



PRÓ-RURAL

SANEAMENTO AMBIENTAL PARA COMUNIDADES RURAIS

SÃO LUIZ REI/ NOVA VENÉCIA - ES

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

**ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA, ETA, CASA DE QUÍMICA, ELEVATÓRIA DE
ÁGUA TRATADA, ADUTORA DE ÁGUA TRATADA E REDE DE DISTRIBUIÇÃO**

VOLUME II: PROJETO BÁSICO

TOMO I – Memorial Descritivo, Justificativo e de Cálculo

Maior/2013

B-016-006-00-MD-0002

VERSÃO 02



COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO

PRÓ-RURAL – PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL

SÃO LUIZ REI / NOVA VENÉCIA - ES

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA, ADUTORA DE ÁGUA BRUTA, ETA, CASA DE QUÍMICA, ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA, ADUTORA DE ÁGUA TRATADA, RESERVATÓRIO APOIADO E REDE DE DISTRIBUIÇÃO

RESUMO:

A YC Engenharia apresenta à CESAN o Projeto Básico do Sistema de Abastecimento de Água da localidade de São Luiz Rei, distrito do município de Nova Venécia - ES, referente ao contrato 508/2010 firmado com a CESAN em 14/10/2010.

O Projeto Básico tem como objetivo apresentar as unidades projetadas referentes ao sistema de abastecimento de água, produção e distribuição. O presente volume aborda o Memorial Descritivo, Justificativo e de Cálculo do Sistema de Produção e Distribuição, composto das seguintes unidades a serem projetadas: Elevatória de Água Bruta, Estação de Tratamento de Água, Casa de Química, Elevatória e Adutora de Água Tratada e Rede de Distribuição.

2	05/2013	A	2ª ENTREGA	Lucas Vassalle	Júlio Cezar de Carvalho	Júlio Cezar de Carvalho	
1	07/2012	A	1ª ENTREGA	Rodrigo Polizzi	Júlio Cezar de Carvalho	Júlio Cezar de Carvalho	
VER	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

TIPOS	A - PARA APROVAÇÃO B - REVISÃO	C - ORIGINAL D - CÓPIA
-------	-----------------------------------	---------------------------

PROJETISTA:

YC ENGENHARIA Ltda

Rua Barão de Macaúbas, 355 – Santo Antônio
30350-070 – Belo Horizonte – MG
Tel.: +31 3344-3817



EQUIPE TÉCNICA:

Engº Júlio Cezar de Carvalho
Engº Lucas Vassale de Castro

VOLUME:

VOLUME II: Projeto Básico
TOMO I – Memorial Descritivo, Justificativo e de Cálculo

REFERÊNCIA:

Maio/2013

SUMÁRIO

O estudo do Sistema de Abastecimento de Água da localidade de São Luiz Rei, distrito do município de Nova Venécia – ES é composto por dois volumes distribuídos segundo a descrição a seguir:

VOLUME I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

VOLUME II – PROJETO BÁSICO:

- TOMO I – MEMORIAL DESCRITIVO, JUSTIFICATIVO E DE CÁLCULO
- TOMO II – DESENHOS
- TOMO III – ORÇAMENTO

ÍNDICE

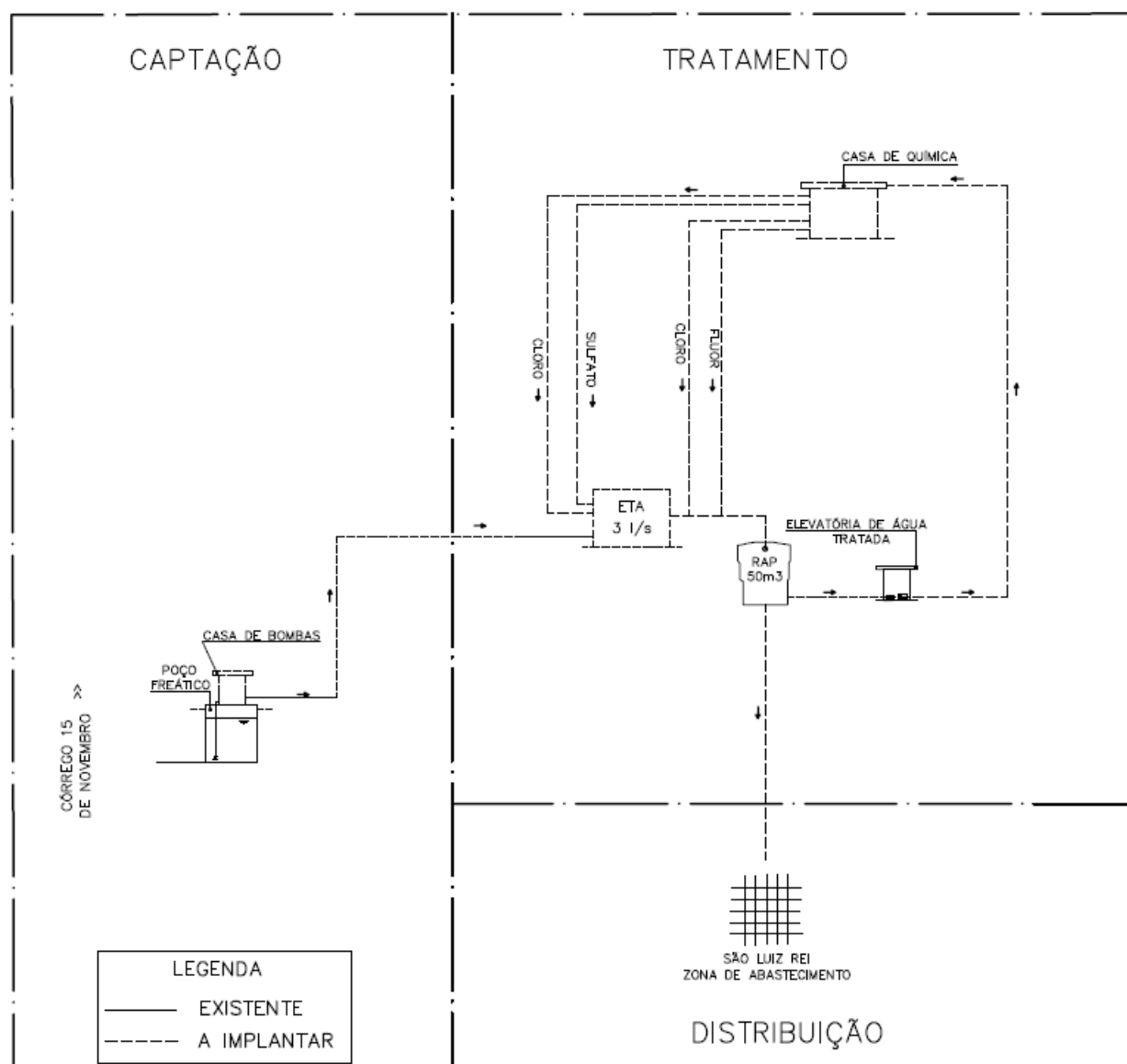
1	SÍNTESE DO PROJETO	6
2	INTRODUÇÃO.....	9
3	CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE	10
3.1	LOCALIZAÇÃO	11
3.2	ACESSO	11
3.3	MEIO FÍSICO	12
3.4	CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONOMICAS.....	14
3.5	INFRA-ESTRUTURA	14
4	SISTEMA EXISTENTE	16
5	ELEMENTOS E PARÂMETROS PARA O PROJETO – SAA	19
5.1	ALCANCE DE PROJETO	19
6	PROJEÇÃO POPULACIONAL	20
7	DEMANDA DO SAA DE SÃO LUIZ REI.....	22
7.1	ÍNDICE DE ATENDIMENTO.....	22
7.2	CONSUMO PER CAPITA	22
7.3	TEMPO DE FUNCIONAMENTO	22
7.4	CÁLCULO DAS VAZÕES	22
8	SISTEMA PROPOSTO	25
8.1	INTRODUÇÃO	25
8.2	MANANCIAL / CAPTAÇÃO	26
8.3	ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA – EAB.....	26
8.3.1	Altura Manométrica - Hman	28
8.3.2	Especificação do Conjunto Moto-Bomba.....	32
8.4	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA – AAB.....	34
8.4.1	Estudo de Transiente Hidráulico – Golpe de Ariete	35
8.4.2	Aspectos construtivos da AAB.....	38
8.4.3	Blocos de ancoragem	38
8.4.4	Órgãos Acessórios	39
8.5	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)	40
8.5.1	Tubulações de interligação entre as unidades da ETA	42
8.6	CASA DE QUÍMICA	42
8.6.1	Instalação Sanitária.....	43
8.6.2	Laboratório	43
8.6.3	Sala de Dosagem e Produtos Utilizados	44
8.6.4	Depósito para Produtos Químicos	52
8.6.5	Disposição dos produtos químicos	52
8.6.6	Manual para Treinamento de Operador da Casa de Química.....	52
8.7	ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EAT	53
8.7.1	Altura Manométrica - Hman	55
8.7.2	Especificação do Conjunto Moto-Bomba.....	58
8.8	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	60
8.9	CAIXAS DE DESCARGA E PASSAGEM – ÁREA DA ETA	61
8.9.1	Caixa de Descarga para a ETA	61
8.9.2	Caixas de Descarga para a Casa de Química.....	61

8.9.3	Caixas de Passagem – Produtos Químicos	61
8.9.4	Caixa de Aplicação de Cloro e Flúor	61
8.9.5	Caixas de Passagem – Água Pluvial	62
8.10	FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO NA ÁREA DA ETA.....	62
8.11	RESERVAÇÃO – ÁREA DA ETA	62
8.11.1	RAP	62
8.12	CERCA E PORTÃO DA ÁREA DA ETA	63
8.13	REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	63
8.14	LIGAÇÕES PREDIAIS	68
9	ANEXOS.....	69

1 SÍNTESE DO PROJETO

O Projeto Básico tem como objetivo apresentar as unidades projetadas referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Produção e Distribuição, para a localidade de São Luiz Rei, município de Nova Venécia/ES. Serão projetadas as seguintes unidades: Elevatória de Água Bruta, Estação de Tratamento de Água, Casa de Química, Elevatória de Água Tratada, Adutora de Água Tratada e Rede de Distribuição.

A seguir, um croqui do sistema proposto e na sequência uma breve descrição das unidades do SAA de São Luiz Rei.



1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA	
2. LOCALIDADE: São Luiz Rei	MUNICÍPIO: Nova Venécia
3. PARÂMETROS DO PROJETO	
População de início de plano: 440 habitantes	
População de final de plano: 722 habitantes	
Taxa de crescimento: 2,5/1,5/1,0	
Alcance de Projeto: 30 anos	
Capacidade de Atendimento da ETA: 3,30 l/s	
Consumo per capita: 150 l/hab/dia	
Coeficiente do dia de maior consumo: 1,2 (K1)	
Coeficiente do dia de menor consumo: 1,5 (K2)	
Vazão de Projeto: 3,16 l/s	
Tempo de operação da ETA: 12 horas/dia	
4. FASES DO SISTEMA	
CAPTAÇÃO	Aproveitamento da atual captação, feita através de poço freático. Melhorias com relação ao cercamento.
ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA	Descarte da atual elevatória de água bruta devido a sua situação precária. Dimensionamento de (02) dois conjuntos moto-bombas, sendo (01) um para reserva. Uma nova edificação será construída para abrigar os dois conjuntos. O poço de sucção entretando, será aproveitado.
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	A adutora de água bruta será em PVC PBA DN75 com 154 metros. Serão aproveitados 80 metros da adutora existente e implantados 54 metros .
TRATAMENTO	ETA existente, desativada, a ser demolida. Implantação de uma (01) ETA convencional compacta com capacidade para 3,0 l/s, melhorias na área da ETA, implantação de (01) uma casa de química nos padrões CESAN, implantação de (01) uma fossa séptica e (01) um sumidouro.
ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	Manutenção da edificação atual. Dimensionamento de (02) dois conjuntos moto-bombas, sendo (01) um para reserva, com o intuito de alimentar o reservatório da casa de química.
RESERVAÇÃO	Reservatório existente em concreto com capacidade de 50m³ a ser aproveitado.
REDE DE DISTRIBUIÇÃO	Aproveitamento de 505 m de tubulação em PVC PBA DN50 Cl12 e 276 m em PVC PBA DN75 Cl12. Implantação de 1.789 m de tubulação em PVC PBA DN50 Cl12.
LIGAÇÕES PEDIAIS	Implantação de 110 (cento e dez) ligações domiciliares com hidrometração.

2 INTRODUÇÃO

O projeto do Sistema de Abastecimento de Água de São Luiz Rei, distrito do município de Nova Venécia/ES foi desenvolvido de forma a atender as diretrizes definidas pelo PRÓ-RURAL/CESAN, obedecendo às normas vigentes da ABNT e bibliografias de autores consagrados e especialistas da área.

Na elaboração deste trabalho utilizou-se dos parâmetros e informações definidos pelo PRÓ-RURAL/CESAN e, também, de levantamentos realizados pela própria equipe da YC Engenharia.

Para a composição deste trabalho a YC Engenharia utilizou os seguintes dados:

- Dados fornecidos na visita técnica na localidade;
- Levantamento semi-cadastral da localidade de São Luiz Rei/ES – YC Engenharia/2012;
- Levantamento topográfico de áreas para o projeto do SAA – YC Engenharia/2011;
- Levantamento de faixa para o projeto da adutora de água bruta – YC Engenharia/2011;

O projeto consiste em melhorias na implantação de nova elevatória de água bruta, implantação, ampliação e melhorias na área da ETA, casa de química, adutora de água tratada, EAT e rede de distribuição.

3 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE

O território do atual Município de Nova Venécia foi habitado pelos índios aimorés, que, fugindo dos combates com as forças portuguesas, nas proximidades da foz do rio Cricaré, procuraram refúgio nas serras situadas nas cabeceiras daquele rio.

A primeira penetração no território efetuou-se em 1870, pelo Major Antônio Rodrigues da Cunha. Com a chegada de outros colonizadores, fundou-se um núcleo populacional denominado serra dos Aimorés, em virtude da região ter sido habitada inicialmente pelos índios dessa tribo.

Em 1893 a serra dos Aimorés foi elevada à sede de distrito do município de São Mateus. No ano seguinte, a sede do distrito foi transferida para a Vila Aimoreslândia, que, mais tarde, passou a ser conhecida por Nova Venécia, em razão do número de italianos residentes, vindos de Veneza.

A História de Nova Venécia pode ser dividida em três períodos. O primeiro (desde antes do século XVI até século XIX) abrange a pré-colonização do território, compreendendo a ocupação do mesmo por povos indígenas desde os tempos mais remotos, até a chegada dos colonizadores. O segundo (1870-1953) inicia-se a partir da colonização do território, com a fundação da Fazenda da Serra dos Aymorés (hoje Serra de Baixo) alcançando emancipação política do distrito. Já o terceiro período (1954 até hoje) tem início com a instalação do novo município, o desenvolvimento da cidade e alcança até os dias atuais.

A formação administrativa da localidade segue a seguinte ordem cronológica:

- Distrito criado com a denominação de Serra dos Aimorés, pela lei municipal de 13-08-1896 e por ato municipal de janeiro de 1902, subordinado ao município São Mateus.
- Elevado à categoria de município com a denominação de Nova Venécia, pela lei estadual nº 767, de 11-12-1953, desmembrado de São Mateus.
- Sede no antigo distrito de Nova Venécia. Constituído de 4 distritos: Nova Venécia, Córrego Grande, Guararema e Rio Preto. Instalado em 26-01-1954.
- Assim permanecendo em divisão territorial datada de 17-1-1991.
- Em divisão territorial datada de 1-VI-1995, o município aparece constituído de 4 distritos: Nova Venécia, Guararema, Rio Preto e Santo Antônio do Quinze.
- Assim permanecendo em divisão territorial datada de 2005.

3.1 LOCALIZAÇÃO

São Luiz Rei é uma localidade que está situada no município de Nova Venécia/ES, sendo este localizado a 260 km de Vitória. A localidade está a Noroeste do estado do Espírito Santo, na região Noroeste Espírito-santense, micro-região Noroeste 2, latitude sul 18º 42' 38" e na longitude oeste 40º24'02".

Os municípios limítrofes são: Águia Branca, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Ecoporanga, São Gabriel da Palha, São Mateus, Ponto Belo e Vila Pavão.

A seguir será apresentada uma série de mapas esquemáticos do estado do Espírito Santo, com a localização do município de Nova Venécia, situando-o na sua micro e macro-regiões.



Figura 3.1.1 – Mapa esquemático do Espírito Santo com a localização do município de Nova Venécia – ES

3.2 ACESSO

A localidade de São Luiz Rei dista aproximadamente 260 km de Vitória, capital do Estado. A principal estrada de acesso é a BR-101. Partindo de Vitória, o acesso à localidade será feito seguindo por aproximadamente 190 Km pela BR-101, 30Km pela ES-356, 20km pela ES-381 e, continuando na ES-137 e ES-315 por aproximadamente 60 Km até a localidade. A seguir

apresenta-se um mapa com as rodovias de acesso á localidade de São Luiz Rei.



Figura 3.2.1 – Mapa com rodovias de acesso a localidade de São Luiz Rei – Espírito Santo

3.3 MEIO FÍSICO

O relevo da região é em sua maior parte montanhoso com muitas rochas. Apresenta clima tropical, com temperaturas elevadas de novembro a março e chuvas recorrentes no mesmo período. Nos meses de janeiro e dezembro as chuvas caem com maior intensidade, quando são acompanhadas de fortes raios e trovoadas.

É uma localidade que está parcialmente inserida no bioma da mata atlântica, onde se observa tal inserção em uma grande zona de amortecimento deste bioma, conforme mapa a seguir.

Em relação à bacia hidrográfica, o município de Nova Venécia, assim como a localidade de São Luiz Rei, está situado na área correspondente a bacia do Rio São Mateus, conforme mapa a seguir.

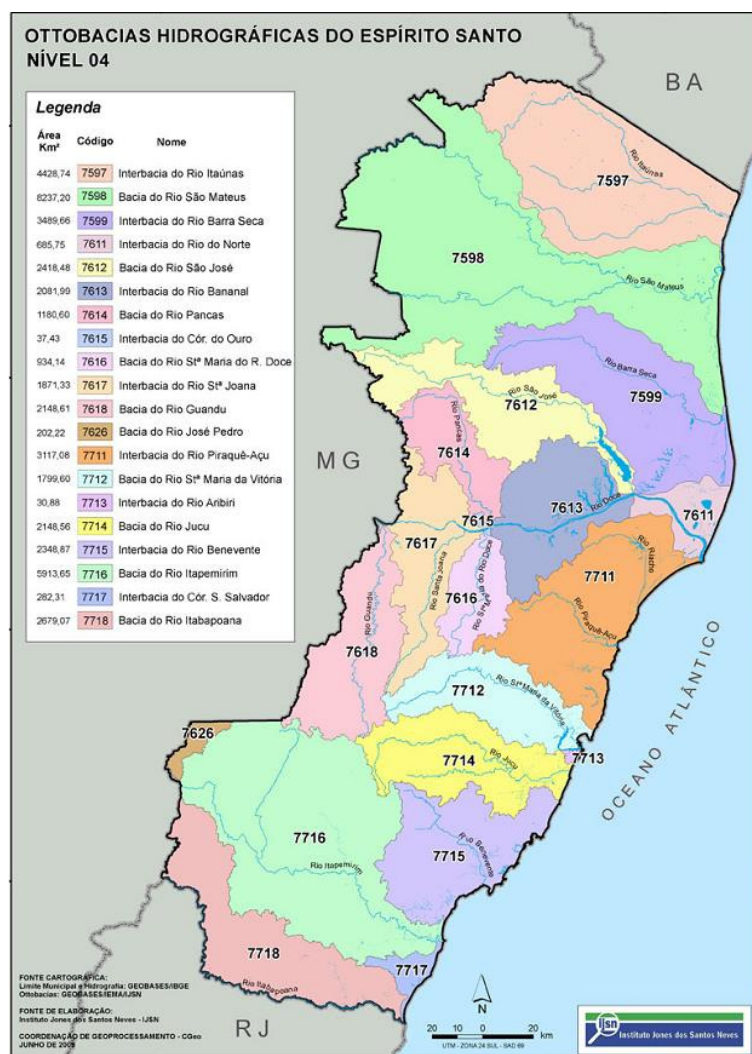


Figura 3.3.1 – Divisão Regional do Estado do Espírito Santo em Bacias Hidrográficas.

O Rio São Mateus é um rio de domínio federal por abranger área dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais. A sua cabeceira está localizada no estado de Minas Gerais, sendo que, 60% da sua área hidrográfica encontra-se no estado do Espírito Santo.

A Bacia do Rio São Mateus possui área de drenagem de 7.676 Km² no Espírito Santo. Alguns dos principais afluentes no Espírito Santo são: Rio Cotaxé, Rio Cricaré, Rios São Francisco, Mantenhina, Muniz, Cibrão, Dois de Setembro, Quinze de Novembro, Santa Rita, Peixe Branco, São Domingos, Preto, Mantena e Norte.

Os principais problemas da bacia são: desmatamento da cobertura vegetal (incluindo remoção da mata ciliar de rios e nascentes), seca, assoreamento, construção desordenada de

barragens, poluição devido à disposição inadequada de efluentes, resíduos sólidos e rejeitos da extração de granito.

3.4 CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONOMICAS

Cerca de 55% da população do município reside na zona rural, sendo de destaque a taxa de 64% para urbanização que cresceu 16,29% em 10 anos.

As principais atividades econômicas desenvolvidas na região são: agropecuária, indústrias de mineração (extração de granito e petróleo) e destilaria de álcool, o que rende um produto interno bruto (PIB) de R\$ 476.193,54 à região.

A localidade de São Luiz Rei, possui sua economia baseada no setor agropecuário, de subsistência, prestação de serviços e comércio.

3.5 INFRA-ESTRUTURA

Com relação à infra-estrutura do município de Nova Venécia, no que se tange o saneamento básico, podemos citar a forma do abastecimento de água que é feito pela CESAN, assim como o número de domicílios atendidos, segundo microdados do IBGE do ano de 2000. Assim sendo a estrutura de abastecimento de água do município possui a seguinte configuração, 64,3% em rede geral, 24,5% em poço ou nascente, 0,9% como outras formas de abastecimento e aproximadamente 10% não atendido. Com relação ao esgotamento sanitário, também de responsabilidade da CESAN, os dados do IBGE do ano de 2000, apontam que o município apresenta aproximadamente 53% de rede geral de esgoto ou pluvial, e 32% de fossas rudimentares. Outras formas presentes no município são fossa séptica, vala, rio, lago ou mar. A coleta dos resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade da prefeitura e possui eficiência de 58% do município, segundo dados do IPES.

O restante do lixo é queimado ou enterrado(32%), jogado em terreno baldio (8%) lançado ao mar ou à rios e lagos (0,5%) ou possui destinação diferente das citadas anteriormente (1,5%).

O abastecimento de energia elétrica é feito pela empresa Espírito Santo Centrais Elétricas (ESCELSA), que atende as áreas residências, industriais, comerciais e rurais da região.

A segurança é feita pelo 2º Batalhão da Polícia Militar do Espírito Santo, que articula-se em três Companhias de Polícia Militar, oito pelotões e vinte e seis grupos de comando, distribuídos em dez municípios. Outra corporação responsável é a Polícia Civil, que possui delegacia em funcionamento 24 horas no município.

A área da saúde presente na localidade de São Luiz Rei é precária, sem a presença de

hospitais ou postos de saúde, a população deve se deslocar à localidade mais próxima para que tenha o atendimento necessário. O sistema educacional conta com um estabelecimento. No que se relaciona ao ensino superior, não foram encontrados dados sobre a presença de universidades na região. A estrutura de lazer da região conta com uma quadra e praças, além de iniciativas da prefeitura de Nova Venécia.

Com relação à pavimentação tanto para acesso quanto para mobilidade, a localidade de São Luiz Rei possui 92% de ruas de terra e 8% de ruas de paralelepípedo. A seguir vista de satélite da localidade.



Figura 3.5.1 – Vista de satélite da localidade de São Luiz Rei

4 SISTEMA EXISTENTE

A localidade de São Luiz Rei, distrito do município de Nova Venécia, possui o sistema de abastecimento de água implantado através do programa PRÓ-RURAL.

O sistema de abastecimento de água existente utiliza como manancial para captação de água o córrego Quinze de Novembro. Do manancial a água segue por gravidade através de uma tubulação em ferro fundido DN150 para o poço de sucção onde é captada nas coordenadas N= 7.955.136,173 e E= 339.158,231. O poço de sucção apresenta-se com pintura desgastada e tampa com ferrugem superficial. A água é recalçada pela elevatória de água bruta até a área da estação de tratamento, através de uma adutora em tubulação PVC PBA DN 75 existente, em bom estado de conservação, que será aproveitada parcialmente. A elevatória em questão e a ETA, ambas existentes, não serão aproveitadas. A elevatória não atende à demanda de final de plano. Na área da ETA existe um reservatório apoiado com capacidade de 50m³, que será aproveitado. Possui também uma elevatória de água tratada com a finalidade de recalcar água para a lavagem do filtro que será desativada. As interligações entre as unidades da área da ETA são em tubulação de PVC DN 100 e DN 50 e encontram-se em estado precário de conservação por estarem expostas às intempéries, apresentando ferrugem. Possui casa de química para a aplicação de produtos para o tratamento da água. Contudo esta unidade não será aproveitada, já que para o novo sistema não serão utilizadas bombas dosadoras para os produtos químicos, além do estado precário de conservação da edificação, com trincas e esquadrias danificadas.

Do reservatório existente na área da ETA a água tratada é encaminhada por gravidade para o abastecimento. O reservatório apoiado abastece toda a localidade de São Luiz Rei. A localidade possui rede de distribuição em tubulação de PVC PBA DN 75, DN 50 e DN 32, entretanto não atende a toda demanda.

São apresentadas fotos do Sistema de Abastecimento de Água existente em São Luiz Rei.



Foto 4.1 – Elevatória de Água Bruta – Captação



Foto 4.2 – Elevatória de Água Bruta



Foto 4.3 – Estação de Tratamento de Água



Foto 4.4 – Elevatória de Água Tratada



Foto 4.5 – Edificação da EAT



Foto 4.6 – Casa de Química



Foto 4.7 – Casa de Química / Sulfato



Foto 4.8 – RAP – Concreto de 50m³

5 ELEMENTOS E PARÂMETROS PARA O PROJETO – SAA

Os elementos e parâmetros para o projeto básico do sistema de abastecimento de água (SAA) de São Luiz Rei foram definidos a partir de:

- Dados da localidade de São Luiz Rei;
- Normas técnicas ABNT NBR;
- Parâmetros utilizados pela CESAN;
- Bibliografia de autores e instituições consagradas.

Para o dimensionamento das unidades componentes do sistema de abastecimento de água, serão utilizadas as seguintes normas técnicas e adotados os critérios técnicos pertinentes:

- Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público – NBR12213 (NB589 04/1992);
- Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público – NBR 12214 (NB590 04/1992);
- Projeto de adutora de água para abastecimento público – NBR12215 (NB 591/1991);
- Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público – NBR12216 (NB 592/1992);
- Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público – NBR12217 (NB 593 07/1994);
- Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público – NBR12218 (NB 594/1994).

5.1 ALCANCE DE PROJETO

O alcance de plano previsto para o projeto é de 30 anos, sendo:

- Ano 2.012 – Início de Plano;
- Ano 2.042 – Final de Plano.

6 PROJEÇÃO POPULACIONAL

A projeção populacional de São Luiz Rei utilizou-se da metodologia da progressão geométrica com taxas variáveis. A fórmula empregada é do tipo:

$$Y = Y_0 \times (1+i)^t$$

Sendo:

$Y \Rightarrow$ População para o ano t ;

$Y_0 \Rightarrow$ População base;

$i \Rightarrow$ Taxa de crescimento;

$t \Rightarrow$ Intervalo de tempo em anos.

Primeiramente foi realizada a contagem de casas existentes na localidade de São Luiz Rei, chegando a 110 casas. Do número existente de casas, aplicou-se a taxa de 4 habitantes por domicílio. Sendo assim, a projeção populacional empregou como população inicial, referenciada para o ano de 2012, 440 habitantes. A esta população foi aplicada uma taxa de 2,50% a.a, através da formulação descrita, encontrando-se a população de referência até o ano de 2022, 563 habitantes. A partir daí até o ano de 2032, utilizou-se a taxa de 1,50% a.a, 654 habitantes. E para o período final do horizonte de projeto foi utilizada a taxa de 1,0% a.a, chegando-se a uma população para final de plano de 722 habitantes.

O quadro 6.1 apresenta a projeção populacional definida para São Luiz Rei do ano de 2012 a 2042.

Quadro 6.1 – Projeção Populacional de São Luiz Rei/ES

PROJEÇÃO
SÃO LUIZ REIS - NOVA VENÉCIA/ES

ANO	POPULAÇÃO (hab)	TAXAS (%)
2.012	440	
2.013	451	2,50
2.014	462	
2.015	474	
2.016	486	
2.017	498	
2.018	510	
2.019	523	
2.020	536	
2.021	549	
2.022	563	
2.023	572	1,50
2.024	580	
2.025	589	
2.026	598	
2.027	607	
2.028	616	
2.029	625	
2.030	634	
2.031	644	
2.032	654	
2.033	660	1,00
2.034	667	
2.035	673	
2.036	680	
2.037	687	
2.038	694	
2.039	701	
2.040	708	
2.041	715	
2.042	722	
TAXA (%) 2.012 - 2.042		1,66

7 DEMANDA DO SAA DE SÃO LUIZ REI

7.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO

Será considerado para desenvolvimento do projeto que 100% da população da localidade de São Luiz Rei será atendida pelo sistema projetado.

7.2 CONSUMO PER CAPITA

O consumo *per capita* de água considerado para os cálculos foi de 150 l/hab x dia.

7.3 TEMPO DE FUNCIONAMENTO

O tempo de funcionamento para o sistema de abastecimento de água de São Luiz Rei será de 12 horas em final de plano.

7.4 CÁLCULO DAS VAZÕES

Para o cálculo das vazões do SAA de São Luiz Rei serão utilizados valores referenciais para os coeficientes de variação de acordo com a literatura, ou seja:

- $K1 = 1,2 \rightarrow$ Coeficiente do dia de maior consumo;
- $K2 = 1,5 \rightarrow$ Coeficiente da hora de maior consumo.

Para o cálculo da vazão média será utilizada a fórmula a seguir:

$$Q_{\text{méd}} = \frac{\text{Pop} \times At \times q}{86400 \text{ (s)}} \text{ (l/s)}$$

Sendo:

$Q_{\text{méd}} \Rightarrow$ Vazão média (l/s);

$\text{Pop} \Rightarrow$ População (hab);

$At \Rightarrow$ Índice de atendimento;

$q \Rightarrow$ Consumo *per capita* = 150 l/hab.dia.

A vazão máxima diária será obtida pela fórmula a seguir e será utilizada para dimensionamento das unidades de produção.

$$Q_{\text{máx diária}} = Q_{\text{méd}} \times K_1 (\text{l/s})$$

$$Q_{\text{PROD}} = Q_{\text{máx diária-12hrs}}$$

A vazão máxima horária será obtida pela fórmula a seguir e será utilizada para dimensionamento das unidades de distribuição.

$$Q_{\text{máx horária}} = Q_{\text{méd}} \times K_1 \times K_2 (\text{l/s})$$

O volume de reservação necessário será obtido pela fórmula que segue.

$$V_{\text{RESERVAÇÃO}} = 1/3 \times 86,40 \times Q_{\text{max diaria}} (\text{m}^3)$$

O quadro 7.4.1 apresenta as demandas do sistema de abastecimento de água de São Luiz Rei, utilizando-se da população definida e dos parâmetros de projeto.

Quadro 7.4.1 – Demanda do SAA de São Luiz Rei/ES

ANO	POPULAÇÃO (hab.)	VAZÃO (l/s)				CONSUMO NA ETA (l/s)	VAZÃO DE PRODUÇÃO (l/s)	RESERVAÇÃO (m³)
		MÉDIA	DIÁRIA	DIÁRIA 8 HS	HORÁRIA			
1	2	3	4	4	5	6	7	8
		(2)xqxAt / 86400	(3) x K1	(3) x K1*24/8	(3) x K1 x K2	5% (4)	(4+6)	1/3 (7)
2.012	440	0,76	0,92	2,75	1,38	0,14	2,89	26
2.013	451	0,78	0,94	2,82	1,41	0,14	2,96	27
2.014	462	0,80	0,96	2,89	1,44	0,14	3,03	28
2.015	474	0,82	0,99	2,96	1,48	0,15	3,11	28
2.016	486	0,84	1,01	3,04	1,52	0,15	3,19	29
2.017	498	0,86	1,04	3,11	1,56	0,16	3,27	30
2.018	510	0,89	1,06	3,19	1,59	0,16	3,35	31
2.019	523	0,91	1,09	3,27	1,63	0,16	3,43	31
2.020	536	0,93	1,12	3,35	1,68	0,17	3,52	32
2.021	549	0,95	1,14	3,43	1,72	0,17	3,61	33
2.022	563	0,98	1,17	3,52	1,76	0,18	3,70	34
2.023	572	0,99	1,19	3,57	1,79	0,18	3,75	34
2.024	580	1,01	1,21	3,63	1,81	0,18	3,81	35
2.025	589	1,02	1,23	3,68	1,84	0,18	3,87	35
2.026	598	1,04	1,25	3,74	1,87	0,19	3,92	36
2.027	607	1,05	1,26	3,79	1,90	0,19	3,98	36
2.028	616	1,07	1,28	3,85	1,92	0,19	4,04	37
2.029	625	1,09	1,30	3,91	1,95	0,20	4,10	38
2.030	634	1,10	1,32	3,97	1,98	0,20	4,16	38
2.031	644	1,12	1,34	4,02	2,01	0,20	4,23	39
2.032	654	1,13	1,36	4,09	2,04	0,20	4,29	39
2.033	660	1,15	1,38	4,13	2,06	0,21	4,33	40
2.034	667	1,16	1,39	4,17	2,08	0,21	4,38	40
2.035	673	1,17	1,40	4,21	2,10	0,21	4,42	40
2.036	680	1,18	1,42	4,25	2,13	0,21	4,46	41
2.037	687	1,19	1,43	4,29	2,15	0,21	4,51	41
2.038	694	1,20	1,45	4,34	2,17	0,22	4,55	42
2.039	701	1,22	1,46	4,38	2,19	0,22	4,60	42
2.040	708	1,23	1,47	4,42	2,21	0,22	4,65	42
2.041	715	1,24	1,49	4,47	2,23	0,22	4,69	43
2.042	722	1,25	1,50	4,51	2,26	0,23	4,74	43

K1: 1,2
 K2: 1,5
 q: 150 l/hab x dia

Q_{média} = (Pop.x q x At) / 86400
 Q_{máx.diária} = Q_{média} x K1
 Q_{máx.hor} = Q_{média} x K1 x K2

8 SISTEMA PROPOSTO

8.1 INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de água da localidade de São Luiz Rei, distrito do município de Nova Venécia, será implantado através do programa PRÓ-RURAL – Programa de Saneamento Rural.

O projeto para a localidade de São Luiz Rei contemplará a implantação, com aproveitamento de algumas unidades existentes, do sistema de produção e do sistema de distribuição compostos por: Captação, Elevatória de Água Bruta, Adutora de Água Bruta, Estação de Tratamento de Água, Casa de Química, Fossa Séptica e Sumidouro, Elevatória de Água Tratada, Adutora de Água Tratada, Reservatório Apoiado e Rede de Distribuição. As unidades serão apresentadas na ordem citada.

Segundo o estudo populacional realizado, a demanda do sistema de abastecimento de água da localidade de São Luiz Rei é de 3,16 l/s, com tempo de funcionamento de 12 horas em final de plano.

O ponto de captação atual da localidade de São Luiz Rei será mantido. A elevatória de água bruta existente não será aproveitada devido ao seu estado precário. Será construída uma nova edificação com o intuito de abrigar os conjuntos moto-bomba a serem implantados no novo sistema, que será localizada ao lado do poço de sucção já existente. A edificação que comporta o quadro de comando do antigo sistema será mantida e aproveitada para mesmo fim. A adutora de água bruta em PVC PBA DN75 será parcialmente aproveitada e terá complemento de mais 54 metros, para atendimento da demanda para vazão de fim de plano, recalando a água da captação para a estação de tratamento de água. A estação de tratamento de água existente não atende a nova demanda de projeto e não será aproveitada. Uma ETA compacta será implantada. A casa de química existente será demolida e, em seu lugar será construída uma nova casa de química elevada, nos padrões CESAN, evitando o uso de bombas dosadoras. As tubulações de interligações entre as unidades da ETA serão trocadas. Serão implantados fossa séptica e sumidouro na mesma área.

A elevatória de água tratada, EAT, existente na área da ETA, que atualmente é utilizada para a lavagem dos filtros será descartada por não atender a nova demanda da localidade. Será implantada uma nova elevatória de água tratada para atender o reservatório da casa de química a ser implantado. O reservatório apoiado de 50 m³, também existente na área da ETA, será aproveitado para abastecimento da localidade por gravidade.

A topografia e a descrição topográfica das áreas levantadas estão apresentadas no Volume I – Levantamentos Topográficos.

Com isto a YC Engenharia através do contrato que mantém com a CESAN elaborou o projeto para as unidades citadas anteriormente para o Sistema de Abastecimento de Água da comunidade de São Luiz Rei no município de Nova Venécia.

Na sequência serão descritas as unidades do SAA de São Luiz Rei.

8.2 MANANCIAL / CAPTAÇÃO

O ponto de captação atual no Córrego Quinze de Novembro será mantido. Do ponto de captação, situado nas coordenadas N=7955196,235 e E=339196,104, a água bruta segue por gravidade através de uma tubulação em ferro fundido até o poço de sucção da elevatória de água bruta.

O poço de sucção da elevatória de água bruta do sistema de abastecimento de água de São Luiz Rei possui uma profundidade de aproximadamente 6 metros e diâmetro de 2 metros.

Será restaurada a cerca de proteção ao redor da estrutura do poço de sucção contemplando também a elevatória de água bruta, para evitar o acesso de animais. A nova cerca será constituída de mourões de concreto, padrão CESAN e terá 82 metros lineares. Além disso, deve ser prevista pintura da estrutura existente e substituição da tampa do poço, pois a mesma apresenta ferrugem. Sob a laje do poço de sucção há previsão de pavimentação em passeio cimentado na região de encontro do poço de sucção com o terreno natural.

Acesso à captação

Na localidade de São Luiz Rei já existe um acesso à captação. Serão previstas melhorias como acerto e limpeza do terreno. O portão para veículos existente será mantido, e deve ser pintado.

8.3 ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA – EAB

Para nova concepção do sistema de abastecimento de água de São Luiz Rei, foi estudado o remanejamento e, por conseguinte o aproveitamento da elevatória de água bruta existente, porém, o conjunto moto-bomba não atendeu o novo ponto de operação especificado, além de estar em estado precário de conservação. Com relação à edificação, será construída uma nova, a fim de abrigar os conjuntos moto-bomba.

A EAB será responsável por recalcar água bruta do poço de sucção até a estação de tratamento compacta a implantar, na área da ETA existente. Principais características da casa de bombas padrão a implantar:

- Comprimento: 3,80 m
- Largura: 3,00 m
- Área: 11,40 m²
- Pé direito: 2,65 metros;
- Cota do piso: 120,150 metros;
- Cota do eixo das bombas: 120,495 m.

O poço de sucção existente será aproveitado, com as seguintes características:

- Diâmetro: 2,00 metros
- Altura útil: 1,50 metros
- Altura total: 6,00 metros
- NA mín. de sucção das bombas: 117,495 metros

Para definição da bomba a ser utilizada na estação elevatória de água bruta (EAB) foi realizado um pré-dimensionamento desta do qual gerou um estudo técnico e econômico, apresentado no quadro 8.3.1, para verificar quais as condições de operação ideais do sistema. Levou-se em consideração o custo de energia fornecido pela EDP ESCELSA.

Os quadros com os custos de energia anual das três bombas estudadas são apresentadas no Anexo II – Planilhas de Custo de Energia.

Serão implantados dois conjuntos moto-bomba, sendo que um conjunto motor-bomba ficará como reserva do conjunto em operação.

Quadro 8.3.1 – Estudo Comparativo – Elevatória de Água Bruta

RESUMO			
SÃO LUIZ REI		EAB	
RECALQUE: DIÂMETRO	75	mm	
EXTENSÃO	134,00	m	
PONTO DE OPERAÇÃO REQUERIDO:			
Q _{MÁX}	3,16 l/s		
H _{MAN}	25,166 mca		
ESPECIFICAÇÕES		HORIZONTAL	
		IMBIL	KSB
DADOS DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBA	MODELO	INI 32-250	Meganorm 32-250
	NÚMERO DE CONJUNTOS	1+1	1+1
	Q _{DA BOMBA} (l/s)	3,16	3,16
	H _{MAN} (m)	25,17	25,17
	VELOCIDADE (m/s)	0,72	0,72
	η _{HIDRÁULICO} (%)	35,80	41,00
	POTÊNCIA (cv)	4,00	3,00
	POT INSTALADA (cv)	4,00	3,00
	ROTAÇÃO (rpm)	1.750	1.750
CUSTO	UNITÁRIO (R\$)	6.800,00	5.100,00
	EQUIPAMENTOS (R\$)	13.600,00	10.200,00
	INSTALAÇÃO (R\$)	1.500,00	1.500,00
	CUSTO ENERGIA 2.012 A 2.042 (R\$)	67.742,44	59.918,90
	TOTAL (R\$)	82.842,44	71.618,90

A nova elevatória de água bruta (EAB) será implantada na área da EAB existente. O poço de sucção existente, cilíndrico em concreto, será aproveitado.

As características dessa elevatória são mostradas a seguir:

- Vazão de projeto: 3,16 l/s;
- NA mínimo de sucção: 117,495 m;
- Cota do eixo das bombas: 120,495 m.
- Chegada na calha parshall: 140,921 m.

A seguir, os cálculos relativos à altura manométrica para o recalque de água bruta e definição do conjunto moto-bomba.

8.3.1 Altura Manométrica - H_{man}

A altura manométrica de recalque será obtida pelo somatório do desnível geométrico e a perda de carga atuante na sucção e no recalque através da expressão a seguir:

$$H_{\text{man}} = DG + hf$$

Sendo:

- H_{man} = Altura Manométrica (m);
- DG = Desnível Geométrico (m);
- h_f = Perda de Carga na sucção e no recalque (m)

8.3.1.1 Desnível Geométrico – DG

O desnível geométrico será dado pela soma do desnível da sucção e o desnível de recalque através da expressão a seguir:

$$DG = DG_{\text{sucção}} + DG_{\text{recalque}}$$

O desnível geométrico de sucção será dado pela diferença de nível entre a cota do eixo das bombas e o NA mínimo do poço de sucção, ou seja:

$$DG_{\text{sucção}} = 120,495 - 117,495 \Rightarrow DG_{\text{sucção}} = 3,00 \text{ mca}$$

O desnível geométrico de recalque será dado pela diferença de nível entre o NA de chegada na calha parshall da ETA e a cota do eixo da bomba, ou seja:

$$DG_{\text{recalque}} = 140,921 - 120,495 \Rightarrow DG_{\text{recalque}} = 20,426 \text{ m}$$

Portanto, o desnível geométrico utilizado para cálculo da altura manométrica será:

$$DG = 3,00 + 20,426 = 23,426 \text{ m}$$

8.3.1.2 Perdas de Carga na Sucção e no Recalque - h_f

Perda de carga é considerada como sendo a dissipação de energia provocada pela resistência do líquido ao escoamento na tubulação. É designada por perda de carga total o somatório das perdas de carga contínua e localizada. A perda de carga contínua é aquela ocasionada pela resistência da água ao longo dos condutos podendo ser considerada uniforme em qualquer trecho da canalização. A perda de carga localizada é aquela provocada pelas peças especiais de uma instalação. As expressões para cálculo dessas perdas estão colocadas a seguir:

Perda de carga localizada

$$h_{fL} = K * \frac{v^2}{2g}$$

Perda de carga contínua

$$h_{fC} = 10,643 * L * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} * D^{-4,87}$$

Perda de carga total

$$hf_T = hf_L + hf_C$$

Sendo:

hf_L = perda de carga localizada (m);

hf_C = perda de carga contínua (m);

hf_T = perda de carga total (m);

K = coeficiente adimensional;

v = velocidade (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

L = comprimento da tubulação (m);

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente adimensional;

D = diâmetro da tubulação (m).

Definição do diâmetro

A partir da fórmula de Bresse, temos o diâmetro econômico:

$$D = K \sqrt{Q/1000} \times 1000$$

Sendo:

D= Diâmetro econômico;

K= coeficiente adimensional (admitindo-se 1,00);

Q= vazão do projeto.

$$D = 1,0 \sqrt{3,16/1000} \times 1000$$

$$D = 56,21 \text{ mm}$$

A partir do cálculo do diâmetro econômico, o diâmetro nominal imediatamente superior é o DN75. Desta forma conclui-se que o trecho da adutora existente atenderá a demanda final do sistema e o trecho a ser implantado será em PVC PBA DN75, de acordo com o cálculo explicitado.

A seguir, quadro 8.3.1.2 com as perdas de carga na elevatória de água bruta:

Quadro 8.3.1.2 - Perda de Carga – Elevatória de Água Bruta – EAB – São Luiz Rei / Nova Venécia - ES

QUADRO PERDAS DE CARGAS													
EAB													
TIPO	LOCAL	DIÂMETRO (m)	PEÇAS	QUANT.	COEFICIENTE "K"		VAZÃO (l/s)	VELOC. (m/s)	PERDAS DE CARGAS			DESNÍVEL GEOMÉTRICO	ALTURA MANOMÉTRICA
					UNIT.	TOTAL			LOC.(hfl)	CONT.(hfc)	TOTAL		
									(m)	(m)	(m)		
LOCALIZADA	BARRILETE SUCÇÃO	0,100	VÁLVULA DE PÉ	1	1,75	1,75	3,16	0,72	0,13		0,13		
			CURVA 90	2	0,40	0,80							
			CURVA 45	3	0,20	0,60							
			REDUÇÃO	1	0,15	0,15							
			TÊ, SAÍDA DE LADO	1	1,30	1,30							
			REG. GAVETA ABERTO	2	0,20	0,40							
			TOTAL			5,00							
	BARRILETE RECALQUE	0,075	CURVA 90	3	0,40	1,20			0,26		0,26		
			TÊ, SAÍDA DE LADO	1	1,80	1,80							
			VÁLVULA RETENÇÃO	2	2,50	5,00							
			JUNÇÃO	2	0,40	0,80							
			REG. GAVETA ABERTO	3	0,20	0,60							
			REDUÇÃO	2	0,15	0,30							
			TOTAL			9,70							
CONT.	BARRILETE SUCÇÃO	0,100	TUBO (m)	10,05	-	-	-	0,03	0,03				
	BARRILETE RECALQUE	0,075	TUBO (m)	5,55				0,07	0,07				
	RECALQUE	0,075	TUBULAÇÃO (m)	134,00				1,25	1,25				
TOTAL									0,39	1,35	1,74	23,426	25,166

Logo,

$$H_{\text{man máx}} = 23,426 + 1,74 \text{ m} = 25,166 \text{ m.}$$

8.3.2 Especificação do Conjunto Moto-Bomba

O conjunto moto-bomba a ser instalado deverá atender às seguintes características:

- Líquido a recalcar: Água Bruta;
- Vazão: 3,16 l/s;
- Posição da Sucção: Sucção Positiva;
- Sistema de operação: Individual;
- Altura Manométrica Máxima: 25,166 mca;

Como referência de projeto, foi utilizado o seguinte conjunto de recalque:

Bomba:

A potência instalada foi calculada para esta bomba por meio da fórmula:

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{75 \cdot h_{\text{bomba}}} = \frac{3,16 \cdot 25,016}{75 \cdot 0,410} = 2,586 \text{ cv}$$

Portanto a potência instalada ficou abaixo dos 3,00 cv fornecidos pela bomba.

Motor:

- Potência: 3 CV;
- Rotação: 1750 rpm.

8.3.2.1 Verificação do NPSH disponível:

O NPSH (Net Positive Suction Head) disponível refere-se à "carga energética líquida e disponível na instalação" para permitir a sucção do fluido. Portanto, a energia disponível na instalação para sucção deve ser maior que a energia requerida pela bomba, caso contrário, haverá cavitação em decorrência de uma sucção deficiente. O NPSH disponível é calculado utilizando-se a fórmula a seguir:

$$\text{NPSH d} = P_0/\gamma - (h_s + h_v + \Delta h_s)$$

Sendo:

- NPSH d: NPSH disponível;
- P_0/γ : pressão atmosférica a 150 metros de altitude (10,16 m);
- h_s : altura de sucção = 3,383 m;
- h_v : pressão de vapor d'água a 30° C = 0,40 m;
- Δh_s : perda de carga na sucção = 0,16 m

Portanto:

$$\text{NPSH d} = 10,16 - (3,383 + 0,40 + 0,16)$$

$$\text{NPSH d} = 6,217 \text{ m.}$$

O NPSH requerido pela bomba, informado pelo fabricante é:

$$\text{NPSH r} = 0,83 \text{ m.}$$

Assim observa-se que o NPSH requerido pela bomba é menor que o NPSH disponível no sistema, evitando a possibilidade de cavitação do conjunto.

8.3.2.2 Curva Característica do Sistema de Recalque

A partir da definição da altura manométrica é possível determinar a curva característica do sistema. Como,

$$H_m = DG + a * Q^2$$

Sendo:

$$H_m = \text{altura manométrica (25,166 m)}$$

$$DG = \text{desnível geométrico (23,426 m);}$$

$$a = \text{coeficiente multiplicador (adimensional);}$$

$$Q = \text{vazão de recalque (3,16 l/s).}$$

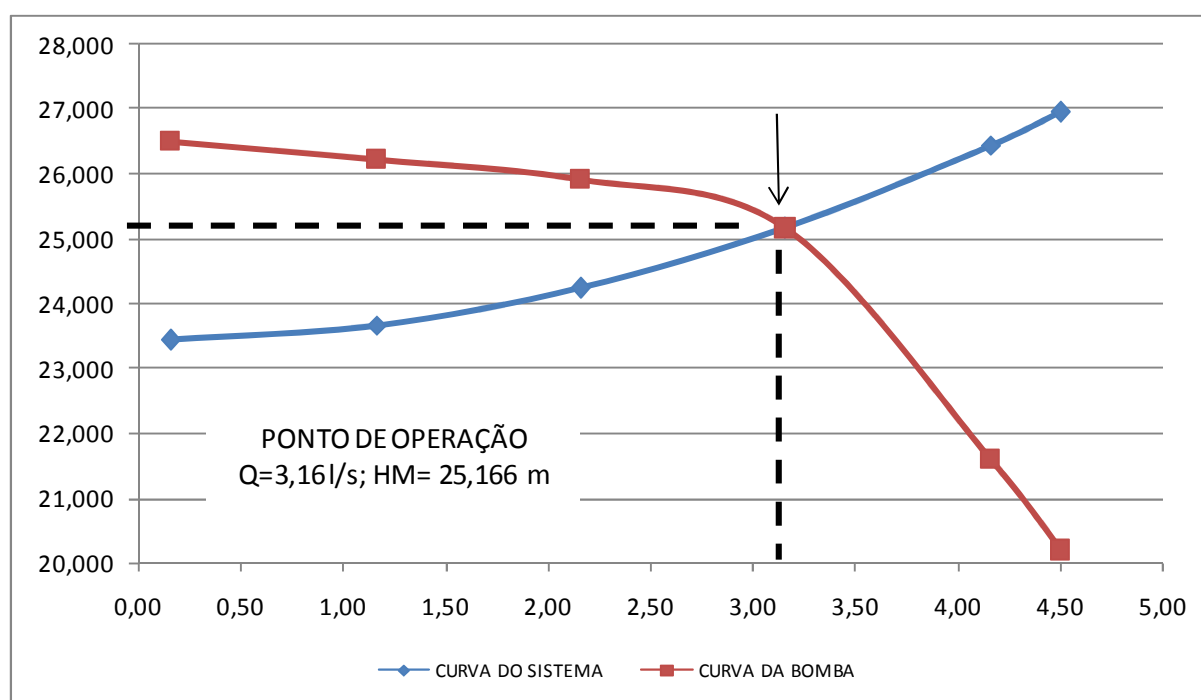
$$a = \frac{25,166 - 23,426}{3,16^2} = 0,1742$$

$$H_m = 23,426 + 0,1742 Q^2$$

Quadro 8.3.2.1 – Planilha dos pontos da curva do sistema e curva da bomba

CURVA SISTEMA			CURVA BOMBA		
Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)	Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)
0,16	0,58	23,430	0,16	0,58	26,510
1,16	4,18	23,660	1,16	4,18	26,230
2,16	7,78	24,239	2,16	7,78	25,920
3,16	11,38	25,166	3,16	11,38	25,166
4,16	14,98	26,442	4,16	14,98	21,600
4,50	16,20	26,955	4,50	16,20	20,200

É apresentada a seguir, na figura 8.3.2.1, o gráfico da curva característica do sistema.

Figura 8.3.2.1 – Gráfico das curvas do sistema e da bomba

8.4 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA – AAB

A adutora de água bruta existente em PVC PBA DN 75 será parcialmente aproveitada para o novo sistema de abastecimento de água de São Luiz Rei. A nova adutora possuirá 134 m de extensão total, sendo 80 m aproveitados do sistema existente e 54 m a serem implantados, com o intuito de atender o novo sistema para um horizonte de projeto de 30 anos.

Características Hidráulicas da AAB

As principais características da adutora estão descritas a seguir:

- Q (vazão): 3,16 l/s;
- Extensão: 134,00 m;
- Material: PVC PBA;
- Diâmetro: DN 75
- Velocidade: 0,68 m/s
- hf total: 1,74 m
- Cota do eixo das bombas: 120,495 m.
- NA mínimo de sucção: 117,495 m;
- Chegada na calha parshall da ETA: 140,921 m.
- Desnível geométrico total: 23,426 m;
- Altura manométrica: 25,166 m.

8.4.1 Estudo de Transiente Hidráulico – Golpe de Aríete

Denomina-se golpe de aríete ao choque violento que se produz sobre as paredes de um conduto forçado quando o movimento do líquido é modificado bruscamente, ou seja, é a sobrepressão que as canalizações recebem quando o escoamento é interrompido.

No caso de linha de recalque, quando há interrupção dos motores elétricos, a velocidade das bombas começa a diminuir, reduzindo-se rapidamente a vazão. A coluna líquida continua a subir pela canalização de recalque, até o momento em que a inércia é vencida pela ação da gravidade. Durante esse período, verifica-se uma descompressão no interior da canalização. Em seguida ocorre a inversão no sentido de escoamento e a coluna líquida retorna para as bombas. A corrente líquida, ao retornar para a bomba, encontrando a válvula de retenção fechada, ocasiona o choque e a compressão do fluido, dando origem a uma onda de sobrepressão (golpe de aríete).

A verificação da adutora, quanto ao transiente hidráulico, foi realizada por meio do programa eletrônico STMF – Sistema de Transporte e Manuseio de Fluidos / Aríete elaborado pelo Professor Emmanuel Tavares de Oliveira.

De acordo com o gráfico piezométrico apresentado, a pressão máxima que atuará sobre o barrilete e sobre a linha da adutora de água bruta é de 55,26 mca ($5,52 \text{ kgf/cm}^2$), assegurando uma folga, pois o barrilete de PVC PBA DN 75 CL20 suporta pressões máximas de até 10 kgf/cm^2 . Analisando o gráfico quanto às pressões resultantes na linha de recalque, nota-se a ocorrência de trechos com pressão negativa, porém não ocasionando o fenômeno da cavitação, o que nos garante ausência de problemas nesta linha. A seguir é apresentada a planilha e o gráfico de cálculo do aríete.

SAA – SÃO LUIZ REI

1-TRECHOS DE TUBOS

Trecho EAB-ETA

Extensão (m) 134,00
 Diâmetro interno (mm) 77
 Qte. tubos em paralelo 1
 Material do tubo PVC
 Espessura do tubo (mm) 3,90
 Velocidade (m/s) 0,68
 Período da linha (s) 0,62
 Celeridade (m/s) 433,39
 Qte. de subtrechos 21
 Compr. unitário (m) 6,38

2-BOMBAS

Trecho CAP-EAB

Qte.bombas efetivas em paralelo 1
 Vazão por bomba 3,16
 Altura manométrica (m) 25,16
 Potência do motor (CV) 3
 Rotação nominal (rpm) 1750
 Rendimento do conjunto (%) 42
 Momento inércia conjunto(kg.m2) 0,01
 Constante da bomba 3,42
 Tipo de válvula no recalque Retenção
 Diâmetro da válvula (mm) 75
 Tempo fechamento da válvula (s) 0,53
 Tempo parada da bomba (s) 3,43

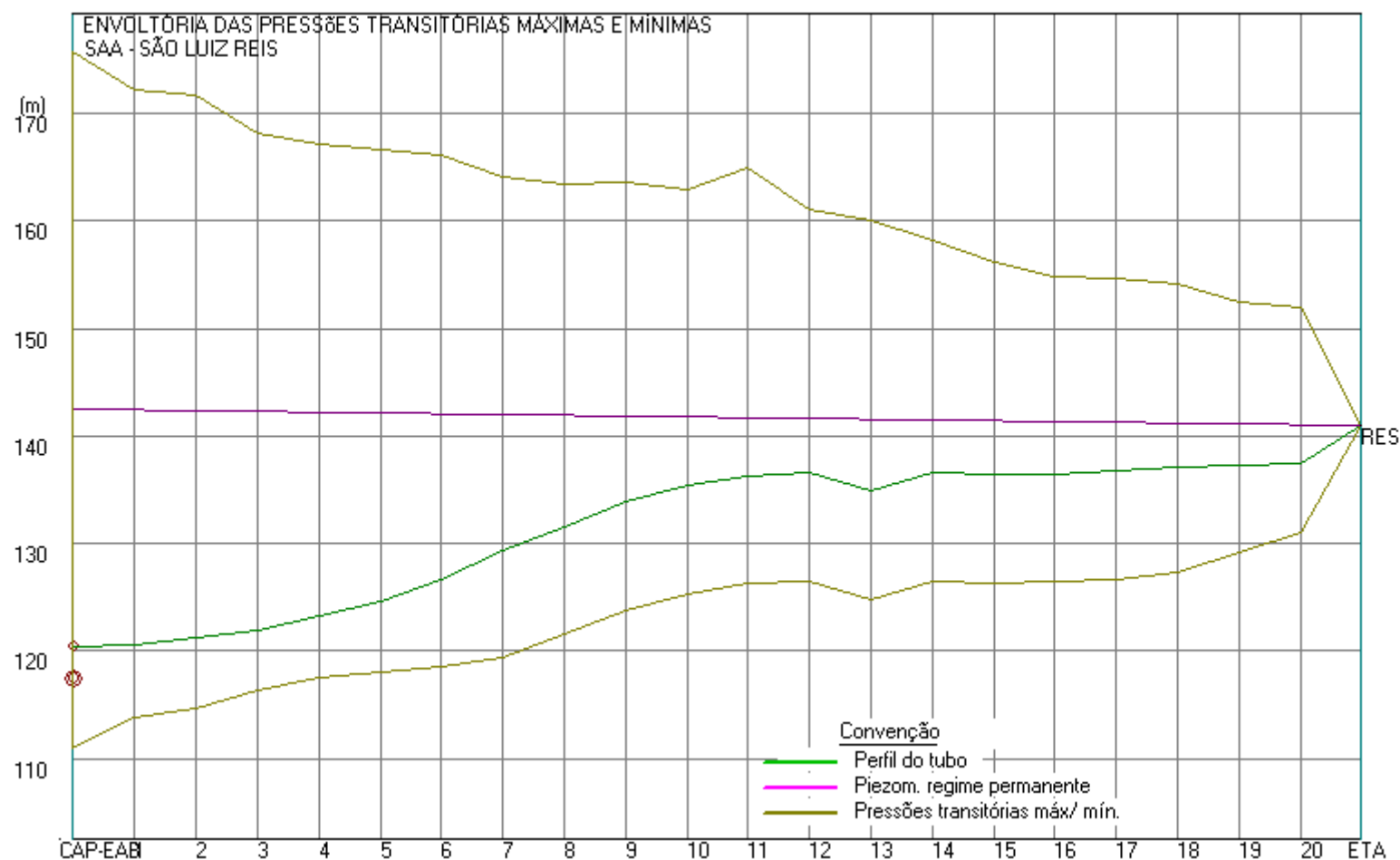
3-TRANSITÓRIOS NA ADUTORA

Intervalo de cálculo: 0,01 s

Período de cálculo :1776 s

Ponto	Cota	Cota piezom. (m)		Pressão (mca)		Volume
tubo		-----		-----		cavidade
(m)		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	(litros)
CAP	117,50	117,50	117,50	0,000	0,000	0
EAB	120,50	175,76	110,94	55,261	-9,559	0
EAB-ETA/1	120,55	172,18	113,80	51,626	-6,752	0
EAB-ETA/2	121,22	171,70	114,69	50,477	-6,528	0
EAB-ETA/3	121,95	168,13	116,41	46,175	-5,540	0
EAB-ETA/4	123,25	167,09	117,56	43,842	-5,691	0
EAB-ETA/5	124,70	166,63	117,99	41,929	-6,712	0
EAB-ETA/6	126,60	166,21	118,61	39,607	-7,992	0
EAB-ETA/7	129,40	164,19	119,34	34,790	-10,058	0
EAB-ETA/8	131,61	163,41	121,55	31,799	-10,058	0
EAB-ETA/9	133,85	163,69	123,79	29,843	-10,057	0
EAB-ETA/10	135,45	162,91	125,39	27,455	-10,057	0
EAB-ETA/11	136,30	165,04	126,24	28,741	-10,057	0
EAB-ETA/12	136,60	161,03	126,54	24,434	-10,057	0
EAB-ETA/13	134,92	160,01	124,86	25,085	-10,057	0
EAB-ETA/14	136,60	158,22	126,54	21,623	-10,057	0
EAB-ETA/15	136,37	156,23	126,31	19,862	-10,057	0
EAB-ETA/16	136,40	154,85	126,46	18,450	-9,942	0
EAB-ETA/17	136,80	154,64	126,74	17,843	-10,057	0
EAB-ETA/18	137,12	154,12	127,30	17,003	-9,817	0
EAB-ETA/19	137,27	152,45	129,27	15,182	-7,999	0
EAB-ETA/20	137,38	151,90	131,12	14,522	-6,258	0
ETA	140,92	141,09	140,92	0,167	0,001	0

Transiente Hidráulico: Golpe de Ariete – Adutora de Água Bruta – EAB



8.4.2 Aspectos construtivos da AAB

A adutora de água bruta, a ser implantada, será executada em tubulação PVC PBA DN75 CL20. Os aparelhos especiais flangeados serão em ferro fundido dúctil, classe de pressão PN10 (100 kgf/cm²). A profundidade média da tubulação será de 1,0 m.

8.4.3 Blocos de ancoragem

Serão construídos blocos de ancoragem nas deflexões e derivações na AAB a ser implantada. Mediante pressão estática atuante na tubulação e relação das conexões ao longo da adutora de água bruta, serão definidos os empuxos que irão agir sobre os blocos de ancoragem a serem executados em concreto simples (dimensionado por peso). Foi adotado a tensão admissível do terreno igual a 1 kg/cm².

A fórmula utilizada para cálculo do empuxo atuante quando da utilização de curvas é:

$$E = 2 * S * y * p * \frac{\text{sen}\alpha}{2}$$

Sendo:

- E = Empuxo (kg);
- S = Seção do tubo (m²);
- y = Peso específico da água = 1000 kg/m³;
- p = pressão interna máxima (mca);
- α = ângulo da curva em grau.

O cálculo do volume solicitado será dado pela fórmula:

$$V_{\text{solicitado}} = \frac{E}{\delta}$$

Sendo:

- $V_{\text{solicitado}}$ = Volume solicitado (m³);
- E = Empuxo (kg);
- δ = Densidade do concreto (kg/m³).

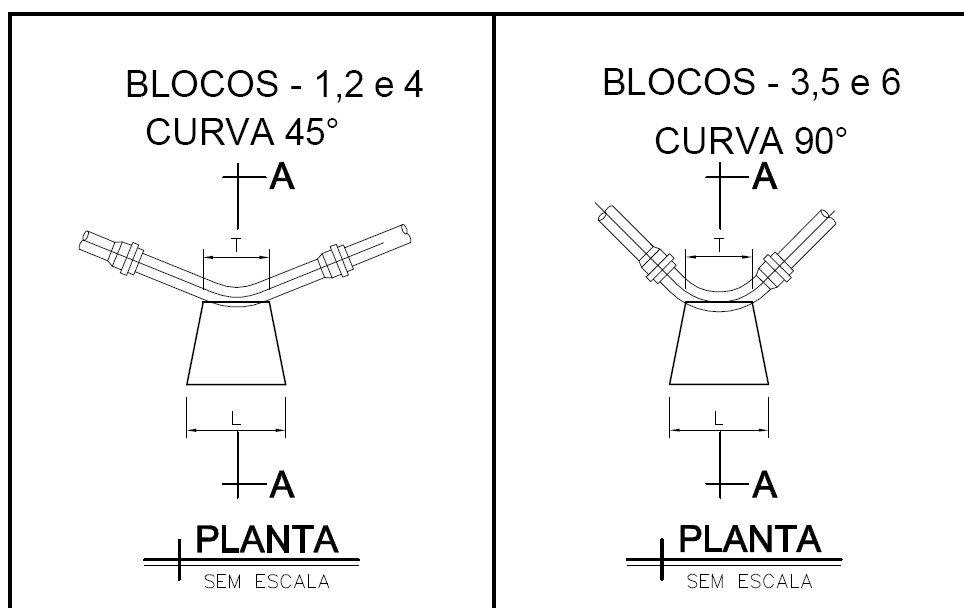
A partir desses dados serão estabelecidas as dimensões dos blocos.

O quadro a seguir apresenta o dimensionamento dos blocos de ancoragem a serem implantados na AAB. Seguido deste os esquemas explicativos dos blocos.

Quadro 8.3.3.1 – Dimensões dos blocos de ancoragem para DN75

Bloco nº	DN (m)	Curva (°)	Dimensões do bloco de ancoragem (cm)			
			T	H	D	L
1	0,075	45	40	45	40	45
2	0,075	45	40	45	40	45
3	0,075	90	50	55	55	60
4	0,075	45	40	45	40	45
5	0,075	90	50	55	55	60
6	0,075	90	50	55	55	60

Quadro 8.3.3.2 – Esquema dos blocos de ancoragem



8.4.4 Órgãos Acessórios

Registros de Descarga (DN 75)

Será implantado no ponto baixo da adutora no trecho a ser projetado. As principais dimensões internas da caixa de proteção são:

- Largura: 1,00 m;
- Comprimento: 1,00 m;
- Altura: 1,15 m;
- Número de unidades: 01.

Dois registros de descarga existentes nos pontos baixos da adutora de água bruta a ser aproveitada serão mantidos.

O desenho 04/17 contido no Volume II – Projeto Básico – apresenta o detalhamento da respectiva caixa típica.

8.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

Para a definição da tecnologia de tratamento a ser utilizada para a potabilização da água para abastecimento público devem ser considerados os parâmetros estabelecidos na Portaria nº518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde. O tratamento da água consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias nocivas ao homem. Dentre outros pontos que devem ser considerados no projeto estão os custos de implantação, manutenção e operação, além da flexibilidade operacional.

Será implantada uma ETA convencional compacta, pré-fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) com capacidade nominal para tratamento de 3 l/s (podendo tratar até 3,3 l/s) na área de ampliação da ETA existente. O filtro e clarificador existentes já desativados serão retirados e não serão aproveitados.

Como referência para detalhamento da unidade foi escolhido uma ETA composta de:

- **Medição de Vazão e Mistura Rápida:** medição de vazão afluente e aplicação de produtos químicos (alcalinizante e coagulante / floculante) e mistura rápida em caixa e canal de entrada com canal Parshall com escala para leitura direta da vazão em mangueira cristal transparente;
- **Sistema de Floculação:** sistema de floculação hidráulica com tempo de detenção mínimo de 20 minutos para a capacidade máxima da vazão, subdividido câmaras em séries, capaz de aplicar à água em tratamento 3 gradientes de velocidade decrescentes de montante para jusante, sendo que o valor máximo não excede a 70 s^{-1} e mínimo não inferior a 10 s^{-1} , incluindo descarga de lodo com diâmetro mínimo de 150 mm;
- **Sistema de Decantação Laminar:** sistema de decantação de fluxo laminar ascendente constituído por placas planas paralelas ou similares com espaçamento perpendicular de 40 mm, comprimento mínimo de 700 mm no sentido do fluxo da água e ângulo de inclinação igual a 60° com relação ao fundo, de forma a assegurar a remoção de flocos cuja velocidade de sedimentação seja igual ou superior a 1,73 cm/min, com fundo para deposição de lodo;

- **Sistema de Filtração de Fluxo Descendente:** sistema de filtros de taxa declinante variável, de fluxo descendente, auto-laváveis, com leito filtrante duplo de areia (espessura= 20cm; T.E.= 0,55 a 0,65mm e C.U.= 1,4 a 1,7) e antracito (espessura= 40cm; T.E.= 0,8 a 1,0mm e C.U.= 1,4 a 1,7) sendo suportado por camada de seixos rolados com espessura mínima de 30 centímetros. O número mínimo de filtros será de 04 (quatro) unidades. Os fundos dos filtros se intercomunicarão através de um barrilete de água filtrada e conduzida a um vertedor único. As válvulas de entrada de água decantada e as de saída de água de lavagem serão do tipo borboletas e serão manobradas independentemente. O barrilete de água filtrada irá dispor de válvula para descarga do barrilete e dos filtros. Na amplitude máxima da capacidade de tratamento, a taxa de filtração da estação não excederá a $360 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$ com todas as unidades operando e com uma unidade sendo lavada excederá a $480 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$. A velocidade ascensional da água de lavagem nos filtros, não será menor que 70 cm/min nem maior que 90 cm/min. Durante a operação de lavagem será desejável que a máxima vazão da estação seja utilizada no filtro que estiver sendo lavado, sendo praticamente nula a vazão no dispositivo geral de saída do sistema de filtros.
- **Vertedor de Saída de Água Filtrada:** constituído de canalização vertical ascendente, com saída posicionada na parte superior e horizontal, que garanta carga hidráulica para que o Sistema de Filtração seja auto-lavável. Este sistema permitirá que, caso um filtro seja retirado de operação para ser lavado utilize, para este fim, a água filtrada pelas Unidades Filtrantes mantidas em operação normal.

O sistema de acesso à ETA será feito por escada e passarela metálica com guarda-corpo com acabamento anti-corrosivo.

As principais características da ETA são descritas a seguir:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| • Vazão: 3,16 l/s | • NA filtro limpo: 138,952 m; |
| • Chegada na calha Parshall: 140,649 m | • Fundo do floculador: 137,049m; |
| • NA calha Parshall: 140,921 m | • Fundo do decantador: 137,200 m; |
| • NA máx. floculador: 140,668 m | • Fundo do filtro: 136,950m. |
| • NA máx. decantador: 140,468 m | |

8.5.1 Tubulações de interligação entre as unidades da ETA

As tubulações de interligação entre as unidades da ETA serão implantadas em tubulação de diâmetro DN100 e DN75 em ferro fundido nos locais em que os tubos forem aéreos e em PVC para os demais trechos. Foi adotado tubulação em ferro fundido (F°F°) por possuir peças adaptadoras da tubulação em F°F° para tubulação em PVC facilmente encontradas no comércio.

8.6 CASA DE QUÍMICA

A casa de química é a edificação ou conjunto de dependências da ETA que cumpre as funções auxiliares, direta ou indiretamente ligadas ao processo de tratamento, necessárias a perfeita operação, manutenção e controle.

Muitas das características das águas, consideradas inconvenientes, podem ser removidas pelo uso de produtos químicos. Alguns produtos são utilizados para reagir entre si ou reagir com a água e com compostos presentes na água a ser tratada, formando um novo produto capaz de promover a remoção pretendida.

O tratamento de água, geralmente, não pode ser executado sem o concurso de um sistema de injeção de soluções de produtos químicos requeridos para um fim específico. Alguns produtos químicos agem por suas propriedades químicas ou físicas, alterando o pH da água, evitando fenômenos de corrosão, impondo sua capacidade de adsorção ou destruindo microrganismos.

Para que o produto exerça a ação pretendida, ele deve ser aplicado à água em quantidade suficiente para ser obtido um teor pré-fixado. Como o tratamento da água é um processo contínuo em que a água a ser tratada flui com certa vazão, torna-se necessário proceder a uma dosagem também contínua. Para isso, utilizam-se aparelhos denominados dosadores, capazes de adicionar à água, o produto químico desejado no teor pré-fixado.

Os dosadores de produtos químicos são dispositivos capazes de liberar quantidades pré-fixadas desses produtos na unidade de tempo, dispondo de meios para permitir o ajuste da quantidade liberada, dentro dos limites que caracterizam sua capacidade. Em geral, possuem uma escala indicadora da dosagem que está sendo procedida.

A casa de química existente não será aproveitada e será demolida, pois apresenta-se em estado precário, havendo trincas e esquadrias danificadas. Uma nova casa de química elevada será implantada a fim de atender os padrões da CESAN e evitar a utilização de bombas dosadoras. A edificação padrão contará com dois pavimentos, sendo que no primeiro pavimento encontrar-se-á o depósito de produtos químicos e o banheiro e, no segundo

pavimento, encontrar-se-á a sala de dosagem e laboratório. A sala de dosagem abrigará os tanques de transferência de produtos químicos, equipamento de cloro e dosadores.

A alimentação de água potável para a casa de química será feita por meio de um reservatório com capacidade volumétrica de 500 litros a ser instalado sobre o segundo pavimento. O reservatório será alimentado pela elevatória de água tratada que será implantada no sistema.

Para o sistema em estudo apresenta-se o quadro 8.6.1 com os produtos químicos utilizados e a finalidade dos mesmos.

Quadro 8.6.1 – Utilização e finalidade dos produtos químicos da casa de química – PADRÃO CESAN

Produto	Finalidade
Sulfato de Alumínio	Coagulação
Hipoclorito de Sódio	Oxidante e desinfecção
Ácido Fluossilícico	Fluoretação

Para adequação do padrão de casa de química da CESAN dentro das normas técnicas e de segurança para os operadores do sistema propõem-se modificações simplificadas nos padrões atuais das edificações que serão descritas a seguir

8.6.1 Instalação Sanitária

De acordo com a norma ABNT NBR 12216, faz parte das dependências mínimas da casa de química instalação sanitária com chuveiro, para que num eventual acidente o operador tenha possibilidade de se lavar o mais rápido possível, principalmente quando são utilizados ácidos ou álcalis fortes. As dimensões mínimas do banheiro serão: 1,50 x 3,00 m. A parede interna, acima da bancada da pia até a altura aproximada de 1,5 metros será revestida com azulejo e, na área do chuveiro, as paredes serão azulejadas do piso ao teto.

8.6.2 Laboratório

O laboratório é a área ou dependência da ETA que tem a função de controlar e acompanhar a eficiência do tratamento, através de análises e ensaios físicos e químicos.

As análises e os ensaios físicos e químicos que, no mínimo, serão realizados compreendem pH, cor, cloro e flúor.

As paredes internas serão revestidas à prova de umidade, o piso impermeável e dotado de ralo. No caso desse padrão o segundo pavimento possuirá canaleta para escoamento das

águas de lavagem e limpeza dos tanques de dosagem, com esgotamento, externo à construção, direcionado à fossa séptica.

A bancada para a pia terá 1,00 m de altura e 0,55 m de profundidade e 1,90 m de largura. Sob a bancada, armário modulado para abrigar materiais utilizados na casa de química.

A parede interna, acima da bancada da pia até a altura aproximada de 1,0 metro será revestida com azulejo (aproximadamente 6 fileiras de azulejo 15x15 cm). Nos locais em que não for instalado azulejo será realizada pintura.

A seguir, são apresentadas fotos de laboratórios de casa de química para servirem de modelo, exemplificando as considerações propostas.



Foto 8.6.2.1 – Laboratórios de casa de química

8.6.3 Sala de Dosagem e Produtos Utilizados

Deverão ser observados alguns procedimentos de segurança por se tratar de produtos químicos com riscos à saúde e integridade física do(s) operador(es) da casa de química.

As tubulações para condução de produtos químicos não deverão ser embutidos em estruturas de concreto e paredes, devendo ser encamisados quando necessário ultrapassá-los. Os dutos e canalizações devem ter sempre inclinação evitando-se também sifões. As mudanças de direção de 90° devem ser feitas por meio de cruzetas ou tês, com inspeção nas extremidades.



Foto 8.6.3.1 – Tubulações aparentes e pintadas de acordo com o líquido

Os recipientes e as tubulações destinadas à condução dos produtos químicos até o ponto de aplicação deverão ser pintados de acordo com a especificação para cada produto. A seguir um quadro com sugestão de cores para os produtos utilizados pela CESAN.

Quadro 8.6.3.1 – Cores sugeridas para identificação das instalações do sistema de dosagem de produtos químicos

Produto	Cor de Identificação
Sulfato de Alumínio	Marrom claro
Hipoclorito de sódio	Amarelo segurança
Ácido Fluossilícico	Alaranjado segurança

Próximo ao local de armazenamento, preparo e dosagem das substâncias químicas devem ser instaladas placas indicativas visando facilitar a identificação do produto utilizado e promovendo condições de segurança, advertindo contra riscos e prevenindo acidentes.



Foto 8.6.3.2 – Placas de advertência

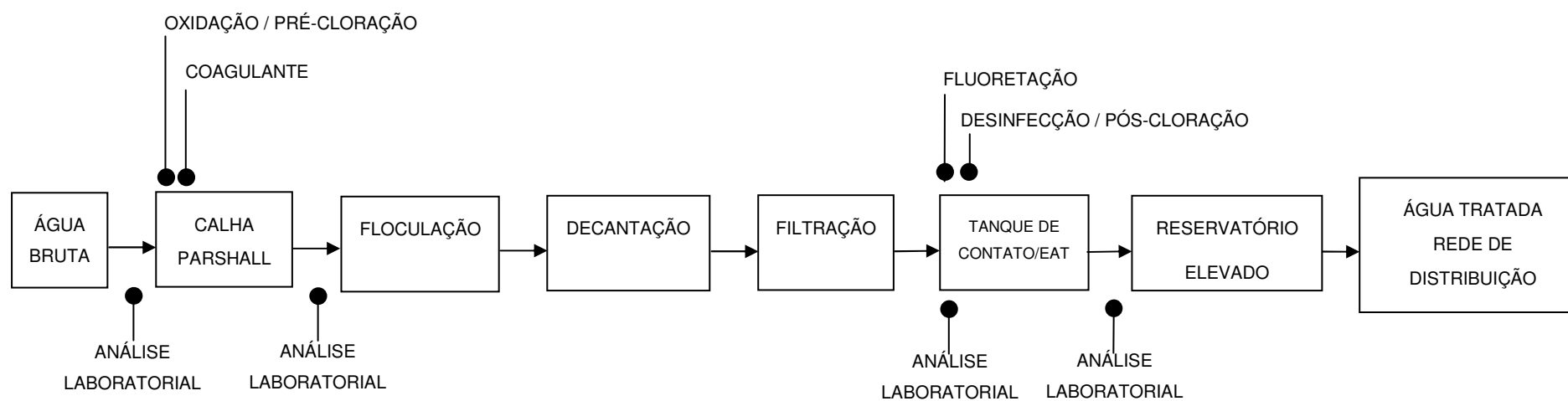
Deve ser colocada escada para acesso à bancada de bombonas e guarda-corpo, para proteção dessa bancada, construídos de material rígido, capaz de resistir ao esforço horizontal de 800 N/m aplicado no ponto mais desfavorável, e ter altura mínima de 0,90 m acima do nível do piso.



Foto 8.6.3.3 – Sala de dosagem

Na sequência, um fluxograma dos pontos de aplicação de produtos químicos e a indicação dos pontos a serem realizadas análises laboratoriais.

FLUXOGRAMA DOS PONTOS DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS DA ETA – PADRÃO CESAN



8.6.3.1 Sulfato de Alumínio em Solução

O sulfato de alumínio em solução é o resultado final do ataque de bauxita pelo ácido sulfúrico, mantendo-se um teor de água suficiente para impedir a cristalização, mesmo sob temperaturas baixas. O produto apresenta baixo teor de insolúveis e o teor de ácido é facilmente controlável.

Em altas temperaturas pode produzir gases irritantes e o contato com essa substância causa alergia na pele e olhos, pode ser nocivo se inalado. O local de armazenamento deve ser seco e a temperatura ambiente. O recipiente deve ser mantido bem fechado e mantido separado de substâncias incompatíveis, pois na presença de metais pode produzir gás hidrogênio.

O sulfato de alumínio líquido será aplicado por gravidade na calha Parshall no ressalto hidráulico, ou seja, menor lâmina, e deve ser distribuído uniformemente na largura da calha.

É comercializado em bombonas e em estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia o período mínimo de armazenagem é de 30 dias. Deve ser previsto o armazenamento de sulfato de alumínio suficiente para atender a pelo menos o período mínimo de armazenamento. As bombonas deverão ser acondicionadas em prateleiras no depósito.

Os recipientes para conter solução de sulfato de alumínio devem ser de material resistente à corrosão e não devem transmitir toxicidade à água. As bombonas terão capacidade volumétrica de 40 kg. As bombonas não devem ser reutilizadas para outro fim. Deve ser afixada placa indicativa de produto corrosivo no depósito e na sala de dosagem.

Das bombonas o produto é encaminhado para os tanques de transferência de 100 l. A transposição do produto das bombonas para os tanques de transferência será feita de forma manual pelo operador. Esse tanque deve possuir as seguintes características:

- Descarga de fundo em tubulação de PVC roscável com diâmetro de 1 ¼”;
- Saída de solução colocada no fundo do tanque.

O tanque de transferência deverá ter descarga direcionada à calha de produtos químicos, encaminhada à fossa séptica ou à rede de esgotamento sanitário.

Do tanque de transferência a solução é encaminhada por gravidade em tubulação de PVC roscável diâmetro de ½” até o dosador de nível constante.

O dosador de nível constante deve ter controle de nível, importante para manter o nível sempre constante. Deve ser pintado externamente na cor sugerida marrom claro.

Será adotado para a tubulação destinada ao transporte da solução de sulfato de alumínio, mangueira de polietileno (PEAD) flexível diâmetro de ½”, inserida dentro de uma tubulação de

PVC esgoto normal DN 50 / DN40 para proteção. As tubulações destinadas à condução do sulfato de alumínio, na qual estarão inseridas as mangueiras, deverão ser identificados mediante pintura sugerida na cor marrom claro.

Para o manuseio deve-se tomar precauções especiais e utilizar equipamento de segurança individual (EPI), tais como:

- Proteção respiratória: Respirador de filtro para partículas P2 (média);
- Proteção para as mãos: Luvas em PVC, Neoprene, Nitrilica;
- Proteção para os olhos: Óculos de segurança com proteção lateral;
- Proteção da pele e do corpo: Vestimenta impermeável de proteção contra respingos químicos (Viton, PVC, Nitrilica, Neoprene, Polietileno de borracha).

8.6.3.2 Hipoclorito de Sódio

Na casa de química padrão CESAN é utilizado o equipamento gerador de cloro a partir da eletrólise da salmoura (solução de água e sal de cozinha). Os geradores de cloro utilizados atendem pequenas demandas e a produção do cloro é feita no local de utilização. Produzem cloro em bateladas de 8 horas na concentração de 0,7% (7g de cloro ativo a cada litro).

O hipoclorito de sódio será aplicado por gravidade na caixa de chegada de água bruta (pré-cloração) com a finalidade de oxidação do ferro presente na água. Será aplicado por gravidade, também, após o filtro no tanque de contato (pós-cloração) com a finalidade de desinfecção.

Deve ser previsto o armazenamento de cloreto de sódio por um período superior a um mês, dentro das prescrições normativas (NBR 12216/92). Deve ser mantido livre de umidade para que sua durabilidade seja longa.

Após a formação de hipoclorito de sódio deve ser evitado o contato com calor, com ácidos, com combustíveis orgânicos ou materiais oxidáveis, pois pode provocar incêndio.

Do equipamento gerador de cloro o produto é encaminhado para o tanque de transferência de 100 l. A transposição do produto do equipamento gerador de cloro para o tanque de transferência será feita por gravidade. Esse tanque deve possuir as seguintes características:

- Descarga de fundo em tubulação de PVC roscável com diâmetro de 1 ¼”;
- Saída de solução colocada no fundo do tanque.

O tanque de transferência deverá ter descarga direcionada à calha de produtos químicos, encaminhada à fossa séptica ou à rede de esgotamento sanitário.

Do tanque de transferência a solução é encaminhada por gravidade em tubulação de PVC roscável diâmetro de 1/2" até os dosadores de nível constante. Como o produto será aplicado em dois pontos distintos, ou seja, no ressalto da calha Parshall e após o filtro, serão implantados dois dosadores de nível constante e duas tubulações distintas para encaminhar os produtos aos pontos de aplicação.

Os dosadores de nível constante devem ter controle de nível, importante para manter o nível sempre constante. Deve ser pintado externamente na cor sugerida amarelo segurança.

Será adotado para a tubulação destinada ao transporte do hipoclorito de sódio, mangueira de polietileno (PEAD) flexível diâmetro de 1/2", inserida dentro de uma tubulação de PVC esgoto normal DN 50 / DN40 para proteção. As tubulações destinadas à condução do hipoclorito de sódio, na qual estarão inseridas as mangueiras, deverão ser identificados mediante pintura sugerida na cor amarelo segurança.

O operador deverá estar utilizando equipamentos de segurança pessoal, caso ocorra liberação de cloro. Os equipamentos de segurança individual (EPI) são:

- Proteção respiratória: Respirador de filtro para gases ácidos;
- Proteção para as mãos: Luvas em PVC, Neoprene, Nitrilica;
- Proteção para os olhos: Óculos de segurança com proteção lateral;
- Proteção da pele e do corpo: Vestimenta impermeável de proteção contra respingos químicos (Viton, PVC, Nitrilica, Neoprene, Polietileno de borracha).

8.6.3.3 Ácido Fluossilícico

A utilização de ácido fluossilícico vem se tornando cada vez mais aceita em estações de tratamento de água em virtude de seu baixo custo e facilidade de aquisição e utilização.

A dosagem dos compostos de flúor é de um modo geral, semelhante à dosagem dos compostos utilizados no tratamento de clarificação e desinfecção da água, como seja, sulfato de alumínio e hipoclorito.

No projeto em estudo o ácido fluossilícico será dosado bruto. A aplicação de água diretamente no ácido fluossilícico resulta numa violenta reação exotérmica, podendo lançar o material à distância. Portanto, devem-se manter os recipientes bem fechados não permitindo entrada de água nos mesmos. Se for diluir o produto adicionar o ácido sobre a água para evitar reações violentas com geração de calor e espalhamento do ácido.

A inalação dos vapores do ácido fluossilícico provoca irritação no sistema respiratório. Em contato com a pele pode causar irritação. Se ingerido pode levar ao coma e a morte.

Evitar contato com metais, pois pode liberar gás hidrogênio inflamável. As substâncias e produtos incompatíveis com o ácido fluossilícico são, além dos metais, vidros, álcalis, ácidos fortes e concentrados.

Será aplicado por gravidade na linha após o filtro.

É comercializado em bombonas e em estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia, como no caso desse estudo, o período mínimo de armazenagem é de 30 dias. Deve ser previsto o armazenamento de ácido fluossilícico suficiente para atender a pelo menos o período mínimo de armazenamento. As bombonas deverão ser acondicionadas em prateleiras no depósito.

As bombonas terão capacidade volumétrica de 40 kg. As bombonas não devem ser reutilizadas para outro fim. Deve ser afixada placa indicativa de produto corrosivo no depósito e na sala de dosagem.

Das bombonas o produto é encaminhado para o tanque de transferência de 100 l. A transposição do produto das bombonas para o tanque de transferência será feita de forma manual pelo operador. Esse tanque deve possuir as seguintes características:

- Descarga de fundo em tubulação de PVC roscável com diâmetro de 1 ¼”;
- Saída de solução colocada no fundo do tanque.

O tanque de transferência deverá ter descarga direcionada à calha de produtos químicos, encaminhada à fossa séptica ou à rede de esgotamento sanitário.

Do tanque de transferência a solução é encaminhada por gravidade em tubulação de PVC roscável diâmetro de ½” até o dosador de nível constante.

O dosador de nível constante deve ter controle de nível, importante para manter o nível sempre constante. Deve ser pintado externamente na cor sugerida alaranjado segurança.

Por ser substância agressiva, sendo corrosiva, o material das instalações em contato com este ácido devem ser resistentes à ação corrosiva, em geral, material plástico. Será adotado para a tubulação destinada ao transporte do ácido fluossilícico, mangueira de polietileno (PEAD) flexível diâmetro de ½”, inserida dentro de uma tubulação de PVC esgoto normal DN 50 / DN40 para proteção. As tubulações destinadas à condução do ácido fluossilícico, na qual estarão inseridas as mangueiras, deverão ser pintados externamente na cor sugerida alaranjado segurança.

Para o manuseio deve-se tomar precauções especiais e utilizar equipamento de segurança individual (EPI), tais como:

- Proteção respiratória: Respirador com filtro contra gases, ácidos ou combinados;
- Proteção para as mãos: Luvas em PVC, látex ou lona emborrachada;
- Proteção para os olhos: Óculos de segurança com proteção lateral;
- Proteção da pele e do corpo: Vestimenta impermeável de proteção contra respingos químicos (Viton, PVC, Nitrillica, Neoprene, Polietileno de borracha).

8.6.4 Depósito para Produtos Químicos

A área destinada ao depósito de bombonas e/ou sacaria de produto químico deverá permitir ventilação conveniente para evitar excesso de umidade. Cada produto químico será acondicionado em um local específico dentro do depósito evitando-se, dessa forma, contato entre substâncias químicas diferentes. Não é recomendado o armazenamento dos produtos químicos por longos períodos (tempo máximo recomendado para estocagem: 6 meses).

O depósito de produtos químicos ficará disposto de tal forma que esteja voltado para a via de acesso dos caminhões facilitando dessa forma a descarga dos produtos químicos.

8.6.5 Disposição dos produtos químicos

Caso ocorram pequenos vazamentos de substâncias químicas dos tanques de preparo, ou pequenos volumes de substâncias dissolvidas na água de limpeza e lavagem dos tanques, esses resíduos deverão ser direcionados para a calha de produtos químicos e, dessa, para a fossa séptica ou rede coletora de esgoto. No caso de vazamentos em maiores proporções deverá ser providenciado o acondicionamento da substância e providenciada a retirada do produto para destino adequado, geralmente são removidas e transportadas pelo caminhão de entrega do produto. Uma medida que também poderá ser adotada é a contenção da substância com material absorvente tal como argila, areia ou outro material absorvente disponível e realizar a transferência desse material com pá para bombonas para remoção final.

8.6.6 Manual para Treinamento de Operador da Casa de Química

Sugere-se a elaboração de cartilha para orientação e treinamento do(s) operador(es) da ETA, uma vez que na maioria das localidades os moradores serão responsáveis pelo funcionamento do sistema.

Nesse manual deverão constar minimamente os seguintes itens com as devidas explicações:

- Identificação do produto;
- Identificação de perigos e efeitos adversos à saúde humana;
- Perigos físicos e químicos das substâncias;
- Efeitos ambientais;
- Medidas de combate a incêndio;
- Medidas de controle para derramamento ou vazamento;
- Medidas de primeiros socorros;
- Condições de manuseio e armazenamento corretos;
- Controle de exposição e proteção pessoal.

8.7 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EAT

Na nova concepção do sistema de abastecimento de água de São Luiz Rei a edificação da elevatória de água tratada é existente e será aproveitada. Entretanto deverão ser previstas melhorias na edificação, como pintura das paredes internas e externas, substituição da porta existente e inserção de piso cimentado. Além disso é necessária a retirada de entulhos no interior do edifício, situação que deve ser mantida para sua conservação geral. Será implantado um novo conjunto moto-bomba com o intuito de recalcar a água tratada, para abastecer o reservatório (500 litros) a ser implantado no topo da casa de química.

Principais características da casa de bombas padrão existente:

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| • Comprimento: 2,60 m | • Pé direito: 3,10 metros; |
| • Largura: 2,05 m | • Cota do piso: 136,600 m; |
| • Área: 5,33 m ² | • Cota do eixo das bombas: 136,834m. |

O poço de sucção da elevatória EAT será o reservatório existente RAP, com capacidade de 50 m³, a ser aproveitado na área da ETA, com as seguintes características:

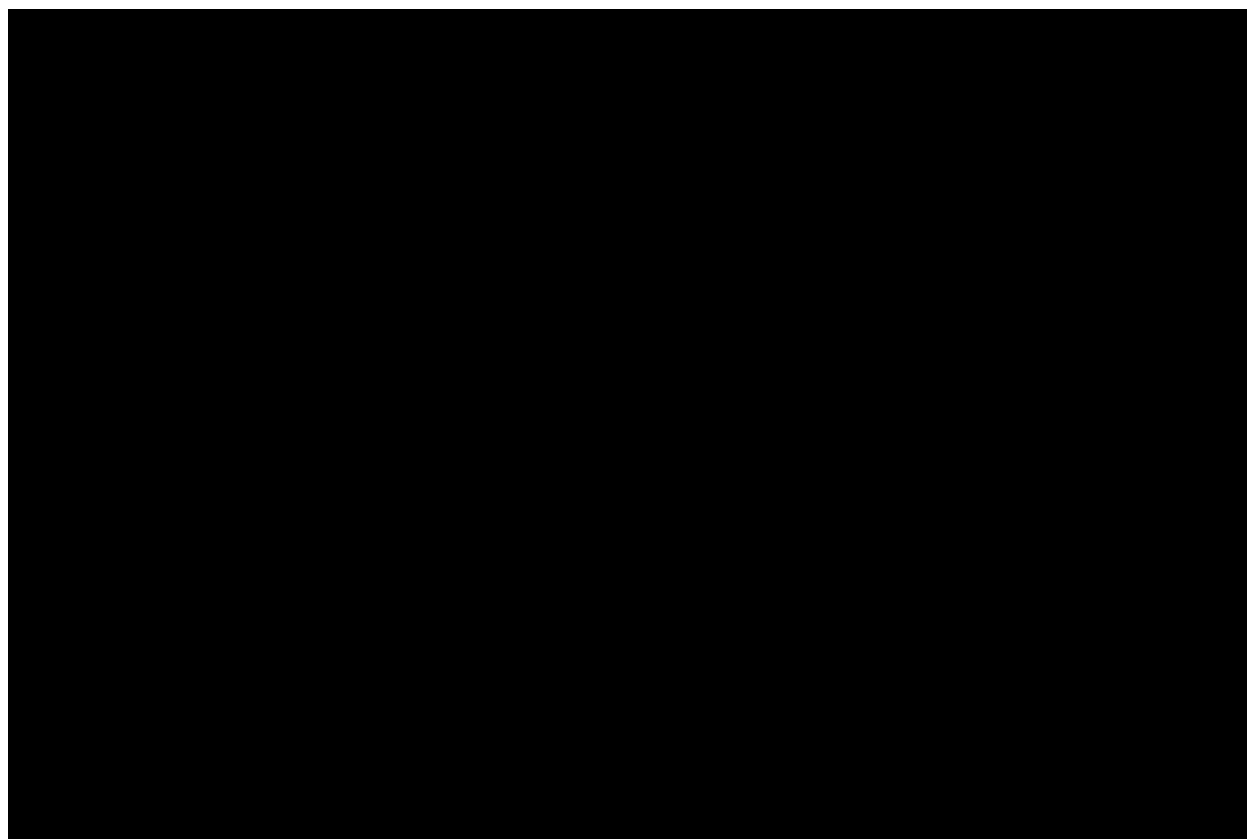
- | | |
|------------------------------|--|
| • Diâmetro: 4,60 m | • Volume útil: 46,508 m ³ ; |
| • Área: 16,61 m ² | • NA mín. de sucção das bombas: 134,780; |

- Altura total: 3,47 m
- NA máx. de sucção das bombas: 137,080.
- Altura útil: 2,80 m

Para definição da bomba a ser utilizada na estação elevatória de água tratada EAT foi realizado um pré-dimensionamento desta do qual gerou um estudo técnico e econômico, apresentado no quadro 8.7.1, para verificar quais as condições de operação ideais do sistema. Desta forma, concluiu-se que a opção de utilização da bomba horizontal em operação seria a melhor opção, pois apresenta o melhor custo global de implantação, levando em consideração o custo de energia fornecido pela EDP ESCELSA. Os quadros com os custos de energia anual das três bombas estudadas são apresentadas no Anexo I – Planilhas de Custo de Energia.

Serão implantados dois conjuntos moto-bomba, sendo que um conjunto motor-bomba ficará como reserva do conjunto em operação.

Quadro 8.7.1 – Estudo Comparativo – EAT 1



As características dessa elevatória são mostradas a seguir:

- Vazão de projeto: 0,50 l/s
- NA mín. de sucção: 134,780

- Cota do eixo das bombas: 136,834
- NA máx. de sucção: 137,080

A seguir, os cálculos relativos à altura manométrica para o recalque de água tratada e definição do conjunto moto-bomba.

8.7.1 Altura Manométrica - H_{man}

A altura manométrica de recalque será obtida pelo somatório do desnível geométrico e a perda de carga atuante na sucção e no recalque através da expressão a seguir:

$$H_{\text{man}} = DG + hf$$

- Sendo:
- H_{man} = Altura Manométrica (m);
 - DG = Desnível Geométrico (m);
 - hf = Perda de Carga na sucção e no recalque (m)

8.7.1.1 Desnível Geométrico – DG

O desnível geométrico será dado pela soma do desnível da sucção e o desnível de recalque através da expressão a seguir:

$$DG = DG_{\text{sucção}} + DG_{\text{recalque}}$$

O desnível geométrico de sucção será dado pela diferença de nível entre a cota do eixo das bombas e o NA mínimo de sucção do reservatório apoiado, ou seja:

$$DG_{\text{sucção}} = 136,834 - 134,780 = 2,054 \text{ m}$$

O desnível geométrico de recalque será dado pela diferença de nível entre a cota de chegada no reservatório da casa de química e a cota do eixo da bomba, ou seja:

$$DG_{\text{recalque}} = 144,960 - 136,834 \Rightarrow DG_{\text{recalque}} = 8,126 \text{ m}$$

Portanto, o desnível geométrico utilizado para cálculo da altura manométrica será:

$$DG = 8,126 + 2,054 = 10,18 \text{ m}$$

8.7.1.2 Perdas de Carga na Sucção e no Recalque - hf

Perda de carga é considerada como sendo a dissipação de energia provocada pela resistência do líquido ao escoamento na tubulação. É designada por perda de carga total o somatório das perdas de carga contínua e localizada. A perda de carga contínua é aquela ocasionada pela resistência da água ao longo dos condutos podendo ser considerada uniforme em qualquer

trecho da canalização. A perda de carga localizada é aquela provocada pelas peças especiais de uma instalação. As expressões para cálculo dessas perdas estão colocadas a seguir:

Perda de carga localizada

$$hf_L = K * \frac{v^2}{2g}$$

Perda de carga contínua

$$hf_C = 10,643 * L * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} * D^{-4,87}$$

Perda de carga total

$$hf_T = hf_L + hf_C$$

Sendo:

hf_L = perda de carga localizada (m);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

hf_C = perda de carga contínua (m);

L = comprimento da tubulação (m);

hf_T = perda de carga total (m);

Q = vazão (m³/s);

K = coeficiente adimensional;

C = coeficiente adimensional;

v = velocidade (m/s);

D = diâmetro da tubulação (m).

Definição do diâmetro

A partir da fórmula de Bresse, temos o diâmetro econômico:

$$D = K \sqrt{Q/1000} \times 1000$$

- D = Diâmetro econômico;

- Q = vazão do projeto.

- K = coeficiente adimensional
(admitindo-se 1,00);

- $D = 1,0 \times \sqrt{0,50/1000} \times 1000$

- $D = 22,36 \text{ mm}$

A partir do cálculo do diâmetro econômico, o diâmetro nominal imediatamente superior é o DN32.

A seguir, quadro 8.7.1.2 com as perdas de carga na EAT:

Quadro 8.7.1.2 - Perda de Carga – EAT São Luiz Rei / Nova Venécia — ES

QUADRO PERDAS DE CARGAS													
EAT													
TIPO	LOCAL	DIÂMETRO (m)	PEÇAS	QUANT.	COEFICIENTE "K"		VAZÃO (l/s)	VELOC. (m/s)	PERDAS DE CARGAS			DESNÍVEL GEOMÉTRICO	ALTURA MANOMÉTRICA
					UNIT.	TOTAL			LOC.(hfl)	CONT.(hfc)	TOTAL		
									(m)	(m)	(m)		
LOCALIZADA	BARRILETE SUCÇÃO	0,050	ENTRADA DE BORDA	1	1,00	1,00	0,50	0,62	0,22		0,22	-	-
			VÁLVULA DE PÉ	1	1,75	1,75							
			JUNÇÃO	10	0,40	4,00							
			COTOVELO 90	2	0,90	1,80							
			TÊ, SAÍDA DE LADO	1	1,30	1,30							
			REG. GAVETA ABERTO	2	0,20	0,40							
			REDUÇÃO	4	0,30	1,20							
			TOTAL			11,45							
	BARRILETE RECALQUE	0,050	CURVA 90	4	0,40	1,60			0,38	-	0,38		
			CURVA 45	1	0,20	0,20							
			REDUÇÃO	3	0,30	0,90							
			JUNÇÃO	12	0,40	4,80							
			COTOVELO 90	6	0,90	5,40							
			TÊ, PASSAGEM DIRETA	2	0,60	1,20							
			VÁLVULA RETENÇÃO	2	2,50	5,00							
			REG. GAVETA ABERTO	1	0,20	0,20							
			ADAPTADOR	1	0,30	0,30							
			TOTAL			19,60							
CONT.	BARRILETE SUCÇÃO	0,050	TUBULAÇÃO (m)	5,00	-	-	1,02	-	0,01	0,01			
	BARRILETE DE RECALQUE	0,050	TUBULAÇÃO (m)	6,00									
	RECALQUE	0,032	TUBULAÇÃO (m)	16,00									
	RECALQUE	0,025	TUBULAÇÃO (m)	7,00									
TOTAL									0,60	0,78	1,38	10,18	11,56

Logo $\rightarrow H_{\text{man máx}} = 10,18 + 1,38 \text{ m} = 11,56 \text{ m}.$

8.7.2 Especificação do Conjunto Moto-Bomba

O conjunto moto-bomba a ser instalado deverá atender às seguintes características:

- Líquido a recalcar: Água Tratada;
- Vazão: 0,50l/s;
- Posição da Sucção: Sucção Positiva;
- Sistema de operação: Individual;
- Altura Manométrica Máxima: 11,56 mca. Para a vazão especificada, a bomba trabalhará com $H_{\text{man}} = 13,05$ devido à impossibilidade de usinagem do rotor.

Bomba:

A potência instalada foi calculada para esta bomba por meio da fórmula:

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{75 \cdot h_{\text{bomba}}} = \frac{0,50 \cdot 13,05}{75 \cdot 0,2668} = 0,32 \text{ cv}$$

Portanto a potência calculada ficou acima dos 0,25 cv fornecidos pela bomba. De acordo com o representante das bombas, para motores com essa potência o fator de serviço é de 1,75, o que significa dizer que o motor fornece até 0,43 cv, atendendo à potência solicitada no sistema.

Motor:

- Potência: 0,25 cv;
- Rotação: 3500 rpm.

8.7.2.1 Verificação do NPSH disponível:

O NPSH (Net Positive Suction Head) disponível refere-se à "carga energética líquida e disponível na instalação" para permitir a sucção do fluido. Portanto, a energia disponível na instalação para sucção deve ser maior que a energia requerida pela bomba, caso contrário, haverá cavitação em decorrência de uma sucção deficiente. O NPSH disponível é calculado utilizando-se a fórmula a seguir:

$$\text{NPSH d} = P_0 / \gamma - (h_s + h_v + \Delta h_s)$$

Sendo:

- NPSH d: NPSH disponível;
- P_0/γ : pressão atmosférica a 150 metros de altitude (10,26 m);
- h_s : altura de sucção = 2,06 m;
- h_v : pressão de vapor d'água a 30° C = 0,40 m;
- Δh_s : perda de carga na sucção = 0,23 m

Portanto:

$$\text{NPSH d} = 10,26 - (2,06 + 0,40 + 0,23)$$

$$\text{NPSH d} = 7,57 \text{ m.}$$

O NPSH requerido pela bomba, informado pelo fabricante é:

$$\text{NPSH r} = 1,02 \text{ m.}$$

Assim observa-se que o NPSH requerido pela bomba é menor que o NPSH disponível no sistema, evitando a possibilidade de cavitação do conjunto.

8.7.2.2 Curva Característica do Sistema de Recalque

A partir da definição da altura manométrica é possível determinar a curva característica do sistema. Como,

$$H_m = DG + a * Q^2$$

Sendo:

H_m = altura manométrica (13,05 m)

DG = desnível geométrico (10,18 m);

a = coeficiente multiplicador (adimensional);

Q = vazão de recalque (0,50 l/s).

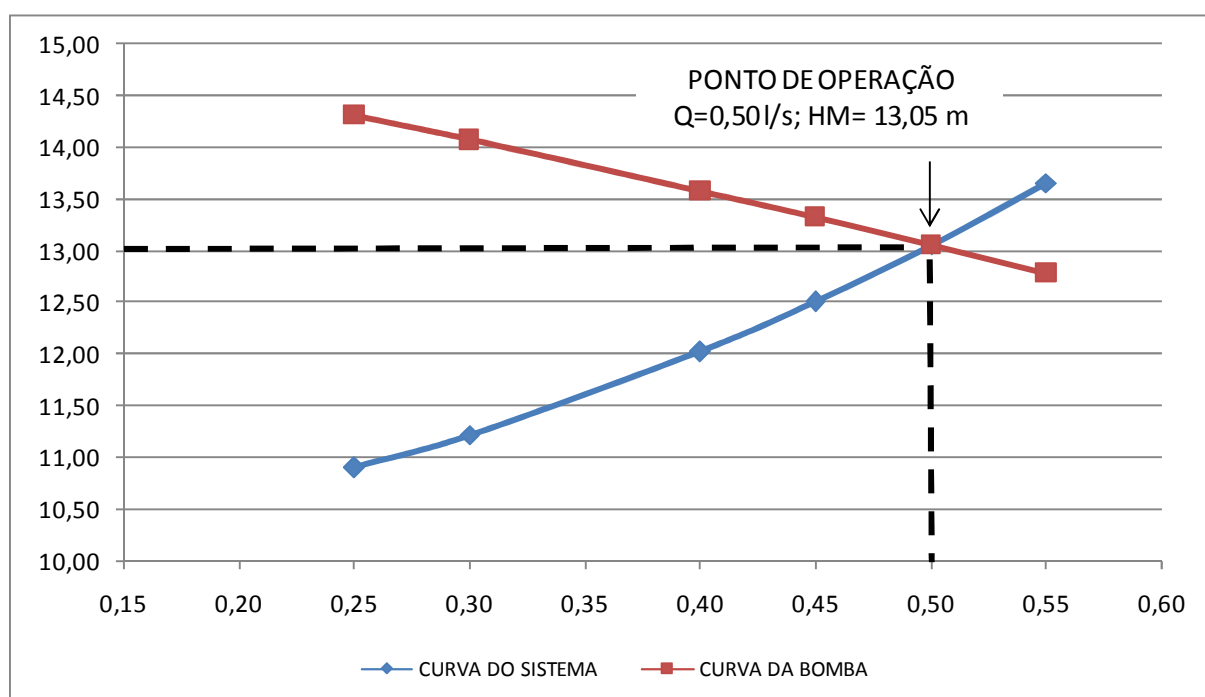
$$a = \frac{13,05 - 10,18}{0,50^2} = 11,48$$

$$H_m = 10,18 + 11,48 Q^2$$

Quadro 8.7.2.1 – Planilha dos pontos da curva do sistema e curva da bomba

CURVA SISTEMA			CURVA BOMBA		
Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)	Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)
0,25	0,90	10,90	0,25	0,90	14,31
0,30	1,08	11,21	0,30	1,08	14,07
0,40	1,44	12,02	0,40	1,44	13,58
0,45	1,62	12,50	0,45	1,62	13,32
0,50	1,80	13,05	0,50	1,80	13,05
0,55	1,98	13,65	0,55	1,98	12,78

É apresentada a seguir, na figura 8.7.2.1, o gráfico da curva característica do sistema.

Figura 8.7.2.1 – Gráfico das curvas do sistema e da bomba

8.8 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

Será implantada uma nova adutora de água tratada, partindo da EAT até o reservatório da casa de química. A adutora será constituída por uma tubulação em PVC rígido soldável DN 32 mm com uma extensão de 16 metros e PVC rígido soldável DN 25 mm com uma extensão de 7 metros.

Principais características da linha de recalque:

- Vazão: 0,50 l/s;
- Material: PVC rígido soldável;
- Diâmetro: 32 mm / 25 mm;

8.9 CAIXAS DE DESCARGA E PASSAGEM – ÁREA DA ETA

8.9.1 Caixa de Descarga para a ETA

Será implantada uma caixa de descarga para a área da ETA que receberá o efluente proveniente da lavagem dos filtros. As principais dimensões internas das caixas de descarga são:

Largura: 0,60 m	Altura interna: 0,60m
Comprimento: 0,60 m	Número de unidades: 01.

8.9.2 Caixas de Descarga para a Casa de Química

Serão implantadas caixas de descarga para a casa de química a ser implantada. Essas caixas receberão o efluente do banheiro e das calhas de produtos químicos que serão encaminhados para a fossa séptica e sumidouro a implantar. As principais dimensões internas da caixa de passagem são:

Largura: 0,60 m	Altura: variável
Comprimento: 0,60 m	Número de unidades: 02.

8.9.3 Caixas de Passagem – Produtos Químicos

Serão implantadas caixas de passagem para as tubulações de produtos químicos a serem aplicados na ETA. As principais dimensões internas da caixa de passagem são:

Largura: 0,40 m	Altura interna: 0,30 m;
Comprimento: 0,40 m	Número de unidades: 04.

8.9.4 Caixa de Aplicação de Cloro e Flúor

Será implantada uma caixa de inspeção padrão para a aplicação do cloro e flúor, na linha, antes do reservatório da ETA. As principais dimensões internas da caixa de inspeção são:

Largura: 0,40 m	Altura interna: 0,60 m;
Comprimento: 0,80 m	Número de unidades: 01.

8.9.5 Caixas de Passagem – Água Pluvial

Serão implantadas caixas de passagem para a drenagem da água pluvial. As principais dimensões internas da caixa de passagem são:

• Largura: 0,50 m	• Altura interna: variável;
• Comprimento: 0,50 m	• Número de unidades: 03.

8.10 FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO NA ÁREA DA ETA

Será realizada implantação de fossa séptica e sumidouro na área da ETA. A fossa séptica e o sumidouro são padrão CESAN. Possuem as seguintes características:

Fossa Séptica	Sumidouro
• Diâmetro: 1,50 m;	• Diâmetro: 1,50 m;
• Altura: variável;	• Altura interna: 2,00 m;
• Número de unidades: 01.	• Número de unidades: 01.

8.11 RESERVAÇÃO – ÁREA DA ETA

Em São Luiz Rei, na área da ETA, a reservação será constituída por um reservatório existente a ser aproveitado de 50 m³ que será responsável pelo abastecimento de toda a localidade. Este reservatório a ser aproveitado atende o horizonte de projeto, ano de 2042. Entretanto serão necessárias algumas melhorias, com previsão de pintura externa, substituição da brita de cobertura e da tampa que se encontra enferrujada. Suas características principais são apresentadas a seguir:

8.11.1 RAP

Principais características do reservatório existente:

- Situação: Existente
- Tipo: Apoiado
- Material: Concreto
- Cota de fundo: 134,280 m
- Volume útil: 46,508 m³;
- NA mínimo: 134,780;
- Diâmetro: 4,60 m
- Altura total: 3,47 m

- NA máximo: 137,080 m
- Altura útil: 2,80 m

8.12 CERCA E PORTÃO DA ÁREA DA ETA

Não serão aproveitados a cerca nem o portão existentes no entorno da área da ETA devido ao estado precário em que estes se encontram. Serão implantados cerca mista e portão de acordo com o padrão CESAN. A cerca mista terá 139 metros lineares e o portão tem largura total de 4,0 metros. Além disso, foi prevista regularização da estrada de acesso à ETA, com padronização da largura da via, atenuação da declividade com terraplanagem para acerto das rampas e urbanização com a previsão de meio fio e pavimentação com cascalho.

8.13 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O dimensionamento das redes de distribuição para a localidade de São Luiz Rei foi feito utilizando-se do programa eletrônico STMF – *Sistema de Transporte e Manuseio de Fluidos / Água*, elaborado pelo professor Emmanuel Tavares de Oliveira.

O critério de dimensionamento da rede de distribuição adotado foi o sistema de cálculo do seccionamento fictício e para o cálculo das perdas de cargas contínuas utilizou-se a fórmula de *Hanzen-Williams*:

$$hf_c = 10,643 \times L \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} \times D^{-4,87}$$

Sendo:

$hf \Rightarrow$ Perda de carga contínua (m);

$Q \Rightarrow$ Vazão máxima horária (m^3/s);

$C \Rightarrow$ Coeficiente de rugosidade (adotado de 130 para PVC);

$D \Rightarrow$ Diâmetro (mm);

$L \Rightarrow$ Comprimento de trecho (m).

Segundo a norma da ABNT, NBR 12218/94, deve-se seguir os seguintes limites:

- Pressão estática máxima: 500 kPa (50 mca);
- Pressão dinâmica mínima: 100 kPa (10 mca).

Para atendimento destes limites, a rede de distribuição pode ser dividida em zonas de pressão e deverá atender aos seguintes parâmetros:

- Diâmetro mínimo: DN 50;
- Perda de Carga Máxima: 8 m/km.

A proposta de ampliação do sistema de distribuição foi definida com base na diretriz de garantir pressões máximas na rede da ordem de 50 mca, admitindo-se valores maiores, desde que em áreas restritas e o diâmetro mínimo de DN50, tubulação em PVC classe 12 nas regiões com pressões até 6,0 kgf/cm², PVC classe 15 nas regiões com pressões até 7,5 kgf/cm² e PVC classe 20 nas regiões com pressões até 10,0 kgf/cm².

Dessa forma, parte da rede existente foi aproveitada e algumas tubulações deverão ser substituídas considerando o atendimento às pressões estabelecidas pela norma descrita acima.

O sistema de São Luiz Rei contará com uma única zona de distribuição, que será abastecida pelo reservatório existente de 50 m³, na estação de tratamento de água.

A seguir, apresenta-se a planilha de cálculo da rede de distribuição para a localidade de São Luiz Rei.

As tubulações utilizadas na rede de distribuição serão em PVC PBA classe 12. A seguir um quadro com o quantitativo das tubulações a serem implantadas no SAA de São Luiz Rei.

Quadro 8.13.1 – Rede de Distribuição – Quantitativo das Tubulações

REDE DE DISTRIBUIÇÃO SÃO LUIZ REI - NOVA VENÉCIA/ES			
DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXISTENTE A SER APROVEITADO (m)	IMPLANTAR (m)
25	PVC PBA CL12	-	-
50	PVC PBA CL12	505	1.789
75	PVC PBA CL12	276	
SUB-TOTAL		781	1.789
TOTAL GERAL		2.570	

Caixa de Registro de Descarga (DN 50)

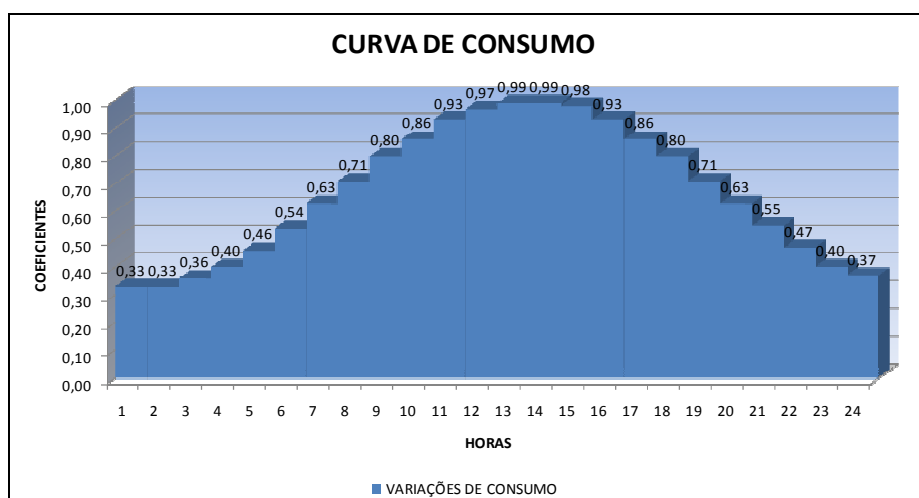
Nos pontos baixos da localidade serão instalados registros de descarga com a finalidade de realização de limpeza da rede. Principais características da caixa de proteção:

- Dimensões internas: 0,60 m x 0,60 m x 0,90 m;
- Número de unidades: 1;
- Padrão: CESAN;

Dimensionamento da rede

O projeto da rede de distribuição foi elaborado a partir da “calibração” da rede atual em simulador hidráulico, no caso o EPANET. Tem-se como objetivo que a curva de consumo durante o dia comporte-se como uma senóide, (Figura 8.13.1) conforme proposto por Yassuda no Capítulo 12 “Reservatório de Distribuição de Água” do livro “Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água” publicado pela CETESB (YASSUDA, 1976).

Figura 8.13.1 – Curva de Consumo



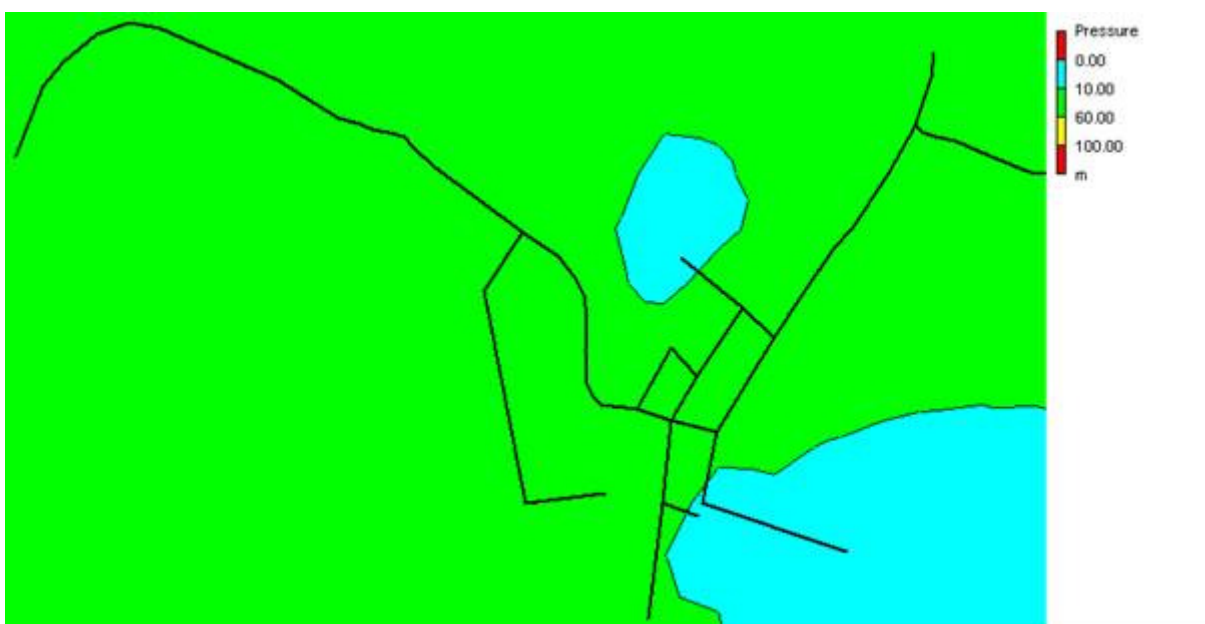
O dimensionamento da Rede de Distribuição de Água foi verificado através do software EPANET, utilizando-se o modelo dinâmico de simulação. Foram simuladas 48 horas de funcionamento contínuo para que se pudesse evitar a zona de instabilidade inicial a que estão sujeitos os modelos numéricos, onde os valores iniciais são arbitrários.

Na figura 8.13.2 é apresentado um gráfico de pressões atuantes na rede no horário de menor consumo, enquanto que na figura 8.13.3 é apresentado o mesmo gráfico, na situação de maior consumo. Estes gráficos foram obtidos através do modelo de simulação hidráulica EPANET.

Figura 8.13.2 – Pressões na Hora de Menor Consumo



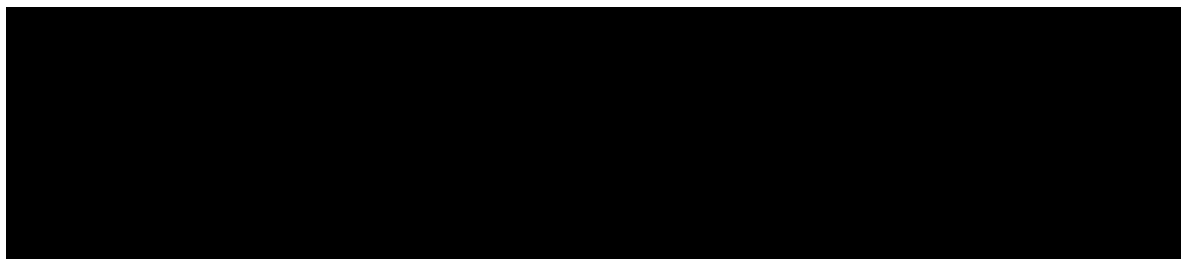
Figura 8.13.3 – Pressões na Hora de Maior Consumo



8.14 LIGAÇÕES PREDIAIS

Para atendimento em início de plano será necessária a implantação de ligações prediais para a rede de distribuição a ser implantada. Para a estimativa do número de ligações prediais de água utilizou-se dos dados do levantamento topográfico realizado na localidade com a contagem das edificações existentes. Será necessária a verificação das ligações prediais existentes, caso não atendam ao padrão CESAN, serão instalados novos hidrômetros. O quadro 8.14.1 apresenta uma estimativa do número de ligações prediais de água a serem implantadas para o SAA de São Luiz Rei, considerando-se a falta de hidrometração nas ligações da rede da localidade para se estabelecer à estimativa. Serão executadas ligações prediais padrão CESAN para tubulações DN50 e DN75, atendendo individualmente cada edificação.

Quadro 8.14.1 – Estimativa do Número de Ligações Prediais



Para detalhes construtivos da rede de distribuição ver os desenhos 13/17 e 15/17 contidos no Tomo II do Volume II – Projeto Básico.

9 ANEXOS

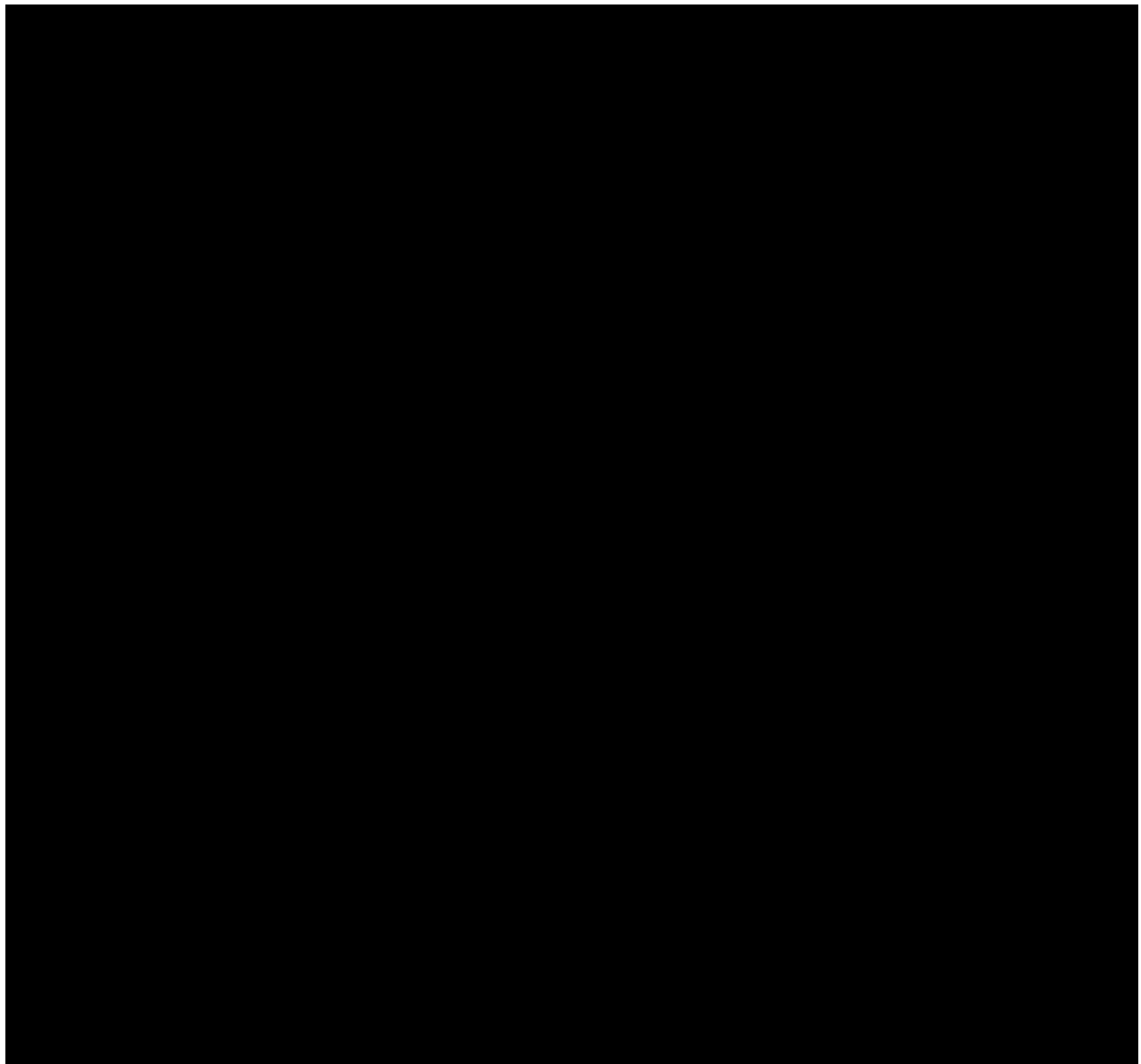
ANEXO I – PLANILHAS DE CUSTO DE ENERGIA

ANEXO II – PLANILHAS DO SIMULADOR EPANET

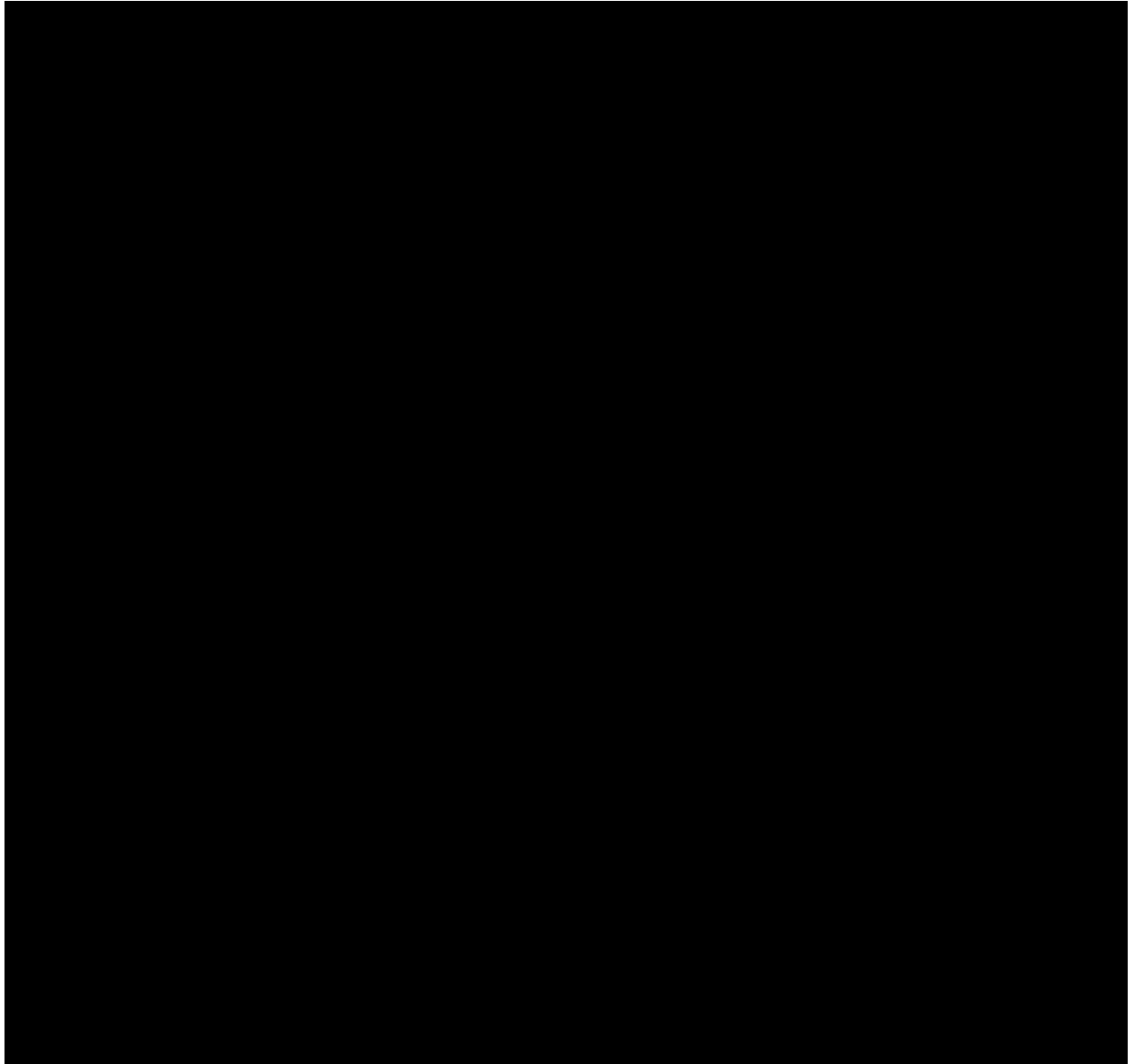
ANEXO I – PLANILHAS DE CUSTO DE ENERGIA

ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA – EAB

OPÇÃO 1

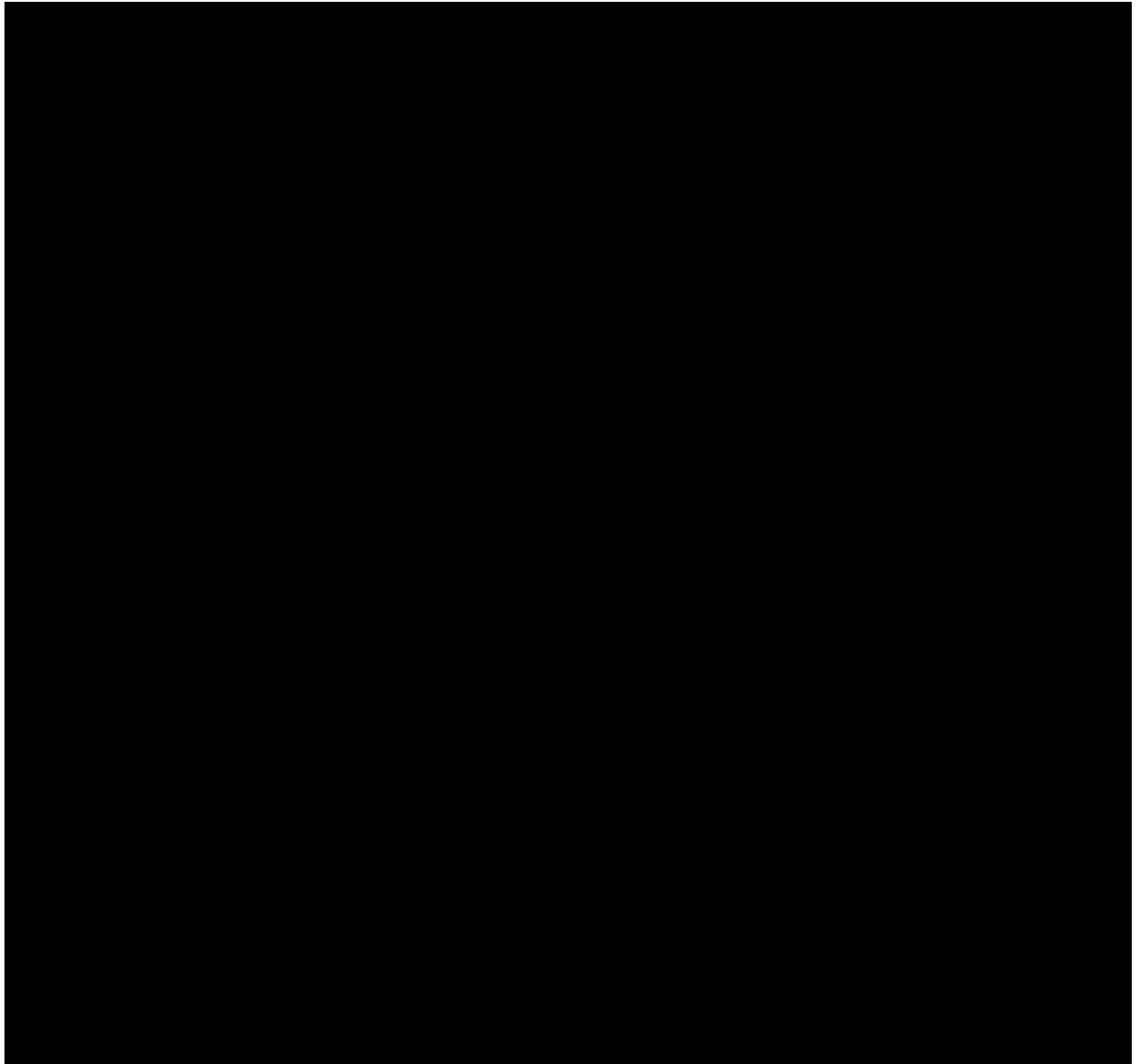


OPÇÃO 2

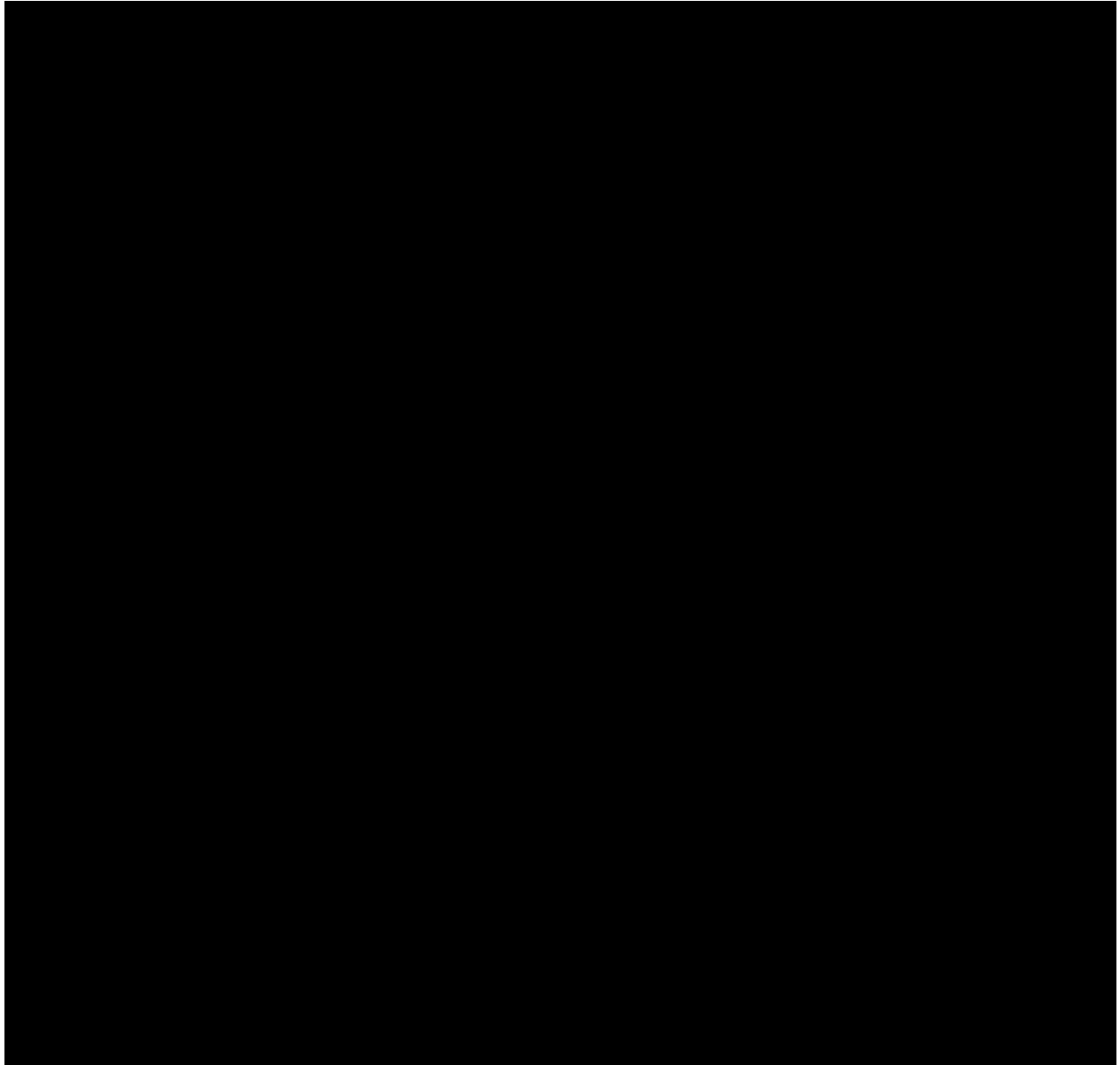


ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EAT1

OPÇÃO 1



OPÇÃO 2



ANEXO II – PLANILHA DE SIMULAÇÃO DO EPANET

Node ID	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 1A	0.35	0.35	135.93	14.41
Junc 1	0.44	0.44	136.79	15.12
Junc 2	0.09	0.09	136.38	16.82
Junc 3	0.02	0.02	136.36	16.54
Junc 4	0.07	0.07	135.79	15.96
Junc 5	0.05	0.05	135.65	15.80
Junc 6	0.08	0.08	135.58	14.63
Junc 7	0.10	0.10	135.59	14.60
Junc 8	0.10	0.10	135.56	13.41
Junc 8A	0.05	0.05	135.56	11.06
Junc 8B	0.02	0.02	135.56	6.21
Junc 9	0.07	0.07	135.46	16.09
Junc 10	0.02	0.02	135.46	6.16
Junc 11	0.18	0.18	135.42	15.67
Junc 12	0.14	0.14	135.49	11.93
Junc 13	0.06	0.06	135.48	2.48
Junc 14	0.25	0.25	135.08	13.14
Junc 15	0.03	0.03	135.08	15.63
Junc 16	0.11	0.11	135.05	15.05
Resvr 17	#N/A	-4.03	117.14	0.00
Tank RAP	#N/A	1.82	137.08	3.00