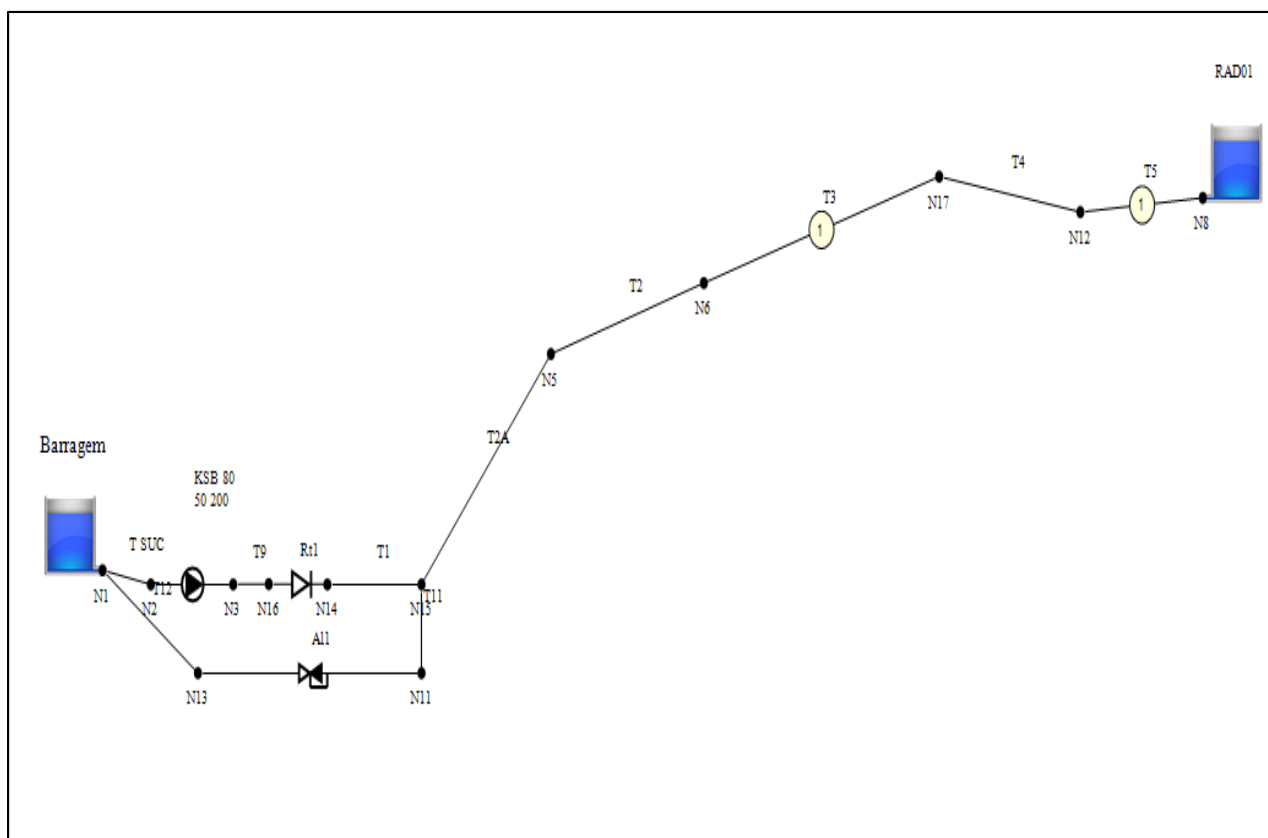


Figura 8. Implantação do sistema no Allievi – Com dispositivos de proteção

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

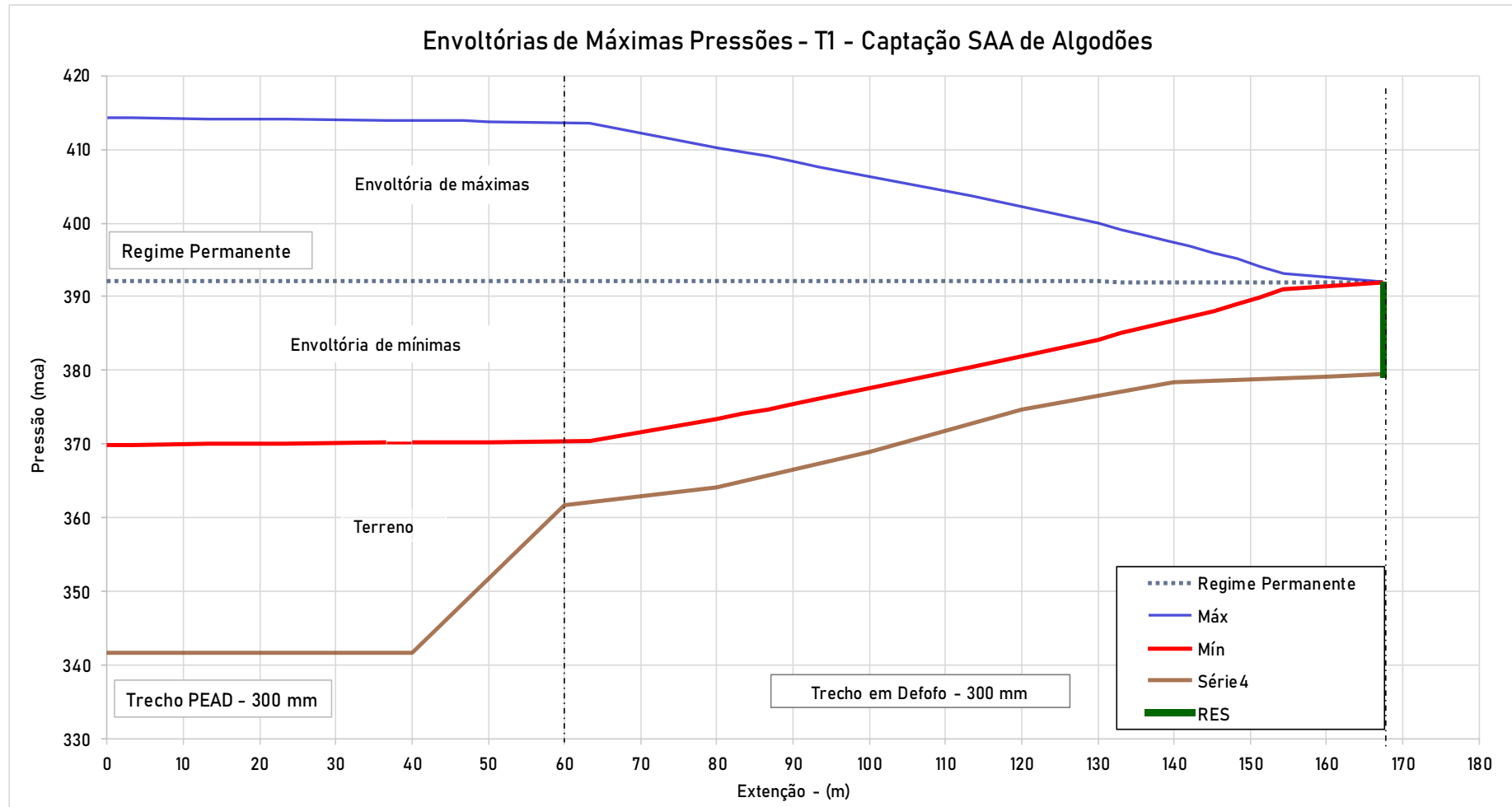


Figura 9. Simulação do sistema após fechamento rápido de válvula de retenção.

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

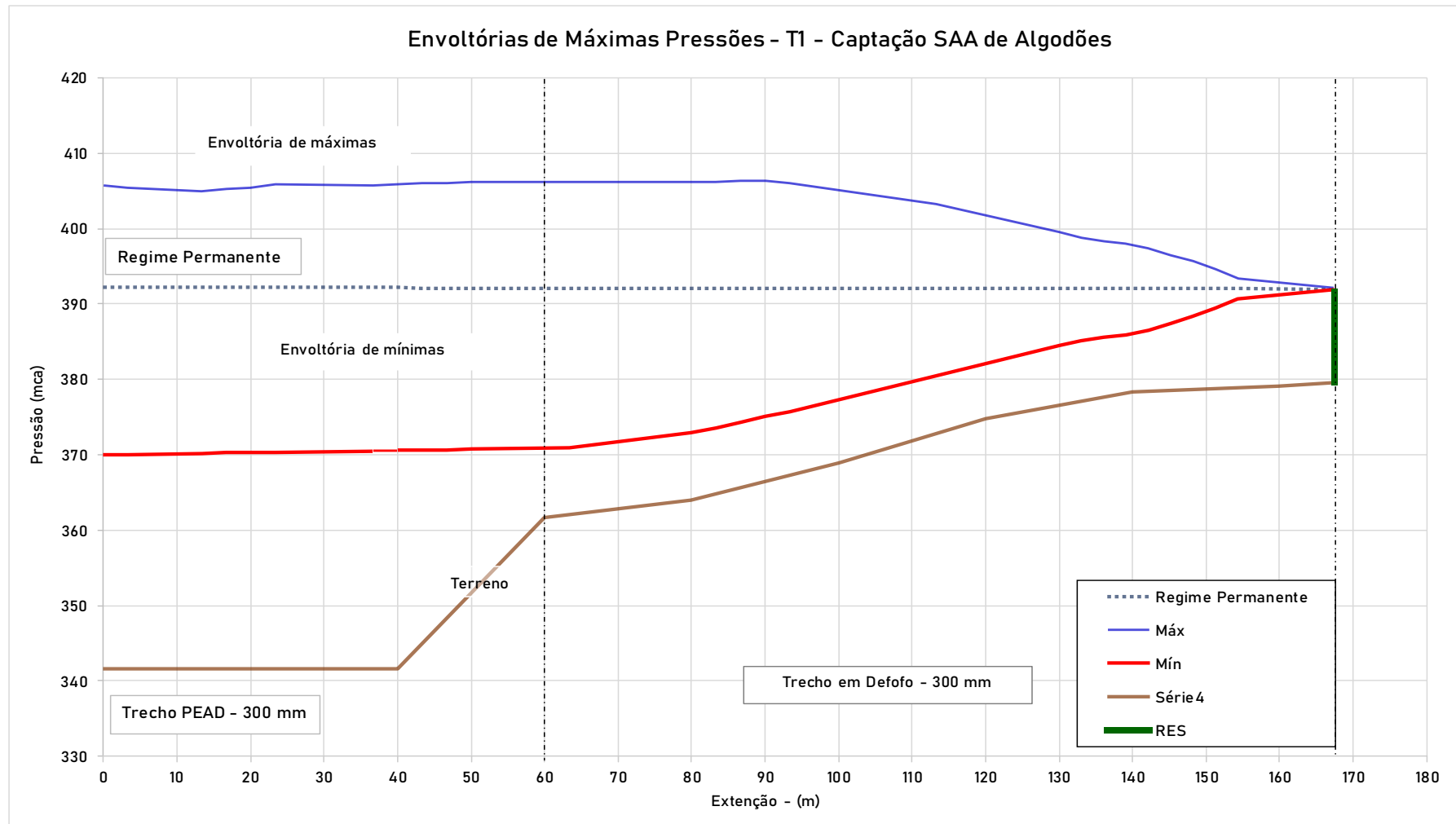


Figura 10. Simulação do sistema após fechamento rápido de válvula de retenção com dispositivos de proteção.

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

7.6 CONDIÇÕES OPERACIONAIS

A implantação do sistema proposto foi definida com os seguintes objetivos básicos:

- Prover o sistema de confiabilidade da elevatória. As duas bombas propostas nas alternativas 01 e 02 são similares no rendimento e nas condições operacionais médias;
- A automação e o controle podem ser feitos com controle de nível, e protocolos de obstrução nos horários de ponta, o que gera economia ao sistema e consistência operacional face a continuidade e o desligamento controlado;
- Vale destacar a importância de a elevatória dispor de equipamentos de reserva, para aumentar sua confiabilidade operacional na unidade em foco.

7.7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

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

- ✓ Na totalidade dos sistemas não ocorrerão pressões subatmosféricas nem sobrepressões significativas nas linhas de recalque.
- ✓ Na parte inicial da adução, após a EEAB, as depressões são maiores, contudo, a baixa velocidade prevista no dimensionamento implica em pequenas variações nas envoltórias de máximas pressões, dispensando-se assim a utilização de dispositivos sofisticados de proteção. Estas depressões implicam em pressões negativas pouco superiores a 20 mca em regime após o bloqueio, resolvido com a substituição utilização de ventosas tríplice função, dispositivo de eficiente para atenuar a propagação da onda negativa e reduzindo o risco de colapso da tubulação e infiltração de contaminantes.
- ✓ No barrilhete de recalque foi previsto a utilização de válvula de alívio, configurada para a pressão máxima de 60 mca, abaixo do módulo de resistência elástica da tubulação de PVC. Este dispositivo aumentará a vida útil da tubulação, além de manter a segurança do sistema permanentemente. A posição escolhida protege a adutora com muita precisão evitando a propagação da onda de pressão positiva, através da descarga pontual no momento em que houver pressão perigosas no sistema.

- ✓ O uso da válvula de alívio representa proteção para as primeiras ondas de pressão positiva. Devido a característica flexível do material, apesar da pequena extensão da adutora, após a reflexão destas no trecho final, no reservatório.
- ✓ 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.

Por fim, as oscilações de pressão apontadas neste estudo indicam não necessidade de avaliação mais detalhada.

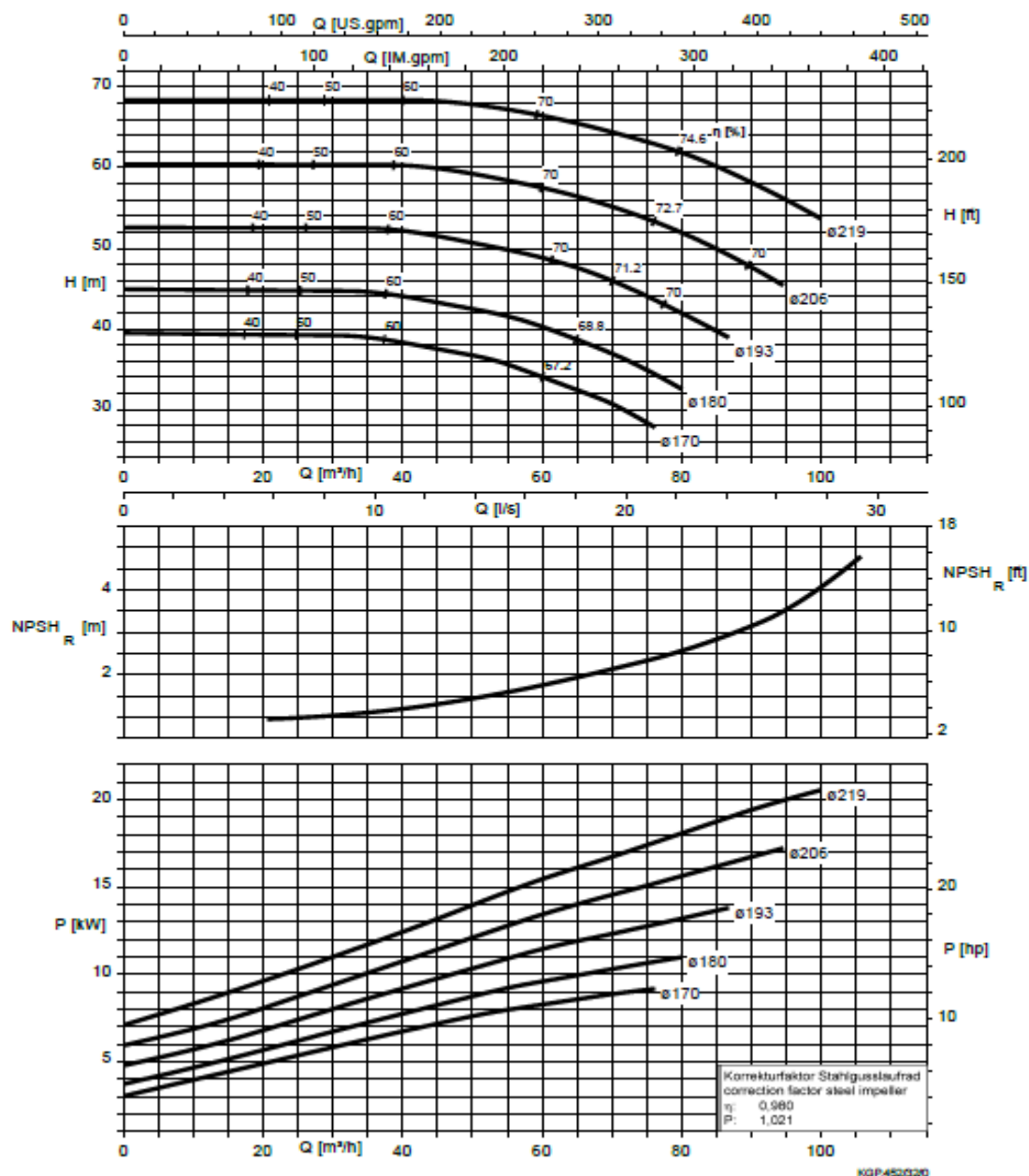
7.8 BOMBA 01 – KSB MEGACPK 125-80-250



Bombas centrífugas
Bombas químicas standard

MegaCPK 080-050-200, n = 2.900 rpm

Magnochem, Magnochem-Bloc, Meganorm



7.9 BOMBA 02 – LOWARA NSCS 50-200



Sanear Consultoria
Rua Várzea de Santo Antonio 316
BRASIL-41820180 Salvador
71 3012 2503
vicente@saneer.com.br

Customer	Date	3/5/2021
Contact	Project	
Phone number	Project no.	
Email		

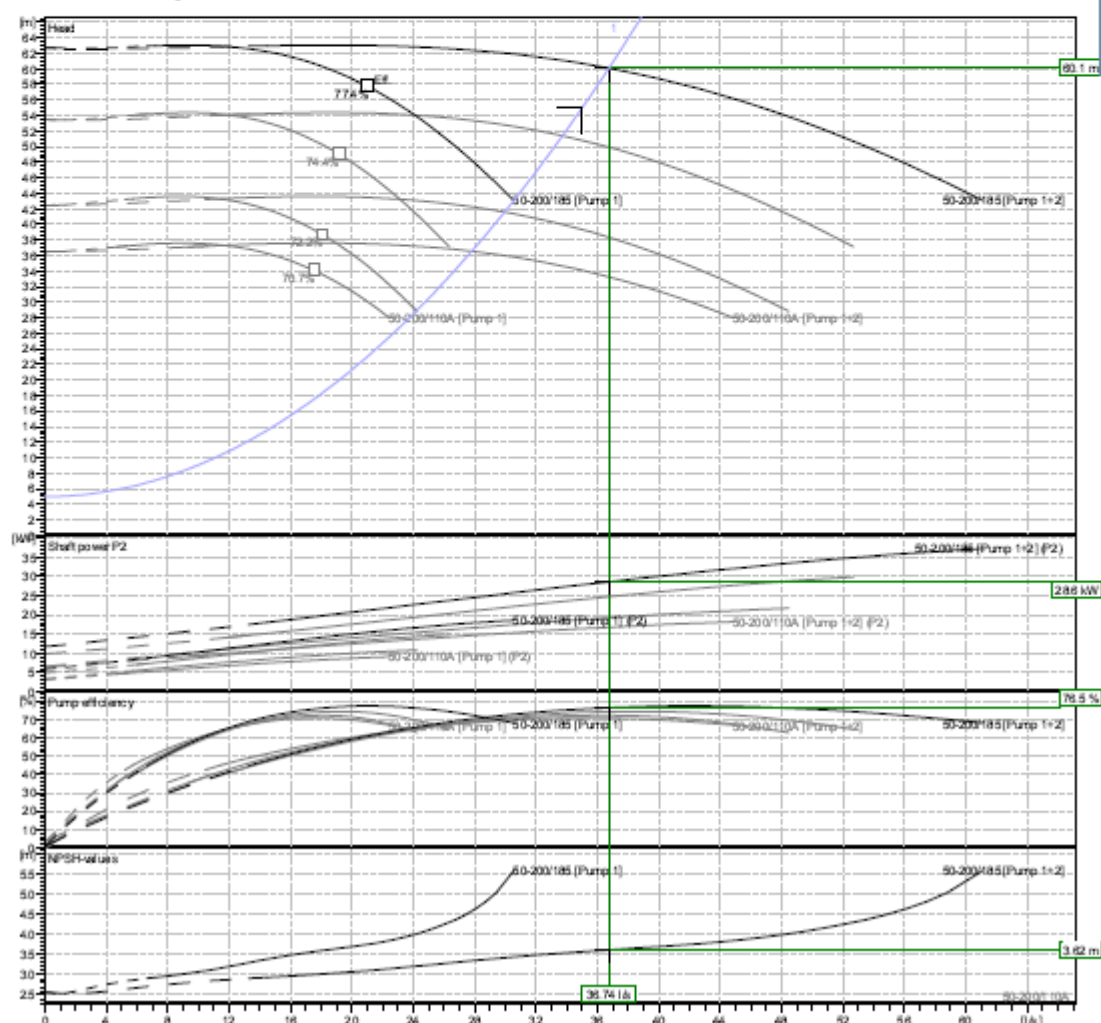
NSCS 50-200/185/P25VCS4

101841530

Hydraulic data

Operating Data Specification		Hydraulic data (duty point)		Impeller design	
Flow	35 l/s	Flow	35.7 l/s	Impeller R	209 mm
Head	55 m	Head	60.1 m	Frequency	50 Hz
Static head	5 m	MEI	>=0.4	Speed	2900 rpm

Power data referenced to:
Water, pure [100%] : 4°C; 1000kg/m³; 1.57mm²/s
Performance according to ISO 9906:2012 – Grade 3B



Tender Hydraulic

8 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS

SAA CURIMATÁ
LISTA DE PEÇAS GRÁFICAS
ETAPA E2 – DETALHAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO E ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS
VOL. 2: SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (TRECHO T1)
PEÇAS GRÁFICAS

TÍTULO	DESENHO	FOLHA	PADRÃO	REVISÃO
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA T1				
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA T1 – PLANTA E PERFIL (EST. 0+000 – EST. 0+107,35)	0.102.00-2020-HID-AAB-01-R0	01/01	A1	00
CAPTAÇÃO E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA (EEAB)				
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO – PLANTA DE SITUAÇÃO	0.102.00-2020-HID-EEAB-01-R1	01/04	A1	01
PLANTA BAIXA E CORTES	0.102.00-2020-HID-EEAB-02-R1	02/04	A1	01
CASA DE COMANDO	0.102.00-2020-HID-EEAB-03-R1	03/04	A1	01
DETALHES	0.102.00-2020-HID-EEAB-04-R1	04/04	A1	01



PROPOSTA COMERCIAL

e-DOC 925DF4CD
Proc 59570.000784/2022-78-e
Emissão: 20/03/2022
Número: 7.474
Nº OpV: 4.502

Natal (RN), 16 de Março de 2.022

À
SANEAR, CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS LTDA.
TERESINA-PI
ATT. SR. (a): JOSÉ VICENTE EDUARDO
(71) 3012 2503
vicente@sanear.com.br
CAPTAÇÃO FLUTUANTE

REF:

Sistema de captação flutuante, pré-fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV).

Prezado Senhor (a):

A **a&e Equipamentos e Serviços Ltda** vêm, através desta, apresentar proposta técnica-comercial de equipamentos para tratamento de água, conforme solicitado por v.s^a.

Os equipamentos serão destinados ao município de Teresina/PI, para bombeamento total de 52,0 L/s (187,20 m³/h).

Diante de nossa proposta e da qualidade de nossos produtos e serviços esperamos atender vossa necessidade. Para fechamento aguardamos Ordem de Fornecimento emitida por vossa empresa, com seus respectivos dados cadastrais, contendo reprodução dos itens e condições evidenciadas em nossa proposta, bem como carimbo e assinatura do responsável. Ressaltamos que nossos preços são compostos de acordo com custos atuais, podendo ser reavaliados.

Desde já agradecemos a atenção, e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Francisco Braga
Representante de Vendas
vendas1@aesaneamento.com.br (84) 99199-6921

Fabio Oliveira
Gerente Operacional
gco@aesaneamento.com.br (84) 99199-6912



PROPOSTA COMERCIAL

Emissão: 16/03/2022
Número: 7.474
Nº OpV: 4.502Cliente: SANEAR, CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS LT
CNPJ: 04.459.876/0001-51
A/C: JOSÉ VICENTE EDUARDO
Fone: (71) 3012 2503
E-mail: vicente@sanear.com.brContato: Francisco Braga
vendas1@aesaneamento.com.br (84) 99199-6921
Gerente Operacional : Fabio Oliveira
gco@aesaneamento.com.br (84) 99199-6912

Sistema: CAPTAÇÃO FLUTUANTE

Vazão: 52,0 L/s

Código	Descrição dos Itens	UM	Qtde.	Preço Unit.	Total
EQUIPAMENTOS					
A000002171	FLUTUANTE PARA BOMBA DE CAPTAÇÃO 250 KG - FC 250	UN	2,00	14.565,71	29.131,42
Flutuante fabricado em fibra de vidro, com pintura externa em gel coat e preenchido por poliuretano expandido, com capacidade para suportar até 250 kg, para ser acoplado a conjunto moto-bomba.					
R000001280	CONJUNTO MOTOBOMBA CENTRIFUGA	UN	2,00	59.852,86	119.705,72
Conjunto motobomba centrífuga, com motor elétrico de 30,0 CV, trifásico 220/380V, 3500 rpm, 60 Hz, com capacidade de 26,0 L/s e pressão de 58,0 mca.					
A000000181	FLUTUADOR PARA TUBO PEAD Ø 300 MM - FT 300	UN	16,00	4.295,71	68.731,36
Flutuador com berço para tubo PEAD, fabricado em fibra de vidro com pintura externa em gel coat, Ø 300 mm. Para instalação a cada 5,0 m.					

Subtotal: 217.568,50

Revisão:

Total a pagar: 217.568,50

Impostos (Incluídos): Aliquota ICMS: 12 % Aliquota IPI: 0 % Aliquota ISS: Frete: CIF

Condição de Pagamento:

Conforme medições mensais

Prazo de Entrega:

A combinar

Informações Complementares

- **Validade da Proposta:** 60 dias
- **Análise Cadastral:** Todas as condições comerciais apresentadas estão sujeitas a modificações, após análise cadastral do contratante pelo departamento financeiro da A&E EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS LTDA.
- **Garantia:** Todos os produtos em plásticos reforçados com fibra de vidro (PRFV) fabricados pela A&E EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS LTDA têm garantia integral contra *defeitos de fabricação*, por um período de 5 (cinco) anos. A A&E EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS LTDA compromete-se a executar todos os reparos devidos e/ou substituições quando necessário. Os demais equipamentos terão garantias de seus respectivos fabricantes. As garantias acima referidas não cobrem avarias ocasionadas por transporte, operação indevida, falhas nas estruturas de apoio ou sustentação, ou por agente estranhos à operação.

Exclusões da Proposta

Ficará sob responsabilidade do contratante a execução e fornecimento dos seguintes serviços e equipamentos do sistema:

- Instalação e montagem da captação flutuante;
- Gerador de eletricidade;
- Quadro de comando para acionamento da bomba da captação flutuante;
- Tubo PEAD interligado a captação flutuante;
- Quaisquer outros equipamentos, acessórios e serviços, quando não definidos explicitamente na planilha orçamentária.

Observações

- No caso das bombas para captação flutuante não serem fornecidas pela contratada, estas deverão ser enviadas a a&e Equipamentos e Serviços Ltda para o correto acoplamento ao flutuante. Ressaltamos que a partir da chegada desta será necessário um prazo mínimo de 15 (quinze) dias (nesse caso prevalecendo sobre o prazo contratual).



APLICAÇÃO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS FLUTUANTES



SOLUÇÕES COMPLETAS EM SISTEMAS DE CAPTAÇÃO FLUTUANTE DE ÁGUA

A Ístria, fundada em 2001, foi criada com objetivo de atuar na área de mineração, saneamento, irrigação e indústria, preservando sempre o meio ambiente.

A Ístria projeta, fabrica e instala estações para tratamento de água, tratamento de efluentes (sanitário e industrial) estações elevatórias, fixas ou flutuantes, para captação de água.

Contamos com um corpo técnico com larga experiência nesta área, preparado para apresentar as melhores soluções para cada projeto e suas particularidades, buscando sempre utilizar as mais modernas técnicas e processos, objetivando a melhor relação custo x benefício para o cliente.

Oriundos de fabricantes de bombas, nossos engenheiros vêm desde 1977 aprimorando os conceitos de aplicação de elevatórias flutuantes, desenvolvendo desde então uma metodologia própria para cálculo, projeto e fabricação.

Hoje as elevatórias flutuantes chegam a um tal nível de sofisticação que podemos garantir a mesma segurança operacional de uma elevatória fixa, sejam com bombas submersíveis, horizontais ou verticais, mudando a concepção do mercado, passando a usar este equipamento como uma solução definitiva.

Estamos aptos a desenvolver soluções técnicas específicas, abrangendo uma grande gama de vazões e pressões, com soluções para as grandes variações de lâminas de água, que ocorrem quando instalados em represas e barragens, com também para operação em rios.

Nossos fornecimentos são completos englobando projetos e equipamentos, tais como: captação flutuante, passarelas de acesso, moto bombas, mangotes flexíveis, válvulas, materiais elétricos, ancoragens, montagem e instalação.

A seguir ilustraremos alguns projetos de autoria do nosso corpo técnico.



UTE Parnaíba - MA

Cliente: Eneva

NECESSIDADE

Captar água do rio Mearim com grande correnteza na época de cheia, carreando grande quantidade de sólidos, com pouco prazo de entrega. Devido a turbulência e pouca profundidade a água é captada com muita areia, necessitando um pré-tratamento de desarenamento.

OBJETIVO

Captar 600m³/h de água bruta do rio Mearim.
Captar água com confiabilidade para pré-tratamento através de um desarenador dinâmico multicelular.
Ponto de captação a 20m da margem.
Prazo de entrega 90 dias.
Retirada das bombas através da passarela de acesso.
Utilização de 4 moto bombas submersíveis com vazão unitária de 200m³/h.

SOLUÇÃO

Instalação de elevatória de água bruta flutuante, com quatro moto bombas submersíveis, sendo três operando e uma reserva, com manifold embarcado e duas linhas de recalque de 25m em mangotes de borracha. Passarela central estendida para retirada das bombas através de carro de carga.
Flutuantes com popa e proa para desviar os sólidos carregados pelo rio.
Instalação de dois desarenadores dinâmicos multicelulares dimensionados, cada unidade, para o pré-tratamento de 300m³/h de água.





PROJETO PUMA - PR

Cliente: KLABIN / Pöyry

NECESSIDADE

Captar água do rio Tibagi com grande desnível (16,5m).
Margem com aterro compactado.
Longe da planta da fábrica.

OBJETIVO

Captar 5.900m³/h de água bruta do rio Tibagi.
Captar água com qualidade não succionando lama do leito e água residual da superfície da represa.
Ponto de captação a 50m da margem.
Prazo de entrega 120 dias.
Confiabilidade operacional.
Utilização de 5 moto bombas de eixo vertical com vazão unitária de 1.475m³/h.

SOLUÇÃO

Instalação de elevatória de água bruta flutuante, com cinco moto bombas de eixo horizontal, sendo quatro operando e uma reserva, com cinco linhas de recalque de 70m em tubos flexíveis de PEAD, ligando a elevatória ao manifold da margem.
Flutuantes em formato primático (retangular) para facilitar o transporte e agilizar a fabricação.
Passarela articulada para suportar o grande desnível do rio.





MINA DE ALEGRIA - MG

Cliente: VALE

NECESSIDADE

Implantação de um sistema de recalque de água de recirculação vinda da lavagem de minério.
Instalação na lagoa de rejeitos.

OBJETIVO

Captação que bombeasse líquidos o mais próximo possível da superfície (menor quantidade de sólidos).
Utilização de quatro moto bombas centrífugas tipo turbina (eixo vertical).
Operacional a qualquer nível da lagoa de rejeitos.
Vazão total: 400m³/h
Captação a 30m da margem.

SOLUÇÃO

Instalação de elevatória de água bruta flutuante, com quatro moto bombas de eixo horizontal, sendo 3 operando e uma reserva com manifold embarcado e com uma linha de recalque de 45m em tubos flexíveis de PEAD, ligando a elevatória ao sistema de recirculação.
Flutuantes em formato primático (retangular) para facilitar o transporte e agilizar a fabricação.





BARRAGEM JUCAZINHO - PE

Cliente: DNOCS

NECESSIDADE

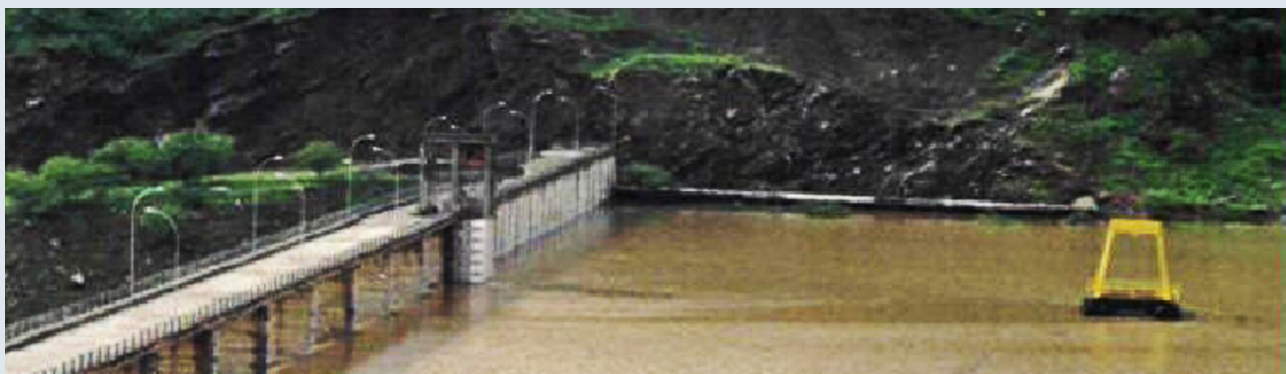
A água, para tratamento, captada pelo dreno de fundo da barragem, é contaminada por manganês, o qual provoca turbidez e mau cheiro, gerando reclamações frequentes por parte da população atendida.

OBJETIVO

Captar água isenta de manganês do fundo e das algas da superfície.
Não alterar as características originais da barragem.
Ajuste automático, sem necessidade de operadores.
Possibilitar a descarga de fundo, mantendo as condições originais da barragem.
Estar preparada para suportar grandes variações de nível da água da barragem (30m).
Confiabilidade e pouca necessidade de manutenção.

SOLUÇÃO

Fornecimento de uma estrutura flutuante que suporta três tulipas, posicionadas a uma determinada profundidade, definida depois de análise da água da barragem.
As 3 tulipas, protegidas por gradeamento, conduzem $3\text{m}^3/\text{s}$ da água até o dreno do fundo por meio de 3 tubos em PEAD $\varnothing 800\text{mm}$.
Sobre o dreno foi instalado um manifold para acoplamento dos mangotes e provido de comporta articulada para permitir a descarga de fundo da barragem em sua vazão máxima ($40\text{m}^3/\text{s}$).





USINA TERMO ELÉTRICA DE TRÊS LAGOAS - MT

Cliente: CNO - PROMON - Petrobrás

NECESSIDADE

Captar água da represa de Jupia, com presença de plantas aquáticas (unhas de gatos).

OBJETIVO

Captação que bombeasse a água bruta com a menor quantidade de sólidos (plantas aquáticas).
Ponto de captação a aproximadamente 20m.
Facilidade de manutenção no local.
Equipamento dimensionado para suportar ondas e ventos fortes.
Vazão total: 540m³/h
Prazo de entrega reduzido.

SOLUÇÃO

Instalação de uma elevatória de água bruta flutuante no local com a utilização de três moto bombas de eixo vertical (2 operando + 1 reserva). Interligação com a margem através de passarelas flutuantes modulares, para acesso dos operadores, encaminhamento dos cabos elétricos em eletrocalhas e dos mangotes de recalque em borracha. Cada bomba foi protegida por gaiola submersa construída em aço carbono e provida de telas removíveis para retenção das plantas aquáticas.



ITAMARATÍ DE MINAS - MG

Cliente: CBA

NECESSIDADE

Implantação de um sistema de recalque de água de recirculação vinda da lavagem de minério.
Instalação na lagoa de rejeitos.

OBJETIVO

Captação que bombeasse líquidos o mais próximo possível da superfície (menor quantidade de sólidos).
Utilização de moto bombas centrífugas de baixo custo e manutenção no próprio local.
Operacional a qualquer nível da lagoa de rejeitos.
Vazão total: 300m³/h
Captação a 200m da margem.

SOLUÇÃO

Instalação de elevatória de água bruta, flutuante com três moto bombas de eixo horizontal, sendo 2 operando e uma reserva com manifold embarcado, escorva automática e com uma linha de recalque de 200m em tubos flexíveis de PEAD, ligando a elevatória ao sistema de recirculação.



ALDEIA DA SERRA - SP

Cliente: SABESP

NECESSIDADE

Captação de água existente, fixa, antiga e bastante deteriorada, com necessidade de reforma e ampliação.

OBJETIVO

Solucionar o bombeamento sem interrupção do sistema.
Solução de baixo custo e de curto prazo.
Sem poluição visual do lago, que está num condomínio de alto padrão e com varias residências nas proximidades.
Captação de água no ponto mais profundo do lago.

SOLUÇÃO

Utilização de uma elevatória de água bruta flutuante de pequeno porte utilizando duas moto bombas submersíveis.
Construção fora do local e instalação rápida, sem transtorno de tráfego ou visual.
Posicionada a 50m da margem, no ponto de maior profundidade, com adução por mangotes de borracha sustentados por flutuadores intermediários.



ITAJAÍ - SC

Cliente: CASAN

NECESSIDADE

Captar água do canal do rio e bombeá-la para o reservatório na margem. Ponto de captação próximo à praia e sujeito as variações das marés. Nas marés altas ocorre a inversão do fluxo de água do canal, formando uma língua salina.

OBJETIVO

Captação do canal, no ponto existente.
Aproveitamento de moto bombas em estoque.
Captação somente das águas superficiais, pois abaixo de 500 mm da superfície a água se apresenta salina.
Operar em grandes variações de níveis.
Velocidade de deslocamento da água no local muito grande, aproximadamente 5m/s, por ocasião das cheias.

SOLUÇÃO

Fornecimento de elevatória flutuante de água bruta construída com 2 câmaras de flutuação, laterais, reservatório central submerso provido de vertedores na proa e na popa, protegidos por gradeamento e desvio de sólidos, com chapas de separação laminar posicionada a 300mm da superfície garantindo assim a recepção somente da água doce. As moto bombas operam dentro deste reservatório, recalcando a água até a margem através de mangotes de borracha suportados por passarelas articulada que tem ainda por função a passagem dos cabos elétricos e o acesso aos operadores.
É utilizada, na ancoragem, um jogo de correntes projetado especificamente para as condições extremas do local e fixada a bloco de concreto na margem.



CERVEJARIA CINTRA - RJ

Cliente: Cervejaria Cintra

NECESSIDADE

Captação de água bruta de represa para tratamento e utilização na fabricação de cerveja.

OBJETIVO

Possibilidade de captação a quaisquer níveis da represa.
Captação da água bruta sem sólidos (areia, pedriscos, plásticos, etc.).
Facilidade de manutenção no local.
Confiável e de baixo custo.
Prazo de entrega reduzido.

SOLUÇÃO

Projeto e instalação de uma elevatória flutuante para 4 moto bombas de eixo horizontal (3 operando + 1 reserva), com sistema de escorva automático.
Tubulação de recalque de interligação das tubulações embarcadas com as tubulações da margem construídas com tubos em PEAD.



COLÔMBIA - SP

Cliente: SABESP

NECESSIDADE

Captar água bruta na margem do rio.
Rio com grande variação de nível.
No período chuvoso deslocam-se, por esse rio, grandes ilhas de vegetação que se destacam das margens.

OBJETIVO

Captar, durante a época de seca, água distante da margem.
Captar, durante as cheias do rio, água junto à margem, em local protegido.
Confiabilidade e baixo custo.
Reduzido prazo de entrega.

SOLUÇÃO

Instalação junto à margem de coluna tubular, em aço, estruturada, com extremidade acima da cota de cheia, provida da placa rotatória com dispositivo de fixação do mangote de recalque.
Instalação de módulos aéreos de sustentação do mangote e dos cabos elétricos, suportados por câmaras de flutuação a cada 12 m, unindo a coluna da margem até uma elevatória flutuante projetada para a operação de 2 moto bombas submersíveis e de cabos de ancoragem extensíveis.
Operação das moto bombas a 40 m da margem.
Sobre o canal do rio e em ocasiões de cheia, por um movimento rotativo, a coluna tubular remove a elevatória do canal do rio para junto à margem, protegendo o equipamento contra os impactos das "ilhas flutuantes" que descem o rio. Quando o curso do rio volta ao normal a elevatória flutuante é novamente relocada para sua posição original.



PROJETO TAQUACETUBA - SP

Cliente: CNO – SABESP

NECESSIDADE

Transferir 4m³/s de água bruta da represa Billings à represa Guarapiranga e desta para o tratamento de água.

OBJETIVO

Captar 4m³/s de água bruta da represa Billings.
Captar água com qualidade compatível com a água da represa Guarapiranga.
Não succionar lama do leito e algas da superfície da represa.
Ponto de captação a 400m da margem, na desembocadura do rio Taquacetuba.
Prazo de entrega 105 dias.
Confiabilidade operacional.
Utilização de 4 moto bombas submersíveis de eixo vertical com vazão unitária de 1000l/s.

SOLUÇÃO

Fabricação e instalação de 5 módulos de elevatória flutuante, com uma moto bomba de eixo vertical em cada módulo, em alojamento tubular, telescópico, com sino de sucção protegido por telas.
Interligação com a margem através de passarelas flutuantes e tubos de recalque em PEAD.
Cada um dos 5 módulos é fixado a um ancorador de 60m e este a uma passarela modular de 400m, provida de posicionadores para os tubos e de sinalização luminosa.





CUIABÁ - MT

Cliente: CIA. Antártica Paulista

NECESSIDADE

Captar água de rio com grande caudal e grandes desníveis (aprox. 8m).
Margem com aterro compactado.
Longe da planta da fábrica.

OBJETIVO

Confiabilidade comprometida.
Baixo custo.
Independente de construções fixas.
Possibilidade de se captar água próximo à superfície em qualquer cota do rio.
Recalque passando por enroscamentos.
Líquido bombeado o mais isento de impurezas possível.

SOLUÇÃO

Instalação de elevatória flutuante com utilização de 5 grupos moto bombas (4 operando + 1 reserva) de eixo horizontal, com sucções providas de placa de fundo, placa antivórtice, telas periféricas removíveis e passarela modular unindo a elevatória flutuante à margem, suportando os cabos elétricos e os mangotes de recalque em borracha.
Esta água bruta alimenta células de Desarenadores Dinâmicos Modulares (DDM) e estes, por sua vez, alimentam bombas em série que aduzem esta água até a planta de tratamento na fábrica.



JAGUARIÚNA - SP

Cliente: CIA. Antártica Paulista

NECESSIDADE

Captação do rio Jaguarí, que durante o período de seca apresenta lâmina de água mínima de 290 mm.
Água com muita areia e barro.
Presença de sólidos na superfície (folhas, gramas cortadas, plásticos, etc.)

OBJETIVO

Bombeamento contínuo da água deste rio, vazão 840 m³/h.
Líquido mais limpo possível, sem areia e decantados como também sem sólidos sobrenadantes.
Bombear a quaisquer lâminas de água do rio, de 290mm a 3000mm.
Separação dos sólidos antes do bombeamento primário.
Bombeamentos em série com as bombas colocadas na margem.
Baixo custo de aquisição e de manutenção.
Confiabilidade operacional.
Possibilidade de ampliação.

SOLUÇÃO

Definir as válvulas de pé com crivo cuja altura fosse menor que 290 mm. Optou-se por sucções duplas para cada moto bomba de eixo horizontal. Proteger as válvulas na sucção com placas de fundo (contra areia), placas superiores antivórtice e telas removíveis duplas (contra sólidos sobrenadantes), com isso dimensionou-se 6 moto bombas operando em paralelo mais 1 reserva.
A elevatória flutuante foi projetada para ser auto estrutural (operando apoiada no leito do rio), ligada à margem por passarela de acesso e mangotes em borracha.
O líquido aduzido passa por desarenadores dinâmicos modulares (DDM), auto limpantes de fluxo contínuo e esta água, já desarenada e livre de sólidos é bombeada, por um segundo conjunto, até a planta de tratamento.



PENEDO - AL

Cliente: CODEVASF

NECESSIDADE

Projeto existente bombeava a água de um afluente do rio São Francisco.
A água deste rio estava apresentando uma quantidade grande de sais e isto estava gerando uma quebra muito grande na produção de arroz, tornando o seu plantio inviável economicamente, provocando um problema social local.

OBJETIVO

Recuperação da área de plantio, com aumento da produção a níveis compatíveis à viabilização econômica do local.
Solução em curto prazo e baixo custo.
Confiabilidade no sistema.
Adução de água doce numa vazão de 9 m³/s.
Reaproveitamento máximo das estruturas existentes.

SOLUÇÃO

Reaproveitamento dos equipamentos utilizados no projeto de Bico da Pedra em Janaúba, instalados em 1989 e que com a recuperação do volume de barragem, estava inoperante.
Ampliação do conjunto de elevatórias flutuante, passando para 3 módulos e a utilização de 12 moto bombas, aumentando a vazão.
Construção de um canal de aproximação do rio São Francisco até próximo ao canal de irrigação existente.
Instalação das elevatórias flutuantes no canal de aproximação e bombeamento deste até o canal de irrigação.
Instalação de comportas de distribuição no canal existente.
Reaproveitamento das elevatórias flutuantes, válvulas, mangotes, passarelas, equipamentos elétricos de baixa e média tensão.
Modificação das características hidráulicas das moto bombas existentes.



JANAÚBA - MG

Cliente: CODEVASF

NECESSIDADE

Barragem seca, com nível muito baixo, sem carga para alimentar canal de irrigação existente.

OBJETIVO

Utilização emergencial para recuperar cota e perenizar o canal.
Baixo custo e confiabilidade.
Utilização de 10 moto bombas submersíveis existentes.
Bombear água do ponto mais profundo a 78 m da margem.
Vazão total: 6 m³/s
Prazo reduzido de instalação e início de operação.

SOLUÇÃO

Instalação de 2 módulos com 5 moto bombas cada, providos de gaiolas suportes para o alojamento destas, 10 tubulações de recalque de Ø 600 mm, em aço sobre as elevatórias e em PEAD interligando as elevatórias a um manifold na margem.
O manifold da margem (Ø 1800mm) foi interligado à parte posterior da tomada d'água.
Utilizou-se uma passarela modular, flutuante, do tipo telescópica, para encaminhamento dos cabos elétricos e acesso dos operadores.
As elevatórias bombeiam 6 m³/s para o interior da tomada d'água e esta promove, com a coluna de água em seu interior, a carga necessária para a alimentação do canal de irrigação.

