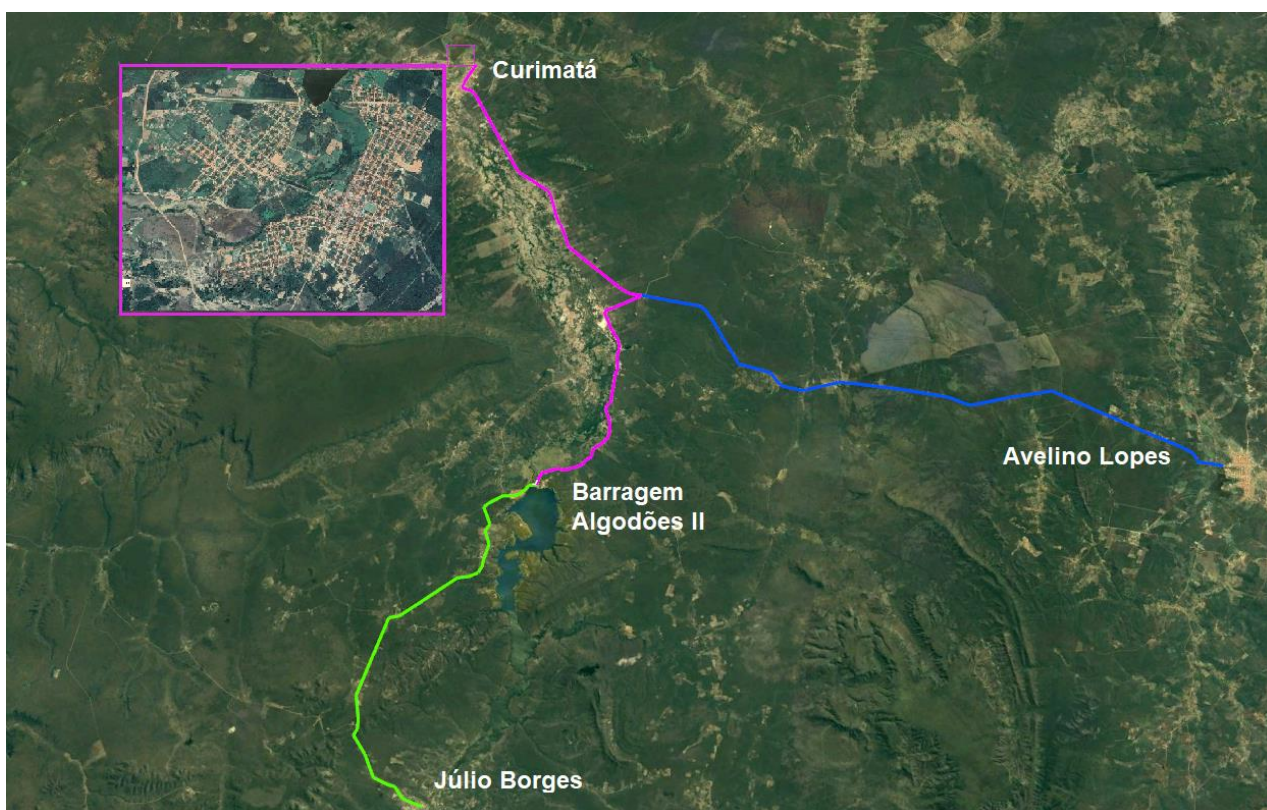


CONTRATO Nº: 0.102.00-2020
SANEAR CONSULTORIA, GERENCIAMENTO E PROJETOS LTDA.

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 DE JÚLIO BORGES, NO ESTADO DO PIAUÍ.



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

VOL. 3: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E BOMBEAMENTO

Salvador - BA | Abril | 2022 | Revisão 04

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

1 APRESENTAÇÃO	7
2 INTRODUÇÃO	9
2.1 ESCOPO DO OBJETO	9
2.2 OBJETIVO	9
3 CONCEPÇÃO E DESCRIÇÃO DO PROJETO.....	10
3.1 MANANCIAL.....	10
3.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	10
4 ESTUDO DO MANANCIAL	13
4.1 BACIA DO RIO GURGUÉIA	15
4.1.1 Parâmetros físico-químicos das águas da bacia do Rio Gurguéia	16
4.1.2 Disponibilidade e Qualidade da Água	18
5 RESUMO DO ESTUDO POPULACIONAL E DEMANDAS	19
5.1 ESTUDO POPULACIONAL.....	19
5.2 ESTUDO DE DEMANDAS DE ÁGUA	20
5.2.1 População de Referência	20
5.2.2 Coeficiente de Abastecibilidade	20
5.2.3 Coeficientes de Variação de Consumo	20
5.2.4 Consumo per capita.....	20
5.3 VAZÕES DO SISTEMA.....	21
5.3.1 Resultados e Implicações nas Estruturas Previstas no Sistema	22
6 ESTIMATIVAS DE CUSTOS DAS ALTERNATIVAS – CAPTAÇÃO.....	24
6.1 CUSTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM VALORES PRESENTES – 1ª E 2ª ETAPAS	26

6.1.1 Alternativa 01	26
6.1.2 Alternativa 02	27
6.1.3 Alternativa 03	28
6.1.4 Comparação e Seleção da Alternativa de Projeto.....	29
7 JUSTIFICATIVA PARA RESERVATÓRIO.....	30
7.1 ALTERNATIVAS - VOLUME RAD 01	31
7.2 CONSIDERAÇÕES	35
8 TARIFAS	37
8.1 TARIFAS EQUATORIAL	37
8.2 CEEE DISTRIBUIDORA.....	39
9 ETA – PROPOSIÇÃO DE ALTERAÇÕES TÉCNICAS	40
9.1 ANÁLISE MATERIAL CODEVASF.....	40
9.2 SELEÇÃO DE TECNOLOGIA	40
9.2.1 Esquema geral da estação – Proposição Codevasf.....	42
9.3 SISTEMAS E OPERAÇÕES ENVOLVIDAS.....	43
9.4 DESCRIÇÃO DO PROCESSO – ETA COMPLETA	43
9.4.1 Floculação	44
9.4.2 Decantação.....	44
9.4.3 Filtração e desinfecção	45
9.4.4 Descrição do Processo – ETA com Filtração Dupla Direta	46
9.5 COMPARAÇÃO ECONÔMICA.....	47
9.6 MÉTODO DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVA.....	47
9.7 RESULTADOS	49
9.7.1 Custos Consolidados	50
9.8 CONCLUSÃO	51

10 ETA COM CICLO COMPLETO	52
10.1 DESCRITIVO DO PROCESSO	53
10.1.1 Mistura Rápida	53
10.1.2 Floculadores Mecânicos	53
10.1.3 Decantadores de Alta Taxa	53
10.1.4 Filtração	54
10.1.5 Retrolavagem	54
10.2 SISTEMA DE LAVAGEM.....	58
10.2.1 Lavagem	58
10.3 DESIDRATAÇÃO DO LODO.....	60
10.3.1 Processo	60
10.4 SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA.....	63
10.5 CASA DE QUÍMICA – CLORAÇÃO E TANQUE DE CONTATO	66
10.5.1 Casa de química.....	66
10.5.2 Tanque de contato	69
11 RESERVATÓRIO DE SAÍDA	70
12 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
13 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS	72

1 APRESENTAÇÃO

Trata o presente documento do Vol. 3: Estação de Tratamento de Água e Bombeamento 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

Atendendo às exigências do TR – subitem 5.3, apresenta-se neste relatório o detalhamento da estação de tratamento e o detalhamento necessário para implantação dos conjuntos motor-bomba das estações elevatórias.

3 CONCEPÇÃO E DESCRIÇÃO DO PROJETO

Descreve-se a seguir a concepção desenvolvida para solucionar o abastecimento de água do sistema integrado de Algodões.

3.1 MANANCIAL

A barragem de Algodões II está localizada nos municípios Curimatá e Júlio Borges, mas foi construída com o objetivo de abastecer os municípios de Curimatá, Júlio Borges, Avelino Lopes e Morro Cabeça no Tempo.

3.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

O tratamento de água proposto consiste em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano. As águas provenientes da Barragem de Algodões necessitam de tratamento, porque se apresentam com qualidades físicas e bacteriológicas impróprias.

O projeto da estação de tratamento de água (ETA) foi concebido de modo a atender às demandas do sistema em fim de plano. Com esse objetivo a ampliação da ETA prevê:

- Captação de água bruta: recalque de água bruta superficial para ETA;
- Adutora: tubulação intercalada entre tubos de PEAD e PVC com, aproximadamente, 170 metros de extensão e diâmetro nominal de 300 mm;
- O reservatório de chegada na ETA atende a duas demandas: a primeira é promover a acomodação da água na chegada, pois, a ligação direta do sistema de bombeio nos filtros de areia poderiam provocar a fluidificação das camadas dos meios filtrantes, devido a alteração na carga hidráulica, o volume total é de 400 m³. A segunda necessidade do sistema, atendida pelo reservatório, é a compensação de volume devido a parada de fornecimento de energia aos equipamentos no horário de ponta, que demanda 400 m³.

- Para a remoção da turbidez, previmos a adoção de sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, a ETA. Especificamos este coagulante em razão da alta eficiência na remoção de sólidos em suspensão e pelo relativamente baixo custo para sua aquisição.

A vazão da solução prevista de 0,55 l/s, sendo a concentração viável de acordo com a estação do ano e a qualidade da água na Barragem de Algodões II.

Foi definida a dosagem da solução por meio de 02 (duas) bombas dosadoras por controle manual e a utilização de agitador mecânico para preparo da solução nas tinas instaladas na casa de química com tempo de autonomia do sistema: 18 horas.

- As unidades de tratamento da ETA Compacta foram dimensionadas para tratar uma vazão máxima de água bruta, de aproximadamente, 54 L/s final de plano, modulada em duas unidades de 100 m³/h, e durante 20 horas de funcionamento, cuja descrição é realizada a seguir:
 - Mistura rápida: efetua a adição de coagulantes na água bruta, a mistura rápida ocorrerá em calha Parshall com garganta de 3", parte da ETA compacta;
 - Floculação mecanizada: responsável pela aglomeração de partículas sólidas já coaguladas.
 - Decantador lamelar de alta taxa: responsável pela sedimentação de partículas floculadas. A unidade é formada por placas com 60° de inclinação, fundo cônico e calhas coletoras de água decantada.
 - Filtração: realizada em filtros rápidos de escoamento por gravidade com leito de areia e antracito, unidade pertencente a ETA compacta;
- Sistema de lavagem dos filtros – a lavagem dos filtros será feita através de recalque, ficando dois conjuntos de recalque na elevatória de água tratada em paralelo. Haverá um segundo conjunto de recalque, para se dispor de reserva.
- Para lavagem com duração de 10 minutos foi estimado o volume de 40,63 m³.
- Estação Elevatória de Água de Lavagem (EEAL): efetua o bombeamento da água para a retrolavagem das unidades da ETA compacta;
- Unidade de Tratamento de lodo: composto por leitos de secagem que irão receber o lodo proveniente do decantador e de retrolavagem dos filtros.

- Casa de química – Foi prevista casa de química com laboratório e depósito de cilindros de cloro. A casa de química abrigará os sistemas de preparo e dosagem de para auxiliar no processo de coagulação e controle de qualidade do efluente.
- Casa de cloro – Prevista para instalação na Casa de Química.
- Sistema de desidratação do lodo. O lodo produzido no processo de tratamento é originado dos filtros. O lodo produzido nos filtros será descartado para desidratação e destinação final. A desidratação do lodo será feita por processo natural mediante emprego de leitos de secagem e o lodo desidratado poderá ser conduzido para aterro sanitário. Os cálculos a seguir são relativos ao projeto dos leitos de secagem necessários para a operação do sistema.
- O sistema de adensamento, transporte e descarte do lodo resultante da lavagem dos filtros será definido pela Codevasf através de operação terceirizada com empresa devidamente certificada e com destino para aterro controlado na proximidade da ETA.
- Além do tratamento da água, foi previsto o reaproveitamento da água de lavagem, que será conduzida para a entrada do reservatório de chegada, através de um pequeno recalque, constituído de dois pequenos conjuntos, sendo um de reserva.
- Reservatório inferior apoiado: responsável pelo armazenamento da água tratada em duas unidades de 400 m³;
- Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT): efetua o bombeamento da água tratada do reservatório inferior para o reservatório elevado de concreto na comunidade de Curimatá;
- Reservatório elevado em concreto: responsável pelo armazenamento de 400 m³ de água tratada que será distribuída na rede de abastecimento do município.

A equipe técnica da Sanear entende que este conceito atende ao tratamento requerido para o sistema objeto do contrato.

4 ESTUDO DO MANANCIAL

A Barragem de Algodões II compreende dois municípios em sua área de abrangência, bem como dados da bacia correspondente, considerando principalmente o município da cidade de Curimatá. Este último está localizado no extremo sul do Piauí, com população aproximada de 10.761 pessoas, área territorial de 2337.537 km², estando inserido nos biomas Cerrado e Caatinga¹ (IBGE, 2010), possuindo clima tropical semiárido quente, com duração do período seco de seis meses.¹

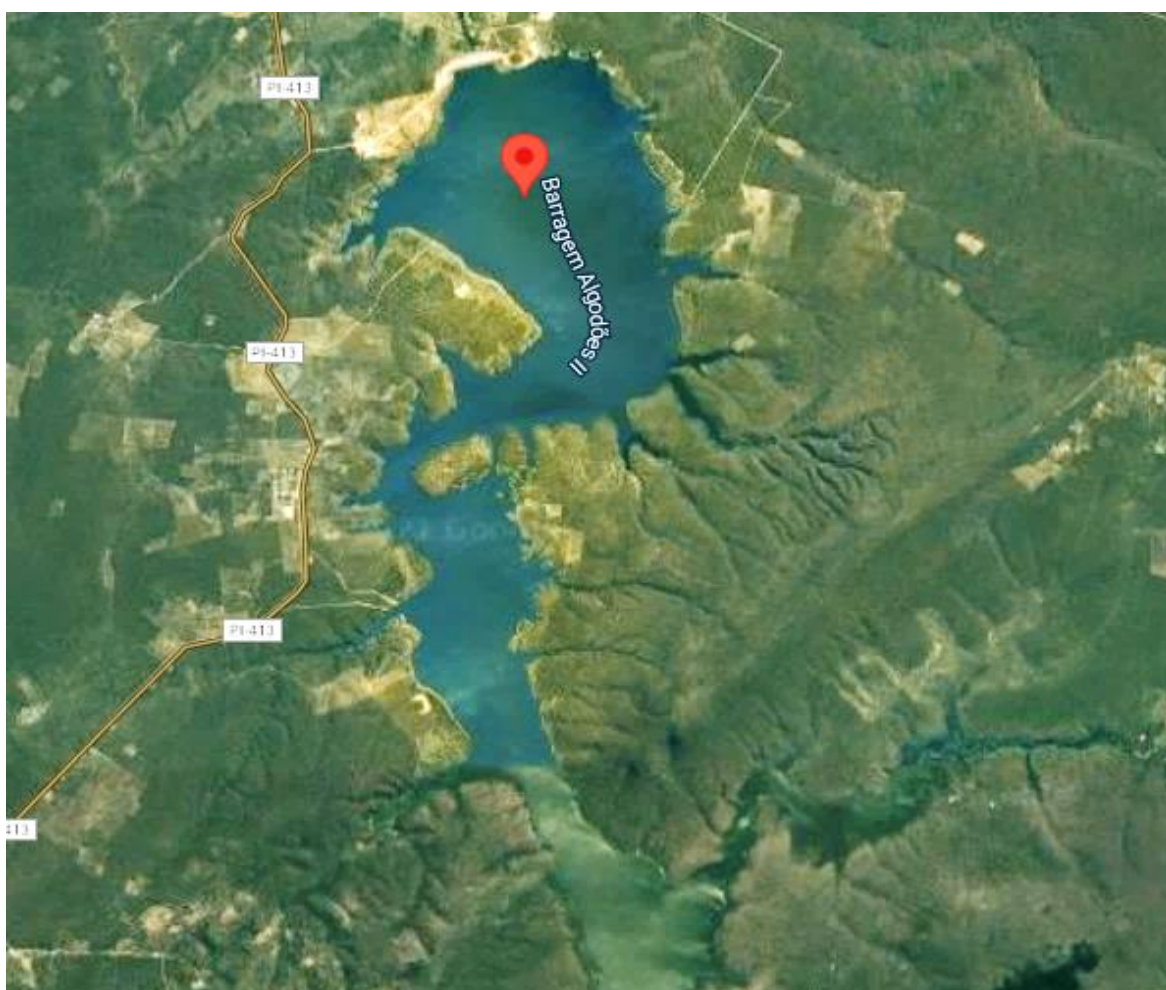


Figura 1: Imagem de satélite da Barragem Algodões II

Fonte: Google Maps, 2022.

¹ Gestão Integrada da Barragem Algodões II, no município de Curimatá, Piauí - Brasil / Lorrane de Castro Miranda. – 2018.

A barragem de Algodões II está localizada nos municípios Curimatá e Júlio Borges, mas foi construída com o objetivo de abastecer os municípios de Curimatá, Júlio Borges, Avelino Lopes e Morro Cabeça no Tempo. A barragem tem a capacidade de armazenar o equivalente a 247.000.000 m³ de água, o que a torna a terceira maior barragem do estado do Piauí, possui uma lamina d'água de 35m de altura, no eixo do maciço da barragem, e o comprimento longitudinal de seu reservatório mede mais de 37 Km (ROMAN; FREITAS, 2008). A sua construção foi concluída em 2005, pelo governo do estado do Piauí, em parceria com a COMDEPI - Companhia de Desenvolvimento do Estado do Piauí. A barragem está em uma unidade de gestão denominada Parnaíba 03, com 52.297 km², que compreende toda a área de drenagem do rio Gurguéia. O rio Gurguéia tem como afluente o rio Paraim, que tem como afluente o rio Curimatá.



Figura 2: Vistas aéreas da Barragem Algodões II

Fonte: Google Maps, 2022.

4.1 BACIA DO RIO GURGUÉIA

O rio Gurguéia é o maior afluente do rio Parnaíba pela sua margem direita. A BHRG localiza-se na porção do Sul do Estado do Piauí, abrange 33 municípios, a qual sofre forte influência da ação antrópica, principalmente em função da fronteira agrícola que se estrutura na região do MATOPIBA, sendo uma área ainda pouco estudada em seus aspectos ambientais.

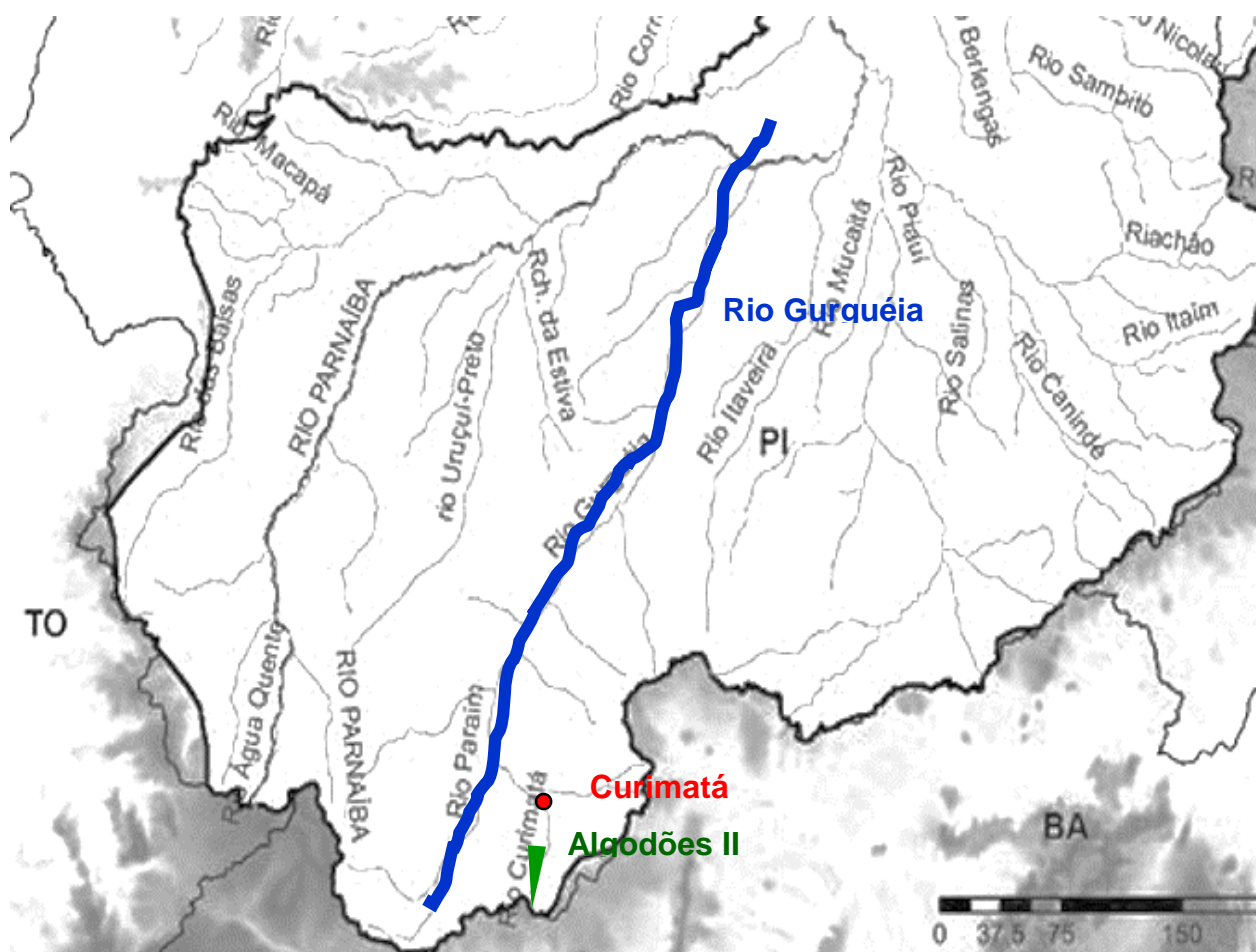


Figura 3: Bacia Hidrográfica do Rio Gurguéia

Fonte: Águas do Brasil, 2020.

A nascente do rio Gurgueia está localizada no sopé da chapada das Mangabeiras, a uma altitude média de 500 metros. A bacia hidrográfica possui extensão aproximada de 532

km, abrange área igual a 48.826 km², o que corresponde a 19% da área total do Piauí, sendo a segunda maior bacia do Estado.²

4.1.1 Parâmetros físico-químicos das águas da bacia do Rio Gurguéia³

A área de estudo selecionada foi a bacia do médio Gurguéia e seus afluentes: riacho Barra Verde, os rios Contrato e Paraim, sul do estado do Piauí, por compreender essencialmente a região do estado do Piauí fortemente influenciada pela expansão agrícola, e também por existirem áreas em processo de desertificação. O clima da região é do tipo Aw (Köppen), com temperatura média de 26,5 °C, precipitação média anual de 1000 mm, com estação chuvosa de outubro a abril, sendo novembro a janeiro o trimestre mais chuvoso, com ocorrência de veranicos.

Tabela 1: Valores médios dos parâmetros analisados nos períodos chuvoso e seco dos pontos amostrados das águas na bacia do Médio Gurgueia

Parâmetros Físico Químicos	Unidade	VMP	Rio Gurgueia		Riacho Barra Verde		Rio Contrato		Rio Paraim		Valores Médios	
		COMANA	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
pH	mg.L ⁻¹	6 - 9	5,9	6,6	5,9	6	5,9	6	6,6	7	6,08	6,40
Turbidez (UT)	UT	5	21	2,5	12,7	2	12,2	12,2	12,7	1,3	14,65	4,50
Alcalinidade	mg.L ⁻¹	500	250	47	20	15	60	13	147	50	119,25	31,25
Cloreto	mg.L ⁻¹	250	53	26	33	24	62	25	60	24	52,00	24,75
Dureza	mg.L ⁻¹	500	60	124	20	142	42	52	46	132	42,00	112,50
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	4,2	0	2,3	0	3,5	0	0,3	0	2,58	0,00
Nitrato	mg.L ⁻¹	10	3,5	0	1	0	1	0	1	0	1,63	0,00
Nitrito	mg.L ⁻¹	1	5	0	0,2	0	0,9	0	0,9	0	1,75	0,00
Oxigênio Consumido	mg.L ⁻¹	3	0	12,5	0	13,5	0	8	0	8,5	0,00	10,63

*VMP - valor máximo permitido, CONAMA 357

Fonte: AGESPISA, 2017.

² Análise na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia-Piauí. Livânia Norberta de OLIVEIRA. Universidade Federal do Piauí

³ Parâmetros físico-químicos das águas da bacia do Rio Gurguéia- PI. Revista Brasileira de Gestão Ambiental. <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/index>

As coletas das amostras foram realizadas no período chuvoso de novembro de 2016 a abril de 2017 e no período seco de maio a setembro de 2017, totalizando 12 amostragens de água. As determinações dos parâmetros físico-químicos foram realizadas no laboratório da Estação de Tratamento de Águas – ETA, da Companhia de Águas e Esgoto do Piauí – AGESPISA.

O pH, a turbidez, ferro, nitrato e nitrito da água no período chuvoso, no rio Gurgueia, ultrapassaram os limites estabelecidos na resolução 357/05 do CONAMA, sugerindo que a sazonalidade climática e a degradação do solo nos municípios em que o processo de desertificação está avançado tiveram influência direta nos resultados, fato também evidenciado na análise de agrupamento hierárquico.

- I. Durante o desenvolvimento do projeto, foi pesquisado o máximo de dados sobre a qualidade da água a ser tratada.
- II. Importante observar que a realização de análises de água, apesar de importante, tem alcance limitado, pois, a qualidade da água varia enormemente durante as estações do ano, as vezes as alterações ocorrem de forma relevante durante o dia, conforme, depoimento de operadores das ETA.
- III. As coletas das amostras foram realizadas no período chuvoso de novembro de 2016 a abril de 2017 laboratório da Estação de Tratamento de Águas – ETA, da Companhia de Águas e Esgoto do Piauí – AGESPISA, mostram que as águas dos mananciais que convergem para a Barragem de Algodões II possuem pouca turbidez, cor aparente, apenas intensidade moderada de cor verdadeira, o mesmo se observa na Análise de Água, fornecida pela AGESPISA, feita na própria Barragem de Algodões II.⁴
- IV. No projeto foi previsto a tanque de solução e sistema de aplicação de PAC, policloreto de alumínio, e ou sulfato de alumínio para auxílio da floculação e coagulação. Além disto foi previsto o sistema de adição da CAL para correção de *ph*, o que garante a ação efetiva dos coagulantes. Esses sistemas auxiliam o processo de clarificação da água, limpeza, para toda a variação que foi observada nos dados obtivemos.

⁴ Fonte: AGESPISA; 2017 e 2021

- V. Esse sistema projetado e apresentado se ajusta qualquer modelo de tecnologia de tratamento para as mais diversas qualidades de água.

A equipe da Sanear projetou e apresentou casa de química com todos esses sistemas devidamente detalhados, com projeto de alimentação e automatizado conforme solicitado em edital.

4.1.2 Disponibilidade e Qualidade da Água

Do ponto de vista hidrológico, a Barragem de Algodões tem registro de dados sistematizados, o que torna qualquer tentativa de quantificação de vazão consistente. Significa que existem metodologias confiáveis que produzam dados confiáveis, com dados sistematicamente registrados.

Não foi identificado relatório de análise da água da Barragem de Algodões, dado essencial para definir o tratamento de água. Contudo, através de pesquisa e publicações definimos “provável” composição de elementos em suspensão e dissolvidos e definimos o tipo de tratamento.

A avaliação mais indicada, nesse caso, seria determinar “*in loco*” que representam uma fotografia da situação atual, com informações de moradores antigos da área em estudo, que possam indicar as condições de nível e qualidade de água do manancial, em relação às atuais, e daí se inferir as condições a serem assumidas, para elaboração do projeto.

O rio Gurguéia, principal efluente da Barragem, é alimentado por poucos afluentes, em geral temporários, contudo, mantém regularidade do regime na maior parte da calha principal. Entre os principais afluentes estão os rios Paraim, Curimatá, Fundo, Corrente, Canhoto e Esfolado e os riachos da Tábua e de Santana. Sendo que os estudos sobre os parâmetros físico-químicos do rio mostram a necessidade de tratamento da água, o que se pode estender a Barragem de Algodões, mantida pelo fluxo deste manancial.

Em outubro de 2019 foi publicada matéria em que é mencionado o projeto de criação de peixes em tanque rede na Barragem Algodões II, onde estava prevista a implantação de tanques rede, e demonstrar aos pescadores o apoio da CODEVASF, para o desenvolvimento de uma nova atividade para os pescadores na geração de complementação da renda familiar.

5 RESUMO DO ESTUDO POPULACIONAL E DEMANDAS

5.1 ESTUDO POPULACIONAL

Observando e comparando os resultados das projeções populacionais nas tabelas adiante, conclui-se que os valores obtidos pela Sanear Consultoria são menores, porém próximos aos apresentados nos estudos de referência.

Dada a diferença nos valores, a Sanear Consultoria recomenda o ajuste da projeção populacional das localidades pertencentes ao sistema em estudo, tendo em vista o estudo descrito nesta seção.

Ademais, conforme será descrito nas seções seguintes, conclui-se que a atualização da população a ser atendida implica na redução da vazão de projeto na mesma proporção. Consequentemente, as estruturas previstas para o sistema de abastecimento de água serão menores, requerendo investimento inferior ao inicialmente previsto, além de manutenção e consumo de insumos e energia elétricas menores.

Tabela 2. Projeção da população de projeto (urbana) – Resultados Sanear

Município	Taxa de Crescimento Anual	Taxa de Crescimento Global (Anos)	Pop. Atual (Urbana)	População Intermediária	Pop. Fim de Plano
		30	2020	2035	2050
Curimatá	1,42%	52,66%	7.518	9.289	11.477
Avelino Lopes	1,48%	55,42%	6.973	8.693	10.838
Júlio Borges	1,50%	56,18%	1.702	2.127	2.658
População de projeto (Total)	-	-	16.193	20.109	24.973

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

Tabela 3. Projeção da população de projeto (urbana) – Estudos de referência

Município	Taxa de Crescimento Anual	Taxa de Crescimento Global (Anos)	Pop. Atual (Urbana)	População Intermediária	Pop. Fim de Plano
		30	2020	2035	2050
Curimatá	2,00%	81,14%	7.826	10.533	14.176
Avelino Lopes	1,75%	68,28%	7.241	9.393	12.185
Júlio Borges	1,75%	68,28%	1.324	1.718	2.229
População de projeto (Total)	-	-	16.392	21.645	28.590

Fonte: Elaboração da Sanear Consultoria com dados extraídos dos Estudos de Referência.

Tabela 4. Comparativo das populações de projeto do sistema – Final de plano

Trecho da Adutora	Sanear (A)	Projeção Anterior (B)	Redução
T1	24.973	28.590	16,38%
T2	22.315	26.361	19,40%
T3	11.477	14.176	19,05%

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

5.2 ESTUDO DE DEMANDAS DE ÁGUA

5.2.1 População de Referência

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

5.2.2 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.

5.2.3 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.

5.2.4 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.

5.3 VAZÕES DO SISTEMA

A Tabela 5 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 5. Vazões do Sistema – Final de Plano

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

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

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_{méd.}):

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

Em que:

q = consumo médio *per capita*, em litros/hab.dia;
 P = população a ser abastecida.

5.3.1 Resultados e Implicações nas Estruturas Previstas no Sistema

Conforme mencionado anteriormente, a alteração na projeção populacional implica em mudanças diretamente proporcionais nas vazões do sistema e, consequentemente na dimensão das estruturas previstas.

- Vazões das Adutoras**

A partir dos novos valores de vazão determinados na seção anterior, o pré-dimensionamento da estrutura de adução de água do sistema foi alterado. 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 6. Pré-dimensionamento da estrutura de adução de água (bruta e tratada)

Material: PVC DEF°F°- C (HW) =		135	(fim de plano)			
Perda unitária máxima		6	m/km			
Estudo e Projeto Existente						
Trecho da adutora	Proj. Anterior (B)	Adução	Tubo	V	Hf	Δhf
	l/s	m	m	m/s	m	m/km
T1	74,45	223	0,300	1,05	0,78	3,51
T2	45,77	11.540	0,300	0,65	16,47	1,43
T3	24,61	14.491	0,250	0,50	15,95	1,10
Proposição Sanear Consultoria						
Trecho da adutora	Sanear (A)	Adução	Tubo	V	Hf	Δhf
	l/s	m	m	m/s	m	m/km
T1	62,26	223	0,250	1,27	1,37	6,13
T2	38,74	11.540	0,250	0,75	26,85	2,33
T3	19,93	14.491	0,200	0,63	31,98	2,21

Fonte: Sanear Consultoria, 2021.

- **ETA, Estações Elevatórias e Reservatórios**

Assim como a estrutura de adução de água, a ETA e as estações elevatórias também sofrerão alteração, no que diz respeito a potência dos equipamentos, e demais estruturas de tratamento, e dos conjuntos motor-bomba, devido à redução das vazões do sistema. Já os reservatórios sofrerão redução do volume de armazenamento devido à redução das demandas

6 ESTIMATIVAS DE CUSTOS DAS ALTERNATIVAS – CAPTAÇÃO

Croqui do Sistema de Recalque :

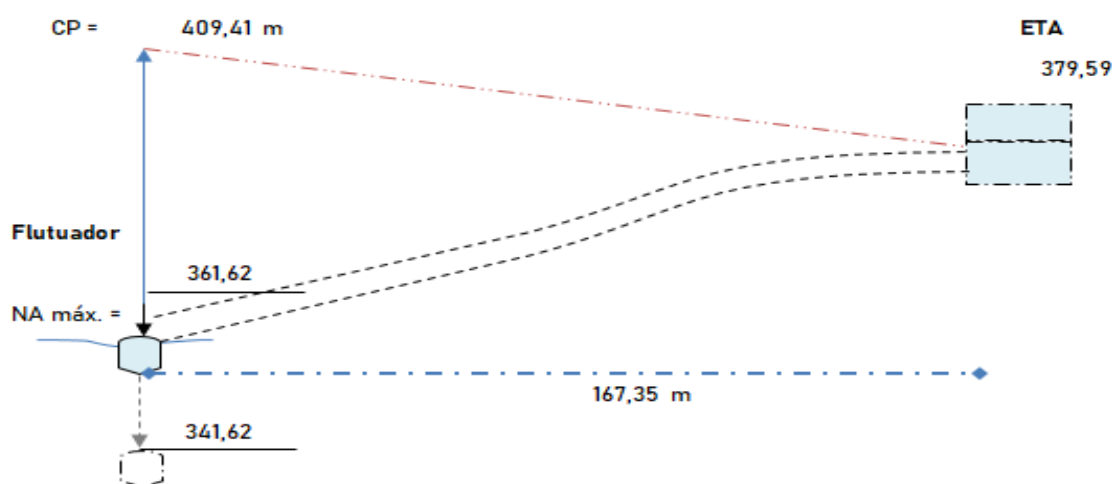


Figura 4. Croqui do sistema de recalque – Captação

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

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 as diferentes alternativas de regime de funcionamento. As despesas com energia elétrica da estação elevatória prevista foram calculadas considerando os parâmetros elencados abaixo:

Tabela 7. Dados de Demanda

ANÁLISE DO CONSUMO E CUSTO DE ENERGIA ELÉTRICA DA EEAB				
DADOS GERAIS				
Desnível Geométrico:	Máximo	46,97	m	
	Mínimo	26,97	m	
	Médio	36,97	m	
Extensão de Adução (m):		167,35	m	
Q (inicial) =	2.021	28,11	l/s	(média)
Q (final - 20 anos) =	2.041	41,50	l/s	(média)
D (econômico) =		0,30	m	

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 8. Equatorial Energia

TARIFAS DE ENERGIA - FAIXA VERDE - SANEAMENTO					
RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA ANEEL Nº 2.588/2019					
Rendimento médio dos grupos (%):	75	DAEE = Despesa Anual com Energia Elétrica			
Taxa anual de juros (%):	6	DAEE vp = Despesa Anual de Energia Elétrica em valores presentes de Início de Plano			
Tarifa de energia elétrica:	TARIFA VERDE - SANEAMENTO				
	Consumo (R\$/KWh)	0,30664	Fora da Ponta		
		2,62806	Na ponta	8,57	x
	Demanda (KW/mês)	26,36000			

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 9. Definição das Alternativas

Alternativas	Q(l/s)				
1	28,11	41,50	24	/ 24	Funcionamento EEAB
2	33,74	49,81	20	/ 24	Funcionamento EEAB
3	42,17	62,26	16	/ 24	Funcionamento EEAB

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Observa-se que ao optar pelo funcionamento em regime de 24 horas diárias os equipamentos funcionam em horário de ponta (NP), sendo que a tarifa pela tabela da Equatorial, Faixa Verde, corresponde a **8,67 vezes** o custo no horário fora da ponta (FP).

Tabela 10. Dados do Sistema de Recalque

Alternativas	Etapas	HMT				Potência da elevatória 1ª e 2ª Etapa			
		Q	Desn.	Hf	Total	Consumida		Instalada	
		m3/s	m	mca	mca	cv	kw	cv	kw
1	1ª	0,0281	36,97	0,14	37,11	18,52	13,63	23	16,93
	2ª	0,0415	36,97	0,31	37,28	27,47	20,22	34	25,02
2	1ª	0,0337	36,97	0,21	37,18	22,27	16,39	27	19,87
	2ª	0,0498	36,97	0,44	37,41	33,08	24,35	41	30,18
3	1ª	0,0422	36,97	0,32	37,29	27,92	20,55	34	25,02
	2ª	0,0623	36,97	0,68	37,65	41,62	30,63	52	38,27

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

6.1 CUSTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM VALORES PRESENTES – 1ª E 2ª ETAPAS

6.1.1 Alternativa 01

D= 0,30 m EEAB - Regime 24 horas

Tabela 11. Valores da Alternativa 02

Etapa	Ano	Nº de	Nº horas	Potencia (kw)		DAEE	DAEE vp
		Ordem	(hh)	Instalada	Consumida	(R\$)	(R\$)
1ª	2.021	1	24,00	16,93	13,63	76.634	72.296
	2.022	2	24,00	16,93	13,63	76.634	68.204
	2.023	3	24,00	16,93	13,63	76.634	64.343
	2.024	4	24,00	16,93	13,63	76.634	60.701
	2.025	5	24,00	16,93	13,63	76.634	57.265
	2.026	6	24,00	16,93	13,63	76.634	54.024
	2.027	7	24,00	16,93	13,63	76.634	50.966
	2.028	8	24,00	16,93	13,63	76.634	48.081
	2.029	9	24,00	16,93	13,63	76.634	45.359
	2.030	10	24,00	16,93	13,63	76.634	42.792
	2.031	11	24,00	16,93	13,63	76.634	40.370
	2.032	12	24,00	16,93	13,63	76.634	38.085
	2.033	13	24,00	16,93	13,63	76.634	35.929
	2.034	14	24,00	16,93	13,63	76.634	33.895
	2.035	15	24,00	16,93	13,63	76.634	31.977
	2.036	16	24,00	25,02	20,22	113.614	44.724
	2.037	17	24,00	25,02	20,22	113.614	42.192
	2.038	18	24,00	25,02	20,22	113.614	39.804
	2.039	19	24,00	25,02	20,22	113.614	37.551
	2.040	20	24,00	25,02	20,22	113.614	35.425
2ª	2.041	21	24,00	25,02	20,22	113.614	33.420
	2.042	22	24,00	25,02	20,22	113.614	31.528
	2.043	23	24,00	25,02	20,22	113.614	29.744
	2.044	24	24,00	25,02	20,22	113.614	28.060
	2.045	25	24,00	25,02	20,22	113.614	26.472
	2.046	26	24,00	25,02	20,22	113.614	24.974
	2.047	27	24,00	25,02	20,22	113.614	23.560
	2.048	28	24,00	25,02	20,22	113.614	22.226
	2.049	29	24,00	25,02	20,22	113.614	20.968
	2.050	30	24,00	25,02	20,22	113.614	19.781
		TOTAL					1.204.716,16

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Considerando o horizonte de projeto de 20 anos o consumo previsto considerando a taxa de retorno de 6% para a consolidação do valor presente é de R\$1.399.485,56.

D= 0,30 m EEAB - Regime 20 horas

Etapla	Ano	Nº de	Nº horas	Potencia (kw)		DAEE	DAEE vp
		Ordem	(hh)	Instalada	Consumida	(R\$)	(R\$)
1ª	2.021	1	20,00	19,87	16,39	42.969	40.537
	2.022	2	20,00	19,87	16,39	42.969	38.242
	2.023	3	20,00	19,87	16,39	42.969	36.078
	2.024	4	20,00	19,87	16,39	42.969	34.036
	2.025	5	20,00	19,87	16,39	42.969	32.109
	2.026	6	20,00	19,87	16,39	42.969	30.292
	2.027	7	20,00	19,87	16,39	42.969	28.577
	2.028	8	20,00	19,87	16,39	42.969	26.959
	2.029	9	20,00	19,87	16,39	42.969	25.433
	2.030	10	20,00	19,87	16,39	42.969	23.994
	2.031	11	20,00	19,87	16,39	42.969	22.636
	2.032	12	20,00	19,87	16,39	42.969	21.354
	2.033	13	20,00	19,87	16,39	42.969	20.146
	2.034	14	20,00	19,87	16,39	42.969	19.005
	2.035	15	20,00	19,87	16,39	42.969	17.930
	2.036	16	20,00	30,18	24,35	64.045	25.211
	2.037	17	20,00	30,18	24,35	64.045	23.784
	2.038	18	20,00	30,18	24,35	64.045	22.438
	2.039	19	20,00	30,18	24,35	64.045	21.168
	2ª	2.040	20	20,00	30,18	24,35	64.045
2.041		21	20,00	30,18	24,35	64.045	18.839
2.042		22	20,00	30,18	24,35	64.045	17.773
2.043		23	20,00	30,18	24,35	64.045	16.767
2.044		24	20,00	30,18	24,35	64.045	15.818
2.045		25	20,00	30,18	24,35	64.045	14.922
2.046		26	20,00	30,18	24,35	64.045	14.078
2.047		27	20,00	30,18	24,35	64.045	13.281
2.048		28	20,00	30,18	24,35	64.045	12.529
2.049		29	20,00	30,18	24,35	64.045	11.820
2.050		30	20,00	30,18	24,35	64.045	11.151
TOTAL							676.875,82

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

27

6.1.3 Alternativa 03

D= 0,30 m EEAB - Regime 16 horas

Tabela 13. Valores da Alternativa 03

Etapa	Ano	Nº de Ordem	Nº horas (hh)	Potencia (kw)		DAEE (R\$)	DAEE vp (R\$)
				Instalada	Consumida		
1ª	2.021	1	16,00	25,02	20,55	44.710	42.179
	2.022	2	16,00	25,02	20,55	44.710	39.792
	2.023	3	16,00	25,02	20,55	44.710	37.539
	2.024	4	16,00	25,02	20,55	44.710	35.414
	2.025	5	16,00	25,02	20,55	44.710	33.410
	2.026	6	16,00	25,02	20,55	44.710	31.519
	2.027	7	16,00	25,02	20,55	44.710	29.735
	2.028	8	16,00	25,02	20,55	44.710	28.051
	2.029	9	16,00	25,02	20,55	44.710	26.464
	2.030	10	16,00	25,02	20,55	44.710	24.966
	2.031	11	16,00	25,02	20,55	44.710	23.553
	2.032	12	16,00	25,02	20,55	44.710	22.219
	2.033	13	16,00	25,02	20,55	44.710	20.962
	2.034	14	16,00	25,02	20,55	44.710	19.775
	2.035	15	16,00	25,02	20,55	44.710	18.656
2ª	2.036	16	16,00	38,27	30,63	66.959	26.358
	2.037	17	16,00	38,27	30,63	66.959	24.866
	2.038	18	16,00	38,27	30,63	66.959	23.459
	2.039	19	16,00	38,27	30,63	66.959	22.131
	2.040	20	16,00	38,27	30,63	66.959	20.878
	2.041	21	16,00	38,27	30,63	66.959	19.696
	2.042	22	16,00	38,27	30,63	66.959	18.582
	2.043	23	16,00	38,27	30,63	66.959	17.530
	2.044	24	16,00	38,27	30,63	66.959	16.538
	2.045	25	16,00	38,27	30,63	66.959	15.601
	2.046	26	16,00	38,27	30,63	66.959	14.718
	2.047	27	16,00	38,27	30,63	66.959	13.885
	2.048	28	16,00	38,27	30,63	66.959	13.099
	2.049	29	16,00	38,27	30,63	66.959	12.358
	2.050	30	16,00	38,27	30,63	66.959	11.658
TOTAL							705.591,18

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Considerando o horizonte de projeto de 20 anos o consumo previsto considerando a taxa de retorno de 6% para a consolidação do valor presente é de R\$820.867,74.

6.1.4 Comparação e Seleção da Alternativa de Projeto

Apresentamos a seguir comparativo consolidando os todos os custos estimados. Concluímos 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 14. Tabela Resumo Geral

ALTERNATIVAS CONSOLIDADAS			
	EEAT	Despesa Energia	Relativo
Alternativa 01	24	(R\$)	%
	horas	R\$1.204.716,16	100%
Alternativa 02	20	(R\$)	%
	horas	R\$676.875,82	56,19%
Alternativa 03	16	(R\$)	%
	horas	R\$705.591,18	58,57%

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Os resultados demonstram de forma clara que a utilização de regime de funcionamento full time, 24/24, é inviável. As alternativas 02 e 03 possuem valores de consumo semelhantes, devido ao fato de que as eficiências dos equipamentos admitidas foram semelhantes e ambos funcionarem fora do horário de ponta, o que reduz de forma relevante o custo de energia.

A equipe da Sanear optou por utilizar os parâmetros da alternativa 03 para a definição do conjunto de bombeio conforme apresentado em relatório anterior

7 JUSTIFICATIVA PARA RESERVATÓRIO

A EEAB aduz vazão superior à vazão média do sistema, devido a necessidade de funcionamento fora do horário de ponto, o que restringe o tempo de funcionamento da estação elevatória e consequentemente aumenta a vazão.

Devido a isso, a vazão do sistema de tratamento teria que ser semelhante a vazão do sistema se não houvesse o reservatório para amortizar e compatibilizar o funcionamento dos dois sistemas, recalque da captação e sistema de tratamento. A equipe da Sanear optou pelo uso de sistema de reservação de pequena monta da entrada da ETA. O reservatório previsto na chegada na ETA atende a duas demandas:

1. Promover a acomodação da água na chegada, pois, a ligação direta do sistema de bombeio nos filtros de areia poderiam provocar a fluidificação das camadas dos meios filtrantes, devido a alteração na carga hidráulica, problema recorrente em sistemas com filtros de areia. Além dos custos extras com a substituição do meio filtrante e manutenção dos filtros.

Desta forma o reservatório firma 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 do reservatório de jusante, fluxo ascendente.

2. A segunda necessidade do sistema, atendida pelo reservatório, é a compensação de volume devido a parada de fornecimento de energia aos equipamentos no horário de ponta. Ou seja, o sistema foi dimensionado para que no período entre 6 e 9 horas da noite seja interrompido o bombeio, pois, neste horário ocorre aumento significativo no custo de energia, chegando a superar **8** vezes (Tabela do Concessionária Equatorial Energia) o valor no horário fora da ponta dependendo do contrato com a concessionária.

Mantém em funcionamento o sistema de tratamento caso seja necessário fazer manutenção.

7.1 ALTERNATIVAS - VOLUME RAD 01

No capítulo anterior a equipe da Sanear definiu a necessidade de implantação do reservatório na entrada na ETA.

A Reserva de equilíbrio, objetivo principal do reservatório, é assim denominada porque é acumulada nas horas de menor consumo para compensação nas de maior demanda, ou seja, como o consumo é flutuante e a vazão de adução é constante, principalmente nas aduções por recalque, nas horas em que o consumo for inferior a demanda o reservatório enche para que nas horas onde o consumo na rede for maior o volume acumulado anteriormente compense o déficit em relação à vazão que entra.

A seguir apresenta-se as alternativas para do volume do RAD.

Tabela 15. Alternativas - volume RAD 01

ALTERNATIVA 01				
Demandas de Água			Início de Plano	Final de Plano
			2.021	2.041
Vazão - l/s			28,11	41,50
ETA	20	/ 24	33,74	49,81
Regime EEAB	16	/ 24	42,17	62,20
ALTERNATIVA 02				
Demandas de Água			Início de Plano	Final de Plano
			2.021	2.041
Vazão - l/s			28,11	41,50
ETA	18	/ 24	37,48	55,34
Regime EEAB	16	/ 24	42,17	62,20
ALTERNATIVA 03				
Demandas de Água			Início de Plano	Final de Plano
			2.021	2.041
Vazão - l/s			28,11	41,50
ETA	24	/ 24	28,11	41,50
Regime EEAB	16	/ 24	42,17	62,20

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 16. Alternativa 01 - Volume RAD 01

RESERVATÓRIO 01 - ETA - CONSIDERANDO HORÁRIO DE 16/24 ELEVATÓRIA													
Dados Gerais		Volume Consumido		Volume de água no reservatório - Início de Plano				Volume de água no reservatório - Fim de Plano					
Horário	Var. Consumo	Média Diária (m³/hora)		Volume Fornecido	Volume Acumulado	Diferenças		Volume Fornecido	Volume Acumulado	Diferenças			
		ANO				(+)	(-)			(+)	(-)		
		2.020	2.050										
1	1	121,45	179,30	151,81	30,36	30,36	0,00	223,92	44,62	44,62	0,00		
2	1	121,45	179,30	151,81	60,72	30,36	0,00	223,92	89,24	44,62	0,00		
3	1	121,45	179,30	151,81	91,09	30,36	0,00	223,92	133,86	44,62	0,00		
4	1	121,45	179,30	151,81	121,45	30,36	0,00	223,92	178,48	44,62	0,00		
5	1	121,45	179,30	151,81	151,81	30,36	0,00	223,92	223,10	44,62	0,00		
6	1	121,45	179,30	151,81	182,17	30,36	0,00	223,92	267,73	44,62	0,00		
7	1	121,45	179,30	151,81	212,53	30,36	0,00	223,92	312,35	44,62	0,00		
8	1	121,45	179,30	151,81	242,90	30,36	0,00	223,92	356,97	44,62	0,00		
9	1	121,45	179,30	151,81	273,26	30,36	0,00	223,92	401,59	44,62	0,00		
10	1	121,45	179,30	151,81	303,62	30,36	0,00	223,92	446,21	44,62	0,00		
11	1	121,45	179,30	151,81	333,98	30,36	0,00	223,92	490,83	44,62	0,00		
12	1	121,45	179,30	151,81	364,34	30,36	0,00	223,92	535,45	44,62	0,00		
13	1	121,45	179,30	151,81	394,70	30,36	0,00	223,92	580,07	44,62	0,00		
14	1	121,45	179,30	151,81	425,07	30,36	0,00	223,92	624,69	44,62	0,00		
15	1	121,45	179,30	151,81	455,43	30,36	0,00	223,92	669,31	44,62	0,00		
16	1	121,45	179,30	151,81	485,79	30,36	0,00	223,92	713,93	44,62	0,00		
17	1	121,45	179,30	0,00	364,34	0,00	-121,45	0,00	534,63	0,00	-179,30		
18	1	121,45	179,30	0,00	242,89	0,00	-121,45	0,00	355,34	0,00	-179,30		
19	1	121,45	179,30	0,00	121,45	0,00	-121,45	0,00	176,04	0,00	-179,30		
20	1	121,45	179,30	0,00	0,00	0,00	-121,45	0,00	-3,26	0,00	-179,30		
21	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00		
22	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00		
23	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00		
24	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00		
				2.429	3.586	2.429	486	486	-486	3.583	714	714	-717
				% Mín de Reservação		20,00%	-20,00%	% Mín de Reservação		19,93%	-20,02%		
Volume de Reservação 2020 (mínimo)				485,79	m3								
Volume de Reservação 2050 (mínimo)				713,93	m3								

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 17. Alternativa 02 - Volume RAD 01

RESERVATÓRIO 01 - ETA - CONSIDERANDO HORÁRIO DE 16 /24 ELEVATÓRIA											
Dados Gerais		Volume Consumido Média Diária (m³/hora)		Volume de água no reservatório - Início de Plano				Volume de água no reservatório - Fim de Plano			
Horário	Var. consumo	ANO		Volume Fornecido	Volume Acumulado	Diferenças		Volume Fornecido	Volume Acumulado	Diferenças	
		2.020	2.050			(+)	(-)			(+)	(-)
1	1	134,94	199,22	151,81	16,87	16,87	0,00	223,92	24,70	24,70	0,00
2	1	134,94	199,22	151,81	33,74	16,87	0,00	223,92	49,40	24,70	0,00
3	1	134,94	199,22	151,81	50,60	16,87	0,00	223,92	74,10	24,70	0,00
4	1	134,94	199,22	151,81	67,47	16,87	0,00	223,92	98,79	24,70	0,00
5	1	134,94	199,22	151,81	84,34	16,87	0,00	223,92	123,49	24,70	0,00
6	1	134,94	199,22	151,81	101,21	16,87	0,00	223,92	148,19	24,70	0,00
7	1	134,94	199,22	151,81	118,07	16,87	0,00	223,92	172,89	24,70	0,00
8	1	134,94	199,22	151,81	134,94	16,87	0,00	223,92	197,59	24,70	0,00
9	1	134,94	199,22	151,81	151,81	16,87	0,00	223,92	222,29	24,70	0,00
10	1	134,94	199,22	151,81	168,68	16,87	0,00	223,92	246,99	24,70	0,00
11	1	134,94	199,22	151,81	185,54	16,87	0,00	223,92	271,69	24,70	0,00
12	1	134,94	199,22	151,81	202,41	16,87	0,00	223,92	296,38	24,70	0,00
13	1	134,94	199,22	151,81	219,28	16,87	0,00	223,92	321,08	24,70	0,00
14	1	134,94	199,22	151,81	236,15	16,87	0,00	223,92	345,78	24,70	0,00
15	1	134,94	199,22	151,81	253,02	16,87	0,00	223,92	370,48	24,70	0,00
16	1	134,94	199,22	151,81	269,88	16,87	0,00	223,92	395,18	24,70	0,00
17	1	134,94	199,22	0,00	134,94	0,00	-134,94	0,00	195,96	0,00	-199,22
18	1	134,94	199,22	0,00	0,00	0,00	-134,94	0,00	-3,26	0,00	-199,22
19	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00
20	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00
21	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00
22	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00
23	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00
24	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,26	0,00	0,00
		2.429	3.586	2.429	270	270	-270	3.583	395	395	-398
				% Mín de Reservação		11,11%	-11,11%	% Mín de Reservação		11,03%	-11,12%
Volume de Reservação 2020 (mínimo)				269,88		m3					
Volume de Reservação 2050 (mínimo)				395,18		m3					

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 18. Alternativa 03 - Volume RAD 01

RESERVATÓRIO 01 - ETA - CONSIDERANDO HORÁRIO DE 16 /24 ELEVATÓRIA											
Dados Gerais		Volume Consumido		Volume de água no reservatório - Início de Plano				Volume de água no reservatório - Fim de Plano			
Horário	Var. consumo	Média Diária (m³/hora)		Volume Fornecido	Volume Acumulado	Diferenças		Volume Fornecido	Volume Acumulado	Diferenças	
		ANO				(+)	(-)			(+)	(-)
		2.020	2.050								
1	1	101,21	149,42	151,81	50,60	50,60	0,00	223,92	74,50	74,50	0,00
2	1	101,21	149,42	151,81	101,21	50,60	0,00	223,92	149,01	74,50	0,00
3	1	101,21	149,42	151,81	151,81	50,60	0,00	223,92	223,51	74,50	0,00
4	1	101,21	149,42	151,81	202,41	50,60	0,00	223,92	298,02	74,50	0,00
5	1	101,21	149,42	151,81	253,02	50,60	0,00	223,92	372,52	74,50	0,00
6	1	101,21	149,42	151,81	303,62	50,60	0,00	223,92	447,02	74,50	0,00
7	1	101,21	149,42	151,81	354,22	50,60	0,00	223,92	521,53	74,50	0,00
8	1	101,21	149,42	151,81	404,83	50,60	0,00	223,92	596,03	74,50	0,00
9	1	101,21	149,42	151,81	455,43	50,60	0,00	223,92	670,54	74,50	0,00
10	1	101,21	149,42	151,81	506,03	50,60	0,00	223,92	745,04	74,50	0,00
11	1	101,21	149,42	151,81	556,63	50,60	0,00	223,92	819,54	74,50	0,00
12	1	101,21	149,42	151,81	607,24	50,60	0,00	223,92	894,05	74,50	0,00
13	1	101,21	149,42	151,81	657,84	50,60	0,00	223,92	968,55	74,50	0,00
14	1	101,21	149,42	151,81	708,44	50,60	0,00	223,92	1.043,06	74,50	0,00
15	1	101,21	149,42	151,81	759,05	50,60	0,00	223,92	1.117,56	74,50	0,00
16	1	101,21	149,42	151,81	809,65	50,60	0,00	223,92	1.192,06	74,50	0,00
17	1	101,21	149,42	0,00	708,44	0,00	-101,21	0,00	1.042,65	0,00	-149,42
18	1	101,21	149,42	0,00	607,24	0,00	-101,21	0,00	893,23	0,00	-149,42
19	1	101,21	149,42	0,00	506,03	0,00	-101,21	0,00	743,82	0,00	-149,42
20	1	101,21	149,42	0,00	404,83	0,00	-101,21	0,00	594,40	0,00	-149,42
21	1	101,21	149,42	0,00	303,62	0,00	-101,21	0,00	444,98	0,00	-149,42
22	1	101,21	149,42	0,00	202,41	0,00	-101,21	0,00	295,57	0,00	-149,42
23	1	101,21	149,42	0,00	101,21	0,00	-101,21	0,00	146,15	0,00	-149,42
24	1	101,21	149,42	0,00	0,00	0,00	-101,21	0,00	-3,26	0,00	-149,42
		2.429	3.586	2.429	810	810	-810	3.583	1.192	1.192	-1.195
				% Mín de Reservação		33,33%	-33,33%	% Mín de Reservação		33,27%	-33,36%
Volume de Reservação 2020 (mínimo)				809,65	m3						
Volume de Reservação 2050 (mínimo)				1.192,06	m3						

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

Tabela 19. Resultados Alternativas - Volume RAD

ALTERNATIVAS - VOLUME RAD

		HH/DIA	VOL - M3	
Alternativa 01	ETA	20	Início de Plano	485,79
	Regime EEAB	16	Fim de Plano	713,93
Alternativa 02	ETA	18	Início de Plano	269,88
	Regime EEAB	16	Fim de Plano	395,18
Alternativa 03	ETA	24	Início de Plano	809,65
	Regime EEAB	16	Fim de Plano	1.192,06

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

7.2 CONSIDERAÇÕES

- O volume mínimo do reservatório conforme definido é de 400 m³, para a situação de final de plano.
- Considerando a topografia no local de implantação e devido ao ETA a jusante do reservatório com altura total de 4 metros foi necessário prever altura útil de 9 metros, conservando disponibilidade de carga com o objetivo de garantir a funcionalidade do sistema, sendo a altura total do reservatório de 10 metros.
- A altura mínima do reservatório prevista foi de 12 metros, considerando a fundação, base de concreto, e a estrutura de sustentação fornecida pelo fabricante.
- Para a garantia de não contaminação está previsto a cobertura do reservatório, destinada a proteger, contra qualquer perigo de poluição, a água bruta que vai ter no reservatório.
- Na cobertura está prevista chaminé de ventilação, a fim de que o nível d'água fique sempre sob pressão atmosférica. As aberturas da chaminé devem ser providas de

telas, a fim de impedir a passagem de substâncias estranhas e de insetos para o interior dos reservatórios.

- A saída de água deve ser dotada de sistema de fechamento por válvula situada na parte externa do reservatório como forma de controlar a carga hidráulica mínima a ser fornecida ao filtro a jusante.

Observamos, contudo, que é possível a implantação da ETA sem o reservatório, situação em que o controle através de válvula gerenciadora específica, que encontramos em algumas ETAs. Essa não foi a opção técnica escolhida pela Sanear mas, não descartamos a possibilidade de alterarmos a concepção caso a fiscalização opte por esse sistema.

8 TARIFAS

8.1 TARIFAS EQUATORIAL

RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA ANEEL Nº 2.588/2019

Em vigor – De 07/08/2019 à 06/08/2020

BAIXA TENSÃO				
CLASSE	TARIFA CONVENCIONAL (R\$/kWh)	TARIFA BRANCA (R\$/kWh)		
		Horário Ponta	Horário Intermediário	Horário Fora Ponta
RESIDENCIAL BAIXA RENDA				
Consumo - até 30 kWh	0,22942	NÃO SE APLICA		
Consumo - 31 a 100 kWh	0,39329			
Consumo - 101 a 220 kWh	0,58994			
Consumo acima de 220 kWh	0,65549			
RESIDENCIAL NORMAL				
Residencial	0,68360	1,47384	0,93218	0,55411
DEMAIS CLASSES				
Comercial	0,6836	1,58056	0,99621	0,57545
Cooperativa de Eletrificação Rural	0,51953	1,12012	0,70846	0,42112
Iluminação Pública - B4a	0,37598	NÃO SE APLICA		
Iluminação Pública - B4b	0,41016			
Industrial	0,68360	1,58056	0,99621	0,57545
Serviço Público de Irrigação	0,46485	1,00221	0,63388	0,37679
Poder Público	0,68360	1,58056	0,99621	0,57545
Própria	0,68360	1,58056	0,99621	0,57545
Rural	0,51953	1,12012	0,70846	0,42112

ALTA TENSÃO		
Grupo	Unidade	Valor sem tributos

MODALIDADE TARIFÁRIA AZUL		
A2 (88 a 138 kV)		
Demanda Ponta	D (kW)	28,06
Demanda Fora Ponta	D (kW)	11,61
Consumo Ponta	C (kWh)	0,42256
Consumo Fora Ponta	C (kWh)	0,25898
A3 (69 kV)		

RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA ANEEL Nº 2.588/2019

Em vigor – De 07/08/2019 à 06/08/2020

Demanda Ponta	D (kW)	23,72
Demanda Fora Ponta	D (kW)	10,65
Consumo Ponta	C (kWh)	0,43070
Consumo Fora Ponta	C (kWh)	0,26712

A3a (30 a 44 kV)		
Demanda Ponta	D (kW)	88,81
Demanda Fora Ponta	D (kW)	26,36
Consumo Ponta	C (kWh)	0,47022
Consumo Fora Ponta	C (kWh)	0,30664
A4 (2,3 a 25 kV)		
Demanda Ponta	D (kW)	88,81
Demanda Fora Ponta	D (kW)	26,36
Consumo Ponta	C (kWh)	0,47022
Consumo Fora Ponta	C (kWh)	0,30664
MODALIDADE TARIFÁRIA VERDE		
A3a (30 a 44 kV)		
Demanda	D (kW)	26,36
Consumo Ponta	C (kWh)	2,62806
Consumo Fora Ponta	C (kWh)	0,30664
A4 (2,3 a 25 kV)		

8.2 CEEE DISTRIBUIDORA

Tabela de Tarifas - Grupo A

Vigentes a partir de 22/11/2020, conforme Resolução Homologatória ANEEL Nº 2.798/2020.

Valores dos adicionais das bandeiras tarifárias alterados pela REH ANEEL Nº 2.628/2019.



Tarifas de Energia Elétrica aplicáveis ao Grupo A - Em R\$ sem impostos

			A2 (138 kV)	A3 (69 kV)	A4 (13,8/25 kV)	AS (220/217 V)
Modalidade Tarifária Horária Azul	Demanda Ponta	R\$/kW	18,84	18,47	45,72	59,54
	Demanda Fora Ponta	R\$/kW	15,77	11,84	21,93	17,16
	Energia Ponta	R\$/kWh	0,480980	0,479240	0,498200	0,523020
	Energia Fora Ponta	R\$/kWh	0,325000	0,323260	0,342220	0,367040

			A4 (13,8/25 kV)	AS (220/217 V)
Modalidade Tarifária Horária Verde	Demanda	R\$/kW	21,93	17,16
	Energia Ponta	R\$/kWh	1,610140	1,971600
	Energia Fora Ponta	R\$/kWh	0,342220	0,367040

Adicional de Bandeira (R\$/kWh)			
Amarela	Vermelha		Escassez Hídrica
	Patamar I	Patamar II	
0,01874	0,03971	0,09492	0,142

V_{RETE} - Valor de referência faturamento da energia reativa excedente por unidade registrada. Art. 96 e 97 da REN ANEEL 414/2010
0,265490

Descontos Percentuais Aplicáveis ao Grupo A

Classe	Demanda (kW)	Energia (kWh)
Rural	6%	6%
Serviço Público - Água, Esgoto e Saneamento	9%	9%
Irrigante e Aquicultor em horário especial (Art.53-L da REN 414)	-	70%

Composição do Preço a ser Aplicado	
$Preço\ Final(R\$) = \frac{Preço\ Homologado(R\$)}{1 - PIS(\%) - COFINS(\%) - ICMS(\%)}$	Até 30/04/2021
$Preço\ Final(R\$) = \frac{Preço\ Homologado(R\$)}{(1 - PIS(\%) - COFINS(\%)) \cdot (1 - ICMS(\%))}$	A partir de 01/05/2021

Alíquotas de ICMS	
30%	Residencial (acima de 50 kWh), Comercial, Poderes Públicos, Serviços Públicos, Rural (sem CPR)
17,5%	Industrial (reconhecido pela SEFAZ)
12%	Residencial (até 50 kWh) Rural com CPR (sobre 100 kWh + diferimento)

Observações

Alíquota de ICMS industrial alterada de 18% para 17,5% a partir de 01/01/2021.

O acionamento das Bandeiras Tarifárias é realizado dentro do mês civil de acordo com a divulgação da ANEEL a partir de janeiro 2015.

O adicional de bandeira é aplicado sobre a quantidade de consumo de energia elétrica medido (kWh) nos dias de vigência de cada bandeira tarifária, com base na data de início e fim do ciclo de faturamento. Valores alterados pela REH 2.628 a partir de 01/11/2019.

Os preços dispostos na tabela acima apresentam os valores da TUSD e TE somados.

Eventual ultrapassagem na Demanda Contratada incide em faturamento complementar correspondente ao valor da ultrapassagem, com aplicação de tarifa igual a duas vezes o preço da demanda regular, sem incidência de descontos, conforme Art. 93 da REN 414.

As alíquotas de PIS e COFINS têm variação mensal. Estas podem ser consultadas no site www.ceeel.com.br.

O cálculo da composição do preço a ser aplicado foi alterado a partir de Maio/2021, conf. decisão

Judicial processo 5014076-39.2017.4.04.7100/RS.

9 ETA – PROPOSIÇÃO DE ALTERAÇÕES TÉCNICAS

9.1 ANÁLISE MATERIAL CODEVASF

Estamos apresentando o material da ETA do SAA de Algodões. Trata-se da consolidação da alternativa de projeto que recebemos da Codevasf, juntamente com demais peças técnicas integrantes do nosso contrato (Contrato Nº 0.1020-2020 - Elaboração de projeto executivo de sistema adutor no município de Curimatá).

No nosso contrato consta que, o escopo dos serviços objeto do nosso contrato é a elaboração de projeto executivo de sistema adutor no município de Curimatá, sendo que os serviços deverão ser executados tendo-se conhecimento dos documentos relacionados no item 4 e anexo 5 destes TR, onde consta o projeto da ETA que utilizamos como referência.

Observamos que, apesar da necessidade de melhorias no detalhamento e revisão do memorial de cálculo, a solução fornecida pela Codevasf é compatível com a qualidade da água da Barragem de Algodões e com a vazão do sistema no seu horizonte de projeto, conforme diretrizes presentes no MANUAL DE BOAS PRÁTICAS NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA: Procedimentos para a minimização de riscos à saúde. Manual para os responsáveis pela vigilância e controle. Ministério da Saúde. E de bibliografia de referência em tratamento de água como o Manual de Seleção de Tecnologia de Tratamento de Água de Di Bernardo e Paz.

9.2 SELEÇÃO DE TECNOLOGIA

As ETAs foram criadas para remover os riscos presentes nas águas das fontes de abastecimento, por meio de uma combinação de processos e de operações de tratamento. A seleção da técnica deve satisfazer três conceitos fundamentais: múltiplas barreiras, tratamento integrado e tratamento por objetivos. (Di Bernardo e Paz)

Para comunidades de pequeno porte, que demandam vazões próximas ou menores a 60 l/s, a definição do sistema de tratamento da ETA gravitará sempre entre técnicas de baixo custo de implantação e manutenção. Estes fatores são definidores do manancial de

fornecimento. As águas da barragem de Algodões II, conforme pesquisa, é de boa qualidade com baixa turbidez, cor e ausência de algas no maior período do ano.

Portaria MS no 518/2004:

Art. 22. Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico.

- Art. 23. Toda água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização deve incluir tratamento por filtração.

9.2.1 Esquema geral da estação – Proposição Codevasf

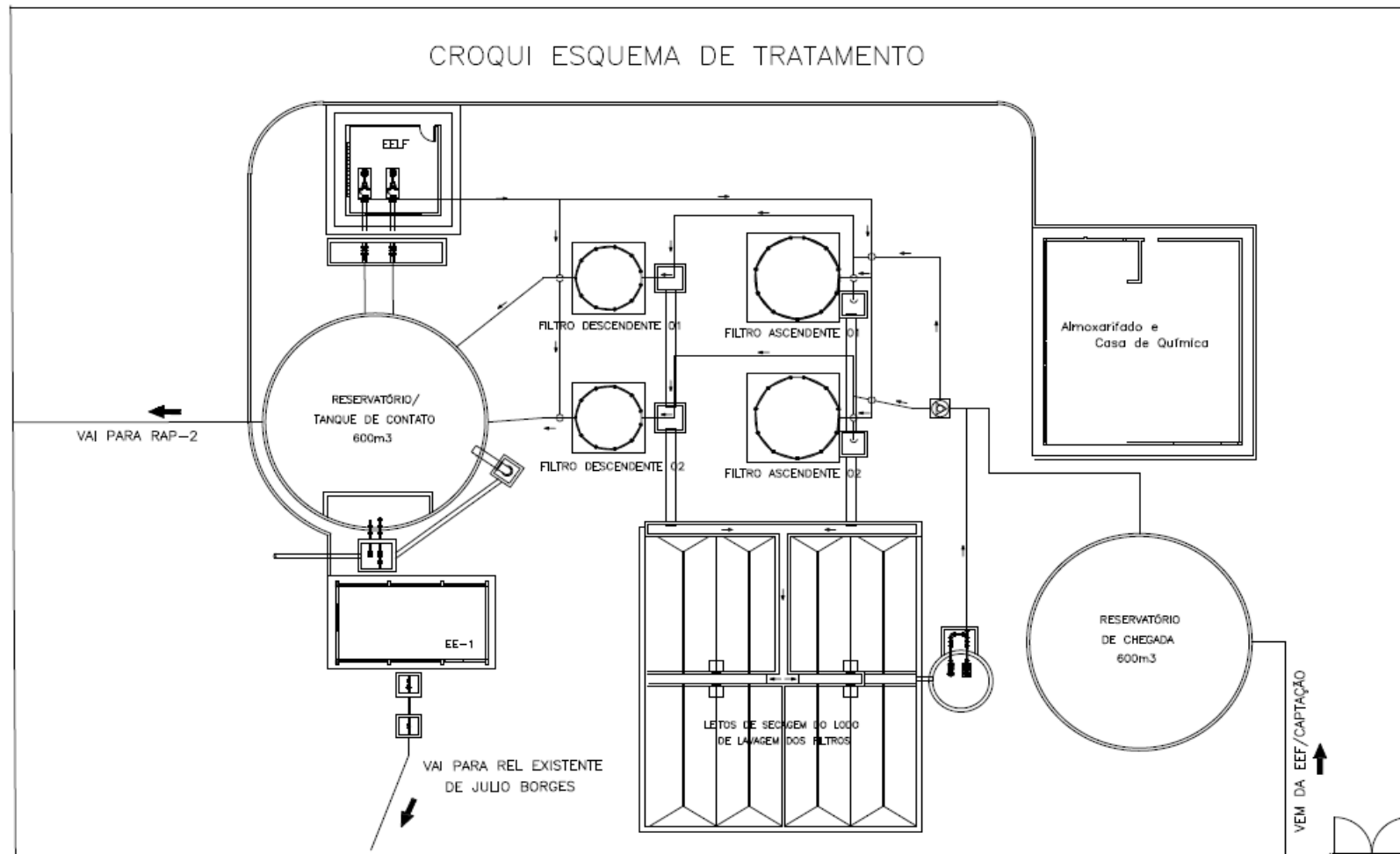


Figura 5. Esquema geral da estação – Projeto Básico Codevasf (TR)

Fonte: Codevasf, 2021.

9.3 SISTEMAS E OPERAÇÕES ENVOLVIDAS

Como solução tecnológica para o tratamento de água em questão, recomendamos a utilização de uma estação de tratamento de água adequada às condições locais, a qualidade da água e ao investimento e aos custos de manutenção. A estação terá o objetivo de garantir os padrões de potabilidade ao consumo humano. A água deve ter aspecto limpo, pureza de gosto e estar isenta de microrganismos patogênicos e materiais orgânicos. Para ela se manter nessas condições, devemos evitar sua contaminação por resíduos. Desta forma, no item 1.3 segue a descrição da solução proposta com ETA completa e no item 1.4, solução com filtração direta.

9.4 DESCRIÇÃO DO PROCESSO – ETA COMPLETA

Os sólidos presentes em uma água bruta e poluída devem se aglomerar com relativa facilidade. Após uma floculação apropriada, permitindo uma decantação eficiente e com a filtração devida é possível se conseguir uma água límpida e isenta de sólidos. Fazendo com que as propriedades da água tratada permaneçam rigorosamente dentro dos limites definidos pela secretaria de vigilância sanitária, Portaria MS nº 518/2004.

Primeiramente, a água bruta deve ser bombeada, para um tanque de equalização (reservatório de água bruta). Esse tanque deverá ter a capacidade de 4,2 horas de tempo de detenção. Após a equalização, a água deverá ser bombeada, por bombas centrífugas, para a Estação de Tratamento de Água a uma vazão contínua. O tanque de equalização deverá ter chaves de nível para seu melhor e maior controle operacional.

A Estação de Tratamento de Água possui as seguintes etapas: floculação, decantação, filtração e desinfecção (Figura 6).

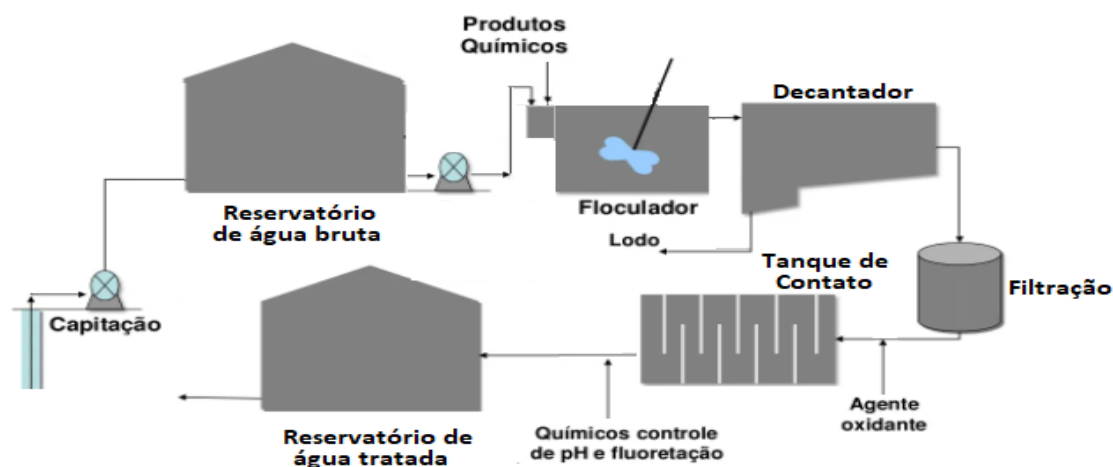


Figura 6. Fluxograma ilustrativo de ETA convencional – Opção 01

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

9.4.1 Floculação

Nesta etapa as impurezas da água formam pequenos flocos. No canal de alimentação do tanque de floculação deverá ser adicionada uma solução coagulante, e em seguida, adiciona-se, também, um polímero para auxiliar de coagulação.

O líquido passa, então, pelo tanque de floculação, com um tempo de detenção de 30 minutos para a formação adequada dos flocos. Do tanque de floculação a água é dirigida, por gravidade para o decantador.

9.4.2 Decantação

Aqui ela se distribui por toda a área perpendicular ao fluxo de líquido, formando as várias camadas de concentrações características destes processos de tratamento. No interior do decantador estão instaladas placas lamelares que formam um ângulo de 60° com a horizontal. Isso impede o fluxo livre das partículas e dificulta a sua entrada para a zona de líquido límpido na superfície. O processo de decantação dos sólidos forma, na superfície, uma lâmina bem definida de líquido límpido que flui para o filtro gravitacional através de uma calha coletora.

O material sedimentado, resultante da decantação, é encaminhado para o leito de secagem. Nesse local ele sofre o processo de desidratação. Após a desidratação deverá

ser retirado manualmente e encaminhado para um aterro apropriado, devidamente licenciado pelo órgão ambiental vigente.

9.4.3 Filtração e desinfecção

Para que ocorra a melhor solução tecnológica é necessário o entendimento de alguns conceitos com relação a filtração: direta e filtração em linha, rápida e lenta:

- **Filtração lenta:** O sistema de filtração lenta poderia ser uma opção, contudo, essa técnica é adequada para tratar águas com valores medianos de turbidez e de densidade de algas, e não será, em hipótese alguma, aplicável a águas que contenham cor verdadeira acima de poucas unidades, diferentemente do apresentado pelas águas da Barragem de Algodões II. Desta forma, entende-se a razão pela qual não foi definido um sistema tão simples e adequado a pequenas cidades. Além disto, a alteração da qualidade da água, comum em barragens, em períodos do ano poderia comprometer a qualidade do tratamento.
- **Filtração Rápida:** Toda tecnologia para tratamento de água por filtração rápida adota etapa inicial de coagulação, ou pré-tratamento químico para redução das quantidades de partículas em suspensão ou sólidos dissolvidos.
- **Filtração Direta:** Não há uso de decantadores quando utilizados filtros diretos. Na filtração direta, a água bruta é coagulada no mecanismo de neutralização de cargas, sendo introduzida no filtro.
- **Filtração em linha:** Não há uso de decantadores e de tanque de floculação uma vez que característica da água tem a turbidez com valores abaixo de 205 NTU, cor real abaixo de 25 UC e aparente < 15 e densidade de algas abaixo de 500 (UPA/mL).

Nesta PRIMEIRA OPÇÃO estamos considerando uma filtração convencional rápida com o uso de filtração descendente, uma vez que garante a qualidade final da água e no caso de chuvas e altos índices de turbidez teremos preservada a qualidade final da água.

Após a filtração será injetado em linha os químicos necessários para desinfecção. Finalmente, o líquido é dirigido para o tanque de armazenamento para posterior consumo.

9.4.4 Descrição do Processo – ETA com Filtração Dupla Direta

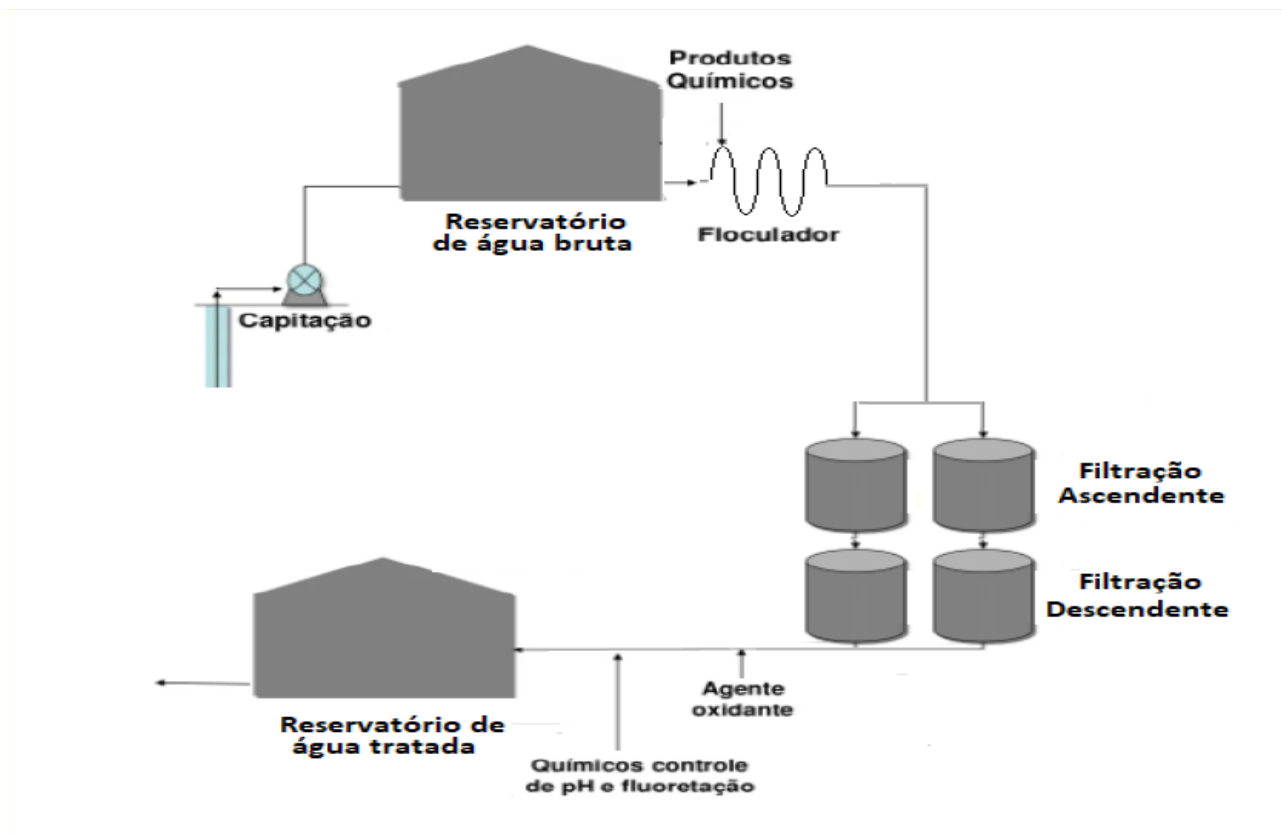


Figura 7. Fluxograma ilustrativo de ETA dupla filtração (DF) – Opção 02

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

De forma similar a opção 01, o sistema proposto como opção 02, não terá o decantador para a separação de sólidos formados no processo físico-químico de coagulação/floculação, recebendo desta forma a água a ser tratada no sistema de filtração dupla, composta por Filtração Direta Ascendente – FDA e Filtração Direta Descendente - FDD. Neste caso é muito importante que a filtração seja dupla para garantia da qualidade final da água.

As unidades normalmente utilizam meio filtrante de pedregulho ou areia grossa no ascendente e de areia ou antracito e areia no descendente.

9.5 COMPARAÇÃO ECONÔMICA

A NBR 12211, Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, estabelece que a comparação econômica das concepções técnicas deve ser feita, considerando os valores de investimentos ao longo do plano e as despesas de operação e manutenção, sendo admitidas para a comparação econômica:

- a) As diferentes concepções de uma parte ou unidade do sistema podem ser comparadas economicamente em separado das demais partes ou unidades, quando a escolha resultante da comparação feita não interfere na comparação de qualquer outra parte ou unidade do sistema;
- b) Para a comparação econômica de concepções de qualquer parte ou unidade do sistema, não é necessário considerar as condições comuns a todas elas.

9.6 MÉTODO DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVA⁵

O Modelo Conceitual de Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água para Abastecimento de Comunidades de Pequeno Porte desenvolvido pode conduzir a seleção preliminar das possíveis alternativas de tratamento. Após a caracterização dos fatores de custos relevantes é possível definir a ETA mais conveniente.

Os custos calculados pelo modelo são estimativos, representam valores que podem variar quando for efetivado o orçamento final do empreendimento. Apesar disto, é um instrumento relevante para a definição do projeto. A seguir os componentes de custos no tratamento da água para o uso do modelo:

I. Custos de Investimento

Os custos de investimento são aqueles diretamente associados à construção dos sistemas de tratamento de água. Os principais fatores que afetam as despesas são: vazão de projeto, tipo de ETA, tipo de construção, critério de projeto, mão-de- obra, materiais empregados, localização geográfica, ferramentas, equipamentos e recursos financeiros.

⁵ Manual de Seleção de Tecnologia de Tratamento de Água. 2007. Di Bernardo e Paz.

II. Custos de Financiamento

As despesas estão relacionadas aos empréstimos solicitados pelas companhias de saneamento para executar as obras a instituições financeiras privadas ou a bancos oficiais, apresentam várias opções de financiamento para empresas, estados e municípios.

III. Custos de Operação e de Manutenção

Considera as despesas relacionadas à operação e à conservação da totalidade das instalações e equipamentos previstos na produção da água potável. Cada ETA, em função das unidades envolvidas, requer um conjunto de ações específicas de operação e manutenção para torná-las eficientes. Esses custos estão influenciados por: mão-de-obra, produtos químicos, energia elétrica, monitoramento da qualidade da água e manutenção de equipamentos.

9.7 RESULTADOS

Tabela 20. Resumo dos Resultados – ETAs

Resumo Resultados ETAs			
	Vazão média	45,00	l/s
	Dolar Médio	R\$ 5,80	2.022
1. Resumo do Investimento das ETAs			
Investimento das ETAs	Real (R\$)	Dólar (US\$)	% Valor/ VM
OPÇÃO 01 - CC1 (PRFV)	3.875.253,94	668.147,23	115,53%
OPÇÃO 01 - CC2 (Aço carbono)	5.316.908,17	916.708,30	158,52%
DF	2.929.722,01	505.124,48	87,34
FiME1 - Não se aplica*	7.623.119,83	1.314.331,01	
FiME2 - Não se aplica*	8.654.907,41	1.492.225,41	

(*) Sistemas com tecnologias e custos inadequados para o SAA de Curimatá.

Resumo dos Custos Anuais de Manutenção das ETAs		
Custos Anuais de Manutenção	Valor com leis sociais e riscos de trabalho (R\$)	
	Real (R\$)	Dólar (US\$)
DF	156.826,30	27.039,02
CC1	175.322,42	30.228,00
CC2	174.399,57	30.068,89

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

9.7.1 Custos Consolidados

Tabela 21. Estimativa dos Custos de Investimento

ESTIMATIVA DOS CUSTOS DE INVESTIMENTO		
Taxa anual de juros (%) :	8,00%	
Horizonte de Projeto	20	Anos
TIPOLOGIA DA ETA	CC	DF
Investimento das ETAs	R\$ 3.875.254	R\$ 2.929.722
Custos Anuais de Manutenção	R\$ 175.332	R\$ 156.826
Total (R\$) - Horizonte de Projetos	R\$ 7.325.440	<u>R\$ 6.015.745</u>
% Relação - Base menor custo	100%	82%
Ano Base	CC	DF
2.021	R\$ 175.332	R\$ 156.826
2.022	R\$ 175.052	R\$ 156.576
2.023	R\$ 174.633	R\$ 156.200
2.024	R\$ 174.075	R\$ 155.702
2.025	R\$ 173.380	R\$ 155.080
2.026	R\$ 172.551	R\$ 154.338
2.027	R\$ 171.587	R\$ 153.476
2.028	R\$ 170.493	R\$ 152.498
2.029	R\$ 169.270	R\$ 151.404
2.030	R\$ 167.922	R\$ 150.198
2.031	R\$ 166.452	R\$ 148.883
2.032	R\$ 164.862	R\$ 147.461
2.033	R\$ 163.157	R\$ 145.936
2.034	R\$ 161.340	R\$ 144.311
2.035	R\$ 159.417	R\$ 142.590
2.036	R\$ 157.390	R\$ 140.778
2.037	R\$ 155.265	R\$ 138.877
2.038	R\$ 153.046	R\$ 136.892
2.039	R\$ 150.738	R\$ 134.828
2.040	R\$ 148.346	R\$ 132.689
2.041	R\$ 145.876	R\$ 130.479
Total (R\$)	R\$ 3.450.186	R\$ 3.086.023

9.8 CONCLUSÃO

Em comparação com o sistema de filtração dupla, e do sistema completo apresenta valores bem expressivos para implantação. Entretanto, ressalta-se que a apesar da alternativa dos filtros ascendentes seguidos de descendentes se configurar como adequada para o tratamento da água, o sistema de ciclo completo é mais apropriado para o sistema especialmente pela capacidade de tratar águas brutas com qualidades diferentes.

A variação entre os custos de implantação e de manutenção ao longo do horizonte de projeto representam economia que justifique o risco decorrente das possíveis variações de vazões afluentes à ETA e do aumento de demanda de consumo ao longo do período de projeto.

CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA	TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO				
	FILTRAÇÃO DIRETA DESCENDENTE	FILTRAÇÃO DIRETA ASCENDENTE	DUPLA FILTRAÇÃO PEDREG. + AREIA	DUPLA FILTRAÇÃO AREIA G + AREIA	CICLO COMPLETO
Turbidez (uT)	90% ≤ 10	90% ≤ 10	90% ≤ 100	90% ≤ 50	90% ≤ 1500
	95% ≤ 25	95% ≤ 25	95% ≤ 150	95% ≤ 100	
	100% ≤ 100	100% ≤ 100	100% ≤ 200	100% ≤ 150	
Cor verdadeira (uC)	90% ≤ 20	90% ≤ 20	90% ≤ 50	90% ≤ 50	90% ≤ 150
	95% ≤ 25	95% ≤ 25	95% ≤ 75	95% ≤ 75	
	100% ≤ 50	100% ≤ 50	100% ≤ 100	100% ≤ 100	
Sólidos em suspensão (mg/L)	95% ≤ 25	95% ≤ 25	95% ≤ 150	95% ≤ 100	
	100% ≤ 100	100% ≤ 100	100% ≤ 200	100% ≤ 150	
Coliformes totais (NMP/100 mL)	1000 ¹	1000 ¹	5000 ¹	5000 ¹	
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	500 ¹	500 ¹	1000 ¹	1000 ¹	
Taxa de filtração (m/dia)	200-600 ²	160-240	FAP: 80-180 FRD: 180-600 ²	FAAG: 80-180 FRD: 180-600 ²	200-600 ²

Figura 8. Parâmetros de qualidade da água bruta sugeridos para as técnicas de filtração rápida⁶.

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

⁶ MANUAL DE BOAS PRÁTICAS NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA: Procedimentos para a minimização de riscos à saúde. Manual para os responsáveis pela vigilância e controle. Ministério da Saúde

10 ETA COM CICLO COMPLETO

O projeto proposto para efetuar o tratamento da água superficial da Barragem de Algodões II é do tipo convencional, e terá as seguintes etapas: Captação de água bruta; Adutora de água bruta; ETA compacta com Coagulação; Floculação; Decantação; Filtração. Em seguida a Reservatório inferior e Desinfecção; Estação elevatória de Água Tratada e adutora para Curimatá.

As unidades de tratamento da ETA Compacta foram dimensionadas para tratar uma vazão máxima de água bruta, de aproximadamente, 54 L/s final de plano, modulada em duas unidades de 100 m³/h, e durante 20 horas de funcionamento, cuja descrição é realizada a seguir:

- Captação de água bruta: recalque de água bruta superficial para ETA;
- Adutora: tubulação intercalada entre tubos de PEAD e PVC com, aproximadamente, 170 metros de extensão e diâmetro nominal de 300 mm;
- Casa de química: instalação destinada a fazer dosagem dos produtos químicos (alcalinizante, coagulante e desinfetante químico) utilizados no processo de tratamento de água;
- Mistura rápida: efetua a adição de coagulantes na água bruta, a mistura rápida ocorrerá em calha Parshall com garganta de 3", parte da ETA compacta;
- Floculação mecanizado: responsável pela aglomeração de partículas sólidas já coaguladas.
- Decantador lamelar de alta taxa: responsável pela sedimentação de partículas floculadas. A unidade é formada por placas com 60° de inclinação, fundo cônico e calhas coletoras de água decantada.
- Filtração: realizada em filtros rápidos de escoamento por gravidade com leito de areia e antracito, unidade pertencente a ETA compacta;
- Desinfecção: realizada em tanque de contato, reservatório apoiado, com sistema de dosagem por tubulação de PVC perfurada com orifícios para aplicação do hipoclorito de sódio (NaClO) e de carbonato de cálcio (Na₂CO₃) para garantir a qualidade microbiológica da água a ser consumida;

- Estação Elevatória de Água de Lavagem (EEAL): efetua o bombeamento da água para a retrolavagem das unidades da ETA compacta;
- Reservatório inferior apoiado: responsável pelo armazenamento da água tratada em duas unidades de 400 m³;
- Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT): efetua o bombeamento da água tratada do reservatório inferior para o reservatório elevado de concreto na comunidade de Curimatá;
- Reservatório elevado em concreto: responsável pelo armazenamento de 400 m³ de água tratada que será distribuída na rede de abastecimento do município;
- Unidade de Tratamento de lodo: composto por leitos de secagem que irão receber o lodo proveniente do decantador e de retrolavagem dos filtros.

10.1 DESCRITIVO DO PROCESSO

10.1.1 Mistura Rápida

- A água a ser tratada, inicialmente, passará por ressaltos hidráulicos função da mistura rápida do coagulante adotado pela empresa, onde ocorre a coagulação, produtos como o sulfato de alumínio, PAC – policloreto de alumínio, cloreto férrico dentre outros para a coagulação.

10.1.2 Floculadores Mecânicos

- Após a coagulação a água será enviada aos compartimentos de floculação, onde irá ocorrer a aglomeração dos coágulos gerados na mistura rápida formando flocos maiores e mais densos que a água, por meio da variação decrescente dos gradientes de velocidade definidos e apropriados para cada fase da floculação nas câmaras. A variação dos gradientes de velocidade será obtida através da variação da rotação nos motoredutores por meio dos controladores de frequência.

10.1.3 Decantadores de Alta Taxa

- Após a etapa de floculação, a água passará pelo processo de decantação. O sistema de decantação aplicado será o de alta taxa do tipo módulos tubulares de lamelas, que proporcionam taxas mais elevadas de decantação, do que a dos decantadores convencionais, resultando em um sistema compacto e com menor custo de investimento de instalação. Nesta etapa do tratamento ocorre a sedimentação dos flocos formados na floculação, a saída de água decantada e retirada por calhas dimensionadas pela vazão da ETA na parte superior e transportadas para os filtros.

10.1.4 Filtração

- A água após a sedimentação dos flocos ingressa nas canaletas de coleta de água decantada em vazões conforme a NBR e é transportada para as câmaras de filtração do tipo descendente em dupla camada carvão antracitoso e areia. O processo de filtração é para clarificação final da água a ser potabilizada conforme parâmetros determinados pelo Ministério da Saúde. O processo consiste em remover os sólidos do líquido por um meio poroso, após esta etapa a água estará pronta para a potabilização e distribuição aos consumidores.

10.1.5 Retrolavagem

- O sistema de lavagem dos filtros será feito por retrolavagem com bombas. A entrada da água se dá pela parte superior dos filtros, enquanto a água filtrada é coletada na parte inferior do filtro através de um fundo falso. Neste fundo falso são montadas uma série de crepinas, a qual retém a carga de material filtrante, deixando passar somente a água. Os filtros são do tipo rápido a gravidade com nível variável, controlados manualmente com a lavagem independente de cada célula por meio de bomba centrífuga e reservatório com água para contralavagem.
- À medida que as impurezas vão penetrando no meio filtrante, há um aumento de perda de carga no leito, tendo como efeito um aumento de nível progressivo dentro da bacia, e quando este nível atingir uma determinada altura, acionará uma chave de nível que sinalizará que será necessário iniciar o processo de lavagem do filtro.
- O sistema a ser fornecido é em resumo uma ETA convencional aberta, com coagulação, floculação, decantação e filtração por gravidade. Incluímos bombas de

retrolavagem e todos os equipamentos periféricos do sistema, tudo automático. Incluímos também instrumentos analíticos (saída com medidor de pH, cloro e turbidez). Não estamos considerando civil.

A Figura 9 e Figura 10 apresentam o layout geral e o perfil hidráulico da ETA.

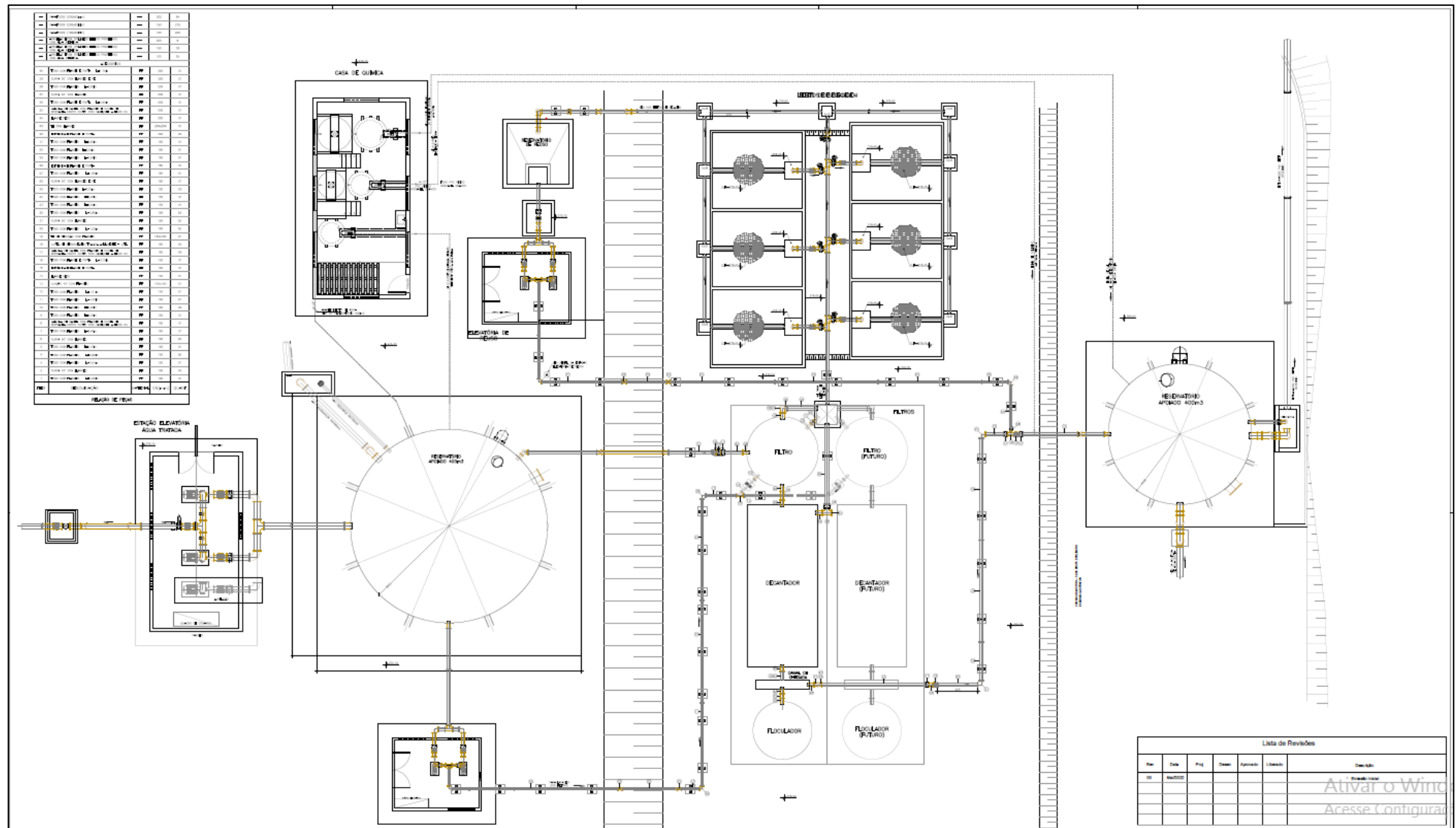


Figura 9. Layout Geral da ETA

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

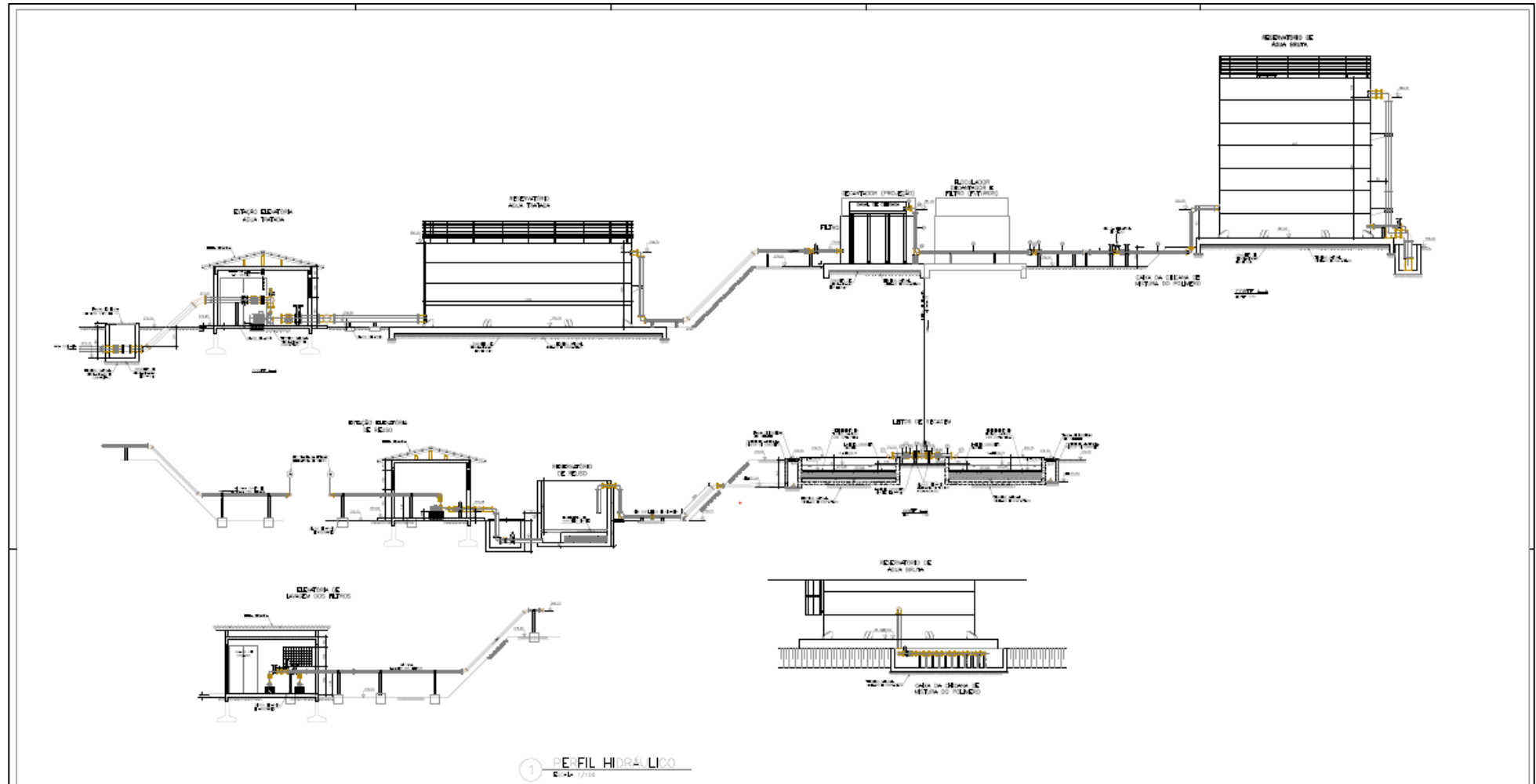


Figura 10. Perfil Hidráulico da ETA

Fonte: Sanear Consultoria, 2022.

10.2 SISTEMA DE LAVAGEM

O sistema de drenagem ou fundo falso é constituído por vigas californianas pré-moldadas devido às suas vantagens: baixo custo, fácil instalação e boa durabilidade, possui baixa perda de carga, eficiência na drenagem e distribuição da água de lavagem. Cada viga tem 30 orifícios por m² de 16 mm de diâmetro para drenagem e distribuição do fluxo de água de lavagem.

Entre o fundo falso e a camada filtrante interpõe-se uma camada de pedregulho, chamada camada suporte, cuja finalidade é evitar o arrasto de grãos do leito filtrante para o efluente e uniformizar o fluxo de água e ar de lavagem.


As descargas durante as operações de lavagem se farão através de uma válvula borboleta de 150mm de diâmetro, operada manualmente, seguindo os protocolos de manutenção e operação. Essa válvula conecta o canal de coleta de água de lavagem com o canal de descarga, comum a todas as unidades.

Adicionalmente se dispõe de um registro de gaveta de $\varnothing 150\text{mm}$, para cada unidade, o qual conecta o fundo falso com o canal geral de descarga, a fim de permitir o esvaziamento total da unidade quando houver necessidade de efetuar reparos no filtro.

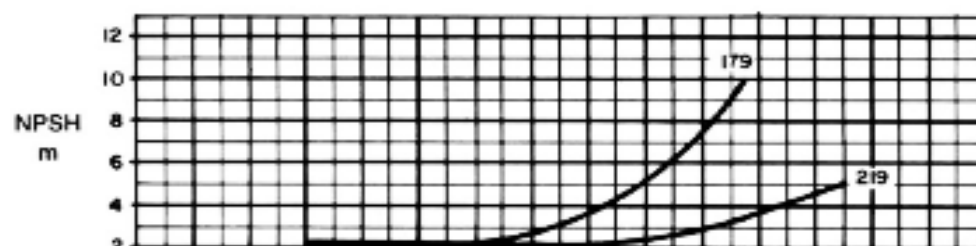
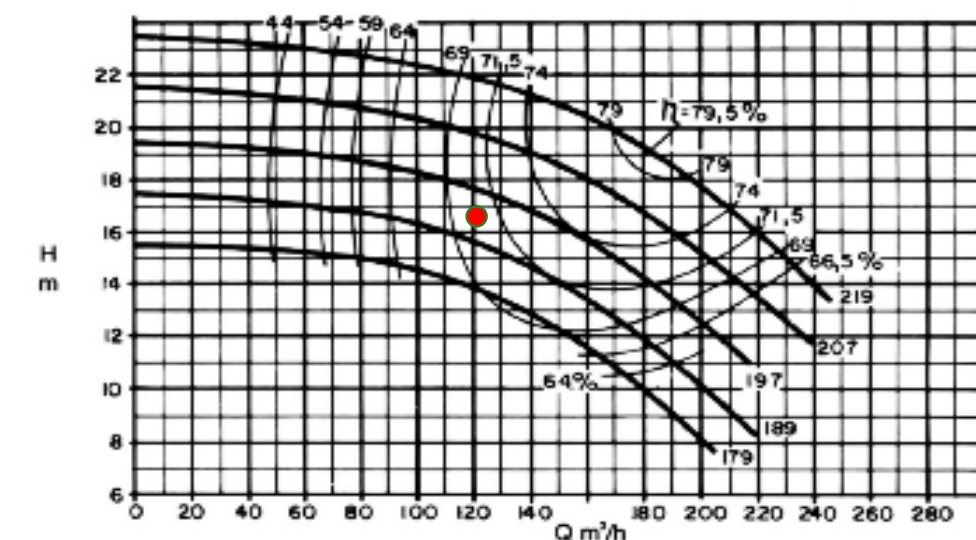
10.2.1 Lavagem

A sistema água introduzida nessa operação será principalmente para produzir a ruptura do material de colmatação, aderido aos grãos, a partir de esforços de cisalhamento gerados pela turbulência. Como a função da água, nesse caso, é de diminuir a compactação do leito e transportar o material desagregado, a taxa de lavagem deve ser baixa, da ordem de 0,30 m/min, para que não produza expansão do meio.

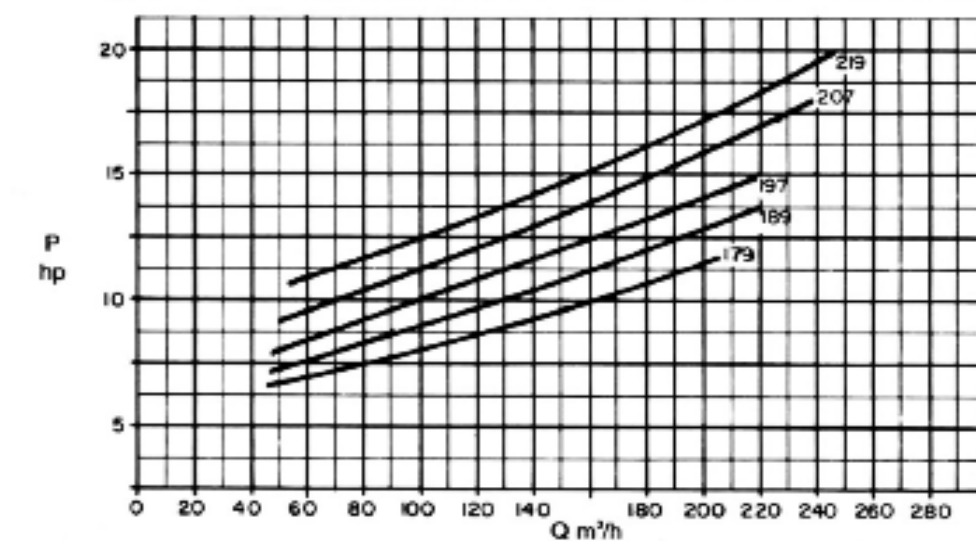
O sistema de coleta auxiliar consiste em um tubo de 150 mm situado ao longo dos filtros, com o eixo a cerca de 0,60 m acima da superfície do leito de suporte, provido de 20 orifícios de 12 mm de diâmetro, perfurados na geratriz superior do tubo e de válvula borboleta em sua extremidade, a qual também se opera do painel de comando e descarrega livremente no canal de descarga dos filtros. A tubulação de coleta auxiliar foi disposta de modo a que a taxa de lavagem seja de 0,30 m/min. O processo de lavagem contracorrente deverá ter uma duração de 7 a 10 minutos.

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM KSB MEGABLOC KSB MEGACHEM KSB MEGACHEM V	Tamanho Size Tamaño	100-200	
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Pos - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	1750 rpm	

Altura Manométrica
Head
Altura Manométrica



Potência Necessária
Shaft Power
Potencia Necesaria



K2740/42/44.464-B-032

10.3 DESIDRATAÇÃO DO LODO

A coleta de lodo decantado será feita através de um sistema de canais e tubulações, que atuará também como descarga de fundo ou sistema coletor auxiliar.

O sistema principal funcionará com o controle do operador, utilizando simplesmente as válvulas de controle instaladas nos filtros. Se constituirá de um conjunto de tubulações de pequeno porte em PVC (diâmetro 150 mm). Seu funcionamento será intermitente com regime de descargas periódicas ajustáveis dentro de uma faixa de periodicidades máximas e mínimas desejadas.

O sistema de coleta auxiliar ou de descarga de fundo será constituído pelo próprio manifold de coleta de lodos. Para seu acionamento será requerida interferência do operador para abertura de uma válvula borboleta, com atuador pneumático.

A princípio o sistema funcionará com descarga continua durante o mesmo período previsto para o sistema de lavagem dos filtros, auxiliando na remoção total do lodo decantado.

O sistema principal será constituído de 12 leitos, independentes, sendo os mesmos divididos por ciclos pré-estabelecidos para a secagem, remoção, acondicionamento e descarte.

10.3.1 Processo

O lodo produzido no processo de tratamento é originado do decantador e dos filtros da ETA compacta. O lodo produzido nos filtros será descartado para desidratação e destinação final. A desidratação do lodo será feita por processo natural mediante emprego de leitos de secagem e o lodo desidratado poderá ser conduzido para aterro sanitário. Os cálculos a seguir são relativos ao projeto dos leitos de secagem necessários para a operação do sistema.

Parâmetros de Projeto:

Volume ETA	98,60	m ³
Peso específico do lodo	1.060,00	kg/m ³
Volume de lodo total - diário	199,47	kg/dia
	4,99	m ³
Ciclos por dia	2,00	vezes
Volume de lodo total - após ciclo	2,50	m ³
Volume de água de lavagem - 1 ciclo (batelada)	78,82	m ³
Concentração de lodo na água de lavagem - 0,13%	1,27	kgSS/m ³
Concentração de lodo desidratado - 35,0%	350	kgSS/m ³
Volume diário de lodo desidratado	0,54	m ³
Tempo de lavagem	600	seg
Vazão	0,1314	m ³ /s
	131,37	l /s
Camada de lodo desidratado - H máxima no leito	0,30	m
Período de manutenção - limpeza e remoção (mínimo)	60	dias
Volume de lodo desidratado - por período	32,26	m ³
Área mínima requerida	113,98	m ²

TABELA DE ANÁLISE DE OPÇÕES

Limpeza	Volume Lodo	Número de leitos	Número efetivo	Configurações Analisadas				
				H - Lodo	Largura	Comprim.	Área	Teste
dias	m3	und	und	m	m	m	m2	
60	11,97	12,00	3,00	0,30	2,00	5,00	120,00	Ok!
90	48,39	16,00	4,00	0,30	2,00	5,00	160,00	Ok!
120	64,52	20,00	5,00	0,30	2,00	5,00	200,00	Ok!
Configuração Selecionada								
60	11,97	12,00	3,00	0,30	2,00	5,00	120,00	

Desidratação do lodo

Sistema de secagem de lodo, constituído de equipamento de recalque, duto de conexão da bomba para o leito de secagem, com capacidade de desidratar 1 m³ de lodo de estação de tratamento de água por dia, contendo 3 a 5% de hidróxido férrico, operando 12 horas por dia e produzindo volume de torta com 35% de matéria seca.

10.4 SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA

O efluente líquido proveniente dos leitos de secagem será direcionado para o sistema que permitirá o reuso. O sistema de reuso de águas é composto por um reservatório de reuso de água (RAR), com a finalidade de receber e acondicionar o efluente dos leitos de secagem por gravidade e por uma estação elevatória de água que reuso (EEAR), que vai aduzir a água e inseri-la novamente no sistema de tratamento, em um ponto de entrada após a chicana de mistura. Para o RAR está previsto um reservatório de concreto com volume de aproximadamente 10m³. Para EEAR, os seguintes parâmetros de projetos e equipamentos foram considerados:

Elevatória de Reaproveitamento de Água

Cota do terreno =	375,75	m
Cota Nível Médio Reservatório =	373,75	m
Cota ponto de conexão =	379,50	m
Volume gasto na lavagem (Total)	48,75	m ³
Tempo de esvaziamento	20,00	min
Vazão de recirculação	40,63	l/s
Intervalo entre lavagens	6,00	horas
Número de UNIDADES	2,00	un
Número de lavagens diárias	2,00	dia

Perda de carga devido a peças e conexões (h3):

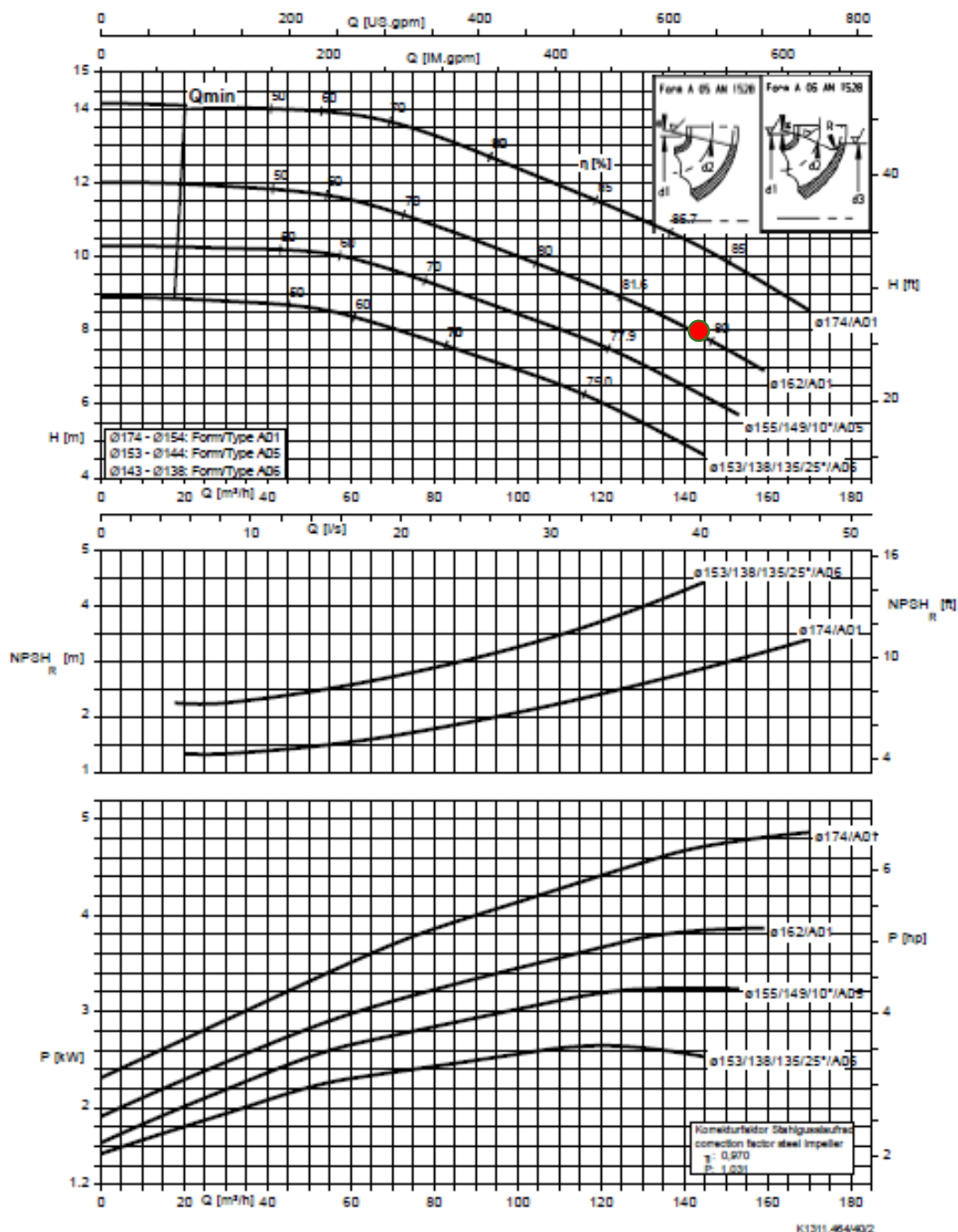
PEÇAS	Quant.	ø (mm)	V (m/s)	k	hf = k V ² /2g
	(un)			p/(un)	m
Entrada na tubulação	1,00	150	2,30	0,50	0,11
Curva 90o	2,00	150	2,30	0,40	0,18
Registro de gaveta aberto	1,00	150	2,30	0,20	0,04
Curva 90o	2,00	150	2,30	0,40	0,18
Tê passagem direta	1,00	150	2,30	0,60	0,13
Curva 90o	1,00	150	2,30	0,40	0,09
Registro de gaveta aberto	1,00	150	2,30	0,20	0,04
Curva 90o	1,00	150	2,30	0,40	0,09

Entrada	1,00	150	2,30	1,00	0,22
Tubulação - L (m) - HW	40,00	150	2,30	120	1,66
		h3 =	2,76	m	
Ponto de Trabalho - conjunto Moto Bomba					
Desnível geométrico =		5,75	m		
Perda de carga total =		2,76	m		
Ponto de Trabalho					
Altura manométrica =		8,51	mca		
Vazão =		40,63	l/s		
		0,0406	m³/s		
		146,25	m³/h		
EQUIPAMENTO DE REFERÊNCIA					
KSB - ETANORM 100-080-160	2,00	Conjuntos em paralelo			
ROTAÇÃO	1.750	RPM			
ROTOR	162	mm			
RENDIMENTO	65,0%				
MOTOR POTÊNCIA - total	8,86	CV			
Fonte: Catálogo KSB					



Centrifugal Pumps with Shaft Seal
 Standardised Water Pump / Thermal Oil and Hot Water Pump

Etanorm 100-080-160, $n = 1750$ rpm
 Etanorm SYT, Etabloc, Etabloc SYT



10.5 CASA DE QUÍMICA – CLORAÇÃO E TANQUE DE CONTATO

A desinfecção constitui-se na etapa do tratamento da água cuja função básica consiste na inativação dos micro-organismos patogênicos, realizada por intermédio de agentes físicos e ou químicos. Ainda que nas demais etapas do tratamento haja redução do número de micro-organismos presentes na água, a desinfecção é operação unitária obrigatória, pois somente ela inativa qualquer tipo existente e previne o crescimento microbiológico nas redes de distribuição.

Ao final do tratamento foi previsto o reservatório que funcionará também como tanque de contato objetivando o polimento final do tratamento e atender as premissas da PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011 do MINISTÉRIO DA SAÚDE.

10.5.1 Casa de química

Será construída casa de química, com área de aproximadamente 65 m², que abrigará os equipamentos e tanques de mistura das substâncias químicas, uma pia e uma área que poderá ser utilizada para depósito de bombonas de cloro. A casa de química abrigará os sistemas de preparo de sulfato de alumínio, de fluossilicato, hipoclorito de sódio e solução de Cal.

O sistema de sulfato de alumínio foi dimensionado para atender a variadas concentrações e faixa de vazões entre o consumo máximo e mínimo e o horizonte de projeto. A dosagem estimada de 25g/m³ para o dimensionamento dos equipamentos:

- Dosagem estimada: 25g/m³ (base para o dimensionamento dos equipamentos);
- Consumo de sulfato: 4,95 kg/h, ou seja, 44,55 kg/12 horas, ou 89,10 kg/dia;
- Concentração da solução: 5%;
- Estoque para 30 dias: 2.673 kg/mês; estoque para 60 dias: 5.346 kg;
- Volume de solução: 84,62 l/h;
- Horas de trabalho em fim de plano: 18 horas;
- Volume necessário, para turno de 18 horas: 1.523 l;

- Tanques de preparo, com 1000 l, cada: 2 unidades;
- Dosadores tipo diafragma duplex, com capacidade de 100 l/h e altura manométrica de 10mca;
- Quantidade: 1
- Misturador de eixo vertical de 0,75 cv
- Quantidade: 1

O tamanho e a quantidade dos tanques de preparo foram definidos para proporcionar autonomia operacional de 18,8 horas, ou seja, quase 24 horas. O sistema de fluossilicato foi previsto com as seguintes características:

- Dosagem estimada: 0,7 g/m³;
- Dosagem do produto comercial: 1,17 g/m³.

Consumo:

- Primeira etapa: 0,11 kg/h;
- Segunda etapa: 0,18 kg/h;
- Densidade do produto comercial: 1 t/m³.

Estoque necessário para fim de plano:

- Para 45 dias: 194,8 kg;
- Para 60 dias: 248,6 kg;
- Área de estocagem: 1,7 m²;
- Equipamento de dosagem: cone dosador de fluossilicato, com capacidade de 30 kg, conforme projeto;
- Equipamento de recalque: com vazão de 0,3 m³/h, com altura manométrica de 5 mca e deverá ser constituída de material plástico (resistente ao fluossilicato de sódio). São previstos dois conjuntos de recalque.

A alimentação de água para dosagem será feita a partir de tomada do recalque para Curimatá. Vazão estimada: 0,3m³/h. O sistema cloração prevê a utilização de hipoclorito de sódio e tem as seguintes características para a etapa final de projeto:

- Consumo médio: 1,20 kg/h, ou seja, 28,69 kg/dia;
- Concentração de tratamento: 0,33 g/s;
- Vazão da Solução: 8,30 l/hora
- Volume necessário, para turno de 12 horas: 101,21 l;
- Tanques de preparo, com 1000 l, cada: 1 unidade;
- Bomba dosadora tipo peristáltica, com inversor de frequência, capacidade 20l/h e altura manométrica de 10 mca;
- Quantidade: 1
- Misturador de eixo vertical de 0,75 cv;
- Quantidade: 1

O sistema alcalinização prevê a utilização de cal hidratada e tem as seguintes características:

- Dosagem estimada: 10g/m³;
- Concentração da solução: 1%;
- Concentração final da solução: 9,5 kg/m³
- Vazão de dosagem: 208,42 l/h
- Horas de trabalho em fim de plano: 18 horas;
- Volume necessário, para turno de 18 horas: 3.751,58 l;
 - Tanques de preparo, com 2000 l, cada: 2 unidades;
 - Bomba dosadora tipo diafragma duplex, com capacidade de 100 l/h e altura manométrica de 10mca. Quantidade: 1;
 - Misturador de eixo vertical de 0,75 cv. Quantidade: 1.

A alimentação de água para dosagem será feita a partir de derivação do recalque para Curimatá. Vazão estimada: 0,142m³/h.

10.5.2 Tanque de contato

O reservatório apoiado previsto, saída, com volume de 400m³ será utilizado como tanque de contato para o sistema de cloração, o que atende a primeira etapa.

O tempo de contato é de 30 minutos. Mesmo havendo lavagem simultânea e funcionamento dos recalques, esse tempo cai um pouco, contudo, permanece superior aos 30 minutos.

11 RESERVATÓRIO DE SAÍDA

Reservatório 02 – Considerando regime de 18/24 Elevatório de Água Tratada

Dados Gerais		Volume Consumido						Volume de água no reservatório - Início de Plano			
		Média (m³)	Diária	Máxima (m³)	Diária	Máxima (m³)	Horária				
Horário	Var. consumo	ANO		ANO		ANO		Volume Fornecido	Volume Acumulado	Diferenças	
		2.020	2.050	2.020	2.050	2.020	2.050			(+)	(-)
1	40%	40,48	59,76	48,57	71,71	0,00	0,00	134,93	86,35	86,35	0,00
2	28%	28,33	41,83	34,00	50,20	0,00	0,00	134,93	187,28	100,93	0,00
3	40%	40,48	59,76	48,57	71,71	0,00	0,00	134,93	273,63	86,35	0,00
4	52%	52,62	77,69	63,15	93,23	0,00	0,00	134,93	345,42	71,78	0,00
5	65%	65,78	97,11	78,93	116,53	0,00	0,00	134,93	401,41	56,00	0,00
6	76%	76,91	113,54	92,29	136,25	0,00	0,00	134,93	444,05	42,64	0,00
7	117%	118,40	174,80	142,08	209,76	0,00	0,00	134,93	436,90	0,00	-7,15
8	150%	151,79	224,10	182,15	268,92	0,00	0,00	134,93	389,67	0,00	-47,22
9	145%	146,73	216,63	176,08	259,96	0,00	0,00	134,93	348,52	0,00	-41,15
10	135%	136,61	201,69	163,94	242,03	0,00	0,00	134,93	319,51	0,00	-29,01
11	140%	141,67	209,16	170,01	250,99	0,00	0,00	134,93	284,43	0,00	-35,08
12	135%	136,61	201,69	163,94	242,03	0,00	0,00	134,93	255,42	0,00	-29,01
13	137%	138,64	204,68	166,37	245,61	0,00	0,00	134,93	223,98	0,00	-31,44
14	135%	136,61	201,69	163,94	242,03	0,00	0,00	134,93	194,97	0,00	-29,01
15	129%	130,54	192,73	156,65	231,27	0,00	0,00	134,93	173,25	0,00	-21,72
16	130%	131,55	194,22	157,87	233,06	0,00	0,00	134,93	150,31	0,00	-22,94
17	146%	147,75	218,12	177,30	261,75	0,00	0,00	0,00	-26,99	0,00	-177,30
18	150%	151,79	224,10	182,15	268,92	0,00	0,00	0,00	-209,14	0,00	-182,15
19	105%	106,26	156,87	127,51	188,24	0,00	0,00	0,00	-336,65	0,00	-127,51
20	87%	88,04	129,98	105,65	155,97	0,00	0,00	0,00	-442,29	0,00	-105,65
21	75%	75,90	112,05	91,08	134,46	0,00	0,00	0,00	-533,37	0,00	-91,08
22	58%	58,69	86,65	70,43	103,98	0,00	0,00	0,00	-603,80	0,00	-70,43
23	65%	65,78	97,11	78,93	116,53	0,00	0,00	134,93	-547,81	56,00	0,00
24	60%	60,72	89,64	72,86	107,57	0,00	0,00	134,93	-485,74	62,07	0,00
24,00		2.429	3.586	2.914	4.303	0	0	2.429		562	-1.048
										% Mín de Reservação	23,14%
											43,14%
										Volume de Reservação 2020 (mínimo)	562,11 m3

- O volume mínimo do reservatório conforme definido conforme tabela é 562 m³, contudo como para a primeira etapa para a implantação dos serviços está previsto o atendimento a Curimatá o volume definido foi de 400 m³.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estação de tratamento prevista consiste em conjunto de estruturas de armazenamento, tratamento, filtros ascendentes e descendentes e, ao final, tanque de contato para realizar o processo de cloração e aplicação de flúor na água, além de sistema de adução da água tratada e descarte de lodo.

Na chegada da estação será instalado um sistema de medição. Foi prevista, também, uma elevatória de água tratada, para lavagem dos filtros.

O tratamento previsto é suficiente em razão de a qualidade da água do manancial, Barragem de Algodões II, ser compatível com a qualidade da água conforme literatura técnica.

Além do tratamento da água, foi previsto o reaproveitamento da água de lavagem, que seria conduzida para um tanque de recepção das lavagens. Desse tanque, o lodo, com concentração de sólidos estimada de 0,5%, será transferido, por gravidade, para tanque de sedimentação, para depois o lodo ser conduzido a um leito de secagem.

O lodo seco será removido periodicamente do leito de secagem para um aterro sanitário, ou outro destino indicado pela fiscalização da Codevasf. A água clarificada será conduzida para a entrada do reservatório de chegada, através de um pequeno recalque, constituído de dois pequenos conjuntos motobombas, sendo um de reserva.

A equipe técnica da Sanear entende que este conceito atende ao tratamento requerido para o sistema objeto do contrato.

13 RELAÇÃO DE PEÇAS GRÁFICAS

SAA CURIMATÁ
LISTA DE PEÇAS GRÁFICAS
ETAPA E2 – DETALHAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO E ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS
VOL. 3: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
PEÇAS GRÁFICAS

TÍTULO	DESENHO	FOLHA	PADRÃO	REVISÃO
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA				
PLANTA DE SITUAÇÃO – ALT. 02	0.102.00-2020-HID-ETA-01-R4	01/14	A1	04
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO – ALT. 02	0.102.00-2020-HID-ETA-02-R4	02/14	A1	04
LAYOUT GERAL – ALT. 02	0.102.00-2020-HID-ETA-03-R4	02/14	A1	04
PERFIL HIDRÁULICO – ALT. 02	0.102.00-2020-HID-ETA-04-R4	03/14	A1	04
RESERVATÓRIO APOIADO 01 – PLANTA BAIXA	0.102.00-2020-HID-ETA-05-R4	04/14	A1	04
RESERVATÓRIO APOIADO 01 – CORTES E DETALHES	0.102.00-2020-HID-ETA-06-R4	05/14	A1	04
LEITO DE SECAGEM	0.102.00-2020-HID-ETA-07-R4	06/14	A1	04
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAVAGEM DOS FILTROS	0.102.00-2020-HID-ETA-08-R4	07/14	A1	04
CASA DE QUÍMICA – PLANTA BAIXA E CORTES	0.102.00-2020-HID-ETA-09-R4	09/14	A1	04
RESERVATÓRIO APOIADO 02 – PLANTA BAIXA	0.102.00-2020-HID-ETA-10-R4	10/14	A1	04
RESERVATÓRIO APOIADO 02 – CORTES E DETALHES	0.102.00-2020-HID-ETA-11-R4	11/14	A1	04
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	0.102.00-2020-HID-ETA-12-R4	12/14	A1	04
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA DE REUSO	0.102.00-2020-HID-ETA-13-R4	13/14	A1	04
RESERVATÓRIO DE ÁGUA DE REUSO	0.102.00-2020-HID-ETA-14-R4	14/14	A1	04