

Ministério da Integração Nacional
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba -
CODEVASF

Sistema de Abastecimento de Água Tratada para Diversas Comunidades no Estado de Alagoas

Município de Pão de Açúcar

Etapa 2 – Projeto Básico de Engenharia

Volume 1 – Relatório Técnico

Parte 2

Senha Engenharia S.S.

ABRIL 2009

REV 5ªGRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013



Senha Engenharia S.S.

Projeto Básico de Engenharia

**Sistema de Abastecimento de Água Tratada para Diversas
Comunidades no Estado de Alagoas - Município de Pão de Açúcar
Volume 1 – Relatório Técnico**

Goiânia, 2009

337 fl

1.Abastecimento de Água. 2. Rio São Francisco. 3.Captação de Água Bruta. 4. Tratamento de Água. 5.Reservação de Água Tratada. 6. Rede de Distribuição. I. Título

1 - APRESENTAÇÃO

1 - APRESENTAÇÃO

A Senha Engenharia foi contratada pela CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, para a elaboração de projetos básicos para possibilitar a implantação de Sistemas de Abastecimento de Água Tratada para 31 (trinta e uma) localidades rurais difusas localizadas em 6 (seis) municípios situados às margens do Rio São Francisco no Estado de Alagoas, trabalhos esses que serão regidos pelo Termo de Referência do edital de concorrência de nº 102/2007 e contrato de nº 006.08.0161-00.

Os projetos serão apresentados, separadamente, por município.

O trabalho completo, para o município de Pão de Açúcar, consta de 07 volumes conforme a seguir:

- Volume 1 – Relatório Técnico – Texto Descritivo
- Volume 2 – Especificações Técnicas de Materiais, Equipamentos, Obras Civas e Serviços
- Volume 3 – Desenhos: Projeto Hidráulico
 - Tomos 1/2 – Desenhos – Sub Sistema 1 e Detalhes Típicos
 - Tomos 2/2 – Desenhos – Sub Sistema 2
- Volume 4 – Planilhas de Orçamento
- Volume 5 – Projetos Complementares e Sistema de Automação
- Volume 6 – Síntese do Projeto Básico e Estudos Ambientais
- Volume 7 – Estudos Topográficos e Geotécnicos

Este Relatório é o Volume 1 – Relatório Técnico.



ABREVIATURAS UTILIZADAS

AB – Água Bruta

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AL – Alagoas

AT – Água Tratada

ANA – Agência Nacional de Águas

CASAL – Companhia de Saneamento do Estado de Alagoas

CEPRAM – Conselho Estadual de Proteção Ambiental

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

CR – Centro de Reservação

DEF°F° – Diâmetro equivalente ao ferro fundido

DN – Diâmetro nominal

EAB – Elevatória de Água Bruta

EAT – Elevatória de Água Tratada

EEAT – Estação Elevatória de Água Tratada

ETA – Estação de Tratamento de Água

F°F° – Ferro fundido

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMA – Instituto do Meio Ambiente de Alagoas

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Previa

NA – Nível d'Água

NBR – Norma Técnica Brasileira

NF – Nível do Fundo

NPSH – Net Positive Suction Head

NT – Nível do Terreno

PBA – Ponta, Bolsa e Anel

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PVC – Cloreto de Polivinila

RD – Rede

SEMARH – AL – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas

un – Unidades

5º SR – 5ª Superintendência Regional da CODEVASF



2 - INTRODUÇÃO

2 - INTRODUÇÃO

O Polígono das Secas apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento sócio-econômico e, até mesmo, à subsistência da população. A ocorrência cíclica das secas e seus efeitos catastróficos são por demais conhecidos e remontam aos primórdios da história do Brasil.

Esse quadro de escassez poderia ser modificado em determinadas regiões, através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Entretanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência e da potencialidade desses recursos, reduz substancialmente as possibilidades de seu manejo, inviabilizando uma gestão eficiente. Além disso, as decisões sobre a implementação de ações de convivência com a seca exigem o conhecimento básico sobre a localização, caracterização e disponibilidade das fontes de água superficiais e subterrâneas.

Para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente num contexto emergencial, como é o caso das secas, merece atenção a utilização das fontes de abastecimento de água subterrânea, pois esse recurso pode tornar-se significativo no suprimento hídrico da população e dos rebanhos. Neste sentido, um fato preocupante é o desconhecimento generalizado, em todos os setores, tanto do número quanto da situação das captações existentes, fato este agravado quando se observa a grande quantidade de captações de água subterrânea no semi-árido, principalmente em rochas cristalinas, desativadas e/ou abandonadas por problemas de pequena monta, em muitos casos passíveis de serem solucionados com ações corretivas de baixo custo.

Para suprir as necessidades das instituições e demais segmentos da sociedade atuantes na região, no atendimento à população quanto à garantia de oferta hídrica, principalmente nos momentos críticos de estiagem, a Senha Engenharia está elaborando o Projeto Básico, possibilitando a implantação de sistema de abastecimento de água tratada, por Captação Superficial ou por Água Subterrânea em consonância com as diretrizes do Governo Federal e dos propósitos apresentados pela CODEVASF.



3 - OBJETIVO

3 - OBJETIVO

Elaboração de Projeto Básico de Engenharia, possibilitando a implantação de sistemas de abastecimento de água tratada, para atendimento das localidades rurais, situadas às margens do Rio São Francisco, no Município de Pão de Açúcar a 230 km de Maceió, no Estado de Alagoas, conforme indicado na tabela 3.1 a seguir.

Tabela 3.1 - Localidades

Município de Pão de Açúcar (06 localidades)				
Localidade	Sub Sistema	Coordenadas UTM SAD69 24L	População em 2009 (hab)	População em 2029 (hab)
1- São José	1	N 8929068, E 650429	148	220
2- Novo Gosto	1	N 8931441, E 648227	148	220
3- Boa Sorte	1	N 8931985, E 651585	158	235
4- Conceição	2	N 8925422, E 656253	117	174
5- Lajes	2	N 8927854, E 660228	260	386
6- Alemar	2	N 8926114, E 665197	219	326

3.1 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência do Projeto Básico (figura 3.1) estende-se pela Zona Rural do município de Pão de Açúcar, atendendo as localidades citadas na tabela anterior com uma população atual de estimada total de 51.383 habitantes (2009).

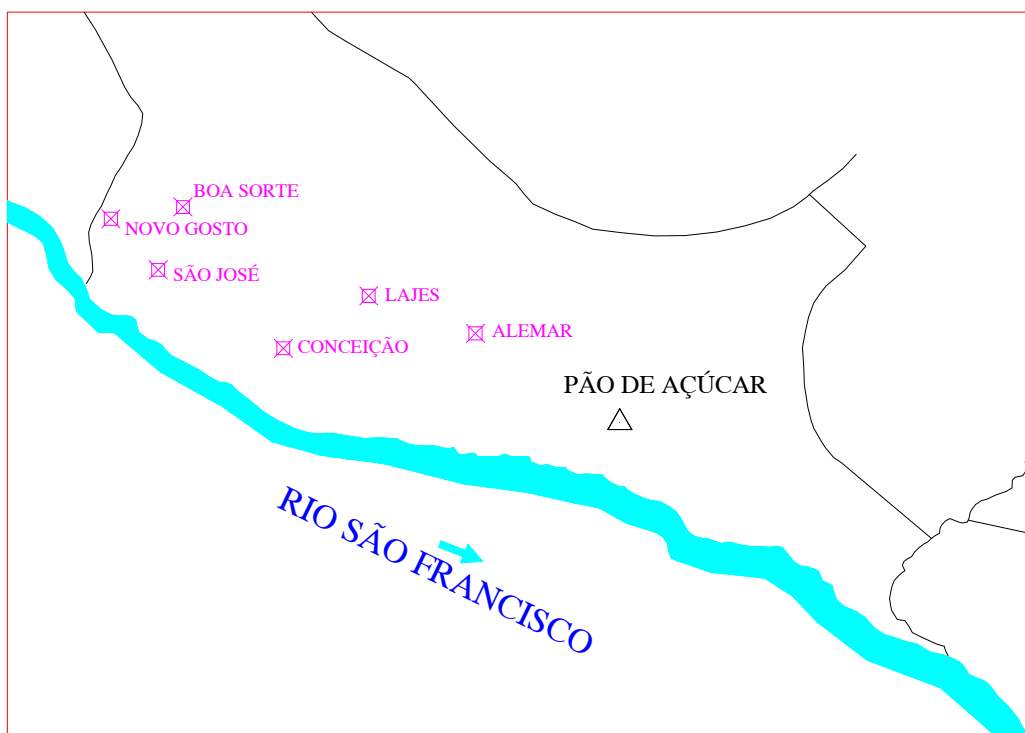


Figura 3.1 – Área de Abrangência do Projeto

4 – CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

4 – CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

4.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O município de Pão de Açúcar está localizado na região centro-oeste do Estado de Alagoas, limitando-se a norte com os municípios de São José da Tapera e Monteirópolis, a leste com Palestina e Belo Monte, a sul com o rio São Francisco/SE e a oeste com Piranhas. A área municipal ocupa 659,12 km² (2,37% de AL), inserido na mesorregião do Sertão Alagoano e na microrregião de Santana do Ipanema, predominantemente na Folha Pão de Açúcar (SC.24-X-DIV) e parcialmente na Folha Piranhas (SC.24-X-C-VI), ambas na escala 1:100.000, editadas pelo MINTER/SUDENE em 1973.

A sede do município tem uma altitude aproximada de 19 m e coordenadas geográficas de 9°44'54" de latitude sul e 37°26'12" de longitude oeste.

O acesso a partir de Maceió é feito através das rodovias pavimentadas BR-316, BR-101, AL-220 e AL-130, com percurso em torno de 239 km (figura 4.2).



Figura 4.1 – Localização de Pão de Açúcar



Figura 4.2 – Mapa de acesso rodoviário

4.2 - ASPECTOS SOCIO ECONÔMICOS

No início do século XVII, os índios Urumaris receberam de D.João VI um vasto lote de terras às margens do Rio São Francisco, onde hoje está localizada a cidade de Pão de Açúcar. Os reflexos da lua cheia nas águas do "Velho Chico" despertaram a sensibilidade poética dos primeiros habitantes do lugar. Deram-lhe o nome de Jaciobá, que em guarani significa "Espelho da Lua". A cidade conserva até hoje a tradição de ser o berço de muitos artistas e poetas.

A presença dos Urumaris chamou a atenção dos índios Chocós, habitantes da pequena ilha de São Pedro. Cheios de cobiça, os Chocós invadiram o lugar e, após dias de intensa luta, expulsaram os Urumaris. Estes foram viver em uma localidade próxima, do outro lado do rio, que também chamaram de Jaciobá.

Por volta de 1660, por carta de Sesmaria, as terras passaram ao domínio do português Lourenço José de Brito Correia que criou uma fazenda de gado no lugar que chamou de *Pão de Açúcar*. Supõe-se que o novo nome foi inspirado no morro do Cavalete, elevação geográfica que lembra uma antiga forma usada no processo de clarificação do açúcar. No morro do Cavalete foi erguida, no início da década de 1950, uma estátua do Cristo

Redentor, semelhante à existente na cidade do Rio de Janeiro. Mais tarde, o poeta Jorge de Lima lamentaria em seus versos - "Jaciobá, Espelho da Lua, por que te chamam Pão de Açúcar?"

Em 1815 as terras da fazenda Pão de Açúcar foram postas em leilão, na vila de Penedo, comarca de Alagoas, e arrematadas pelo padre José Domingos Delgado e seus irmãos Salvador Rodrigues Delgado e Inácio Rodrigues Delgado. Graças à boa administração dos irmãos Delgado, a fazenda transformou-se em povoado, elevado a vila em 3 de março de 1854. Pela Lei nº756, de 18 de junho de 1877, a vila foi elevada à categoria de cidade. O primeiro prefeito, Miguel de Novaes e Mello, somente tomou posse em 13 de maio de 1892. Antes desta data, o município era governado por um Conselho de Vereadores.

O município foi criado em 1854, desmembrado de Mata Grande. Segundo o censo 2000 do IBGE, a população total residente é de 24.351 habitantes, dos quais 11.965 do sexo masculino (49,10%) e 12.386 do sexo feminino (50,90%). São 10.806 os habitantes da zona urbana (44,40%) e 13.545 os da zona rural (55,60%). A densidade demográfica é de 36,94 hab/km². A rede de saúde dispõe de 01 hospital, 54 leitos hospitalares e 11 unidades ambulatoriais e 08 postos de saúde. Não há consultórios médicos ou odontológicos. Na área educacional, o município dispõe de 18 escolas de ensino pré-escolar, com 820 alunos matriculados, 53 escolas de ensino fundamental, com 6.225 alunos matriculados e 04 escolas de ensino médio, com 765 alunos matriculados. Da população total residente, 10.937 habitantes com 10 anos ou mais de idade são alfabetizados (44,90%).

São 13.712 os eleitores cadastrados no município (56,40% da população).

Existem no município 5.219 domicílios particulares permanentes, dos quais 3.810 (73,00%) possuem banheiro ou sanitário e destes, apenas 26 (0,50%) possuem banheiro e esgotamento sanitário via rede geral. Cerca de 3.409 (65,30%) são abastecidos pela rede geral de água, enquanto que 111 (2,13%) são abastecidos por poço ou nascente e 1.699 utilizam outras formas de abastecimento (46,45%). Apenas 2.871 (55,00%) domicílios são atendidos pela coleta de lixo, evidenciando a existência de sérios riscos de problemas ambientais e de saúde pública para a população.

Existe 01 agência do Banco do Brasil e 08 Postos Comunitários dos Correios instalados no município.

O PIB do município foi de U\$ 17.615.303,00 e o PIB per capita foi de U\$ 753,00 em 1998.

O FPM = R\$ 2.550.642,90, o ITR = R\$ 2.245,28 e o Fundef = R\$ 532.652,94 (Anuário Estatístico de Alagoas – 2001). O salário médio mensal é de R\$ 373,5 (85,90% do salário mínimo nacional).

As principais atividades econômicas do município são: comércio, serviços, agro-pecuária e atividades de extrativismo vegetal e silvicultura. Atualmente conta com 98 empresas com CNPJ, atuantes (1998), ocupando 736 pessoas (3,02% da população). Na área de pecuária, conta com os seguintes rebanhos (cabeças): bovinos –14.769; suínos –1.797; eqüinos –1.361; asininos –516; muares – 157; caprinos – 321; ovinos – 1.025, aves – 18.360. A produção leiteira é de 3.346.000 litros e a de ovos de galinha – 58.000 dúzias.



Na área agrícola: Feijão – 5.030 ha (1.785 t), Mandioca –10 ha (70 t), Milho – 3.850 ha (947 t).

O extrativismo vegetal produz 1 t de castanha de caju, 20 t de carvão vegetal e 2.808 m³ de lenha e, evidenciando a existência de sérios problemas ambientais em uma região semi-árida (IBGE 2000).

No ranking de desenvolvimento, Pão de Açúcar está em 21º lugar no estado (21/102 municípios) e em 4.415º lugar no Brasil (4.415/5.561 municípios) (www.desenvolvimentomunicipal.com.br).

4.3 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

O município de Pão de Açúcar está inserido predominantemente na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja (cerca de 70%), que representa a paisagem típica do semi-árido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino. O restante da área do município está inserida na unidade geoambiental das Superfícies Dissecadas Diversas (cerca de 30%)', com relevo bastante movimentado, apresentando altitudes entre 300 e 600 metros.

A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia.

O clima é do tipo Tropical Semi-Árido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8mm.

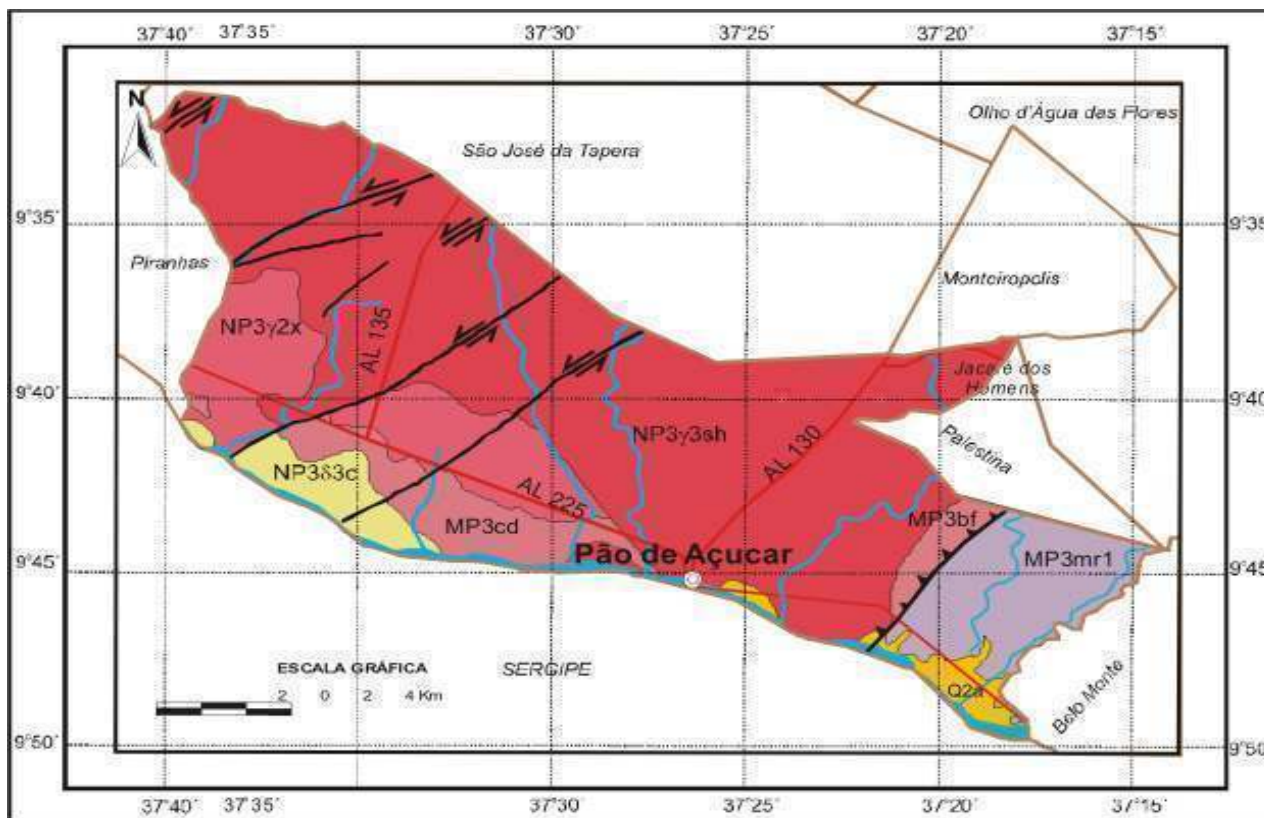
Com respeito aos solos, nos patamares compridos e baixas vertentes do relevo suave ondulado ocorrem os Planossolos, mal drenados, fertilidade natural média e problemas de sais; topos e altas vertentes, os solos Brunos não Cálcicos, rasos e fertilidade natural alta; topos e altas vertentes do relevo ondulado ocorrem os Podzólicos, drenados e fertilidade natural média e as elevações residuais com os solos Litólicos, rasos, pedregosos e fertilidade natural média.

4.4 - GEOLOGIA

O município de Pão de Açúcar encontra-se geologicamente inserido na Província Borborema, abrangendo rochas do embasamento gnáissico - migmatítico, datadas do Arqueano ao Paleoproterozóico e a sequência metamórfica oriunda de eventos tectônicos ocorridos durante o Meso e Neo Proterozóico.










No município a Província Borborema está representada pelos litótipos dos complexos Belém do São Francisco, Canindé e Marancó, das suítes Peraluminosa Xingó, Canindé e Salgueiro/Terra Nova e por Depósitos Aluvionares.











Fonte: Mapa Hidrogeológico do Nordeste, Folha 20. SUDENE, 1972.

Figura 4.3 – Mapa geológico do Município

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS		UNIDADES ESTRUTURAIS	
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS			
Cenozóico			
	Depósitos aluvionares: areia, cascalho e níveis de argila		Contato geológico
Neoproterozóico			Falha ou Zona de Cisalhamento TranscorrenteDextral
	Suíte intrusiva Canindé (c): gabro, norito, anortosito e peridotito		Falha ou Zona de Cisalhamento Contracional
	Suíte shoshonítica Salgueiro/Terra Nova (sh): biotita-hornblenda-quartzo-monzodiorito e granito	CONVENÇÕES CARTOGRÁFICA	
	Suíte peraluminosa Xingó (x): leucogranito e granodiorito, feição migmatítica local		Sede Municipal
Mesoproterozóico			Rodovias

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		UNIDADES ESTRUTURAIS	
 MP3mr1	Complexo Marancó (mrl): xisto, gnaiss, metagrauvaca, metavulcanoclástica, metamáfica/ metaultramáfica		Limites Intermunicipais
 MP3cd	Complexo Canindé: metarritmito, metavulcânica máfica a félsica, metatufo e mármore		Rios e riachos
 MP3bf	Complexo Belém do São Francisco: leuco-ortognaiss tonalítico grano- diorítico migmatizado, enclaves de supracrustais (1070 Ma Rb-Sr)		Açude/barragem

Litologia

- Complexo Belém do São Francisco (MP3bf). Aflora no extremo NE e SE da área, sendo representado por leuco-ortognaisses tonalítico-granodioríticos migmatizados e enclaves de supracrustais.
- Complexo Canindé (MP3cd). Aflora no SE e SW da área, constituído por metarritmitos, metavulcânicas máficas a félsicas, metatufos e mármore. Litologia onde está assentado o povoado Conceição.
- Complexo Marancó - Unidade 1 (MP3mr1). Ocorre no extremo NE e SE da área, formado por xistos, gnaisses, metagrauvacas, metavulcanoclásticas e metamáficas e metaultramáficas.
- Suíte Peraluminosa Xingó (NP3g2x). Ocorre nos extremos SE e SW, constituída por leucogranitos e granodioritos, feição migmatítica local. Litologia onde estão assentados os povoados Boa Sorte, Lajes, Novo Gosto e São José.
- Suíte Intrusiva Canindé (NP3g3c). Ocorre também nos extremos SE e SW, constituídas predominantemente gabros, além de noritos, anortositos e peridotitos.
- Suíte Intrusiva Shoshonítica Salgueiro/Terra Nova (NP3gsh). Ocupa aproximadamente 80% da área, sendo constituído por biotita hornblenda quartzo monzonitos a granitos. Litologia onde está assentado o povoado Alemar.
- Depósitos Aluvionares. Ocorrem às margens do rio São Francisco, formados por areias, cascalhos e níveis de argila.

5 – RECURSOS HÍDRICOS

5 – RECURSOS HÍDRICOS

5.1 - ÁGUAS SUPERFICIAIS

O município de Pão de Açúcar está inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, que banha a sede do município. A porção WNW do município é banhada pelo Rio Capiá e seus afluentes e os Riachos das Cacimbas e do Carcará. Cortando o município em sua porção central, no sentido N-S, temos o Riacho Grande, de porte e dimensões consideráveis. A porção ESE, é banhada pelos Rios Farias, Tapuios e Jacaré. Os padrões de drenagem predominantes são: o dendrítico nas porções central e ESE, e o pinado, uma variação do dendrítico, na porção WNW do município. Todo esse sistema fluvial deságua no Oceano Atlântico.



Figura 5.1 - Vista aérea do município

5.2 - ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

5.2.1 – Domínios Hidrogeológicos

Os povoados em estudo estão inseridos no domínio hidrogeológico de permeabilidade fissural caracterizado por rochas Complexo Canindé constituído por metarritmitos, metavulcânicas máficas a félsicas, metatufos e mármore, da Suíte Peraluminosa Xingó constituída por leucogranitos e granodioritos, feição migmatítica local e da Suíte Intrusiva Shoshonítica Salgueiro/Terra Nova constituído por biotita hornblenda quartzo monzonitos a granitos. A permeabilidade fissural esta restrita as zonas afetadas por acidentes tectônicos, localmente associada a condicionamentos topográficos, hidrográficos e manto de intemperismo.

Levantamento no município de Pão de Açúcar realizado pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais CPRM, ano 2005 registrou 30 poços tubulares, 7 abandonados, 18 paralisados / não instalados e 5 operando. Somente em 2 constam dados de profundidade e nenhuma informação de vazão.

Com relação ao aspecto da qualidade de água somente em 9 poços há informações de sólidos totais dissolvidos STD sendo 8 no domínio hidrogeológico fissural Suíte Intrusiva Shoshonítica Salgueiro/Terra Nova e 1 no domínio hidrogeológico fissural Suíte Peraluminosa Xingó.

Dados dos poços.

- Número de poços cadastrados: 30
- Profundidade (2 poços): 50 e 60m.
- Vazão. Em nenhum consta dado de vazão.

Com relação ao aspecto da qualidade de água somente em 9 poços há informações de teores de sólidos totais dissolvidos STD sendo:

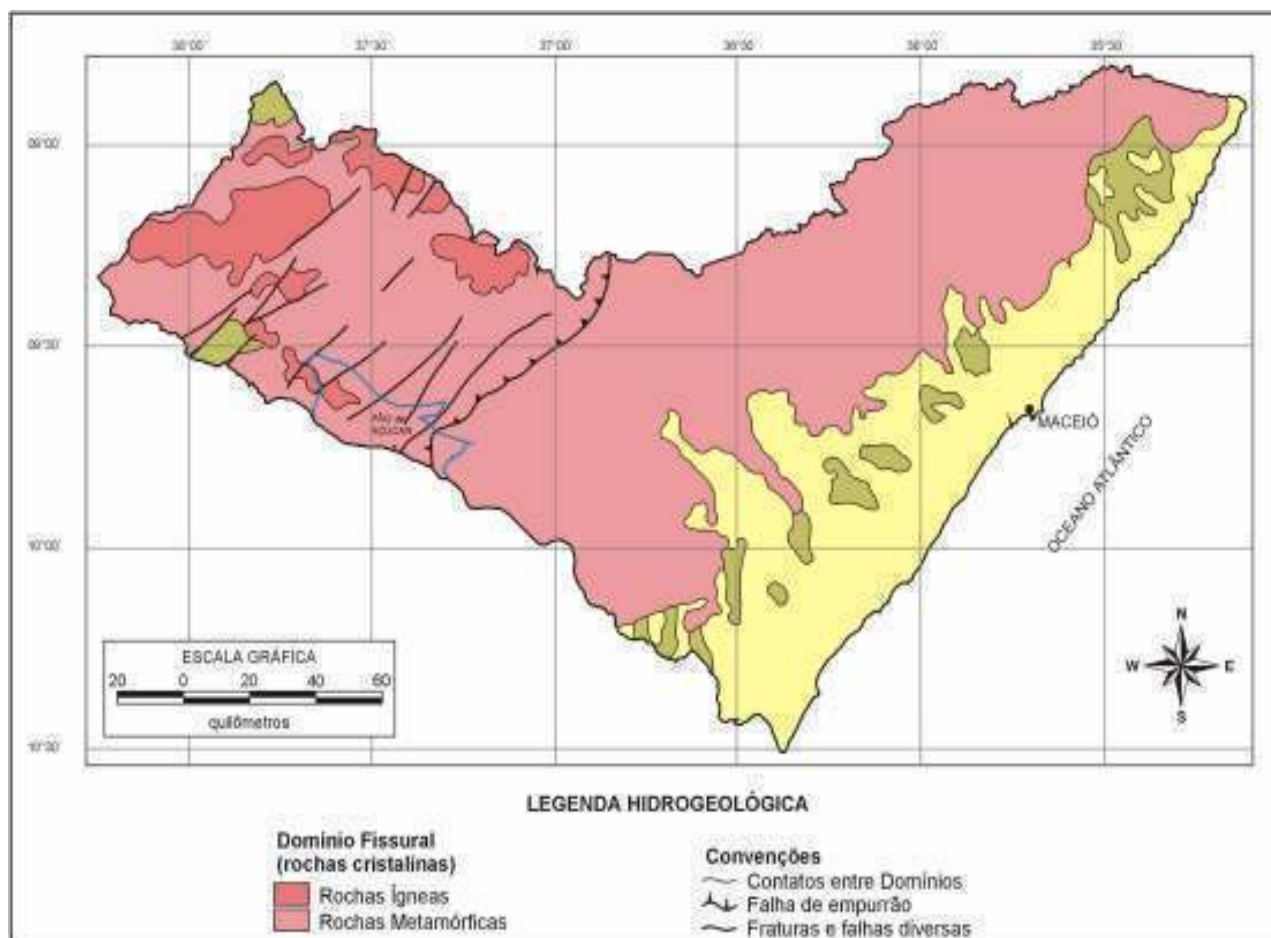
- 2 poços com teores de STD inferiores a 1.000 mg/L;
- 7 com teores superiores a 1.000 mg/L.

Sólidos Totais Dissolvidos, STD:

- Domínio hidrogeológico fissural STD (9 poços): Média de 3.594,5 mg/L, máximo 14.755 mg/L e mínimo de 269,75mg/L.
- Poços com teores de STD inferiores a 1.000 mg/L: 1 em cada domínio hidrogeológico fissural da área em estudo.

Povoados em estudo no município. Somente no povoado Novo Gosto foi registrado dado de 1 poço. Teor de STD de 590,20 mg/L.





Fonte: Mapa Hidrogeológico do Nordeste, Folha 20. SUDENE, 1972.

Figura 5.2 – Mapa Hidrogeológico

5.2.2 - Ocorrência e Exploração de Água Subterrânea

Segundo Mapa Hidrogeológico Básico do Nordeste, 1972 Folha 20, SUDENE, o município de Pão de Açúcar está assentado sobre o domínio hidrogeológico fissural com potencial hídrico subterrâneo considerado pequeno, vazões inferiores a 2.800 L/h e as águas em geral salinizadas superiores a 1.000 mg/L. Localmente podem apresentar vazões e teores de sólidos totais abaixo de 1.000 mg/L, mas são condições locais e que não representam a área como um todo. Exploração de água mais viável é através de poços tubulares criteriosamente locados.

6 – PARÂMETROS DE PROJETO

6 – PARÂMETROS DE PROJETO

De acordo com o tempo de referência serão utilizados os seguintes parâmetros de projeto:

- Índice de abastecimento populacional: 100% da população (P);
- População Inicial (P_i) = população atual;
- Alcance, projeção populacional para horizonte de 20 (vinte) anos;
- Taxa de crescimento anual: 2% ao ano;
- Consumo: cota *Per capita* de 150 L/dia/habitante;
- Reforço para a vazão do dia de maior consumo ($k_1 = 1,2$) – adução e reservação;
- Vazão da hora de maior consumo ($k_2 = 1,5$) – distribuição;
- Período de operação do sistema (produção e adução): 12 horas/dia.

6.1 – ESTUDO POPULACIONAL

Os dados de pesquisa do IBGE mostram a população total do município e sua subdivisão em população urbana e rural, não mostrando, no entanto do montante da população rural a subdivisão por cada localidade. Dai a dificuldade de confirmação dos elementos mostrados no termo de referência, com base no IBGE.

Pelas informações coletadas durante a visita técnica e pelo levantamento topográfico semi – cadastral realizado conclui-se que o número de famílias informadas pela CODEVASF, é compatível com a realidade.

Também a taxa de crescimento de 2% ao ano recomendada pelo termo de referência é compatível com a média nacional e será, portanto adotada para a definição da população de final de plano.

A seguir estão apresentados os quadros com a projeção populacional.

A população de início de plano para as seis localidades e, portanto **1.050** habitantes.

A população final de plano para as seis localidades e, portanto **1.552** habitantes.

Tabela 6.1 – Crescimento Populacional – **SÃO JOSÉ**

Ano	total
2008	145
2009	148
2010	151
2011	154
2012	157
2013	160
2014	163
2015	167
2016	170
2017	173
2018	177
2019	180
2020	184
2021	188
2022	191
2023	195
2024	199
2025	203
2026	207
2027	211
2028	215
2029	220

Tabela 6.2 – Crescimento Populacional – **NOVO GOSTO**

Ano	total
2008	145
2009	148
2010	151
2011	154
2012	157
2013	160
2014	163
2015	167
2016	170
2017	173
2018	177
2019	180
2020	184
2021	188
2022	191
2023	195
2024	199
2025	203
2026	207
2027	211
2028	215
2029	220

Tabela 6.3 – Crescimento Populacional – **BOA SORTE**

Ano	total
-----	-------



2008	155
2009	158
2010	161
2011	164
2012	168
2013	171
2014	175
2015	178
2016	182
2017	185
2018	189
2019	193
2020	197
2021	201
2022	205
2023	209
2024	213
2025	217
2026	221
2027	226
2028	230
2029	235

Tabela 6.4 – Crescimento Populacional – **CONCEIÇÃO**

Ano	total
2008	120
2009	122
2010	125
2011	127
2012	130
2013	132
2014	135
2015	138
2016	141
2017	143
2018	146
2019	149
2020	152
2021	155
2022	158
2023	162
2024	165
2025	168
2026	171
2027	175
2028	178
2029	182

Tabela 6.5 – Crescimento Populacional – **LAJES 1**

Ano	total
2008	100
2009	102

2010	104
2011	106
2012	108
2013	110
2014	113
2015	115
2016	117
2017	120
2018	122
2019	124
2020	127
2021	129
2022	132
2023	135
2024	137
2025	140
2026	143
2027	146
2028	149
2029	152

Tabela 6.6 – Crescimento Populacional – **LAJES 2**

Ano	total
2008	150
2009	153
2010	156
2011	159
2012	162
2013	166
2014	169
2015	172
2016	176
2017	179
2018	183
2019	187
2020	190
2021	194
2022	198
2023	202
2024	206
2025	210
2026	214
2027	219
2028	223
2029	227

Tabela 6.7 – Crescimento Populacional – **ALEMAR**

Ano	total
2008	215
2009	219
2010	224
2011	228

2012	233
2013	237
2014	242
2015	247
2016	252
2017	257
2018	262
2019	267
2020	273
2021	278
2022	284
2023	289
2024	295
2025	301
2026	307
2027	313
2028	319
2029	326

6.2 – NORMAS DA ABNT

As normas da ABNT que serão utilizadas na elaboração dos projetos são as seguintes:

- Estudos de Concepção = NBR 12.211
- Captação = NBR 12.213
- Elevatória de Água Bruta e Tratada = NBR 12.214
- Adutora de Água Bruta e Tratada = NBR 12.215
- Estação de Tratamento de Água = NBR 12.216
- Reservatórios de Distribuição = NBR 12.217
- Rede de Distribuição = NBR 12.218
- Poços Profundos = NBR 12.212 e NBR 12.244

6.3 – TENDÊNCIAS DE CRESCIMENTO

Como os municípios são pequenos e as localidades são menores ainda, não possuem plano diretor urbanístico, tornando-se difícil prever a direção do crescimento.

Para a avaliação e definição da tendência de crescimento das localidades, objeto dos projetos, tiveram como ponto de partida as visitas de campo, levantamentos topográficos e com isso chegou-se aos seguintes critérios:

- Assentamentos e povoados adensados:
 - o crescimento se dará nas extremidades e o atendimento futuro se dará com extensões de redes de distribuição nessa direção.



- Povoados com ocupação difusa:
 - o crescimento se dará tendendo para o adensamento interno, ocupando os espaços vazios existentes.

O dimensionamento da rede contempla as avaliações de tendências de crescimento das localidades.

7 – DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTES

7 – DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTES

7.1 – LOCALIDADES SEM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Das seis localidades pertencentes ao município de Pão de Açúcar, nenhuma possui sistema de abastecimento de água, sendo necessário implantação de sistemas completos compostos de:

- captação de água bruta;
- tratamento completo;
- reservatório(s) de distribuição e
- redes de distribuição.

O documentário fotográfico apresentado no relatório de Diagnóstico e Estudo de Alternativas mostra o padrão de ocupação e carência da população por infra-estrutura urbana.

8 – ALTERNATIVA DE ABASTECIMENTO

8 – ALTERNATIVA DE ABASTECIMENTO

O relatório da etapa 1 – Diagnóstico e Estudo de Alternativas – apresentou duas alternativas de captação, a primeira através de poços profundos e a segunda através de captação superficial no Rio São Francisco e este, mostrou como mais viável a alternativa II, captação superficial.

Este estudo já foi aprovado pela CODEVASF e portanto na etapa 2 – Projeto Básico – será desenvolvida apenas essa alternativa.

9 – CAPACIDADE DO SISTEMA PROPOSTO



9 – CAPACIDADE DO SISTEMA PROPOSTO

Pelo mostrado no relatório de Diagnóstico e Estudo de Alternativas, a disponibilidade grande de água superficial encontra-se no Rio São Francisco e devido à proximidade das localidades em relação a esse manancial (≤ 15 km) confirmou a tendência de que essa alternativa foi a mais viável tecnicamente.

Com o resultado do levantamento topográfico desenvolvido nessa fase, sendo que o subsistema 1 atenderá as localidades de São José, Novo Gosto e Boa Sorte, o subsistema 2 atenderá a localidade de Conceição, Lajes e Alemar conforme mostrado nos quadros a seguir.

Tabela 9.1 – Elementos da Concepção de Projeto

Sub Sistema 1

Início do Plano - 2009							Final do Plano - 2009					
Localidades	População (hab.)	Per capita (L/hab/dia)	Operação do Sistema	Vazões dos Sistemas (L/s)			População (hab.)	Per capita (L/hab/dia)	Operação do Sistema	Vazões dos Sistemas (L/s)		
				Água Bruta	Água Tratada	Distribuição				Água Bruta	Água Tratada	Distribuição
São José	148	150	12	1,99	0,62	0,46	220	150	12	2,95	0,92	0,69
Novo Gosto	148	150	12		0,62	0,46	220	150	12		0,92	0,69
Boa Sorte	158	150	12		0,66	0,46	235	150	12		0,98	0,73
Total	454	-	-	1,99	1,9	1,41	675	-	-	2,95	2,82	2,11

Tabela 9.2 – Elementos da Concepção de Projeto

Sub Sistema 2

Início do Plano - 2009							Final do Plano - 2009					
Localidades	População (hab.)	Per capita (L/hab/dia)	Operação do Sistema	Vazões dos Sistemas (L/s)			População (hab.)	Per capita (L/hab/dia)	Operação do Sistema	Vazões dos Sistemas (L/s)		
				Água Bruta	Água Tratada	Distribuição				Água Bruta	Água Tratada	Distribuição
Conceição	117	150	12	2,61	0,49	0,37	174	150	12	3,88	0,73	0,54
Lajes	260	150	12		1,09	0,81	386	150	12		1,61	1,21
Aleamar	219	150	12		0,91	-	326	150	12		1,63	1,02
Total	596	-	-	2,61	2,49	1,18	886	-	-	3,88	3,97	2,77

Tabela 10.52 - Característica dos trechos da rede de Boa Sorte

Trecho	Nº inicial	Nº final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	1	1	11	75	0,73	0,17	0,86
2	1	2	2	75	0,73	0,17	0,86
3	2	3	20	75	0,73	0,17	0,86
4	3	4	5	75	0,73	0,17	0,86
5	4	5	27	75	0,73	0,17	0,86
6	5	6	60	75	0,73	0,17	0,86
7	6	7	60	50	0,71	0,36	6,86
8	7	8	60	50	0,60	0,31	4,94
9	8	9	60	50	0,49	0,25	3,34
10	9	10	20	50	0,38	0,19	2,04
11	10	11	60	50	0,34	0,17	1,65
12	11	12	40	50	0,23	0,12	0,79
13	12	13	32	50	0,15	0,08	0,34
14	13	14	48	50	0,09	0,05	0,06

Tabela 10.53 - Característica dos nós da rede de Boa Sorte

CR Boa Sorte - Reservatório Elevado 30 m3	Q _{max}	Q _{min}	Vazão de distribuição (l/s)
	190,75	185,60	0,73

Nº	Cota Terreno (m)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
1	173,62	0,00	185,59	11,97	17,13
2	173,63	0,00	185,59	11,96	17,12
3	173,40	0,00	185,57	12,17	17,35
4	173,24	0,00	185,57	12,33	17,51
5	172,18	0,00	185,54	13,36	18,57
6	169,76	0,02	185,49	15,73	20,99
7	167,18	0,11	185,08	17,90	23,57
8	164,79	0,11	184,78	19,99	25,96
9	165,35	0,11	184,58	19,23	25,40
10	165,14	0,04	184,54	19,40	25,61
11	165,87	0,11	184,44	18,57	24,88
12	166,27	0,08	184,41	18,14	24,48
13	165,13	0,06	184,40	19,27	25,62
14	166,36	0,09	184,40	18,04	24,39

10 – MEMORIAL DE CÁLCULO

10 – MEMORIAL DE CÁLCULO

10.1 – PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PROJETO

Os parâmetros de projeto admitidos para o cálculo das vazões de dimensionamento do sistema são:

$$Q_{\text{méd}} = (p \times q)/86.400;$$

$$Q_{\text{dia}} = K1 \times Q_{\text{méd}};$$

$$Q_{\text{hor}} = K1 \times K2 \times Q_{\text{méd}}.$$

Onde:

$Q_{\text{méd}}$: consumo médio de água (L/s);

Q_{dia} : consumo máximo diário de água (L/s);

Q_{hor} : consumo máximo horário de água (L/s);

$K1$: coeficiente de máxima vazão diária igual a 1,20;

$K2$: coeficiente de máxima vazão horária igual a 1,50;

q : consumo de água *percapita* igual a 150 L/hab/dia;

p : população (hab).

Foram considerados os seguintes critérios para o projeto:

* Produção e adução:

- Taxa de ocupação por residência, família de 5 hab/domício;
- Funcionamento do sistema de produção e adução por 12 horas;
- Consumo próprio do sistema de produção de 5% da vazão a ser tratada (lavagem de filtros, etc);
- Cálculo das perdas de carga pela Fórmula Universal com coeficientes de rugosidade K igual a 0,10 (mínimo) e 0,20 mm (máximo) para o cálculo da curva do sistema;
- No cálculo das linhas de adução foi adotado K igual a 0,20 mm para a pior situação.

No dimensionamento das unidades da produção e adução foram considerados:

- 2 conjuntos elevatórios, sendo um de reserva;
- Linhas de recalque com velocidade variando de 0,3 a 2,5 m/s;
- Linha de sucção com velocidade variando de 0,6 a máxima de 1,1 m/s.

* Reservação e distribuição:

- Volume de reservação igual a 2/3 do consumo diário (funcionamento da produção por 12 h diárias);
- Pressão estática máxima na rede igual a 50 mca e dinâmica mínima igual a 10 mca e mínimo de 8 mca para casos justificados técnicos e economicamente;



- Diâmetro mínimo nominal para rede de distribuição igual a 50 mm e para alguns casos 32 mm Para ventosas o diâmetro mínimo nominal para a rede será DN ¾";
- Tubulação de Cloreto de Polivinila (PVC), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Ferro Fundido (FºFº) e Aço Carbono;
- Cálculo das perdas de carga pela Fórmula Universal com coeficiente de rugosidade K igual a 1,0mm para as redes;
- Perda de carga máxima na rede de distribuição de 8 m/km.

10.2 – DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO

Os índices de ocupação demográficos considerados, para efeito de projeto, foram de 5 hab/residência e taxa de crescimento de 2%. Assim, as populações, vazões, reservas necessárias e previsão do número de ligações serão apresentadas a seguir:

10.2.1 – Populações, Vazões, Reservas e Número de Ligações das localidades - Subsistema 1

Tabela 10.1 – Populações, vazões, reservas, e número de ligações para São José

Ano	População (hab)	VAZÕES (L/s)					Reservação (m³)	Nº Ligações (un)
		Média	Diária	de Captação (EAB)	de Alimentação dos Reservatórios (EAT)	de Distribuição		
2009	148	0,26	0,31	0,65	0,62	0,46	18	30
2019	180	0,31	0,38	0,79	0,75	0,56	22	37
2029	220	0,38	0,46	0,96	0,92	0,69	27	44

Tabela 10.2 – Populações, vazões, reservas, e número de ligações para Novo Gosto

Ano	População (hab)	VAZÕES (L/s)					Reservação (m³)	Nº Ligações (un)
		Média	Diária	de Captação (EAB)	de Alimentação dos Reservatórios (EAT)	de Distribuição		
2009	148	0,26	0,31	0,65	0,62	0,46	18	30
2019	180	0,31	0,38	0,79	0,75	0,56	22	37
2029	220	0,38	0,46	0,96	0,92	0,69	27	44

Tabela 10.3 – Populações, vazões, reservas, e número de ligações para Boa Sorte

Ano	População (hab)	VAZÕES (L/s)					Reservação (m³)	Nº Ligações (un)
		Média	Diária	de Captação (EAB)	de Alimentação dos Reservatórios (EAT)	de Distribuição		
2009	158	0,27	0,33	0,69	0,66	0,49	19	32
2019	193	0,33	0,40	0,84	0,80	0,60	24	39
2029	235	0,41	0,49	1,03	0,98	0,73	29	47

10.2.2 – Populações, Vazões, Reservas e Número de Ligações das localidades - Subsistema 2

Tabela 10.4 – Populações, vazões, reservas, e número de ligações para Conceição

Ano	População (hab)	VAZÕES (L/s)					Reservação (m³)	Nº Ligações (un)
		Média	Diária	de Captação (EAB)	de Alimentação dos Reservatórios (EAT)	de Distribuição		
2009	122	0,21	0,26	0,54	0,51	0,38	15	25
2019	149	0,26	0,31	0,65	0,62	0,47	18	30
2029	182	0,32	0,38	0,80	0,76	0,57	22	37

Tabela 10.5 – Populações, vazões, reservas, e número de ligações para Lajes 1

Ano	População (hab)	VAZÕES (L/s)					Reservação (m³)	Nº Ligações (un)
		Média	Diária	de Captação (EAB)	de Alimentação dos Reservatórios (EAT)	de Distribuição		
2009	102	0,18	0,21	0,45	0,43	0,32	13	21
2019	124	0,22	0,26	0,54	0,52	0,39	15	25
2029	152	0,26	0,32	0,66	0,63	0,47	19	31

Tabela 10.6 – Populações, vazões, reservas, e número de ligações para Lajes 2

Ano	População (hab)	VAZÕES (L/s)					Reservação (m³)	Nº Ligações (un)
		Média	Diária	de Captação (EAB)	de Alimentação dos Reservatórios (EAT)	de Distribuição		
2009	153	0,27	0,32	0,67	0,64	0,48	19	31
2019	187	0,32	0,39	0,82	0,78	0,58	23	38
2029	227	0,39	0,47	0,99	0,95	0,71	28	46

Tabela 10.7 – Populações, vazões, reservas, e número de ligações para Alemar

Ano	População (hab)	VAZÕES (L/s)					Reservação (m³)	Nº Ligações (un)
		Média	Diária	de Captação (EAB)	de Alimentação dos Reservatórios (EAT)	de Distribuição		
2009	219	0,38	0,46	0,96	0,91	0,69	27	44
2019	267	0,46	0,56	1,17	1,34	0,84	33	54
2029	326	0,57	0,68	1,43	1,63	1,02	40	66

10.3 – CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA TOTAL

Com base na distribuição geográfica das localidades no município e a posição relativa ao Rio São Francisco, foram propostos dois subsistemas de abastecimento ficando distribuídos de montante para jusante do Rio São Francisco ao longo do trecho no município.

- Subsistema 1, atendendo às localidades de São José, Boa Sorte e Novo Gosto ;
- Subsistema 2, atendendo às localidades de Conceição, Lajes (dividida em duas redes distintas, Lajes 1 e Lajes 2) e Alemar;

10.3.1 – Vazões de captação, tratamento e elevatória de água tratada dos subsistemas estão apresentados nos quadros a seguir.

Tabela 10.8 – Vazões de projeto para o Subsistema 1

Ano	População (hab)	Vazões (L/s)		
		Média	de Captação (EAB)	de alimentação dos Reservatórios
2009	454	0,79	1,99	1,89
2019	553	0,96	2,42	2,31
2029	674	1,17	2,95	2,81

Tabela 10.9 – Vazões de projeto para o Subsistema 2

Ano	População (hab)	Vazões (L/s)		
		Média	de Captação (EAB)	de alimentação dos Reservatórios
2009	597	1,04	2,61	2,49
2019	727	1,26	3,18	3,03
2029	887	1,54	3,88	3,69

10.4 – DESCRIÇÃO BÁSICA DOS SISTEMAS

Os sistemas de produção serão compostos basicamente por captação flutuante através de balsa no Rio São Francisco, seguido por recalque de água bruta, estação de tratamento compacta, recalque de água tratada, centros de reservação (CR) e rede de distribuição.

Na área da captação temos as seguintes unidades:

- Flutuantes com capacidade para aportar dois conjuntos moto-bomba de eixo horizontal, tendo capacidade para suportar 800 kg. Seus flutuadores serão de fibra de vidro com preenchimento de poliuretano injetado e a dimensão das plataformas será de 3.000 mm por 4.500 mm. Todas as plataformas terão guarda corpo em aço. O fornecedor do flutuante também disponibilizará o sistema de fixação e ancoragem que será formado por dois cabos de aço fixados nas margens do Rio São Francisco e por dois blocos de concreto que farão o contrapeso necessário para estabilizar o flutuante no local selecionado neste projeto.
- Estação elevatória de água bruta, que recalcará água do Rio São Francisco para a estação de tratamento, através da adutora de água bruta.

Na área do tratamento temos as seguintes unidades:

- Estação compacta de tratamento de água com dupla filtração, que consiste, dentre outros equipamentos, de injeção de coagulante, seguida por filtros, flocculadores ascendentes e filtração descendente com posterior cloração e fluoração;
- Medição de vazão de água bruta e tratada;
- Casa de química possuindo os seguintes compartimentos (área construída 28,76 m²):
 - Varanda com área de 3,91 m²;
 - Área de circulação com 3,30 m²;
 - Controle e laboratório, sala que permite ao técnico a visualização de todo o laboratório com 2,94 m²;
 - Vestiário / sanitários com 1,80 m²;
 - Depósito de produtos químicos com 1,60 m²;



- Sala de preparo de produtos químicos com 2,00 m²;
- Sala de cloração com 4,83 m²;
- Sala de fluoração com 3,45 m²;

A unidade de cloração e fluoração será na própria casa de química, com pontos de aplicação no tanque de contato conforme o projeto. O sistema de cloração está interligado com o funcionamento da ETA, sendo o processo interrompido através de válvula solenóide. A tomada de água para a casa de química se dará no recalque de água tratada, dotada de válvula redutora de pressão, que garantirá pressão máxima de 20 mca e alimentará os pontos de tomada do sistema de preparação e dosagem de produtos químicos.

O depósito de produtos químicos estará próximo aos tanques de preparo e dosagem com o intuito de facilitar o manuseio dos produtos químicos no interior da casa de química.

Os locais de aplicação de produtos químicos são descritos abaixo:

- ETA Compacta: Sulfato de Alumínio, Cal e pré-cloração a ser definido pelo fornecedor;
- Tanque de contato: ponto de aplicação de flúor, cal e cloro.

A estação de tratamento pré-fabricada compacta deverá possuir resistência química na parte em contato com a água, ainda na sua forma original, isto é, sem revestimentos protetores anticorrosivos, ao ataque de produtos químicos utilizados no tratamento de água, tal como o sulfato de alumínio, cloreto férrico e outros.

São requisitos básicos desta ETA:

- Possibilitar o controle visual de todas as etapas do tratamento;
- Ser de simples operação;
- Todo o fluxo hidráulico, internamente à ETA, deverá ser por pressão, dispensando também a necessidade de quaisquer equipamentos complementares para a lavagem dos filtros;
- Sistema transportável e modular, com possibilidade de remanejamento e relocação.

É importante salientar que a ETA funcionará por 12 h para tratar a vazão prevista para final de plano e que o reservatório ETA acumulará a função de tanque de contato e a de poço de sucção.

Tabela 10.10 – Características das estações de tratamento para final de plano, por Subsistema

SISTEMA	CÓDIGO	VÃO DEBENTRADA		RECOMENDADA (Vazão Nominal)		TEMPO RECOMENDADO	VOLUME NECESSÁRIO(m³)			VOLUME RESERVOATÓRIO (m³)		VELOCIDADE DEBENTRADA
		Q _{ho}	m³/h	l/s	m³/h		l/s	h	Água de Lavagem	Contato	Sução	
1	209	10,62	2,95	10,00	2,78	12,74	11,00	5,31	0,80	17,20	20,00	18,33
2	209	13,97	3,88	15,00	4,17	11,17	11,00	6,93	1,16	19,15	20,00	18,33

Para a obtenção do volume necessário para o tanque de contato utilizou-se o tempo de 30 minutos.

A lavagem do filtros será realizada pela próprio sistema da ETA, onde deverá a bomba de lavagem deverá ser fornecida juntamente com a ETA.



10.5 – DIMENSIONAMENTO DO SUBSISTEMA 1

10.5.1 - Unidades Projetadas

O Subsistema 1 abastecerá as localidades de São José, Novo Gosto e Boa Sorte e será implementado no município de Pão de Açúcar – AL. A seguir é apresentado um breve descritivo das intervenções a serem desenvolvidas neste projeto.

- Projeto de uma elevatória de água bruta (EAB), para recalque de água bruta captada no Rio São Francisco até a ETA;
- Projeto de uma estação de tratamento de água (ETA) compacta, pré-fabricada com capacidade 10 m³/h.
- Projeto de uma casa de química, dotando-a de depósito de produtos químicos, sala de preparo e dosagem, laboratório e banheiro,
- Projeto de uma elevatória de água tratada (EAT) para cada um dos quatro trechos existentes, que são: Reservatório ETA ao CR Volante, CR Volante ao CR São José e, por fim, CR Volante ao CR Novo Gosto e ao CR Boa Sorte.
- Projeto de quatro centros de reservação sendo um apoiado e os demais elevados. O apoiado corresponde ao CR Volante, enquanto os elevados serão os CR São José, CR Novo Gosto e CR Boa Sorte;
- Projeto das redes de distribuição de água para São José, Novo Gosto e Boa Sorte.

A configuração geral do Subsistema 1 está apresentado no desenho N° PA/A/O/HS1/D01.

Figura 10.1 – Configuração geral do sistema e suas principais características – Subsistema 1

1.

SUBSISTEMA 1

I-CHUVEIRO ELEVADOR DE ÁGUA BRUTA (EAB)

Bomba: $Q=2,95 \text{ L/s}$; $H_{f \text{ ncia}}=4 \text{ cv}$; $H_{MC}=13,88 \text{ mca}$;

Adutora: 700m de extensão com tubos de PEAD 75; $v=0,67 \text{ m/s}$; $J=8,47 \text{ m/km}$;

II-CA

Filtro: $10 \text{ m}^3/\text{h}$;

Casa de Química: $25,75 \text{ m}^2$;

Reservatório CA 20 m^3 ;

Tempo de funcionamento da CA para final de plano: 12h/dia;

III-ADUTORA DE SUBSTITUIÇÃO (AD)

ADUTORA							MOTO-BOMBA	
ORDEN	DESCRIÇÃO	DD (mm)	EXTENSÃO (m)	Q (L/s)	v (m/s)	J (m/km)	H _f (cv)	H _{MC} (mca)
1	PE	150	8,54	18,33	1,04	8,25	6	17
2	PEAD	75	1.670,00	2,82	0,64	7,77	40	190
3	PEAD	75	1.480,57	2,82	0,64	7,77	10	77
4	PEAD	75	13,00	0,92	0,22	0,95		
5	PEAD	75	838,82	1,92	0,43	3,74		
6	PEAD	50	2.253,18	0,92	0,47	7,27		
7	PEAD	50	3.017,52	0,98	0,5	8,19		

IV-RESERVATÓRIO VOLUME

$V=20 \text{ m}^3$; $DH=200,30 \text{ m}$; $DE=196,80 \text{ m}$; $DU=196,50 \text{ m}$.

IV-REDE DE DISTRIBUIÇÃO E RESERVATÓRIO

REDE DE DISTRIBUIÇÃO				RESERVATÓRIO				
ORDEN	DESCRIÇÃO	DD (mm)	Q (L/s)	COMO	V (m³)	DH	DE	DU
a	OV/EB	50	0,69	Gravado	30	207,15	202	190
b	OV/EB	50 e 75	0,69	Gravado	30	241,3	236,15	224,15
c	OV/EB	50 e 75	0,73	Gravado	30	190,75	185,6	173,6

10.5.2 - Recalque de água bruta

A elevatória de água bruta (EAB) do tipo balsa flutuante recalcará água do rio São Francisco diretamente para a estação compacta de tratamento, através de uma adutora em PEAD, tendo como dados básicos para pré-dimensionamento os seguintes valores aproximados:

- Extensão da linha de recalque: 735 m;
- Vazão de recalque: $2,95 \text{ L/s} = 10,62 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Nível mínimo de sucção: 8,79 m (captação);
- Nível máximo de sucção: 19,79 m (captação);
- Hg sucção = 0,75 m (desnível entre nível da água de captação e o eixo da bomba no flutuante));
- Pressão mínima de chegada na ETA: 20,00 m.c.a.
- Cota do terreno na ETA: 24,50 m;
- $H_{g \text{ min}} \text{ recalque} = 24,50 - (19,79 + 0,75) = 3,96 \text{ m}$;

- $H_{g_{\max}} \text{ recalque} = 24,50 - (8,79 + 0,75) = 14,96 \text{ m};$
- Cálculo das perdas de carga: Fórmula Universal : $K = 0,1;$
 $K = 0,2;$
- Critérios e parâmetros de cálculo

a) Equipamentos de recalque:

Serão utilizados para o recalque de água bruta, dois conjuntos moto bomba instalados no flutuante, sendo um de reserva. O funcionamento estará intertravado com a ETA.

b) Perdas de carga:

As perdas localizadas foram calculadas com base no coeficiente “K” de cada peça, pela equação:

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

Para o cálculo das perdas de carga distribuídas, empregou-se a fórmula universal:

$$hf = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g} = J \cdot L$$

$$J = \frac{f \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

Onde:

hf: perda de carga (mca);

f: coeficiente da perda de carga (adimensional);

L: comprimento (m);

D: diâmetro hidráulico (m);

v: velocidade média na seção (m/s);

g: aceleração da gravidade (m/s^2);

J: perda de carga unitária (m/m).

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE

$$D = K \sqrt{Q} = 1,2 \sqrt{0,00295} = 0,065 \text{ m}.$$

COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS



Tabela 10.11 - Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 1 - EAB.

MATERIAL	DN (mm)	VELOCIDADE (m/s)	J (m/m)	Hf (m)	AMT _{MÁX} aproximada (mca)
PEAD	40	2.35	0.22022	154.15	189.11
PEAD	50	1.50	0.06866	48.06	83.02
PEAD	75	0.67	0.00847	5.93	40.89

Fica assim verificado e adotado o diâmetro da linha de recalque da água bruta em DN 75 em PEAD, que por sua vez, atende ao parâmetro de velocidade. Para a sucção da água bruta a tubulação será em DN 80 em FºFº.

DIÂMETRO DO BARRILETE

Foi determinado que a tubulação do barrilete será implantada em FºFº DN 80.

PERDAS DE CARGA NA SUCÇÃO

a) Perdas localizadas

Tabela 10.12 - Relação de peças da sucção do Subsistema 1 - EAB.

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Válvula de retenção com pé	80	01	1.75	1.75
Redução	80	01	0,15	0,15
Curva 90º	80	01	0,40	0,40
K_{total}	-	-	-	2,30

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 80 \text{ mm} \quad K_{total} = 2,30$$

$$Q = 2,95 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00503 \text{ m}^2$$

$$hf_{loc} = \frac{2,30 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,00503)^2} = 4.633,33 \text{ Q}^2 \text{ m};$$

b) Perdas distribuídas

$$Q = 2,95 \text{ L/s};$$

$$K = 0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,00547 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q^2 \square K_c \square 628,56;$$

$$K = 0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,00609 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q^2 \square K_c \square 699,80;$$



$$L = 1,25 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q^2 \square hf_{dis} = 785,70 \text{ Q}^2 \text{ m.}$$

$$L = 1,25 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q^2 \square hf_{dis} = 874,75 \text{ Q}^2 \text{ m.}$$

c) Perdas totais na sucção

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis}$$

$$\cdot K = 0,1 \text{ mm}$$

$$hf_T = (4.633,33 + 785,70) \text{ Q}^2 = \mathbf{5.419,03 \text{ Q}^2 \text{ m};}$$

$$\cdot K = 0,2 \text{ mm}$$

$$hf_T = (4.633,33 + 874,75) \text{ Q}^2 = \mathbf{5.508,08 \text{ Q}^2 \text{ m.}}$$

PERDAS DE CARGA NO BARRILETE

a) Localizadas

Tabela 10.13 - Relação de peças no barrilete de recalque do Subsistema 1 - EAB.

PEÇA	DN (mm)	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Válvula de retenção	80	01	2,50	2,50
Registro gaveta		01	0,20	0,20
Tê de saída lateral		02	1,30	2,60
K_{total}	-	-	-	5,30

$$\cdot hf_{loc} = \frac{K_{total} Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 80 \text{ mm} \quad K_{total} = 5,30$$

$$\cdot Q = 2,95 \text{ L/s}$$

$$\cdot A = 0,00503 \text{ m}^2$$

$$\cdot hf_{loc} = \frac{5,30 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,00503)^2} = \mathbf{10.676,80 \text{ Q}^2 \text{ m}}$$

b) Perdas distribuídas

$$Q = 2,95 \text{ L/s};$$

$$K = 0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,00547 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q^2 \square K_c \square 628,56;$$

$$L = 3,60 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q^2 \square hf_{dis} = \mathbf{2.262,82 \text{ Q}^2 \text{ m.}}$$

$$K = 0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,00609 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q^2 \square K_c \square 699,80;$$

$$L = 3,60 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q^2 \square hf_{dis} = \mathbf{2.519,28 \text{ Q}^2 \text{ m.}}$$

c) Perdas totais no barrilete

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis}$$



- $K = 0,1 \text{ mm}$ $hf_r = (10.676,80 + 2.262,82) Q^2 = \mathbf{12.939,62 Q^2 m}$
- $K = 0,2 \text{ mm}$ $hf_r = (10.676,80 + 2.519,28) Q^2 = \mathbf{13.196,08 Q^2 m}$

PERDAS DE CARGA NA LINHA DE RECALQUE

a) Localizadas

O quadro abaixo apresenta as peças que serão utilizadas ao longo da linha de recalque de água bruta. Todas as peças presentes da saída da bomba à entrada do barrilete e da saída do barrilete até a ETA farão parte dos cálculos a seguir. Para tanto, considerou-se que toda a adutora de água bruta será composta exclusivamente por tubos de PEAD, apesar de existir um trecho em mangote.

Tabela 10.14 - Relação de peças da linha de recalque do Subsistema 1 - EAB.

PEÇA	DN (mm)	QUANTIDADE	K_{parcial}	K_{total}
Curva 90°	75	03	0,40	1,20
Curva 45°	75	01	0,20	0,20
Curva 22,5°	75	02	0,10	0,20
Curva 11,25°	75	03	0,10	0,30
Ampliação	75	01	0,30	0,30
K_{total}	-	-	-	2,20

- DN 75 $\square A = 0,00442 \text{ m}^2$;
- $hf = \frac{K_{\text{total}} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A} \square hf = \frac{2,20 \cdot Q^2}{2 \cdot 9,81 \cdot (0,00442)^2} \square hf = 5.739,57 Q^2 m$

b) Distribuídas

$Q = 2,95 \text{ L/s}$;

$K = 0,1 \text{ mm}$;

$J = 0,00755 \text{ m /m}$;

$Kc = J/Q^2 \square Kc \square 857,57$;

$L = 696,40 \text{ m}$;

$hf_{\text{dis}} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \square hf_{\text{dis}} = \mathbf{597.211,75 Q^2 m}$.

$K = 0,2 \text{ mm}$;

$J = 0,00847 \text{ m /m}$;

$Kc = J/Q^2 \square Kc \square 973,28$;

$L = 696,40 \text{ m}$;

$hf_{\text{dis}} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \square hf_{\text{dis}} = \mathbf{677.792,19 Q^2 m}$.

c) Perda de carga total no recalque

- $K = 0,1 \text{ mm} \square hf = (5.739,57 + 597.211,75) \times Q^2 = \mathbf{602.951,32 Q^2 m}$
- $K = 0,2 \text{ mm} \square hf = (5.739,57 + 677.792,19) \times Q^2 = \mathbf{683.531,76 Q^2 m}$

PERDAS DE CARGAS TOTAIS NO SISTEMA



$$H_T = h_{f \text{ suc}} + h_{f \text{ barr}} + h_{f \text{ rec}}$$

- $K = 0,1 \text{ mm} \square H_{T, \text{MIN}} = (5.419,03 + 12.939,62 + 602.951,32)Q^2$;
- $K = 0,2 \text{ mm} \square H_{T, \text{MAX}} = (5.508,08 + 13.196,08 + 683.531,76)Q^2$.

- $K = 0,1 \text{ mm} \square H_{T, \text{MIN}} = 621.309,97 Q^2 \text{ m}$;
- $K = 0,2 \text{ mm} \square H_{T, \text{MAX}} = 702.235,92 Q^2 \text{ m}$.

DADOS BÁSICOS

- Vazão de recalque: $2,95 \text{ L/s} = 10,62 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Nível mínimo de sucção: 8,79 m (captação);
- Nível máximo de sucção: 19,79 m (captação);
- Pressão mínima de chegada na ETA: 20,00 mca;
- Cota do terreno na ETA: 5,60 m;
- Hg sucção = 0,75 m (desnível entre nível da água de captação e o eixo da bomba no flutuante);
- Hg recalque: desnível entre o terreno da ETA e o eixo da bomba;
- $Hg_{\text{min}} \text{ recalque} = 24,50 - (19,79 + 0,75) = 3,96 \text{ m}$;
- $Hg_{\text{máx}} \text{ recalque} = 24,50 - (8,79 + 0,75) = 14,96 \text{ m}$;

$$AMT = (Hg \text{ sucção} + Hg \text{ recalque} + PR) + H_T$$

- $K = 0,1 \text{ mm} \square AMT_{\text{MIN}} = (0,75 + 3,96 + 20) + 621.309,97 Q^2$;
- $K = 0,2 \text{ mm} \square AMT_{\text{MAX}} = (0,75 + 14,96 + 20) + 702.235,92 Q^2$.

- $K = 0,1 \text{ mm} \square AMT_{\text{MIN}} = 24,71 + 621.309,97 Q^2$;
- $K = 0,2 \text{ mm} \square AMT_{\text{MAX}} = 35,71 + 702.235,92 Q^2$;

Com o intuito de confirmar os cálculos executados para adução de água bruta efetuou-se uma modelagem do sistema com o emprego do EPANET que gerou imagens e planilhas que seguem na sequência.

Figura 10.2 – EPANET geral do Subistema 1 - AAB



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA
GERAL

Dia 1, 2:00 PM

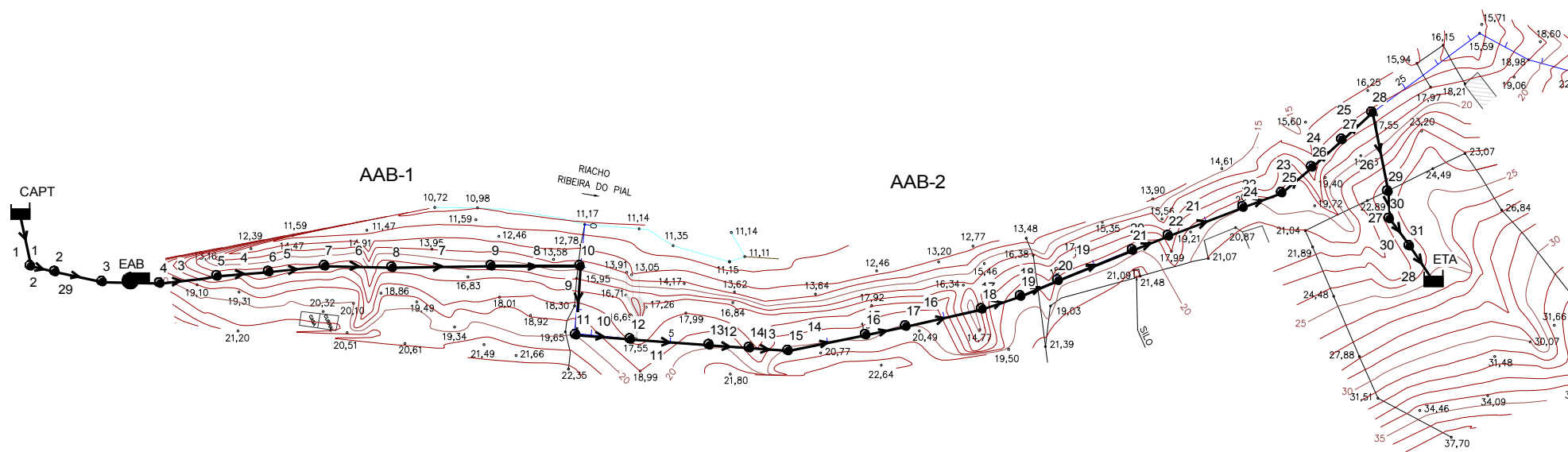


Figura 10.3 – EPANET parcial 1 do Subsistema 1 - AAB



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA
PARCIAL
AAB-1

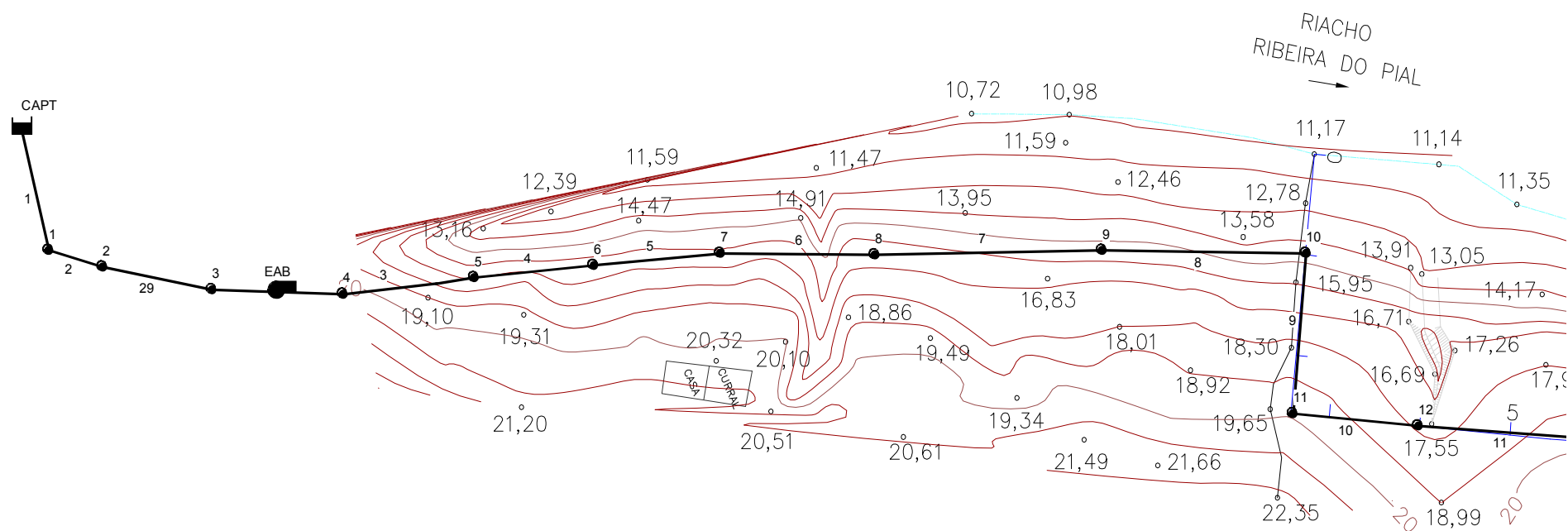


Figura 10.4 – EPANET parcial 2 do Subsistema 1 - AAB



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA
PARCIAL
AAB-2

Dia 1, 2:00 PM

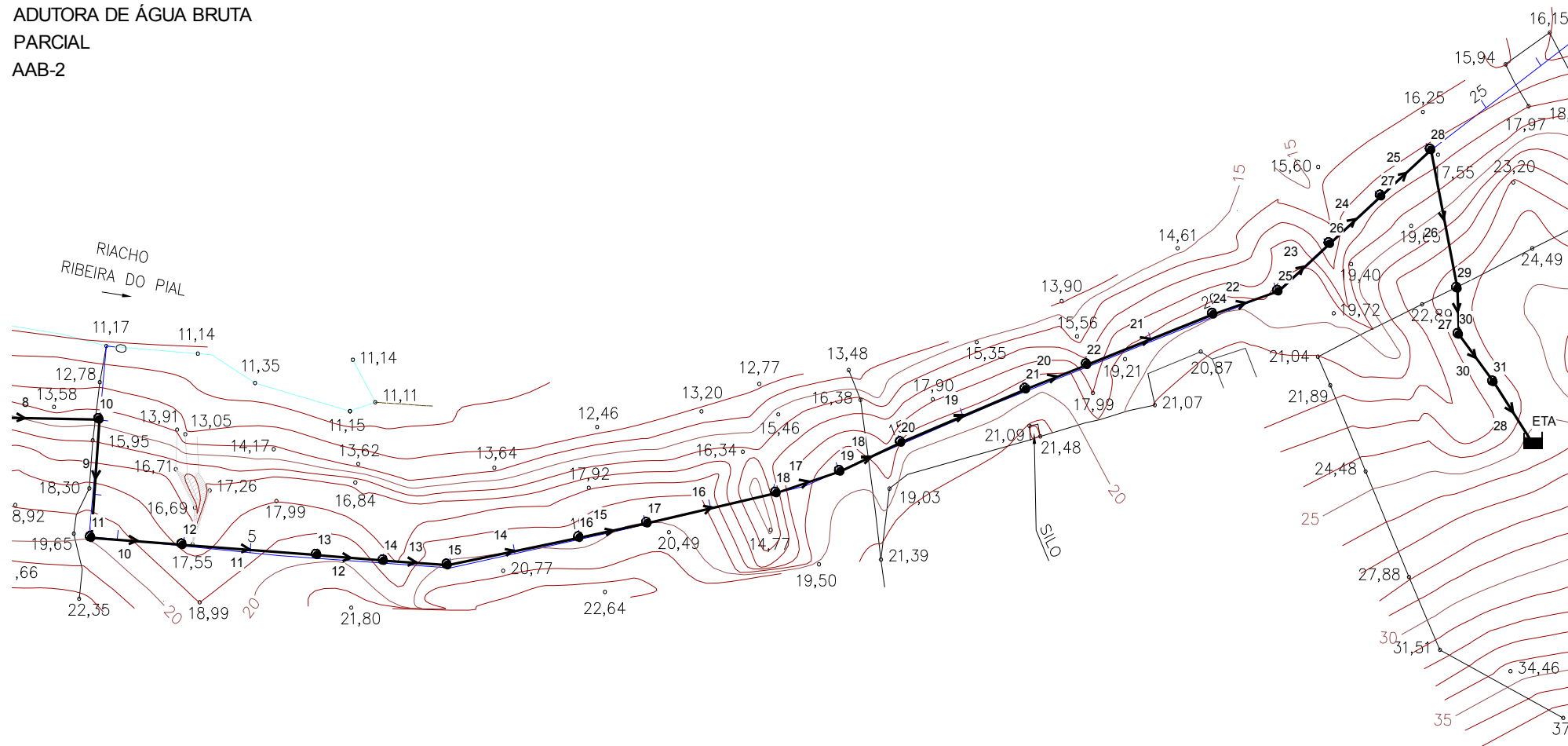


Tabela 10.15 - Características dos trechos do Subsistema 1- EAB

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	CAPT	1	100	75	2,95	0,67	8,55
2	1	2	2	75	2,95	0,67	8,55
3	4	5	35	75	2,95	0,67	8,55
4	5	6	35	75	2,95	0,67	8,55
5	6	7	35	75	2,95	0,67	8,55
6	7	8	35	75	2,95	0,67	8,55
7	8	9	35	75	2,95	0,67	8,55
8	9	10	35	75	2,95	0,67	8,55
9	10	11	32	75	2,95	0,67	8,55
10	11	12	28	75	2,95	0,67	8,55
11	12	13	40	75	2,95	0,67	8,55
12	13	14	20	75	2,95	0,67	8,55
13	14	15	20	75	2,95	0,67	8,55
14	15	16	40	75	2,95	0,67	8,55
15	16	17	20	75	2,95	0,67	8,55
16	17	18	40	75	2,95	0,67	8,55
17	18	19	20	75	2,95	0,67	8,55
18	19	20	20	75	2,95	0,67	8,55
19	20	21	40	75	2,95	0,67	8,55
20	21	22	20	75	2,95	0,67	8,55
21	22	24	40	75	2,95	0,67	8,55
22	24	25	20	75	2,95	0,67	8,55
23	25	26	20	75	2,95	0,67	8,55
24	26	27	20	75	2,95	0,67	8,55
25	27	28	20	75	2,95	0,67	8,55
26	28	29	35	75	2,95	0,67	8,55
27	29	30	27	75	2,95	0,67	8,55
28	31	ETA	100	75	2,95	0,67	8,55
29	2	3	20	75	2,95	0,67	8,55
30	30	31	2	75	2,95	0,67	8,56
EAB	3	4	#N/A	#N/A	2,95	0,00	-43,88

Tabela 10.16 - Características dos nós do Subsistema 1- EAB

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)
1	8,79	0,00	7,94	-0,85
2	8,80	0,00	7,93	-0,87
3	8,80	0,00	7,76	-1,04
4	20,56	0,00	51,63	31,07
5	17,06	0,00	51,33	34,27
6	16,57	0,00	51,04	34,47
7	16,17	0,00	50,74	34,57
8	17,57	0,00	50,44	32,87
9	16,57	0,00	50,14	33,57
10	14,83	0,00	49,84	35,01
11	18,06	0,00	49,56	31,50
12	17,88	0,00	49,32	31,44
13	19,88	0,00	48,98	29,10
14	18,64	0,00	48,81	30,17
15	20,37	0,00	48,64	28,27
16	19,59	0,00	48,30	28,71
17	20,15	0,00	48,13	27,98
18	16,66	0,00	47,78	31,12
19	19,69	0,00	47,61	27,92
20	19,22	0,00	47,44	28,22
21	19,65	0,00	47,10	27,45
22	17,30	0,00	46,93	29,63
24	20,04	0,00	46,59	26,55
25	19,23	0,00	46,42	27,19
26	16,57	0,00	46,25	29,68
27	17,82	0,00	46,07	28,25
28	17,35	0,00	45,90	28,55
29	24,54	0,00	45,60	21,06
30	24,54	0,00	45,37	20,83
31	24,55	0,00	45,36	20,81
CAPT	8,80	-2,95	8,80	0,00
ETA	44,50	2,95	44,50	0,00

*A cota do terreno do reservatório do subsistema 1 de Pão de Açúcar para este cálculo, foi considerada igual a 44,50 m diferentemente do que ocorre na realidade cuja cota correta é 24,50 m. Somou-se ao seu valor real mais 20 m devido à exigência do filtro da ETA para funcionar de maneira satisfatória, conforme orientação dos fornecedores do equipamento.

A altura manométrica da bomba obtida pelo EPANET foi de 43,85 mca.

CURVAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

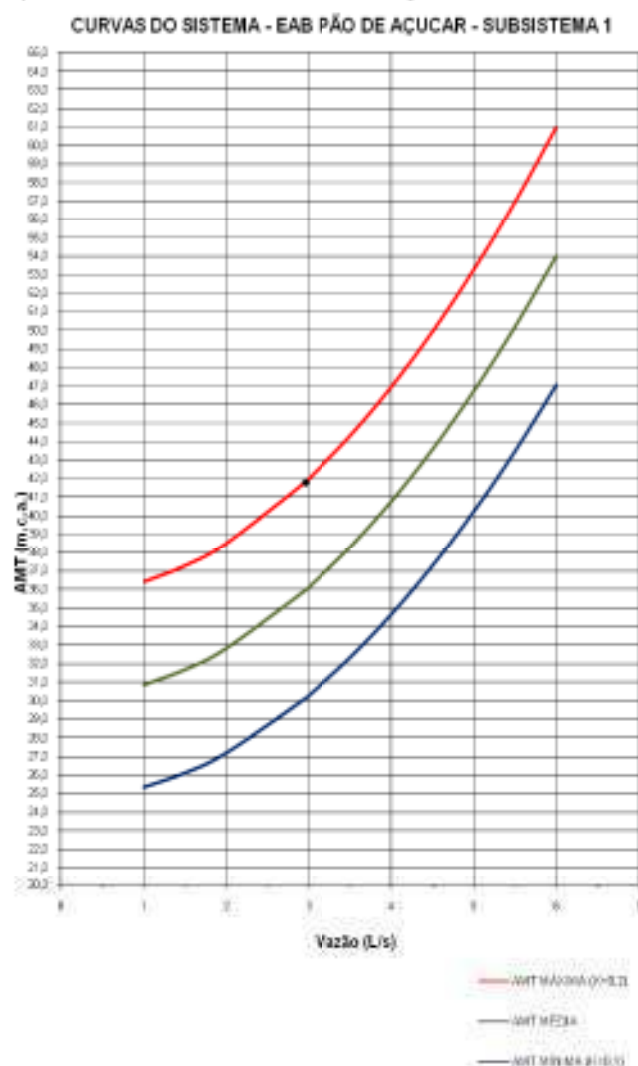
Utilizando a equação da altura manométrica encontrada em função de Q^2 nos cálculos anteriores, foi possível determinar valores para a AMT para as diversas vazões, fato este que possibilita a construção da curva da bomba.

Tabela 10.17 - Valores das curvas características do Subsistema 1 - EAB.

QUADRO DA CURVA DO SISTEMA ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA			
PÃO DE AÇÚCAR - SUBSISTEMA 1			
VAZÃO (L/s)	AMT_{mín} (m.c.a.)	AMT_{méd} (m.c.a.)	AMT_{máx} (m.c.a.)
1,00	25,33	30,87	36,41
1,50	26,11	31,70	37,29
2,00	27,20	32,86	38,52
2,95	30,12	35,97	41,82
3,00	30,30	36,17	42,03
3,50	32,32	38,32	44,31
4,00	34,65	40,80	46,95
4,50	37,29	43,61	49,93
5,00	40,24	46,75	53,27
5,50	43,50	50,23	56,95
6,00	47,08	54,03	60,99

Para a vazão máxima prevista para fim de plano, isto é, para o ano de 2029, a altura manométrica será de 41,82 mca conforme a curva apresentada abaixo.

Figura 10.5 – Curvas da EAB para o Subsistema 1 – Pão de Açúcar



A altura manométrica máxima da bomba obtida pelo EPANET foi de 43,88 mca aproximando-se, portanto, do valor calculado anteriormente que foi de 41,82 mca. Será adotada a de maior valor, ou seja, 43,88 mca.

Figura 10.6 – Curva da bomba do Subsistema 1 - EAB

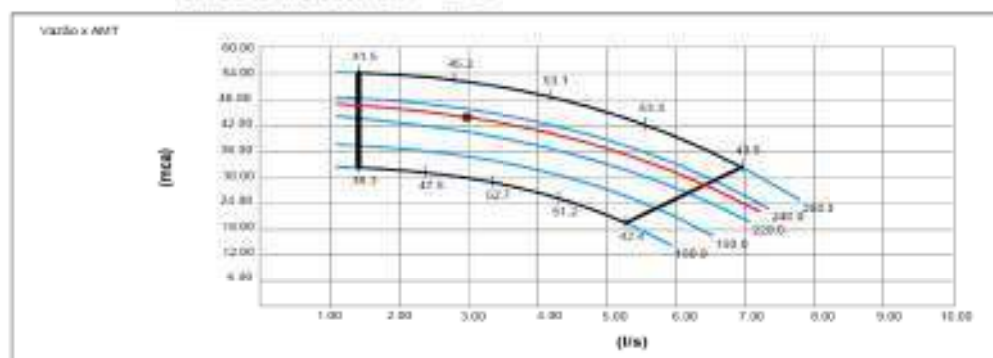


Figura 10.7 – Curva do rendimento da bomba do Subsistema 1 - EAB

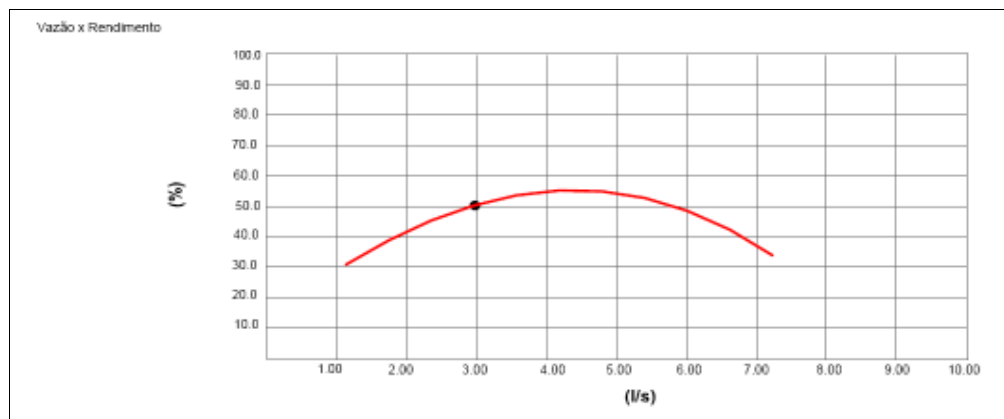


Figura 10.8 – Curva da potência da bomba do Subsistema 1 - EAB

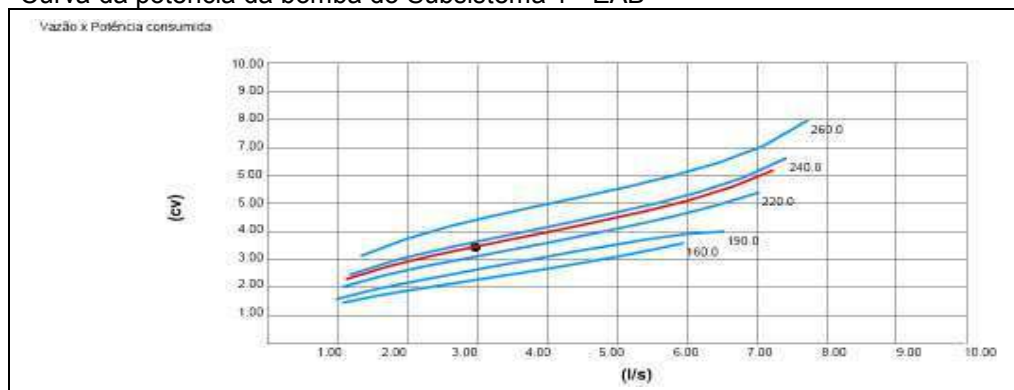
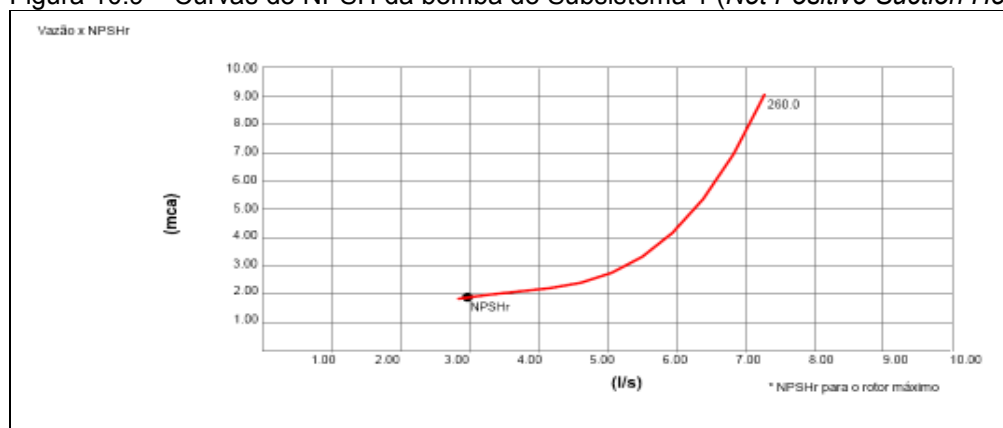


Figura 10.9 – Curvas do NPSH da bomba do Subsistema 1 (*Net Positive Suction Head*) - EAB



DADOS BÁSICOS PARA ESPECIFICAÇÃO

- Quantidade de bombas implantadas: = 1 + 1 reserva instalada;
- Vazão da bomba = 2,95 L/s = 10,62 m³/h;
- AMT = 43,88 mca.

EQUIPAMENTO INDICADO – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BOMBA

Bomba ITAP 40-330/2



Tipo: centrífuga multiestágio;

Vazão da bomba: 2,95 L/s;

Rendimento: 50 %;

AMT: 43,88 mca

Rotação: 1.720 rpm;

Motor: trifásico, P = 4 cv.

VERIFICAÇÃO DO NPSH

$$\text{NPSH}_{\text{disponível}} = \square H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10^{-3} - h_{f_{\text{sucção}}}$$

$$\text{NPSH}_{\text{requerido}} \leq \text{NPSH}_{\text{disponível}}$$

Onde:

$\text{NPSH}_{\text{disponível}}$: energia disponível no líquido na entrada da bomba

H: altura da água de sucção ; 1,25 - 0,50 = 0,75

P_a : pressão atmosférica (adotado 1,0 kgf/cm²);

P_v : pressão vapor (0,02383 kg/cm² a 20°C);

\square : peso específico da água (1,0 kgf/dm³);

$h_{f_{\text{sucção}}}$: perda de carga na sucção (0,0479 mca);

$\text{NPSH}_{\text{requerido}}$: 1,94 mca

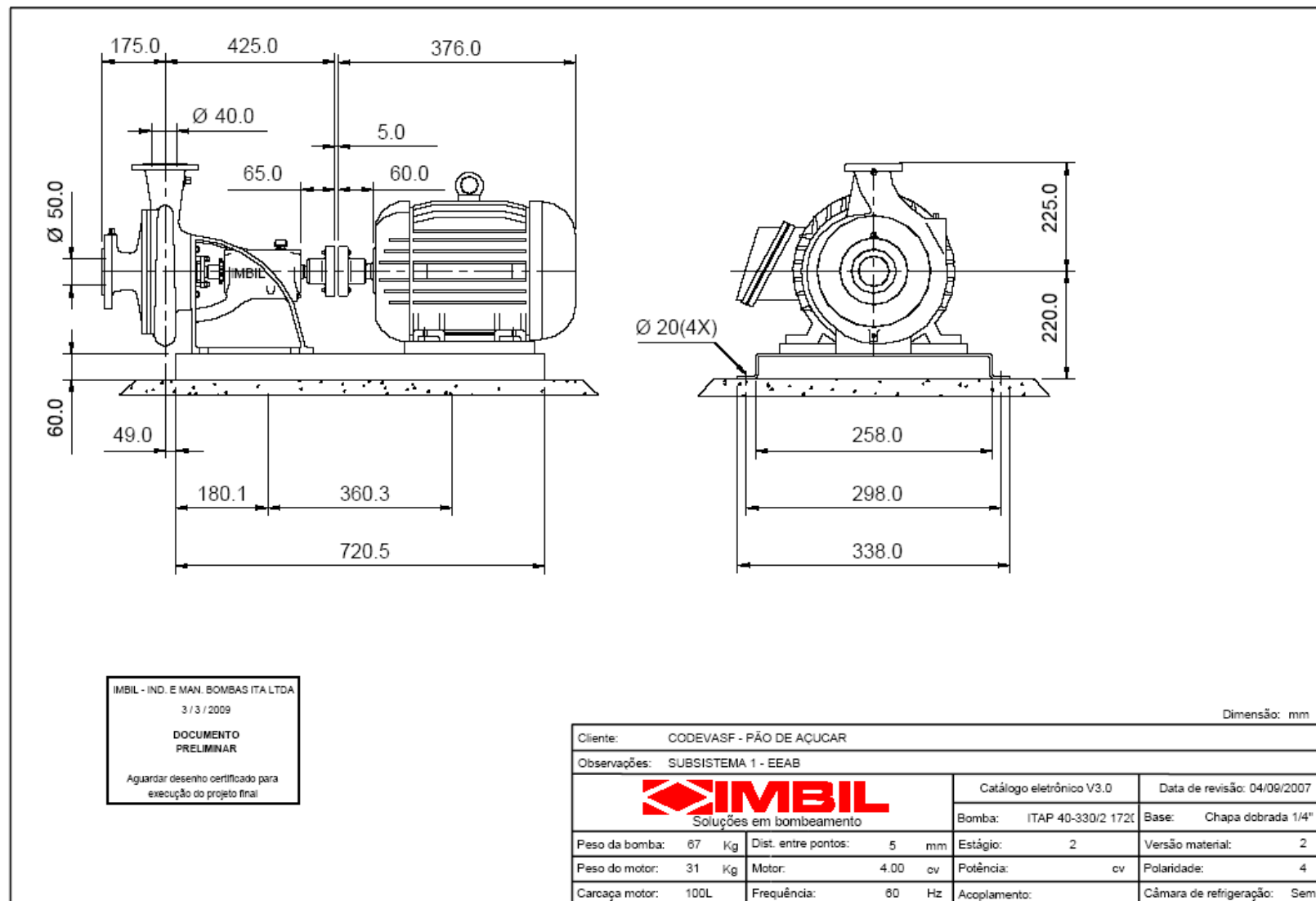
$$\text{NPSH}_{\text{disponível}} = - 0,75 + \frac{1,0 - 0,02383}{1} \times 10^{-3} - 0,0479 = 8,96 \text{ mca}$$

$\text{NPSH}_{\text{disponível}}$ (8,96 mca) \geq $\text{NPSH}_{\text{requerido}}$ (1,94 mca)



Figura 10.10 – Dimensões da bomba do Subsistema 1- EAB





10.5.2.1 - Blocos de Ancoragem:

O dimensionamento dos blocos de ancoragem da adutora de água bruta foi feito a partir das equações que seguem abaixo:

- Empuxo para curvas

$$E = 2 (S \times \gamma \times h) \times \sin (\alpha/2)$$

- Empuxo para tês, CAPs e registros

$$E = S \times \gamma \times h$$

Onde:

E: empuxo (kgf);

S: área da seção da tubulação (m²);

γ : peso específico da água (1000 kg/m³);

h: altura manométrica (mca).

Admite-se a tensão admissível do solo $\sigma = 1 \text{ kg/cm}^2$, com isso, utilizando a equação seguinte pode-se encontrar a área do bloco.

$$A = E / \sigma \text{ (cm}^2\text{)}$$

Onde:

A: área do bloco (cm²);

E: empuxo (kgf);

σ : tensão admissível do solo (adotado 1 kg/cm²);

Deste modo, como a tensão do solo adotada foi de 1 kg/cm² a área terá mesmo valor numérico do empuxo. Com isso, a tabela abaixo apresenta as áreas dos blocos de ancoragem para diferentes pressões e diâmetros das peças encontradas nesta ocasião. O detalhamento dos blocos de ancoragem da adutora, com as suas dimensões e as características do concreto, se encontra na folha OO/O/O/HBA/D04.



Tabela 10.18 - Áreas dos blocos de ancoragem da adutora de água bruta do Subsistema 1

PEÇAS	Pressão (mca) DN(mm)	20	40	60	80	100
Curvas 11° e 15°	75	17,32	34,64	51,96	69,28	86,60
Curvas 22° e 30°	75	34,47	68,95	103,42	137,90	172,37
Curvas 45°	75	67,62	135,25	202,87	270,50	338,12
Curvas 90°	75	124,95	249,90	374,86	499,81	624,76
Tês	75	88,35	176,71	265,06	353,42	441,77

10.5.2.2 – Descargas

Para o dimensionamento da descarga utiliza-se a equação seguinte:

$$\frac{D}{d} = 65 \sqrt{\frac{T \sqrt{Z_m}}{L}}$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (75 mm ou 0,075 m);

d: diâmetro da descarga (adotado 50 mm ou 0,05 m);

T: tempo de esvaziamento da adutora (h);

Z_m: carga média disponível (m);

L: (L₁ + L₂) extensão total da adutora entre os pontos altos nos quais há admissão de ar (m).

$$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

Onde:

Z₁: carga no ponto mais alto 1 (m);

Z₂: carga no ponto mais alto 2 (m);

O dimensionamento das descargas instaladas na adutora de água bruta será feito considerando tempo máximo de esvaziamento de 2 horas. Será efetuado o cálculo da descarga para o trecho da adutora que tenha a maior distância entre Z₁ e Z₂, que corresponde ao caso mais crítico para a realização da descarga. O diâmetro encontrado para esta situação também será utilizado nas demais descargas desta adutora.

Tabela 10.19 – Descargas da adutora de água bruta do Subsistema 1

Peça	Estaca	Cota (m)	L (m)	Zm (m)	DN (mm)	Tempo de Esvaziamento (h)
Caixa de manobra	A9	16,99	241,49	4,99	75	0,058
Descarga 1	A3	12,91				
Ventosa 1	2+11,491	18,33				

Diâmetros adotados para as descargas da adutora de água bruta: DN 50 mm.

10.5.2.3 – Ventosas

Para o dimensionamento das ventosas será utilizada a equação:

$$d \geq D / 12$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (m);

d: diâmetro da descarga (m);

Para D= 75 mm => d = 6,25 mm

Adotado: d = 25 mm (DN ¾")

-

10.5.3 – Estação de tratamento de água

A Estação de tratamento de água será do tipo pré-fabricada compacta com capacidade para 10 m³/h. O tratamento será do tipo convencional através de floco-decantadores ascendentes e dupla filtração. Esta unidade deverá ter as seguintes dimensões aproximadas para a sua base: 4,00 m x 5,00 m, com cota de terreno 24,5 m. A taxa de filtração exigida pelo fornecedor é de 100,8 m³/m².dia para o filtro ascendente e 180 m³/m³.dia para o filtro descendente.

Esta estação deverá possuir resistência química na parte em contato com a água, ainda na sua forma original, isto é, sem revestimentos protetores anticorrosivos ao ataque de produtos químicos utilizados no tratamento de água, tal como sulfato de alumínio, cloreto férrico e outros.

Tabela 10.20 - Características das estações de tratamento de água do Subsistema 1



CÓDIGO	VAZÃO DECADESCENTE		RECOMENDADA (Vazão Nominal)		FORNEDS RECOMENDADO	VOLUME DE RESERVATÓRIO (m³)			VOLUME DE RESERVATÓRIO (m³)		VELOCIDADE DE LAVAGEM DOS FILTROS
	h	m³/h	h	m³/h	h	Água de Lavagem	Contato	Sução	Total	Enolado	
209	7,16	1,99	10,00	2,78	8,60	11,00	3,58	0,60	15,18	20,00	18,33
209	8,71	2,42	10,00	2,78	10,45	11,00	4,36	0,73	16,08	20,00	18,33
209	10,62	2,95	10,00	2,78	12,74	11,00	5,31	0,89	17,20	20,00	18,33

A unidade pré-fabricada será composta por:

- Dois dispositivos de mistura rápida para injeção de produtos químicos, três bombas dosadoras e uma bomba para recalque da água de descarga de fundo dos floco-decantadores ascendentes. Das três bombas dosadoras, uma será disponibilizada para a dosagem do sulfato de alumínio, enquanto as outras duas serão para aplicação de cal, uma na filtração e outra no tanque de contato.
- Três floco-decantadores de fluxo ascendente;
- Três filtros de areia de fluxo descendente.

A lavagem dos filtros se dará sob pressão graças à presença de um sistema de bombeamento que levará água do reservatório da ETA até os filtros garantindo o nível de pressão exigido pelo fornecedor do equipamento (15 mca).

Os cálculos dos componentes químicos que comporão o tratamento da água são demonstrados a seguir.

PRODUTOS QUIMICOS

Para a realização dos cálculos das quantidades de produtos exigidos e de suas vazões de aplicação utilizou-se as dosagens de referência apontadas abaixo:

Tabela 10.21 – Dosagens de referência para aplicação de produtos químicos

PRODUTOS	CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS		DOSAGENS DE REFERÊNCIA (mg/L)		
	Massa específica (kg/L)	Pureza (%)	Máximo	Mínimo	Enolada
Hidróxido de Cálcio	0,85	100,00	6,50	0,00	3,25
Sulfato de Alumínio	1,20	60,60	20,00	5,00	15,00
Fluossilicato de Sódio	1,20	12,00	1,00	0,70	0,80
Hipoclorito de Sódio	0,85	65,00	3,00	1,00	1,00

APLICAÇÃO DE CAL HIDRATADA

- Características básicas:

Produto: Hidróxido de cálcio (cal hidratada)

Fórmula química: $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Estado físico: sólido (pó)



Forma de recebimentos: sacos de 20 kg

Vazão final de água bruta: 2,95 L/s = 10,62 m³/h.

- Especificações: produto comercial sólido (em pó) com massa específica aparente da ordem de 0,65 kg/L e 65% em massa de CaO.
- Dosagens de referência: 3,25 mg/L;
- Concentração da solução de dosagem: 100 g/L;
- Vazão da bomba dosadora:

$$q = \frac{Q \cdot D}{1000 \cdot C}$$

Sendo:

q: vazão da solução de dosagem (bomba dosadora);

Q: vazão da água bruta (para o ano de 2029, Q= 2,95 L/s);

D: dosagem de referência (D= 3,25 mg/L);

C: concentração da solução de dosagem (C= 100 g/L).

Tabela 10.22 – Volume do tanque de preparo e dosagem de cal do Subsistema 1

CENÁRIO	Vazão da bomba dosadora (q)		Volume do tanque de preparo e dosagem (necessário para 12 h)	Volume do tanque de preparo e dosagem (Adotado)	Número de tanques
	L/s	L/h	L	L	
Ano					
2009	0,00006	0,23	2,79	50	1
2019	0,00008	0,28	3,40	50	1
2029	0,00010	0,35	4,14	50	1

O tanque de dosagem de cal deverá ser adquirido em separado da ETA.

- Quantidade de produto demandada por dia (funcionamento de 12 h/dia):

$$Q_p = \frac{Q \cdot D \cdot 12}{1000 \cdot \rho}$$

Sendo:

Qp: quantidade de produto por dia (kg/dia);

Q: vazão da água bruta (m³/h);

D: dosagem de referência (D= 3,25 mg/L);

ρ: massa específica aparente (ρ = 0,65 kg/L).

Tabela 10.23 – Quantidade demandada de cal do Subsistema 1



Ano	Vazão Despesa		Consumo	
	m³/h	L/s	Gal	
			kg/dia	kg/mês
2009	7,16	1,99	0,43	12,90
2019	8,71	2,42	0,52	15,68
2029	10,62	2,95	0,64	19,12

- Armazenamento: (peso do produto comercial necessário para 30 dias de atendimento):
≈ 1 saco de 20 Kg.

APLICAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO

- Características básicas:

Produto: Sulfato

Fórmula química: $Al_2(SO_4)_3$

Estado físico: sólido (granular)

Forma de recebimentos: sacos de 50 kg

Vazão final: 2,95 L/s = 10,62 m³/h

- Especificações: produto comercial sólido (granular) com massa específica aparente da ordem de 0,85 kg/L e grau de pureza de 100%;
- Dosagens de referência: 15,00 mg/L;
- Concentração da solução de dosagem: 100 g/L;
- Vazão da bomba dosadora:

$$q = \frac{Q \cdot D}{1000 \cdot C}$$

Sendo:

Q: vazão da solução de dosagem da bomba dosadora (L/s);

Q: vazão da água bruta (para o ano de 2029, Q= 2,95 L/s);

D: dosagem de referência (D= 15,00 mg/L);

C: concentração da solução de dosagem (C= 100 g/L).

Tabela 10.24 - Volume do tanque de preparo e dosagem de sulfato de alumínio do Subsistema 1



CENÁRIO	Vazão da bomba dosadora (q)		Volume do tanque de preparo e dosagem (necessário para 12 h)	Volume do tanque de preparo e dosagem (Adotado)	Número de tanques
Ano	L/s	L/h	L	L	
2009	0,00030	1,07	12,90	50	1
2019	0,00036	1,31	15,68	50	1
2029	0,00044	1,59	19,12	50	1

A bomba dosadora de sulfato de alumínio e o tanque de preparo deverá ser fornecido juntamente com a ETA.

- Quantidade de produto demandada por dia (funcionamento de 12 h/dia):

$$Q_p = \frac{Q \cdot D \cdot 18}{1000 \cdot \rho}$$

Sendo:

Qp: quantidade de produto por dia (kg/dia);

Q: vazão da água bruta (m³/h);

D: dosagem de referência (D= 15,00 mg/L);

ρ: massa específica aparente (ρ = 0,85 kg/L).

Tabela 10.25 – Quantidade demandada de sulfato para o Subsistema 1

CENÁRIO	VAZÃO DEMANDADA		CONSUMO	
Ano	m³/h	L/s	Sulfato	
			kg/dia	kg/mês
2009	7,16	1,99	1,52	45,51
2019	8,71	2,42	1,84	55,35
2029	10,62	2,95	2,25	67,47

- Armazenamento: (peso do produto comercial necessário para 30 dias de atendimento):
≈ 100 Kg ou 2 sacos de 50 Kg.

APLICAÇÃO DE FLUOSSILICATO DE SÓDIO

- Características básicas:

Produto: Fluossilicato de sódio;

Fórmula química: Na₂SiF₆;

Estado físico: pó;

Forma de recebimentos: sacos de 50 kg;

Vazão final: 2,95 L/s = 10,62 m³/h.



A dosagem de fluossilicato de sódio foi calculada de acordo com as recomendações estabelecidas pela empresa fornecedora dos equipamentos adotados para a execução das dosagens. Deste modo, segue abaixo o cálculo da quantidade de flúor ativo exigida.

$$f = Q \times C$$

Sendo:

f: quantidade de flúor por hora (g/h);

Q: vazão da água bruta (Q= 10,62 m³/h);

C: dosagem de referência (C= 0,8 mg/L).

$$f = 10,62 \times 0,8$$

$$f = 8,50 \text{ g de flúor /h}$$

Abaixo segue o cálculo do dosador de flúor através da equação:

$$q = f / c$$

Sendo:

q: vazão a ser dosada por hora (L/h);

f: quantidade de flúor por hora (8,50 g de flúor /h);

c: concentração do produto a ser dosado (c= 4,27 g/L);

$$q = 8,50 / 4,27$$

$$q = 1,99 \text{ L/h}$$

Definição da quantidade de fluossilicato de sódio (fs):

$$fs = q \times 7,2$$

$$fs = 1,99 \times 7,2$$

$$fs = 14,33 \text{ g de Na}_2\text{SiF}_6/\text{h}$$

Assim, conforme o fabricante o equipamento utilizado será o Hidrosat 250. Como o funcionamento da ETA será de 12 horas o consumo diário de Na₂SiF₆ é igual a 171,96 g/dia e o mensal igual a 5,16 kg/mês.

O sistema de fluoração contará com os seguintes dispositivos:



- Saturador 250;
- Dosadora Kratos 053.

APLICAÇÃO DE CLORO

– Características básicas:

Produto: cloreto de sódio (sal de cozinha);

Fórmula química: NaCl;

Estado físico: sólido ;

Forma de recebimentos: saco de 50 kg;

Vazão final: 2,95 L/s = 10,62 m³/h.

Para a realização da cloração será utilizado um equipamento que utiliza o cloreto de sódio (sal de cozinha) para gerar o cloro. Os cálculos seguem, portanto, o roteiro especificado pelo fornecedor. A determinação da quantidade de cloro (CL) exigida para o tratamento segue a seguir:

$$CL = Q \times t \times C$$

Onde:

CL: quantidade de cloro exigida para o tratamento (g/dia);

Q: vazão da água bruta (Q= 10,62 m³/h);

t: tempo de operação da ETA (h);

C: dosagem de referencia para o cloro (C=1 mg/L).

$$CL = 10,62 \times 12 \times 1$$

$$CL = 127,44 \text{ g de Cl/dia}$$

Com isso, o aparelho gerador escolhido foi o GE 50. O consumo de sal é decorrente da quantidade de cloro exigida já que a relação do equipamento é que para cada quilo de cloro produzido se gasta 4,5 kg de NaCl. Assim, serão gastos 573,48 kg deste insumo por dia, ou seja, 17,20 kg/mês. Assim, os sistema contará com as seguintes unidades:

Com isso, o sistema de cloração contará com:

- Hidrogerox GE 50;
- Uma dosadora Kratos modelo 053;
- Reservatório para Hipoclorito de 100 L.

Figura 10.11 – Resumo dos equipamentos de cloração e fluoração do Subsistema 1



CONJUNTO GE 50 + HIDROSAT 250 FLUOR	
HIDROGEROX GE 50 G10 220VCA BIF.	CONJUNTO GERADOR DE SOLUÇÃO DESINFETANTE A BASE DE CLORO A PARTIR DA DISSOCIAÇÃO ELETROLÍTICA DO CLORETO DE SÓDIO (SAL DE COZINHA), COM CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE ATÉ 350 GRAMAS DE CLORO ATIVO POR DIA NECESSITANDO DE 8 HORAS DE OPERAÇÃO PARA CADA BATELADA, COMPOSTO DE FONTE DE CORRENTE CONTÍNUA, ALIMENTAÇÃO DE 220VCA; REATOR COM ELETRODOS DE TITÂNIO E REVESTIMENTO COM LIGA DE METAIS NOBRES.
DOSADORA KRATOS 053 PMMA 220VCA	DOSADORA ELETROMAGNÉTICA COM DIAFRAGMA COM REGULAGEM MANUAL ATRAVÉS DE POTENCIOMETRO FRONTAL, COM CAPACIDADE DE ATÉ 05 L/H - 3 BAR, CABEÇOTE EM ACRÍLICO, DIAFRAGMA E VÁLVULAS EM TEFLON, VÁLVULA DE RETENÇÃO EM VITON, CAIXA EM ABS E MANGUEIRAS EM POLIPROPILENO LEITOSA.
RESERVATORIO PVC 100 L AUT - HIPOCLORITO	RESERVATÓRIO EM PVC AUTOMATIZADO PARA PRODUTOS QUÍMICOS COM CAPACIDADE DE ATÉ 100 L COM Ø 400MM E ALTURA 1000MM.
HIDROSAT 250 MM 50 FLUOR 220 VCA	SATURADOR DE FLUOSSILICATO DE SÓDIO COM CORPO EM PVC COM CAPACIDADE PARA ATÉ 50 KILOS DE SOLUÇÃO, COMPOSTO POR UM QUADRO DE AUTOMAÇÃO COM VÁLVULA DE ENTRADA SIMPLES E KIT PROVETA. POSSUI VISOR EM ACRÍLICO COM INDICAÇÃO DE NÍVEL MÁXIMO E MÍNIMO.
DOSADORA KRATOS 053 PMMA 220VCA	DOSADORA ELETROMAGNÉTICA COM DIAFRAGMA COM REGULAGEM MANUAL ATRAVÉS DE POTENCIOMETRO FRONTAL, COM CAPACIDADE DE ATÉ 05 L/H - 3 BAR, CABEÇOTE EM ACRÍLICO, DIAFRAGMA E VÁLVULAS EM TEFLON, VÁLVULA DE RETENÇÃO EM VITON, CAIXA EM ABS E MANGUEIRAS EM POLIPROPILENO LEITOSA.

TANQUE DE RETENÇÃO

Os efluentes da ETA, oriundos da lavagem dos filtros, são encaminhado para tanques de retenção. O detalhamento do tanque pode ser verificado na prancha “Tanque de retenção dos efluentes da ETA” cuja identificação é PA/A/O/HTR/D01/B00.

Tabela 10.26 - Dimensões do tanque de retenção do Subsistema 1

TANQUE DE RETENÇÃO												
Capacidade da ETA (m³/h)	Volume Nominal (m³)	Volume Útil (m³)	Dimensões (m)								Diâmetro (mm)	
			Grisla		Lâmina D'água		Fundo		Profundidade total	Profundidade útil		
			A	B	C1	C2	a	b	D	h	Chegada	Saida
10,00	15,00	15,00	7,00	5,40	6,40	4,80	4,20	2,60	1,10	0,80	300	200

10.5.4 - Recalque de água tratada

10.5.4.1 - Estação elevatória de água tratada - EAT

Recalcará água do reservatório da ETA até os reservatórios das localidades que compõem este subsistema. O subsistema em questão contará com 2 estações elevatórias de água tratada (EEAT) que interligarão os seguintes trechos:

Tabela 10.27 – Elevatórias de água tratada do subsistema 1

EEAT	TRECHO
1	Reservatório ETA ao CR Volante
2	Reservatório Volante aos CRs São José, Novo Gosto e Boa Sorte

Critérios e parâmetros de cálculo

a) Equipamentos de recalque:

Dois conjuntos de recalque sendo um de reserva instalado.

b) Perdas de carga:

As perdas localizadas foram calculadas com base no coeficiente “K” de cada peça, pela equação:

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

Para o cálculo das perdas de carga distribuídas, empregou-se a fórmula universal:



$$hf = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g} = J \cdot L$$

$$J = \frac{f \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

Onde:

hf: perda de carga (mca);

f: coeficiente da perda de carga (adimensional);

L: comprimento (m);

D: diâmetro hidráulico (m);

v: velocidade média na seção (m/s);

g: aceleração da gravidade (m/s²);

J: perda de carga unitária (m/m).

10.5.4.1.1 – EEAT 1

TRECHO: ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA AO CENTRO DE RESERVAÇÃO VOLANTE

- NA do CR Volante: 200,30 m;
- Nível do recalque: 23,29 m;
- Extensão da linha de recalque em PEAD: 1.670 m;
- Vazão no trecho = 2,82 L/s;

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE

- $D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00282} = 0,064 \text{ m}.$

COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS

Tabela 10.31 – Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 1 - EAT 1

MATERIAL	DN (mm)	VELOCIDADE (m/s)	J(m/m)	hf (m)
PEAD	50	1.44	0.06287	104,99



PEAD	75	0.64	0.00777	12,98
PEAD	100	0.36	0.00181	3,02

DN adotado para a sucção: 80 mm em F°F°;

DN adotado para o recalque: 75 mm PEAD;

PERDAS DE CARGA NA SUCÇÃO

a) Perdas localizadas

Tabela 10.32 – Relação de peças da sucção do Subsistema 1 – EAT 1

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Redução	80	01	0,15	0,15
Registro	80	02	0,20	0,40
Tê de passagem direta	80	01	0,60	0,60
Crivo	80	01	0,75	0,75
Curva 90°	80	03	0,40	1,20
K_{total}	-	-	-	3,10

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 80 \text{ mm} \quad K_{total} = 3,10$$

$$Q = 2,82 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00503 \text{ m}^2$$

$$hf_{loc} = \frac{3,10 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,00503)^2} = 6.244,92 \text{ Q}^2 \text{ m.}$$

b) Perdas distribuídas

$$Q = 2,82 \text{ L/s};$$

$$K = 0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,00503 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Q^2 \square Kc \square 632,51;$$

$$L = 9,53 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \square hf_{dis} = 6.027,82 \text{ Q}^2.$$

$$K = 0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,00559 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Q^2 \square Kc \square 702,93;$$

$$L = 9,53 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \square hf_{dis} = 6.698,92 \text{ Q}^2.$$

c) Perdas totais na sucção

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis}$$



- $K = 0,1 \text{ mm}$ $hf_r = (6.244,92 + 6.027,82) Q^2 = 12.272,74 Q^2 \text{ m};$
- $K = 0,2 \text{ mm}$ $hf_r = (6.244,92 + 6.698,92) Q^2 = 12.943,84 Q^2 \text{ m}.$

Através de simulações e análises do EPANET obteve-se, para este trecho, uma altura manométrica igual a 190 mca. As imagens e as tabelas geradas a partir desta modelagem se encontram no item 10.5.4.2 do presente capítulo.

Figura 10.17 – Tabela de seleção da bomba do Subsistema 1 – EAT 1

Altura manométrica de 60 a 220 mc.a. - Vazão máxima 39 m³/h

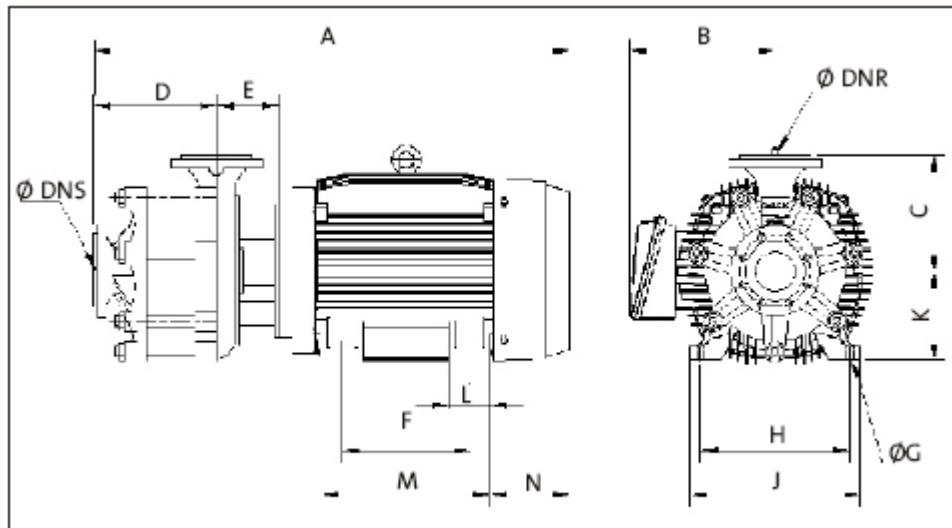
Modelo		Pot. HP	Nº de Estag.	Altura manométrica total (mc.a.)																				AMSV (mc.a.) *	
				60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210		220
Novo	Antigo			Vazão em metros cúbicos por hora																					
MF-25-86	HV2A-10X	12,5	2		30	26,9	22,5	15	5															86	
MF-25-100	HV2C-11	15	2			33,8	30,7	26,9	22,5	17,5	10	0												100	
MF-25-118	HV2F-12	20	2					38	36,3	33,2	29,4	25	15											118	
MF-25-124	HV2G-13	25	2						39	37,5	34,4	31,3	22,5	10										124	
MF-25-139	HV32AD-12	20	3									33,2	28,2	23,8	15									139	
MF-25-155	HV3EA-13	25	3											31,3	26,3	18,8	8,8							155	
MF-25-179	HV43AC-13	25	4											34	31,9	28,2	25,7	18,8	11,3					179	
MF-25-200	HV4C-14	30	4													33,8	30,7	26,9	22,5	17,5	10	0		200	
MF-25-186	HV3G-14	30	3													38	31,3	26,3	18,8	10				186	
MF-25-175	HV32EG-14	30	3													30,7	25	17,5	6,2					175	
MF-25-224	HV4E-15	40	4																33,2	30	25,7	20	13,8	5	224

Sucção: 2 1/2" - Recalque: 2" flangeado DIN 2534 - opcional ANSI B36

(*) Altura máxima sem vazão

Para a situação em questão optou-se pelo modelo MF-25-200 da Mark Grundfos com 40 cv de potência, que atende à altura manométrica necessária de 190 mca e à vazão de 2,82 L/s ou 10,15 m³/h.

Figura 10.18 – Dimensões da bomba do Subsistema 1 - EAT 1



Modelo		Pot. cv	Conexões *		Dimensões (mm)													
Novo	Antigo		DNS	DNR	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	
MF-25-86	HV2A-10X	12,5	2 1/2"	2"	657	208	190	198	56	178	12	216	248	132	55	225	112	
MF-25-100	HV2C-11	15			657	208	190	198	56	178	12	216	248	132	55	225	112	
MF-25-118	HV2F-12	20			733	240	190	198	56	210	15	254	308	160	60	256	138	
MF-25-124	HV2G-13	25			733	240	190	198	56	210	15	254	308	160	60	256	138	
MF-25-139	HV2F-12	20			789	240	190	254	56	210	15	254	308	160	60	256	138	
MF-25-155	HV3EA-13	25			789	240	190	254	56	210	15	254	308	160	60	256	138	
MF-25-179	HV43AC-13	25			845	240	190	310	56	210	15	254	308	160	60	256	138	
MF-25-200	HV4C-14	30			889	240	190	310	56	254	15	254	308	160	60	300	138	
MF-25-186	HV3G-14	30			833	240	190	254	56	254	15	254	308	160	60	300	138	
MF-25-174	HV32EG-14	30			833	240	190	254	56	254	15	254	308	160	60	300	138	
MF-25-224	HV4E-15	40			973	290	190	310	56	267	19	318	385	200	80	332	175	

* FLANGE DIN 2534 - opcional ANSI B16.

DADOS BÁSICOS PARA ESPECIFICAÇÃO

- Quantidade de bombas implantadas: = 1 + 1 reserva instalada;
- Vazão da bomba = 2,82 L/s (10,15 m³/h);
- AMT máx = 190 mca.

EQUIPAMENTO INDICADO – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BOMBA

Bomba Mark Grundfos - MF-25-200

Tipo: centrífuga multi-estágio;

Vazão da bomba: 2,82 L/s (10,15m³/h);

AMT: 190 mca

Rotação: 3.500 rpm;

Motor: trifásico, P = 40 cv.

VERIFICAÇÃO DO NPSH

$$NPSH_{\text{disponível}} = \square H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10^{-3} - h_{f_{\text{sucção}}}$$

$$NPSH_{\text{requerido}} \leq NPSH_{\text{disponível}}$$

Onde:

$NPSH_{\text{disponível}}$: energia disponível no líquido na entrada da bomba

H: altura da água de sucção (1,86 m);

P_a : pressão atmosférica (adotado 1,0 kgf/cm²);

P_v : pressão vapor (0,02383 kg/cm² a 20°C);

\square : peso específico da água (1,0 kgf/dm³);

$h_{f_{\text{sucção}}}$: perda de carga na sucção (0,1029 mca);

$$NPSH_{\text{disponível}} = 1,86 + \frac{1,0 - 0,02383}{1} \times 10^{-3} - 0,1029 = 11,52 \text{ mca}$$

10.5.4.1.2.1 - Blocos de ancoragem:

O dimensionamento dos blocos de ancoragem da adutora de água tratada foi feito a partir das equações que seguem abaixo:

- Empuxo para curvas

$$E = 2 (S \times \square \times h) \times \sin (\square/2)$$

- Empuxo para tês, CAPs e registros

$$E = S \times \square \times h$$

Onde:

E: empuxo (kgf);

S: área da seção da tubulação (m²);

\square : peso específico da água (1000 kg/m³);

h: altura manométrica (mca).

Admite-se a tensão admissível do solo $\square = 1 \text{ kg/cm}^2$, com isso, utilizando a equação seguinte pode-se encontrar a área do bloco.



$$A = E / \square \text{ (cm}^2\text{)}$$

Onde:

A: área do bloco (cm²);

E: empuxo (kgf);

\square : tensão admissível do solo (adotado 1 kg/cm²);

Deste modo, como a tensão do solo adotada foi de 1 kg/cm² a área terá mesmo valor numérico do empuxo. Com isso, a tabela abaixo apresenta as áreas dos blocos de ancoragem para diferentes pressões e diâmetros das peças encontradas neste trecho da adutora que vai da ETA ao reservatório Volante (trecho 1). O detalhamento dos blocos de ancoragem da adutora, com as suas dimensões e as características do concreto, se encontra na folha OO/O/O/HBA/D04.

Tabela 10.33 - Áreas dos blocos de ancoragem da adutora de água tratada do Subsistema 1 – Trecho 1

PEÇAS	Pressão (mca) DN (mm)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Curvas 45°	75	67,62	135,25	202,87	270,50	338,12	405,74	473,37	540,99	608,61	676,24
Curvas 90°	75	124,95	249,90	374,86	499,81	624,76	749,71	874,67	999,62	1.124,57	1.249,52
Tês	75	88,35	176,71	265,06	353,42	441,77	530,13	618,48	706,84	795,19	883,55

10.5.4.1.2.2 – Descargas

Para o dimensionamento da descarga utiliza-se a equação seguinte:

$$\frac{D}{d} = 65 \sqrt{\frac{T \sqrt{Z_m}}{L}}$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (75 mm ou 0,075 m);

d: diâmetro da descarga (adotado 50 mm ou 0,05 m);

T: tempo de esvaziamento da adutora (h);

Z_m: carga média disponível (m);

L: (L₁ + L₂) extensão total da adutora entre os pontos altos nos quais há admissão de ar (m).

$$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

Onde:

Z₁: carga no ponto mais alto 1 (m);

Z₂: carga no ponto mais alto 2 (m);



O dimensionamento das descargas instaladas na adutora de água bruta será feito considerando tempo máximo de esvaziamento de 2 horas. Será efetuado o cálculo da descarga para o trecho da adutora que tenha a maior distância entre Z_1 e Z_2 , que corresponde ao caso mais crítico para a realização da descarga. O diâmetro encontrado para esta situação também será utilizado nas demais descargas desta adutora.

Tabela 10.34 – Descargas da adutora de água bruta do Subsistema 1 – Trecho 1

Peça	Estaca	Cota (m)	L (m)	Zm (m)	DN (mm)	Tempo de Esvaziamento (h)
Início da adutora	24+15,52	15,52	644,48	41,44	50	0,053
Descarga 1	27	14,19				
Ventosa 1	57	95,734				

Diâmetros adotados para as descargas da adutora de água bruta: DN 50 mm.

10.5.4.1.2.3 – Ventosas

Para o dimensionamento das ventosas será utilizada a equação:

$$d \geq D / 12$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (m);

d: diâmetro da descarga (m);

Para D= 75 mm => d = 6,25 mm

Adotado: d = 25 mm (DN ¾")

10.5.4.1.3 – EEAT 3

TRECHO: CENTRO DE RESERVAÇÃO VOLANTE AOS RESERVATÓRIOS DAS LOCALIDADES

- Nível do recalque: 195,18 m;
- Extensão da linha de recalque em PEAD: 4.580 m (do Reservatório Volante ao CR Novo Gosto);
- Vazão no trecho = 2,82 L/s;

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE

- $D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00282} = 0,064 \text{ m}.$

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE



$$D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00282} = 0,064 \text{ m.}$$

COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS

Tabela 10.35 – Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 1 - EAT 2

MATERIAL	DN (mm)	VELOCIDADE (m/s)	J(m/m)	hf (m)
PEAD	50	1.44	0.06287	104,99
PEAD	75	0.64	0.00777	12,98
PEAD	100	0.36	0.00181	3,02

DN adotado para a sucção: 80 mm em FºFº;

DN adotado para o recalque: 75 mm PEAD;

PERDAS DE CARGA NA SUCÇÃO

a) Perdas localizadas

Tabela 10.36 - Relação de peças da sucção do Subsistema 1 – EAT 2

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Redução	80	01	0,15	0,15
Registro	80	02	0,20	0,40
Tê de passagem direta	80	01	0,60	0,60
Crivo	80	01	0,75	0,75
Curva 90º	80	03	0,40	1,20
K_{total}	-	-	-	3,10

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 80 \text{ mm} \quad K_{total} = 3,10$$

$$Q = 2,82 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00503 \text{ m}^2$$

$$hf_{loc} = \frac{3,10 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,00503)^2} = 6.244,92 \text{ Q}^2 \text{ m.}$$

b) Perdas distribuídas

$$Q = 2,82 \text{ L/s;}$$

$$K = 0,1 \text{ mm;}$$

$$|K = 0,2 \text{ mm;}$$



$$J = 0,00503 \text{ m/m};$$

$$K_c = J/Q^2 \square K_c \square 632,51;$$

$$L = 9,53 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Qi^2 \square hf_{dis} = 6.027,82 \text{ Q}^2.$$

$$J = 0,00559 \text{ m/m};$$

$$K_c = J/Q^2 \square K_c \square 702,93;$$

$$L = 9,53 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Qi^2 \square hf_{dis} = 6.698,92 \text{ Q}^2.$$

c) Perdas totais na sucção

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis}$$

$$K = 0,1 \text{ mm}$$

$$hf_T = (6.244,92 + 6.027,82) \text{ Q}^2 = 12.272,74 \text{ Q}^2 \text{ m};$$

$$K = 0,2 \text{ mm}$$

$$hf_T = (6.244,92 + 6.698,92) \text{ Q}^2 = 12.943,84 \text{ Q}^2 \text{ m}$$

Com o EPANET foi possível encontrar a altura manométrica da segunda adutora de água tratada que foi de 77 mca.

Figura 10.19 - Curva da bomba do Subsistema 1 – EAT 2

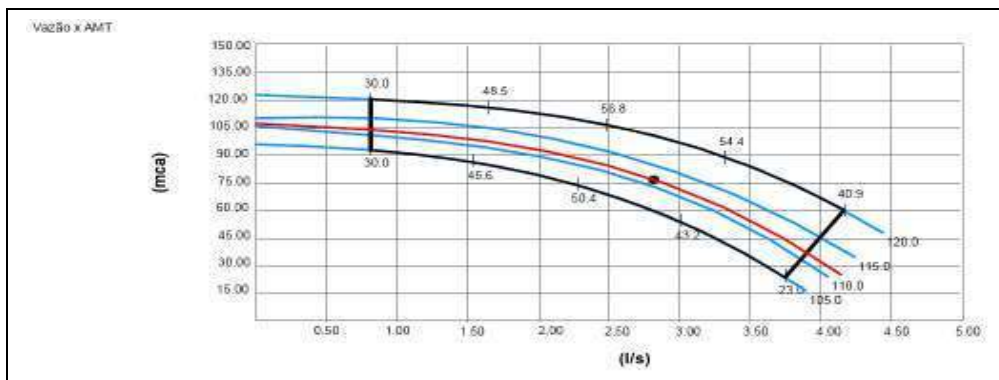


Figura 10.20 - Curva do rendimento da bomba do Subsistema 1 – EAT 2

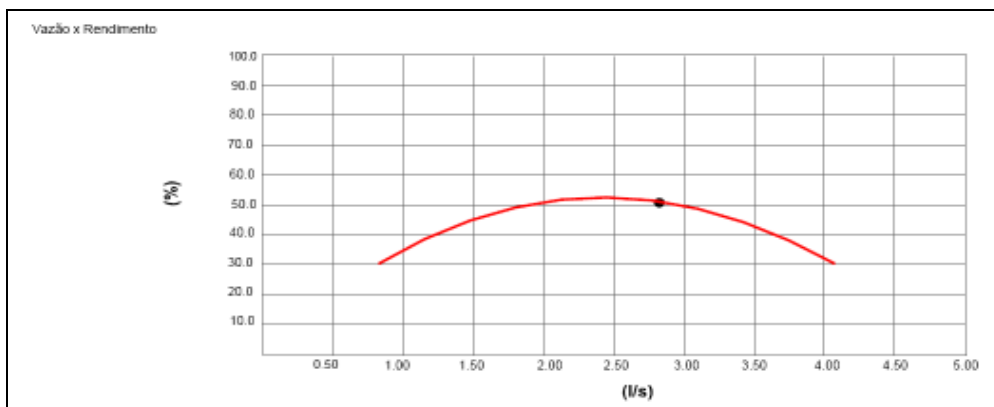


Figura 10.21 - Curva da potência da bomba do Subsistema 1 – EAT 2

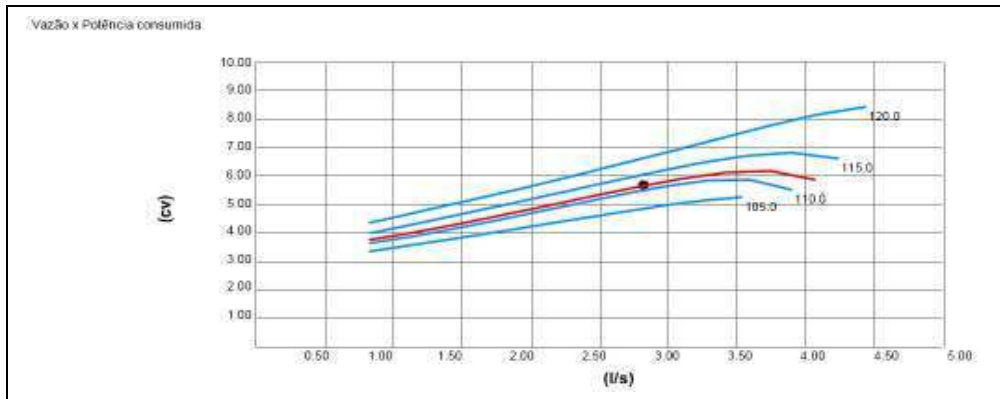
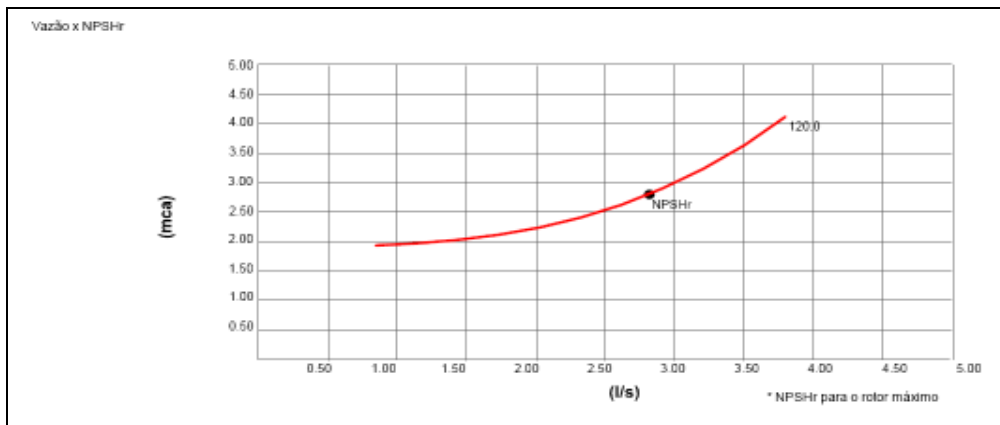


Figura 10.22 - Curvas do NPSH da bomba do Subsistema 1 (*Net Positive Suction Head*) – EAT 3



DADOS BÁSICOS PARA ESPECIFICAÇÃO

- Quantidade de bombas implantadas: = 1 + 1 reserva instalada;
- Vazão da bomba = 2,82 L/s (10,15 m³/h);
- AMT = 77 mca.

EQUIPAMENTO INDICADO – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BOMBA

Bomba da Imbil: BEW 32-4

Tipo: centrífuga multi-estágio;

Vazão da bomba: 2,82 L/s (10,15 m³/h);

Rendimento: 50,7 %;

AMT: 77 mca;

Rotação: 3.500 rpm;

Motor: trifásico, P = 10 cv.

VERIFICAÇÃO DO NPSH

$$NPSH_{\text{disponível}} = \square H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10^{-3} - h_{f_{\text{sucção}}}$$

$$NPSH_{\text{requerido}} \leq NPSH_{\text{disponível}}$$

Onde:

$NPSH_{\text{disponível}}$: energia disponível no líquido na entrada da bomba

H: altura da água de sucção (1,97 m);

P_a : pressão atmosférica (adotado 1,0 kgf/cm²);

P_v : pressão vapor (0,02383 kg/cm² a 20°C);

\square : peso específico da água (1,0 kgf/dm³);

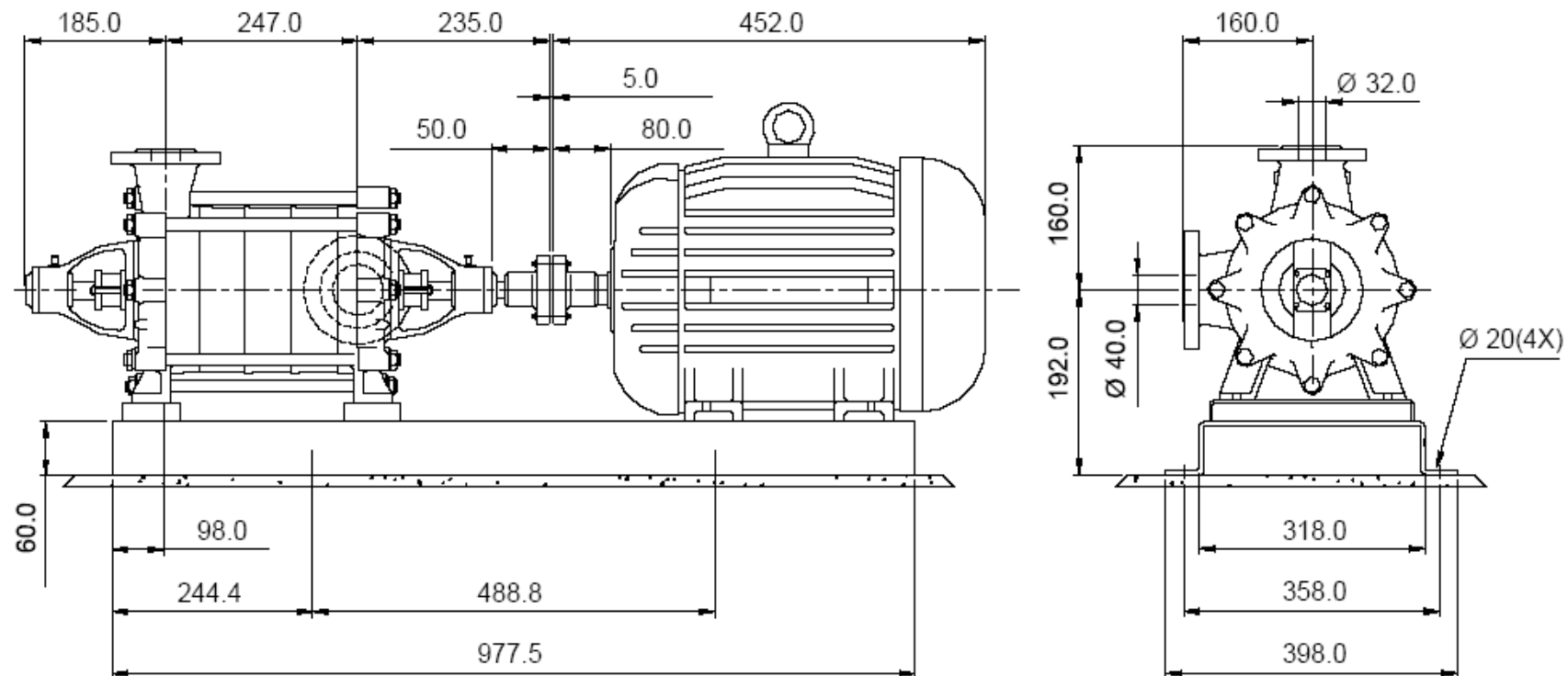
$h_{f_{\text{sucção}}}$: perda de carga na sucção (0,1029 mca);

$NPSH_{\text{requerido}}$: 2,80 mca

$$NPSH_{\text{disponível}} = 1,97 + \frac{1,0 - 0,02383}{1} \times 10^{-3} - 0,1029 = 11,63 \text{ mca}$$

$$NPSH_{\text{disponível}} (11,63 \text{ mca}) \geq NPSH_{\text{requerido}} (2,80 \text{ mca})$$

Figura 10.23 - Dimensões da bomba – EAT 2



IMBIL - IND. E MAN. BOMBAS ITA LTDA
3 / 3 / 2009

DOCUMENTO
PRELIMINAR

Aguardar desenho certificado para
execução do projeto final

Dimensão: mm

Cliente: CODEVASF - PÃO DE AÇUCAR

Observações: SUBSISTEMA 1 - EEAT3

IMBIL

Catálogo eletrônico V3.0

Data de revisão: 04/09/2007



10.5.4.1.3.1 - Blocos de ancoragem:

O dimensionamento dos blocos de ancoragem da adutora de água tratada foi feito a partir das equações que seguem abaixo:

- Empuxo para curvas

$$E = 2 (S \times \rho \times h) \times \sin (\alpha/2)$$

- Empuxo para tês, CAPs e registros

$$E = S \times \rho \times h$$

Onde:

E: empuxo (kgf);

S: área da seção da tubulação (m²);

ρ : peso específico da água (1000 kg/m³);

h: altura manométrica (mca).

Admite-se a tensão admissível do solo $\sigma = 1 \text{ kg/cm}^2$, com isso, utilizando a equação seguinte pode-se encontrar a área do bloco.

$$A = E / \sigma \text{ (cm}^2\text{)}$$

Onde:

A: área do bloco (cm²);

E: empuxo (kgf);

σ : tensão admissível do solo (adotado 1 kg/cm²);

Deste modo, como a tensão do solo adotada foi de 1 kg/cm² a área terá mesmo valor numérico do empuxo. Com isso, a tabela abaixo apresenta as áreas dos blocos de ancoragem para diferentes pressões e diâmetros das peças encontradas no trecho que vai do reservatório Volante aos reservatórios das localidades. O detalhamento dos blocos de ancoragem da adutora, com as suas dimensões e as características do concreto, se encontra na folha OO/O/O/HBA/D04.



Tabela 10.37 - Áreas dos blocos de ancoragem da adutora de água tratada do Subsistema 1 – Trecho 2

PEÇAS	Pressão (mca) DN(mm)	20	40	60	80	100	120	140	160
Curvas 45°	50	30,06	60,11	90,17	120,22	150,28	180,33	210,39	240,44
Curvas 90°	50	55,53	111,07	166,60	222,14	277,67	333,21	388,74	444,28
Curvas 90°	75	124,95	249,90	374,86	499,81	624,76	749,71	874,67	999,62
Tês	50	39,27	78,54	117,81	157,08	196,34	235,61	274,88	314,15
Tês	75	88,35	176,71	265,06	353,42	441,77	530,13	618,48	706,84

10.5.4.1.3.2 – Descargas

Para o dimensionamento da descarga utiliza-se a equação seguinte:

$$\frac{D}{d} = 65 \sqrt{\frac{T \sqrt{Z_m}}{L}}$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (75 mm ou 0,075 m);

d: diâmetro da descarga (adotado 50 mm ou 0,05 m);

T: tempo de esvaziamento da adutora (h);

Z_m: carga média disponível (m);

L: (L₁ + L₂) extensão total da adutora entre os pontos altos nos quais há admissão de ar (m).

$$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

Onde:

Z₁: carga no ponto mais alto 1 (m);

Z₂: carga no ponto mais alto 2 (m);

O dimensionamento das descargas instaladas na adutora de água tratada será feito considerando tempo máximo de esvaziamento de 2 horas. Será efetuado o cálculo da descarga para o trecho da adutora que tenha a maior distância entre Z₁ e Z₂, que corresponde ao caso mais crítico para a realização da descarga. O diâmetro encontrado para esta situação também será utilizado nas demais descargas desta adutora.

Tabela 10.38 – Descargas da adutora de água tratada do Subsistema 1 – Trecho 2

Peça	Estaca	Cota (m)	L (m)	Zm (m)	DN (mm)	Tempo de Esvaziamento (h)
Ventosa 1	125	189,213	1.560	41,03	50	0,13
Descarga 1	150+11,73	155,812				
Ventosa 1	203	204,467				

Diâmetros adotados para as descargas da adutora de água bruta: DN 50 mm.

10.5.4.1.3.3 – Ventosas

Para o dimensionamento das ventosas será utilizada a equação:

$$d \geq D / 12$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (m);

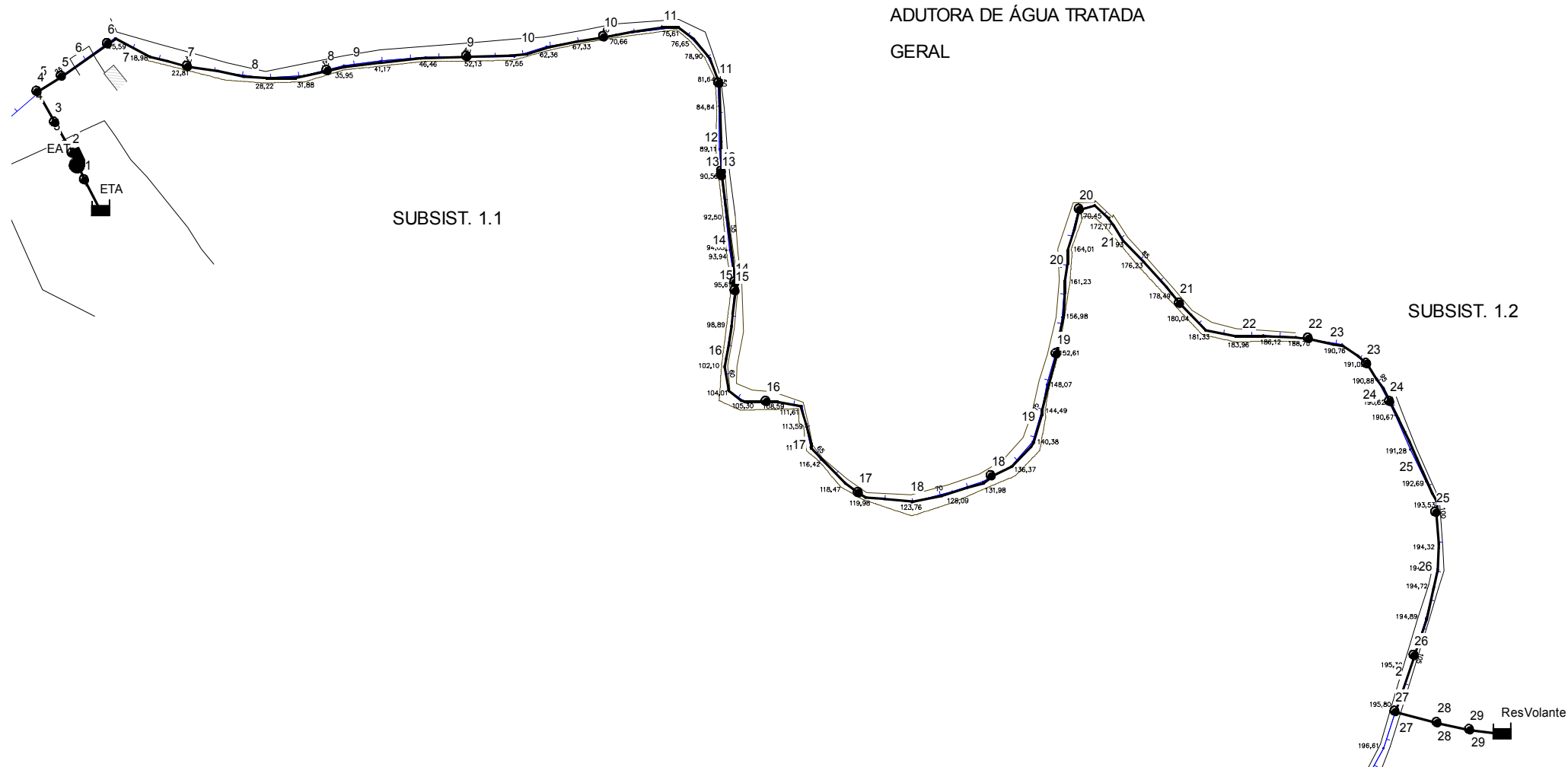
d: diâmetro da descarga (m);

Para D= 75 mm => d = 6,25 mm

Adotado: d = 25 mm (DN ¾")

Figura 10.24 – EPANET geral do Subsistema 1 – Trecho 1 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
 SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO
 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
 GERAL



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 1.1

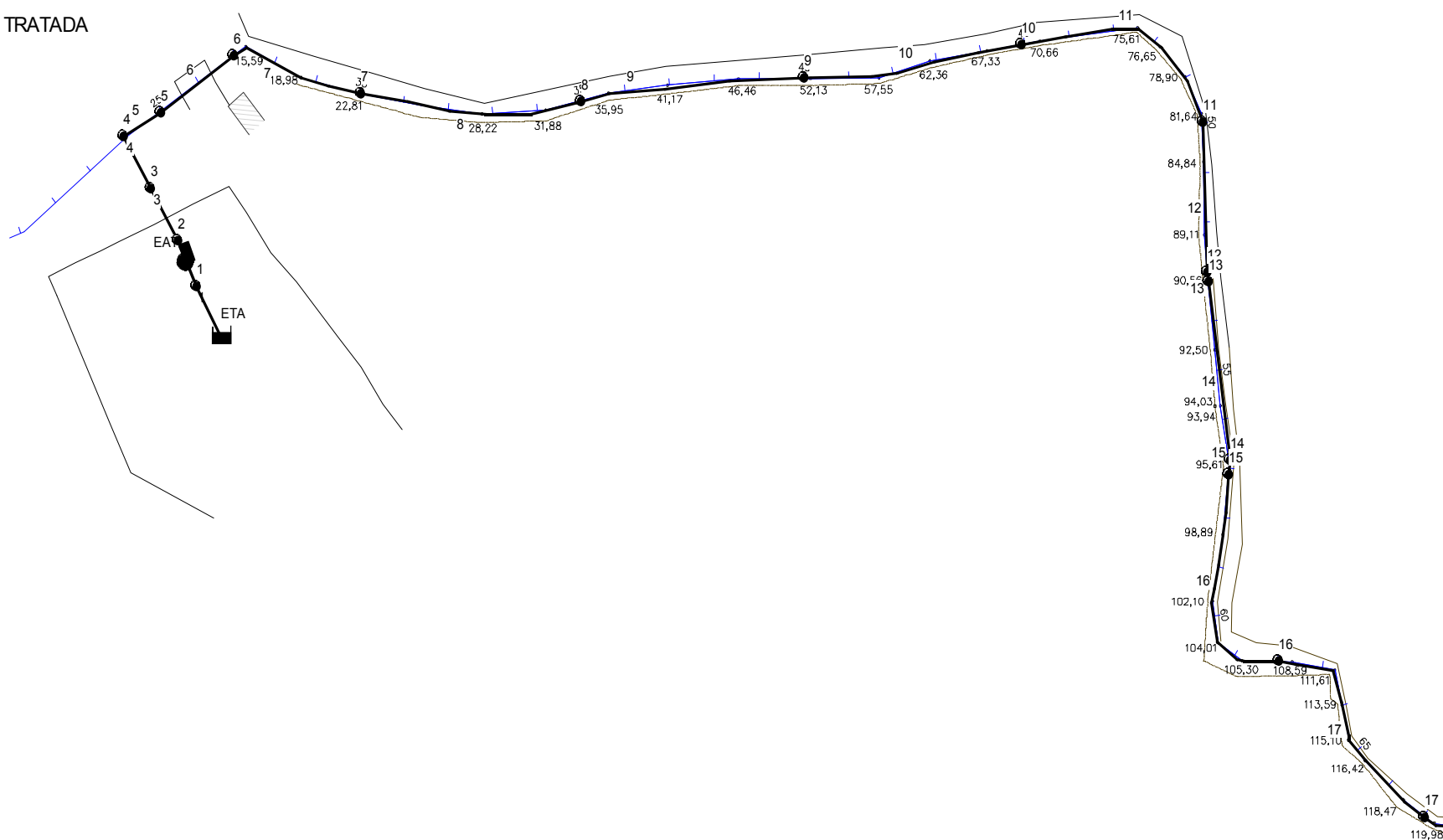


Figura 10.26 – EPANET Parcial 2 do Subsistema 1 – Trecho 1 da AAT



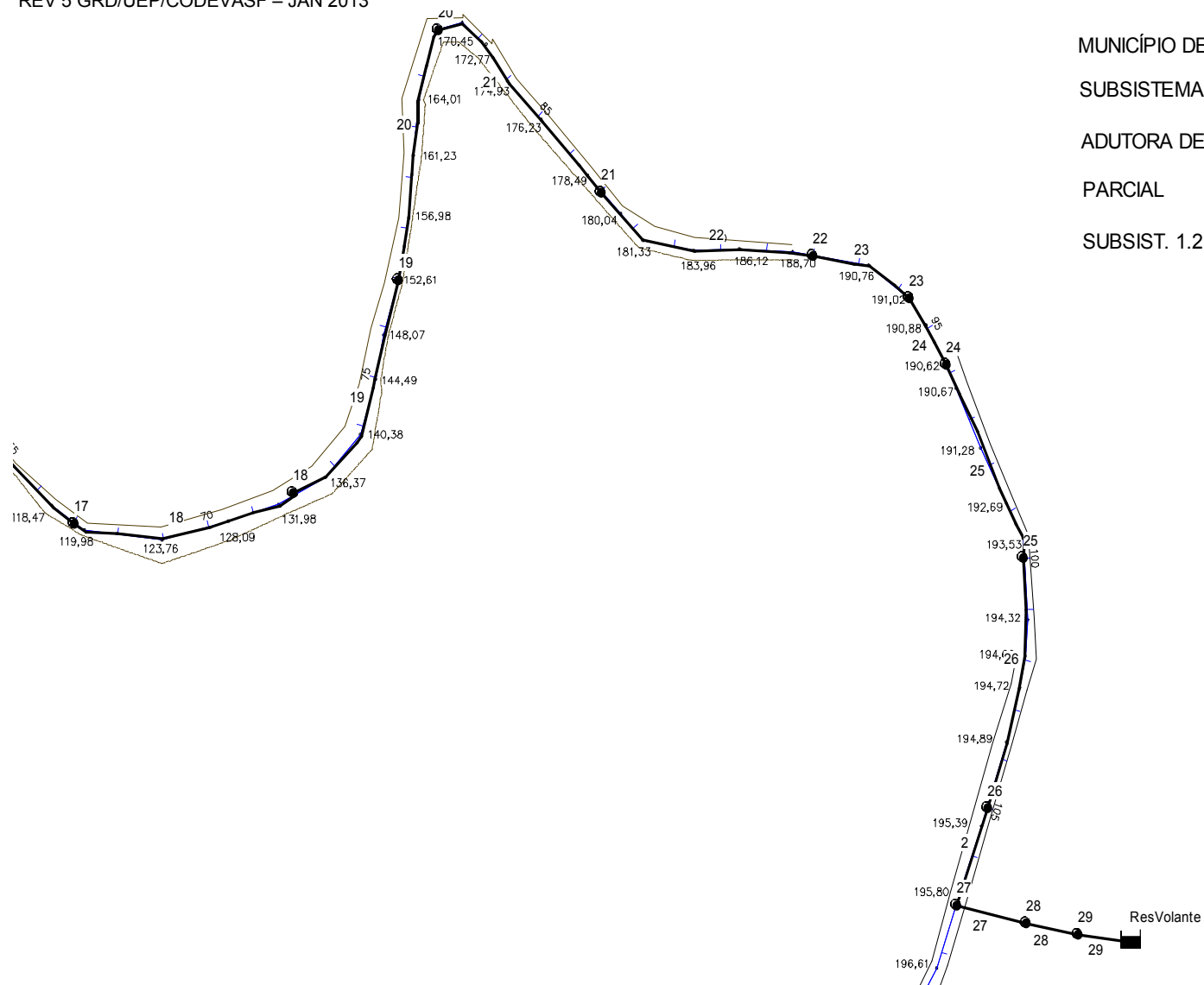
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 1.2



SUBSIST. 1.3

SUBSIST.1.4

SUBSIST. 1.5

SUBSIST. 1.6

SUBSIST. 1.7

SUBSIST. 1.10

SUBSIST. 1.8

SUBSIST. 1.11

SUBSIST. 1.9

SUBSIST. 1.12

SUBSIST. 1.13

SUSIST. 1.14

ResVolante

CRSaoJose

CRBoaSorte

CRNovoGosto



Figura 10.28 – EPANET Parcial 3 do Subsistema 1 – Trecho 2 da AAT

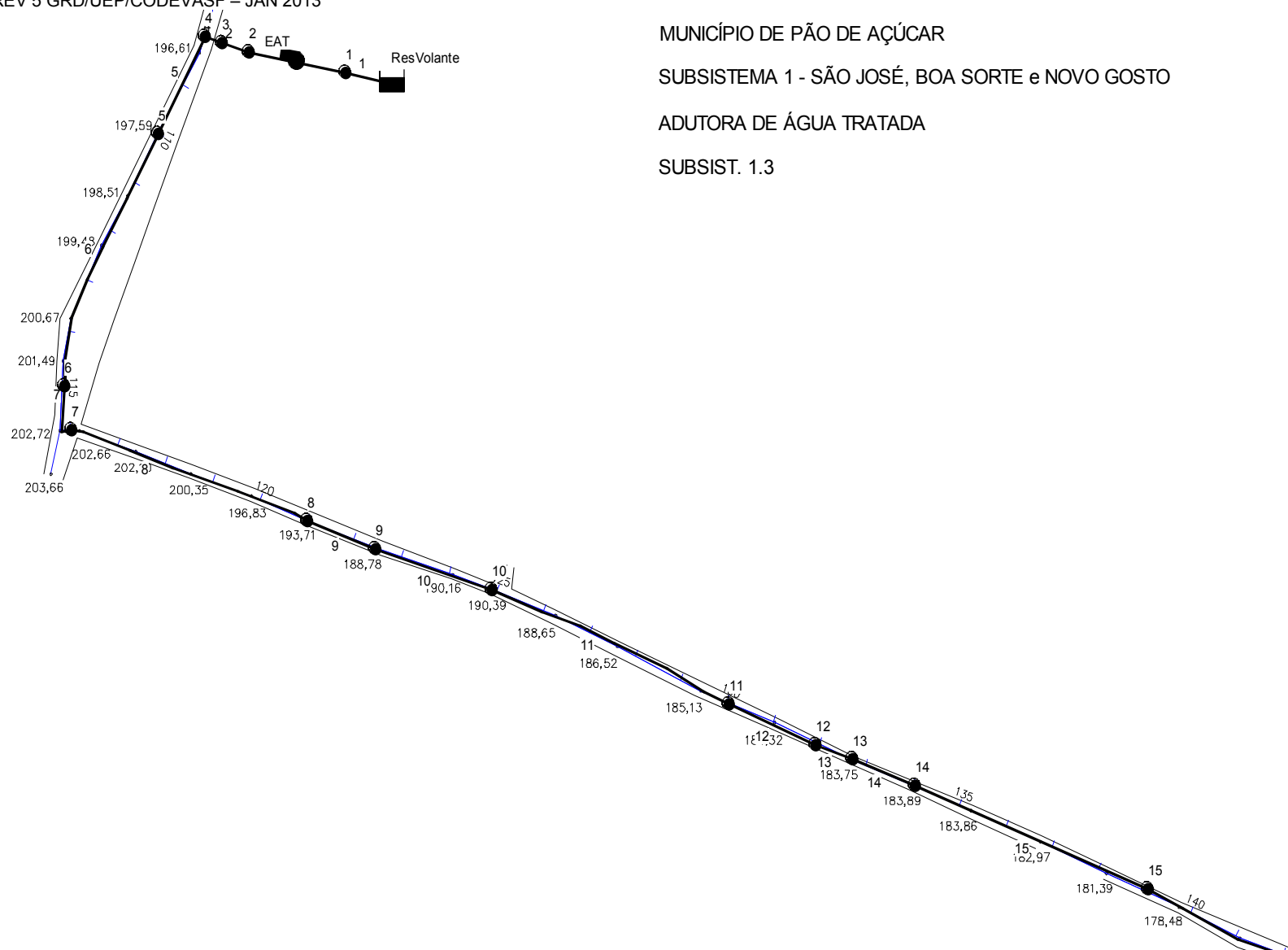


MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

SUBSIST. 1.3



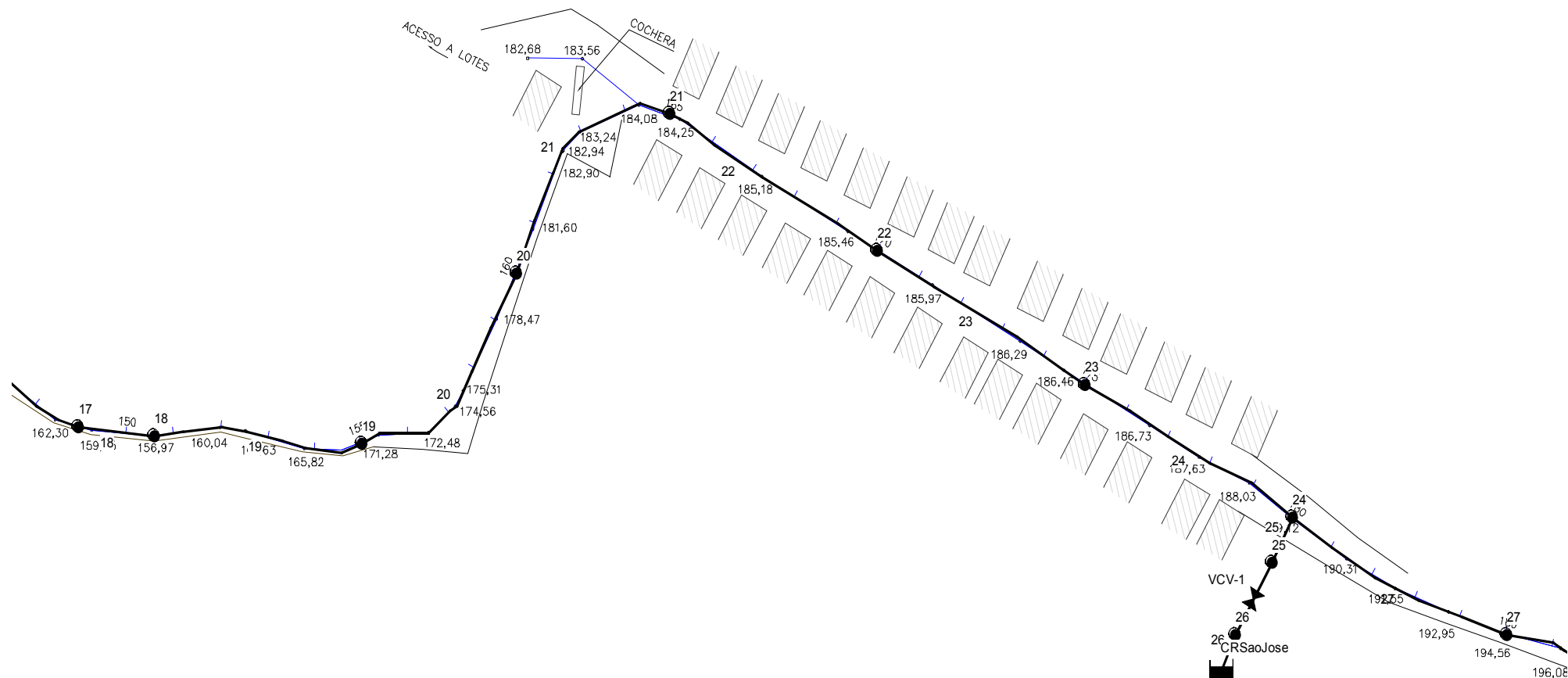
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

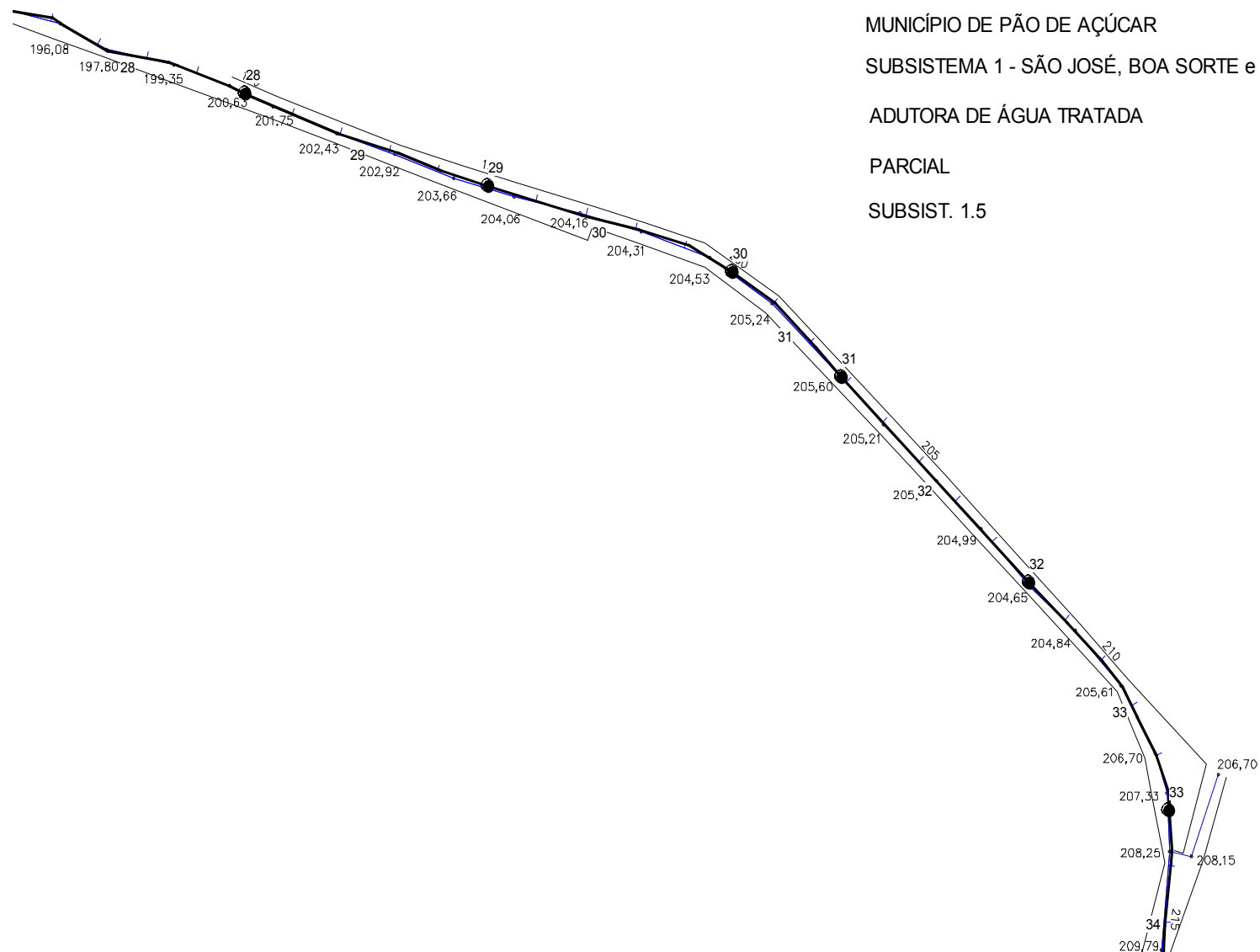
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST.1.4



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
PARCIAL
SUBSIST. 1.5



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 1.6

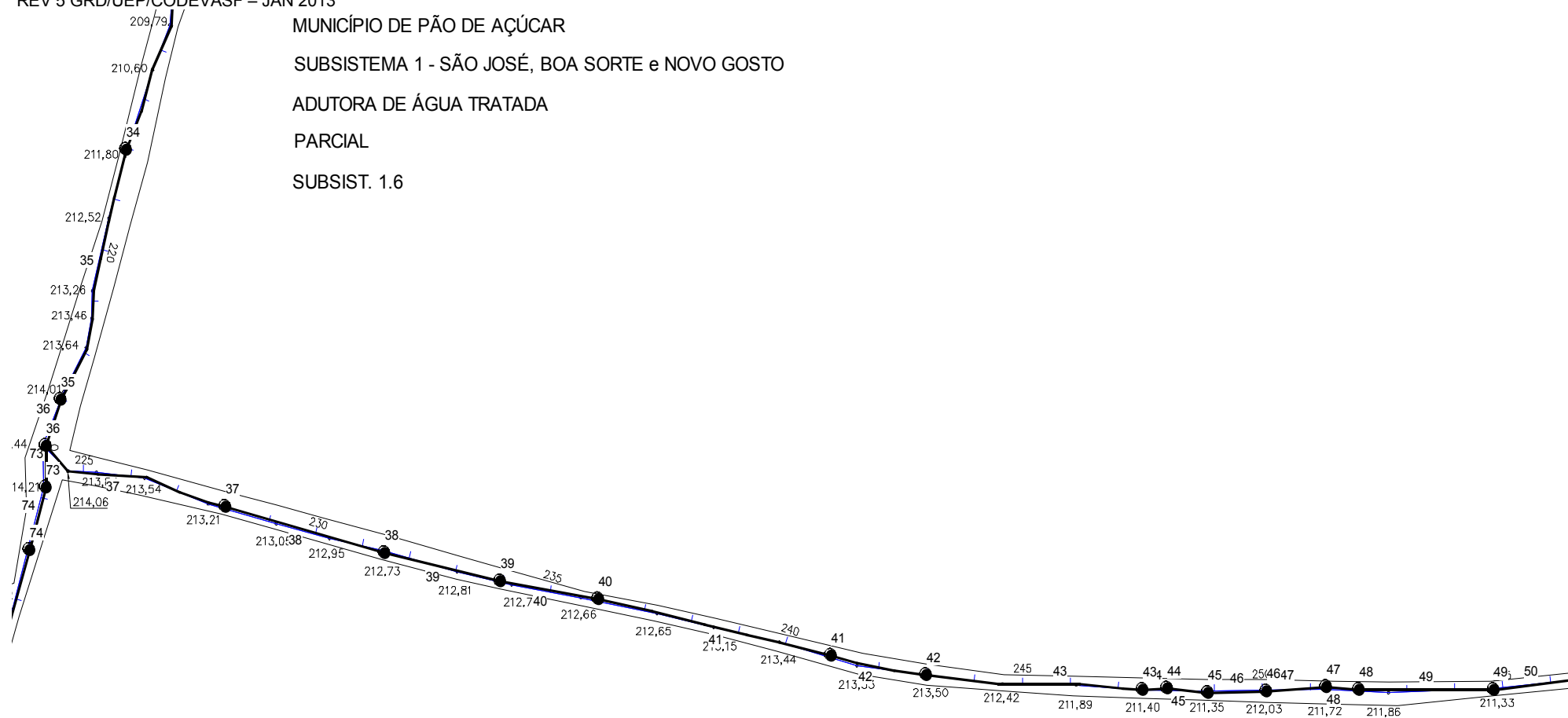
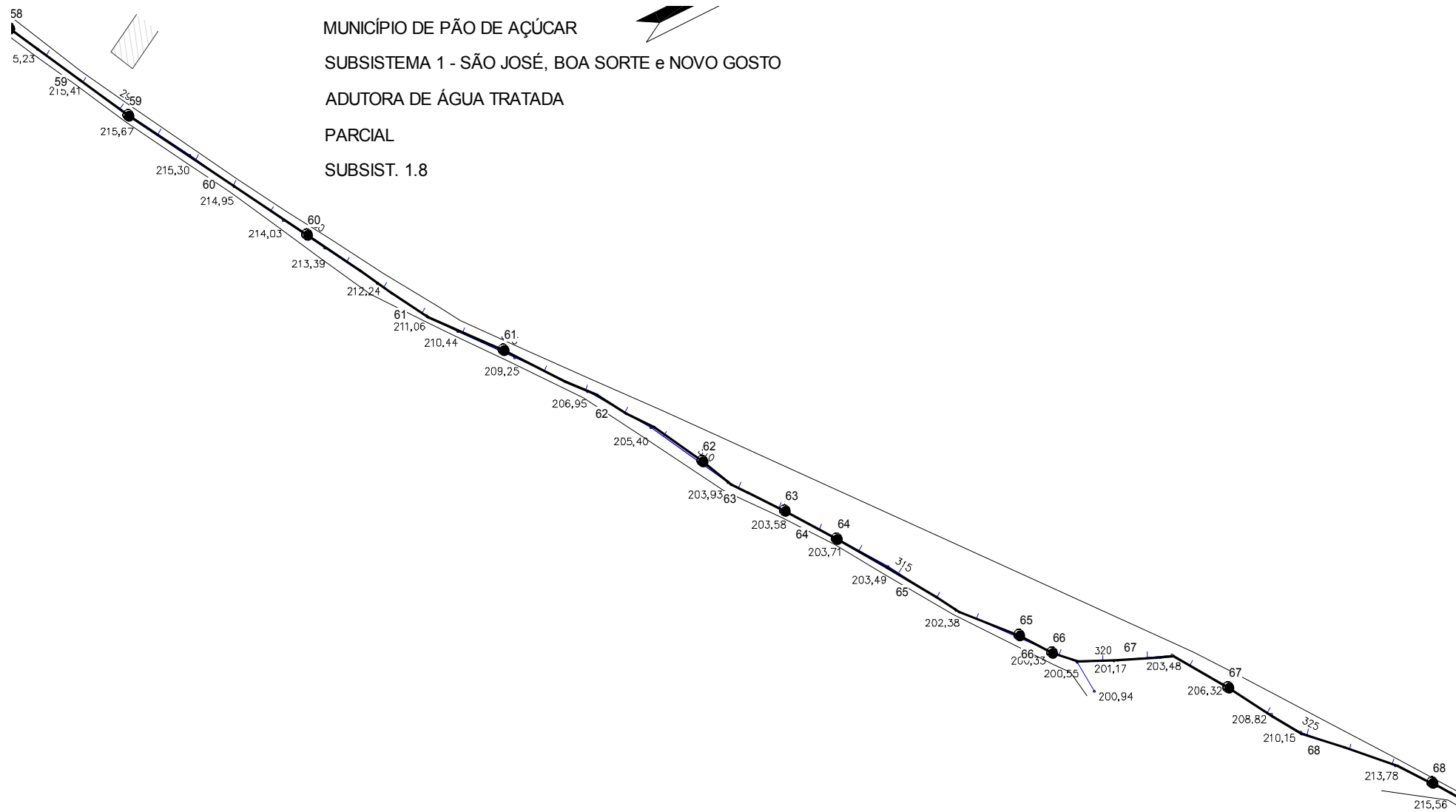
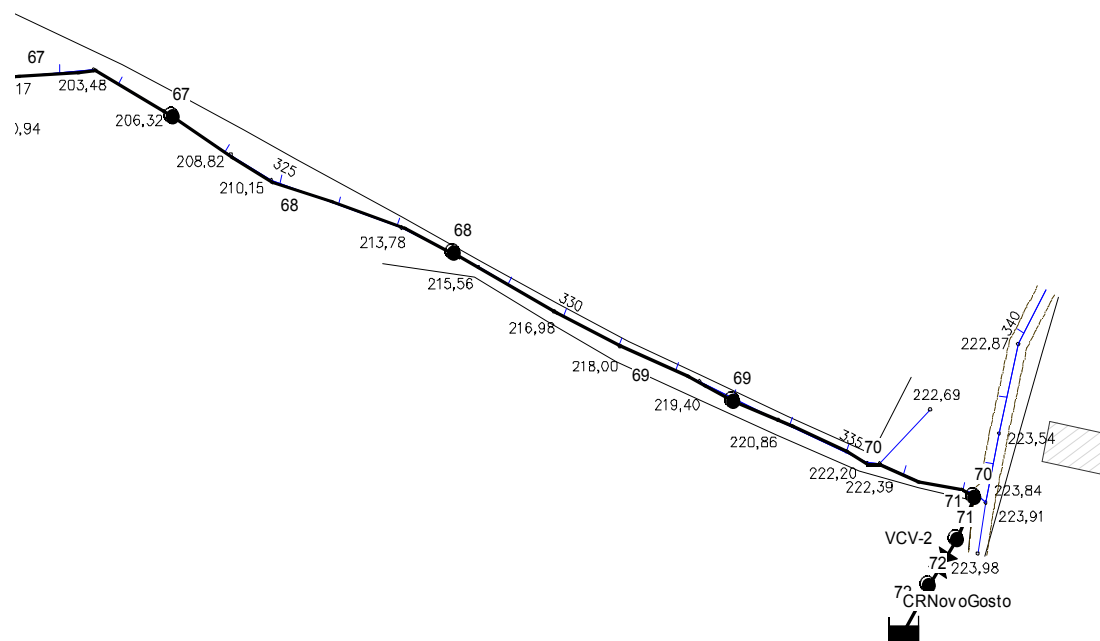


Figura 10.32 – EPANET Parcial 8 do Subsistema 1 – Trecho 2 da AAT





MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
PARCIAL
SUBSIST. 1.9



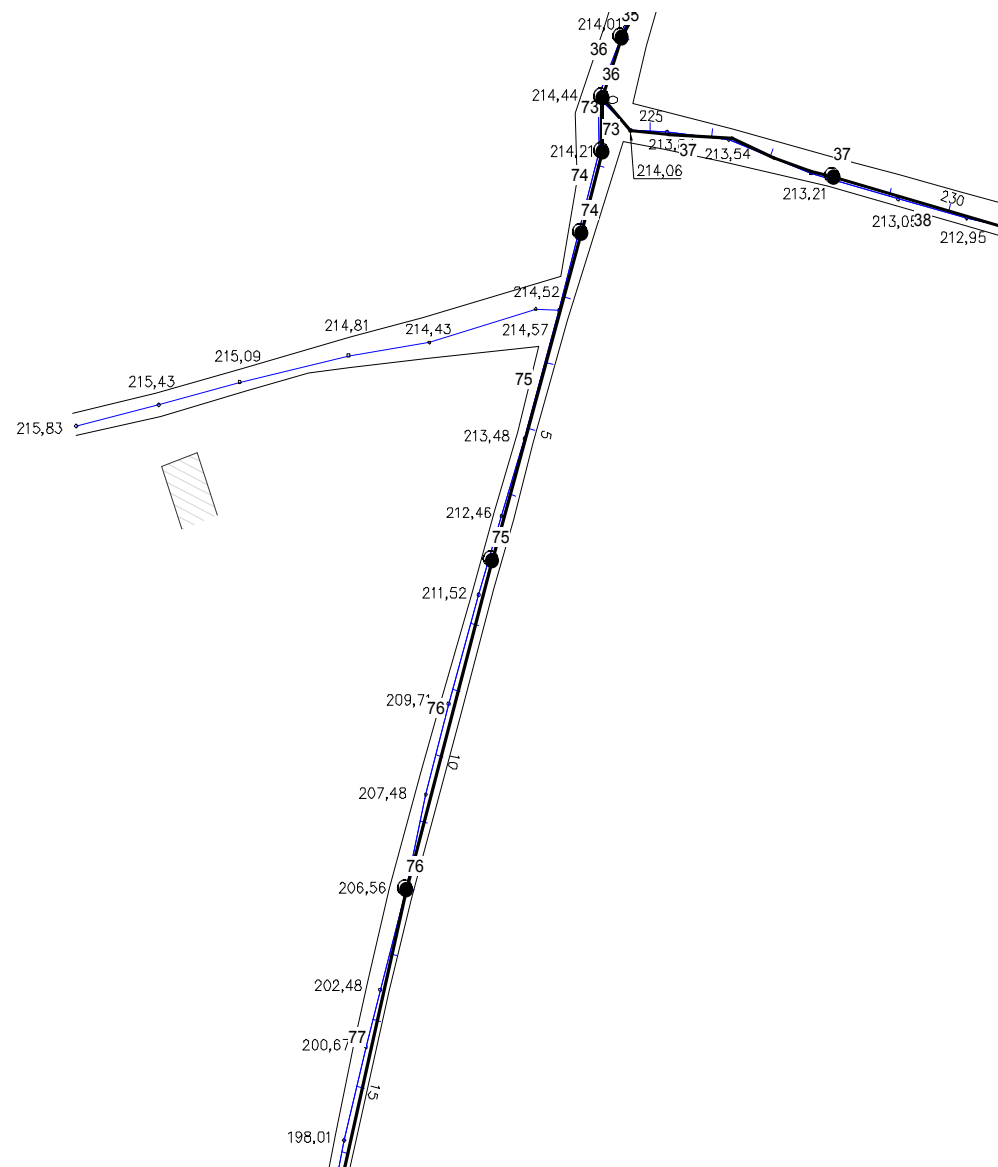
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 1.10



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 1.11

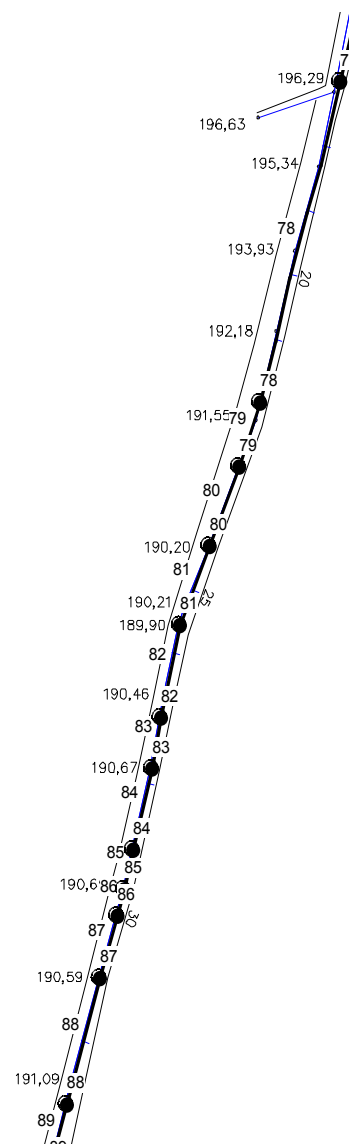


Figura 10.36 – EPANET Parcial 12 do Subsistema 1 – Trecho 2 da AAT

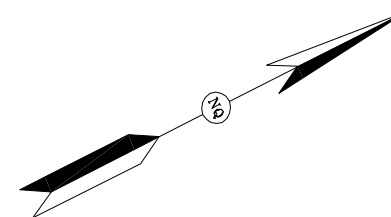
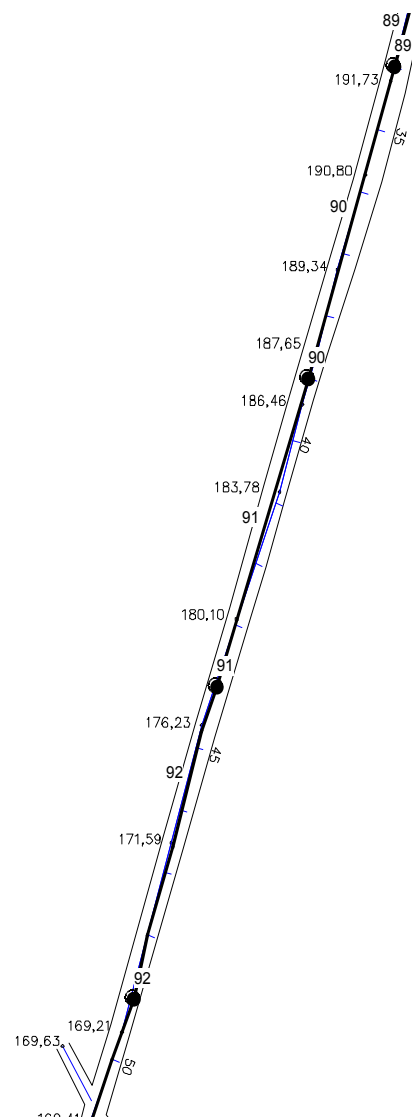
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 1.12



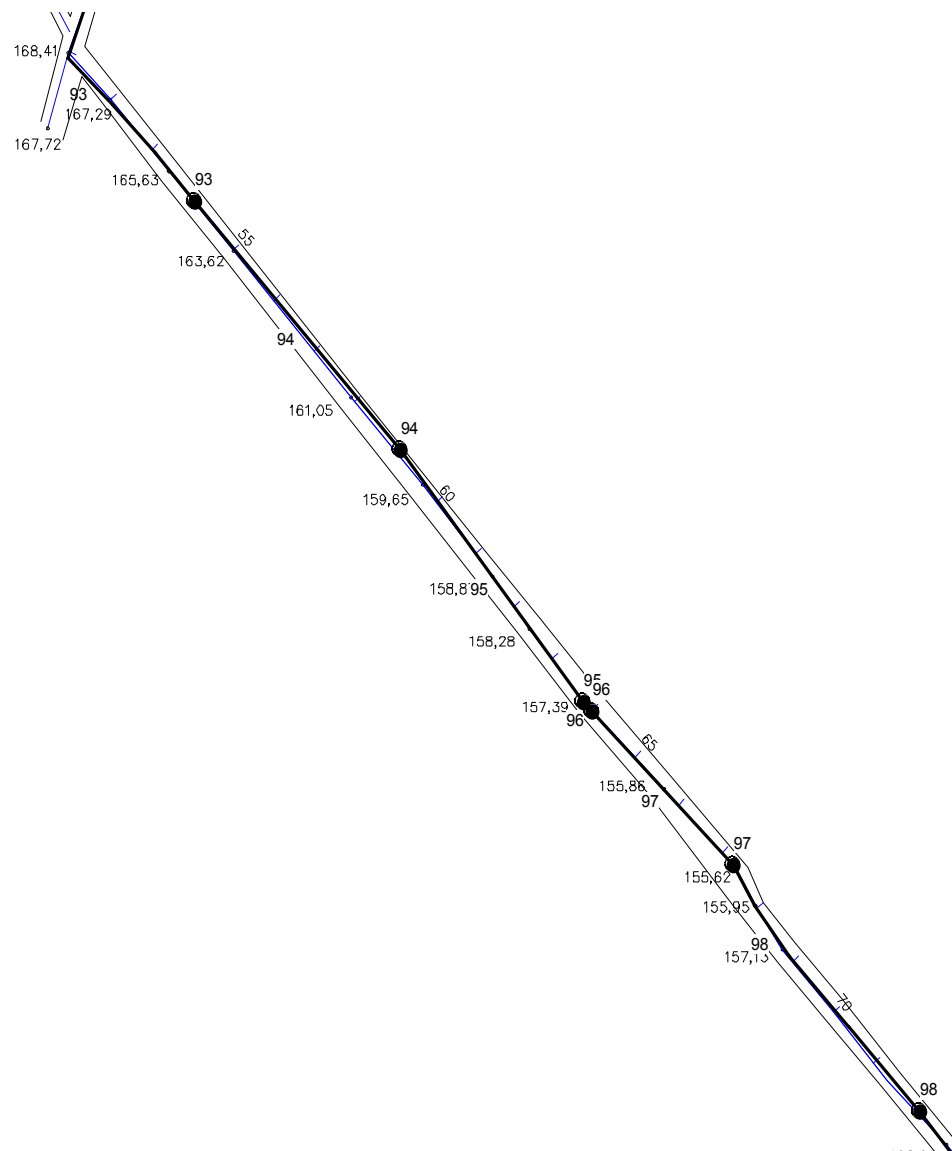
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 1.13



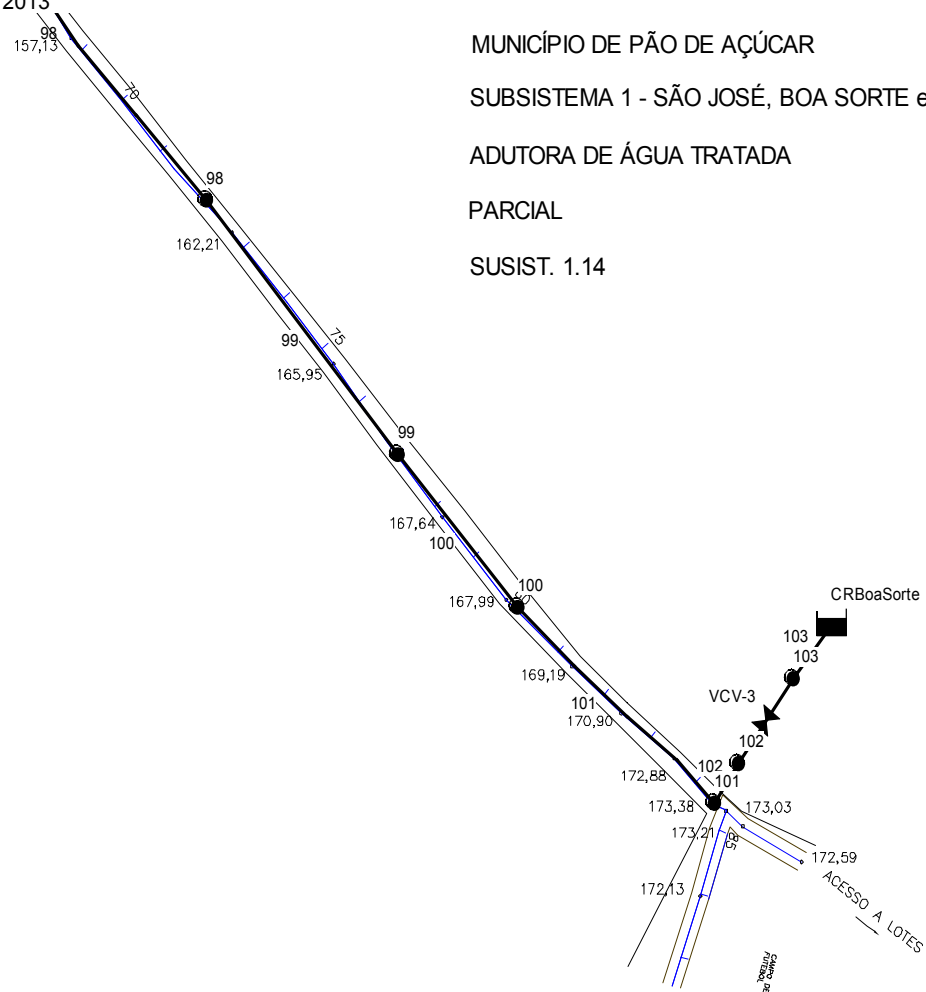
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - SÃO JOSÉ, BOA SORTE e NOVO GOSTO

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUSIST. 1.14



10.5.4.3 - Planilhas de Cálculo

Tabela 10.39 - Características dos trechos do Subistema 1- Trecho 1 da EAT

Trecho	Nº inicial	Nº Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	ETA	1	3,50	75	2,82	0,64	7,88
2	26	27	20	75	2,82	0,64	12,03
3	2	3	5	75	2,82	0,64	7,88
4	3	4	20	75	2,82	0,64	7,89
5	4	5	20	75	2,82	0,64	7,88
6	5	6	40	75	2,82	0,64	7,88
7	6	7	60	75	2,82	0,64	7,88
8	7	8	100	75	2,82	0,64	7,88
9	8	9	100	75	2,82	0,64	7,88
10	9	10	100	75	2,82	0,64	7,88
11	10	11	100	75	2,82	0,64	7,88
12	11	12	60	75	2,82	0,64	7,88
13	12	13	5	75	2,82	0,64	7,89
14	13	14	80	75	2,82	0,64	7,88
15	14	15	4	75	2,82	0,64	7,88
16	15	16	100	75	2,82	0,64	7,88
17	16	17	100	75	2,82	0,64	7,88
18	17	18	100	75	2,82	0,64	7,88
19	18	19	100	75	2,82	0,64	7,88
20	19	20	100	75	2,82	0,64	7,88
21	20	21	100	75	2,82	0,64	7,88
22	21	22	100	75	2,82	0,64	7,88
23	22	23	45	75	2,82	0,64	7,88
24	23	24	15	75	2,82	0,64	7,88
25	24	25	100	75	2,82	0,64	7,88
26	25	26	100	75	2,82	0,64	7,88
27	27	28	10	75	2,82	0,64	12,03
28	28	29	2	75	2,82	0,64	12,03
29	29	DesVolante	4,30	75	2,82	0,64	12,03
EAT	1	2	#0/1	#0/1Bomba	2,82	0,00	-189,81

Tabela 10.40 - Características dos trechos do Subsistema 1- Trecho 2 da EAT

Orçamento	Dó inicial	Dó final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	ResVolante	1	4,6	75	2,82	0,64	7,86
2	2	3	2	75	2,82	0,64	7,86
4	3	4	10	75	2,82	0,64	7,86
5	4	5	40	75	2,82	0,64	7,86
6	5	6	100	75	2,82	0,64	7,86
7	6	7	20	75	2,82	0,64	7,86
8	7	8	100	75	2,82	0,64	7,86
9	8	9	30	75	2,82	0,64	7,86
10	9	10	50	75	2,82	0,64	7,86
11	10	11	100	75	2,82	0,64	7,86
12	11	12	40	75	2,82	0,64	7,86
13	12	13	18	75	2,82	0,64	7,86
14	13	14	22	75	2,82	0,64	7,86
15	14	15	100	75	2,82	0,64	7,86
16	15	16	100	75	2,82	0,64	7,86
17	16	17	100	75	2,82	0,64	7,86
18	17	18	33	75	2,82	0,64	7,86
19	18	19	87	75	2,82	0,64	7,86
20	19	20	100	75	2,82	0,64	7,86
21	20	21	100	75	2,82	0,64	7,86
22	21	22	100	75	2,82	0,64	7,86
23	22	23	100	75	2,82	0,64	7,86
24	23	24	100	75	2,82	0,64	7,86
25	25	24	22	50	0,92	0,47	7,38
26	26	25	12	50	0,92	0,47	7,38
27	24	27	100	75	1,90	0,43	3,71
28	27	28	100	75	1,90	0,43	3,71
29	28	29	100	75	1,90	0,43	3,71
30	29	30	100	75	1,90	0,43	3,71
31	30	31	58	75	1,90	0,43	3,71
32	31	32	102	75	1,90	0,43	3,71
33	32	33	100	75	1,90	0,43	3,71
34	33	34	100	75	1,90	0,43	3,71
35	34	35	100	75	1,90	0,43	3,71
36	35	36	20	75	1,90	0,43	3,71
37	36	37	80	50	0,92	0,47	7,38
38	37	38	70	50	0,92	0,47	7,38
39	38	39	50	50	0,92	0,47	7,38
40	39	40	40	50	0,92	0,47	7,38
41	40	41	100	50	0,92	0,47	7,38
42	41	42	20	50	0,92	0,47	7,38
43	42	43	90	50	0,92	0,47	7,38
44	43	44	10	50	0,92	0,47	7,38
45	44	45	18	50	0,92	0,47	7,38
46	45	46	22	50	0,92	0,47	7,38
47	46	47	25	50	0,92	0,47	7,38
48	47	48	15	50	0,92	0,47	7,38
49	48	49	47	50	0,92	0,47	7,38
50	49	50	40	50	0,92	0,47	7,38

Trço	L6 inicial	L6 final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Ordem de Carga (m/km)
51	50	51	83	50	0,92	0,47	7,38
52	51	52	100	50	0,92	0,47	7,38
53	52	53	37	50	0,92	0,47	7,38
54	53	54	103	50	0,92	0,47	7,38
55	54	55	90	50	0,92	0,47	7,38
56	55	56	90	50	0,92	0,47	7,38
57	56	57	100	50	0,92	0,47	7,38
58	57	58	100	50	0,92	0,47	7,38
59	58	59	63	50	0,92	0,47	7,38
60	59	60	97	50	0,92	0,47	7,38
61	60	61	100	50	0,92	0,47	7,38
62	61	62	100	50	0,92	0,47	7,38
63	62	63	42	50	0,92	0,47	7,38
64	63	64	28	50	0,92	0,47	7,38
65	64	65	100	50	0,92	0,47	7,38
66	65	66	18	50	0,92	0,47	7,38
67	66	67	100	50	0,92	0,47	7,38
68	67	68	100	50	0,92	0,47	7,38
69	68	69	100	50	0,92	0,47	7,38
70	69	70	84	50	0,92	0,47	7,38
71	70	71	20	50	0,92	0,47	7,38
72	72	CFD do C6 do	12	50	0,92	0,47	7,38
73	36	73	17	50	0,98	0,50	8,31
74	73	74	23	50	0,98	0,50	8,31
75	74	75	100	50	0,98	0,50	8,31
76	75	76	100	50	0,98	0,50	8,31
77	76	77	100	50	0,98	0,50	8,31
78	77	78	100	50	0,98	0,50	8,31
79	78	79	20	50	0,98	0,50	8,31
80	79	80	25	50	0,98	0,50	8,31
81	80	81	30	50	0,98	0,50	8,31
82	81	82	35	50	0,98	0,50	8,31
83	82	83	18	50	0,98	0,50	8,31
84	83	84	22	50	0,98	0,50	8,31
85	84	85	10	50	0,98	0,50	8,31
86	85	86	10	50	0,98	0,50	8,31
87	86	87	20	50	0,98	0,50	8,31
88	87	88	40	50	0,98	0,50	8,31
89	88	89	20	50	0,98	0,50	8,31
90	89	90	100	50	0,98	0,50	8,31
91	90	91	100	50	0,98	0,50	8,31
92	91	92	100	50	0,98	0,50	8,31
93	92	93	100	50	0,98	0,50	8,31
94	93	94	100	50	0,98	0,50	8,31
95	94	95	97	50	0,98	0,50	8,31
96	95	96	3	50	0,98	0,50	8,32
97	96	97	63	50	0,98	0,50	8,31
98	97	98	97	50	0,98	0,50	8,31
99	98	99	100	50	0,98	0,50	8,31
100	99	100	60	50	0,98	0,50	8,31
101	100	101	90	50	0,98	0,50	8,31
102	101	102	22	50	0,98	0,50	8,31
103	103	CFD do C6 do	12	50	0,98	0,50	8,31
EAT	1	2	#D/1	#D/1 Bomba	2,82	0,00	-77,00
VCV-1	25	26	#D/1	50 Válvula	0,92	0,47	54,94



Tabela 10.41- Características dos nós do Subsistema 1- Trecho 1 da EAT

Nº	Cota Terreno (m)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)
1	24,50	0,00	24,77	0,27
2	24,88	0,00	214,58	189,70
3	24,88	0,00	214,54	189,66
4	17,69	0,00	214,38	196,69
5	17,33	0,00	214,22	196,89
6	15,69	0,00	213,91	198,22
7	23,27	0,00	213,43	190,16
8	35,01	0,00	212,65	177,64
9	51,93	0,00	211,86	159,93
10	69,98	0,00	211,07	141,09
11	82,50	0,00	210,28	127,78
12	91,02	0,00	209,81	118,79
13	90,80	0,00	209,77	118,97
14	95,84	0,00	209,14	113,30
15	97,06	0,00	209,11	112,05
16	107,87	0,00	208,32	100,45
17	119,67	0,00	207,53	87,86
18	133,77	0,00	206,74	72,97
19	152,90	0,00	205,95	53,05
20	168,05	0,00	205,16	37,11
21	178,94	0,00	204,38	25,44
22	189,29	0,00	203,59	14,30
23	191,04	0,00	203,23	12,19
24	190,64	0,00	203,11	12,47
25	193,75	0,00	202,33	8,58
26	195,36	0,00	201,54	6,18
27	196,07	0,00	201,30	5,23
28	196,51	0,00	201,18	4,67
29	196,51	0,00	201,15	4,64
ETA	24,80	-2,82	24,80	0,00
ResVolante	201,10	2,82	201,10	0,00

Tabela 10.42- Características dos nós do Subsistema 1- Trecho 2 da EAT



Ln	Cota Terreno (m)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)
1	196,50	0,00	196,76	0,26
2	196,65	0,00	273,76	77,11
3	196,66	0,00	273,75	77,09
4	196,70	0,00	273,67	76,97
5	197,80	0,00	273,35	75,55
6	202,19	0,00	272,57	70,38
7	202,92	0,00	272,41	69,49
8	193,86	0,00	271,62	77,76
9	188,95	0,00	271,39	82,44
10	190,55	0,00	270,99	80,44
11	185,02	0,00	270,21	85,19
12	184,37	0,00	269,89	85,52
13	183,92	0,00	269,75	85,83
14	184,16	0,00	269,58	85,42
15	180,05	0,00	268,79	88,74
16	170,62	0,00	268,01	97,39
17	160,96	0,00	267,22	106,26
18	157,19	0,00	266,96	109,77
19	170,38	0,00	266,28	95,90
20	180,28	0,00	265,49	85,21
21	184,41	0,00	264,70	80,29
22	185,62	0,00	263,92	78,30
23	186,76	0,00	263,13	76,37
24	189,24	0,00	262,35	73,11
25	190,14	0,00	262,18	72,04
26	190,04	0,00	207,24	17,20
27	194,76	0,00	261,97	67,21
28	201,18	0,00	261,60	60,42
29	203,99	0,00	261,23	57,24
30	204,94	0,00	260,86	55,92
31	205,71	0,00	260,65	54,94
32	204,76	0,00	260,27	55,51
33	207,70	0,00	259,90	52,20
34	211,78	0,00	259,52	47,74
35	214,16	0,00	259,15	44,99
36	214,53	0,00	259,08	44,55
37	213,35	0,00	258,49	45,14
38	212,82	0,00	257,97	45,15
39	213,01	0,00	257,60	44,59
40	212,67	0,00	257,31	44,64
41	213,58	0,00	256,57	42,99
42	213,62	0,00	256,42	42,80
43	211,49	0,00	255,76	44,27
44	211,56	0,00	255,69	44,13
45	211,43	0,00	255,55	44,12
46	212,12	0,00	255,39	43,27
47	211,81	0,00	255,21	43,40
48	211,96	0,00	255,10	43,14
49	211,42	0,00	254,75	43,33
50	211,08	0,00	254,45	43,37
51	213,16	0,00	253,84	40,68

Nº	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)
52	216,39	0,00	253,10	36,71
53	216,53	0,00	252,83	36,30
54	212,79	0,00	252,07	39,28
55	208,19	0,00	251,41	43,22
56	212,81	0,00	250,74	37,93
57	213,51	0,00	250,01	36,50
58	215,14	0,00	249,27	34,13
59	215,73	0,00	248,80	33,07
60	213,71	0,00	248,09	34,38
61	209,56	0,00	247,35	37,79
62	204,53	0,00	246,61	42,08
63	203,66	0,00	246,30	42,64
64	203,80	0,00	246,10	42,30
65	201,16	0,00	245,36	44,20
66	200,42	0,00	245,23	44,81
67	206,70	0,00	244,49	37,79
68	215,04	0,00	243,75	28,71
69	220,06	0,00	243,01	22,95
70	223,87	0,00	242,39	18,52
71	224,19	0,00	242,25	18,06
72	224,19	0,00	241,39	17,20
73	214,30	0,00	258,94	44,64
74	214,83	0,00	258,75	43,92
75	212,31	0,00	257,92	45,61
76	206,70	0,00	257,08	50,38
77	196,41	0,00	256,25	59,84
78	191,86	0,00	255,42	63,56
79	191,65	0,00	255,25	63,60
80	190,33	0,00	255,05	64,72
81	190,03	0,00	254,80	64,77
82	190,89	0,00	254,51	63,62
83	190,80	0,00	254,36	63,56
84	191,04	0,00	254,17	63,13
85	190,82	0,00	254,09	63,27
86	191,00	0,00	254,01	63,01
87	190,79	0,00	253,84	63,05
88	191,73	0,00	253,51	61,78
89	191,88	0,00	253,34	61,46
90	187,30	0,00	252,51	65,21
91	177,81	0,00	251,68	73,87
92	170,06	0,00	250,85	80,79
93	165,22	0,00	250,02	84,80
94	160,66	0,00	249,19	88,53
95	157,57	0,00	248,38	90,81
96	157,73	0,00	248,35	90,62
97	155,80	0,00	247,83	92,03
98	161,44	0,00	247,02	85,58
99	167,58	0,00	246,19	78,61
100	168,27	0,00	245,69	77,42
101	173,53	0,00	244,95	71,42
102	173,74	0,00	244,76	71,02
103	173,63	0,00	190,85	17,22
CRBoaSorte	190,75	0,98	190,75	0,00
CRNovoGosto	241,30	0,92	241,30	0,00

10.5.5. – Centro de Reservação

Está prevista a instalação de um ou mais reservatórios elevados em cada localidade, cujas capacidades estão descritas no quadro a seguir.

Tabela 10.43 - Capacidade dos reservatórios do Subsistema 1 para final de plano (ano de 2029)

Reservatório	Tipo	Vazão para Reservação (L/s)	Capacidade dos Reservatórios (m³)	NA	NF	NT
Reservatório ETA	Apoiado	2,95	20	28,30	24,80	24,50
Volante	Apoiado	2,82	25	200,30	196,80	196,50
São José	Elevado	0,92	2x20	207,15	202,00	190,00
Novo Gosto	Elevado	0,92	2x20	241,30	236,15	224,15
Boa Sorte	Elevado	0,98	2x20	190,75	185,60	173,60

* Foram adotados duas torres de 20m³, devido não ser mais fabricados reservatórios desse tipo em 30m³.

10.5.5.1 - Tubulação de Extravasação

Adotando-se tubo de DN 50 mm para os de Conceição, Lajes 1, Lajes 2 e Alemar, verifica-se a vazão de extravasão.

$$Q = C_d \times A \sqrt{2 \times g \times H_t}$$

Onde:

Q: vazão de extravasão (m³/s);

Cd: coeficiente de descarga (adotado 0,61);

A: área do orifício (0,00196 m²);

Ht: carga hidráulica sobre o centro do orifício (m);

Para encontrar Ht usa-se:

$$H_t = h - (D/2)$$

Onde:

Ht: carga hidráulica sobre o orifício (m);

H: altura da lâmina d'água máxima do reservatório em relação à geratriz inferior do tubo de extravasão (0,2 m);

D: diâmetro da tubulação de extravasão (50 mm ou 0,05 m);

Assim:

Ht = 0,175 m.



Portanto:

$$Q = 0,00221 \text{ m}^3/\text{s}.$$

A capacidade de extravasão é de 2,21 L/s > 0,92; 0,92 e 0,98 L/s (maiores vazões de entrada) => ok.

Para o Reservatório ETA e para o Volante será adotado uma extravasão em DN 75. Assim:

$$Q = 0,00499 \text{ m}^3/\text{s}.$$

A capacidade de extravasão é de 4,99 L/s > 2,95 e 2,82 L/s (maiores vazões de entrada) => ok.

10.5.5.2 – Descarga de fundo do reservatório

Para dimensionar as tubulações de descarga, considerou-se que o reservatório seria esvaziado quando estivesse com 1/3 (um terço) de sua capacidade, e o tempo (t) para esta operação fosse no máximo de duas horas.

Encontrando a vazão para esvaziar um terço do reservatório em 2 horas:

$$Q = \frac{V / 3}{t}$$

Onde:

Q: vazão para esvaziar um terço do volume do reservatório;

V: volume total do reservatório (m³);

t: tempo para o esvaziamento (2 h ou 7200 s).

Para encontrar a área da seção transversal do tubo e posteriormente o seu diâmetro, deve-se obter a área da superfície do reservatório dada por:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Onde:

A: área da superfície do reservatório (m²);

D: diâmetro médio do reservatório (m);

A área da seção transversal do tubo de descarga (S) é calculada por:



$$S = \frac{2 \times A}{c_d \times t \times \sqrt{2 \times g}} \times \sqrt{h}$$

Onde:

S: área do orifício de descarga (m²);

A: área da superfície do reservatório (5,81 m²);

cd: coeficiente de descarga (adotado 0,60);

t: tempo de descarga (2 h ou 7200 s);

g: aceleração da gravidade (9,81m/s²);

h: um terço da altura do reservatório (1,43 m);

Utilizando o valor de da área (S) que acabou de ser encontrado acha-se o diâmetro da tubulação de descarga.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}}$$

Tabela 10.44 – Dimensionamento das descargas dos reservatórios do Subsistema 1

CR	Volume (m³)	Altura da lâmina d'água (m)	1/3 Altura da lâmina d'água (m)	Diâmetro médio do CR (m)	Área da superfície do CR (m²)	Q _{descarga} (m³/h)	S _{orifício} (m²)	D _{descarga} (mm)
ETA	20	3,50	1,17	2,80	6,16	3,33	0,000696	30
Volante	25	3,50	1,17	2,80	6,16	3,33	0,000696	30
São José	2x20	5,15	1,71	2,86	6,42	5,00	0,000878	33
Novo Gosto	2x20	5,15	1,71	2,86	6,42	5,00	0,000878	33
Boa Sorte	2x20	5,15	1,71	2,86	6,42	5,00	0,000878	33

Adotado para todos reservatórios: DN 50 mm.

10.5.5.3 – Tubulação de Ventilação

Para o dimensionamento da tubulação de ventilação foi considerada a vazão de ar igual à máxima vazão que o reservatório está submetido, ou seja, a vazão de chegada da adutora. Abaixo seguem as equações utilizadas para os cálculos com os posteriores resultados dispostos em uma tabela. Cabe ressaltar que utilizou-se a velocidade máxima recomendada de 5 m/s para os cálculos seguintes.

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{V \times \pi}}$$



Onde:

Q: vazão de entrada no reservatório (m³/s);

v: velocidade máxima recomenda para ventosas (adotado $v = 5,0$ m/s).

Tabela 10.45 – Dimensionamento das ventosas dos reservatórios do Subsistema 1

Reservatório	Vazão para Reservação (m³/s)	V (m/s)	D _{calculado} (m)	D _{adotado} (mm)
ETA	0,00295	5	0,027	50
Volante	0,00282	5	0,027	50
São José	0,00092	5	0,015	50
Novo Gosto	0,00092	5	0,015	50
Boa Sorte	0,00098	5	0,016	50

RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DOS RESERVATÓRIOS

RESEVATÓRIO ETA:

Reservatório pré-moldado apoiado;

Capacidade: 20 m³;

Forma circular;

Diâmetro médio: 2,80 m;

Material: Poliéster Insaturado;

Altura: 3,70 m;

Altura da Lâmina d'água: 3,50 m;

NA_{max}: 28,30 m;

NF: 24,80m;

NT: 24,50 m;

Tubulação de extravasão: DN 75 mm;

Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;

Tubulação de ventilação: DN 50 mm.

CR VOLANTE:

Reservatório pré-moldado apoiado;

Capacidade: 20 m³;

Forma circular;

Diâmetro médio: 2,80 m;

Material: Poliéster Insaturado;

Altura: 3,70 m;

Altura da Lâmina d'água: 3,50 m;

Tubulação de Extravasão: DN 75 mm;

Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;

Tubulação de Ventilação: DN 50 mm.



CR SÃO JOSÉ:

Torre pré-moldada com altura de 9,5 m;
Capacidade: 2x20 m³;
Forma circular;
Diâmetro médio: 2,86 m;
Material: Poliéster Insaturado;
Altura: 5,35 m;
Altura da Lâmina d'água: 5,15 m;
Tubulação de Extravasão: DN 50 mm;
Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;
Tubulação de Ventilação: DN 50 mm.

CR NOVO GOSTO:

Torre pré-moldada com altura de 9,5 m;
Capacidade: 2x20 m³;
Forma circular;
Diâmetro médio: 2,86 m;
Material: Poliéster Insaturado;
Altura: 5,35 m;
Altura da Lâmina d'água: 5,15 m;
Tubulação de Extravasão: DN 50 mm;
Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;
Tubulação de Ventilação: DN 50 mm.

CR BOA SORTE:

Torre pré-moldada com altura de 9,5 m;
Capacidade: 2 x 20 m³;
Forma circular;
Diâmetro médio: 2,86 m;
Material: Poliéster Insaturado;
Altura: 5,35 m;
Altura da Lâmina d'água: 5,15 m;
Tubulação de Extravasão: DN 50 mm;
Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;
Tubulação de Ventilação: DN 50 mm.

10.5 5.4 – Medidor de vazão (hidrômetro)



Foi prevista a instalação de um medidor de vazão na entrada do Centro de Reservação, cujo dimensionamento se deu seguindo orientações do fabricante.

CR SÃO JOSÉ:

Vazão máxima de entrada: 0,92 L/s ou 3,31 m³/h;

Diâmetro da linha de chegada: DN 50 mm.

**Conforme tabela do fabricante, verificou-se que o diâmetro do medidor de vazão deverá ser:
DN 25 mm para Vazão Nominal de 3,5 m³/h**

CR NOVO GOSTO:

Vazão máxima de entrada: 0,92 L/s ou 3,31 m³/h;

Diâmetro da linha de chegada: DN 50 mm.

**Conforme tabela do fabricante, verificou-se que o diâmetro do medidor de vazão deverá ser:
DN 25 mm para Vazão Nominal de 3,5 m³/h**

CR BOA SORTE:

Vazão máxima de entrada: 0,98L/s ou 3,53 m³/h;

Diâmetro da linha de chegada: DN 50 mm.

**Conforme tabela do fabricante, verificou-se que o diâmetro do medidor de vazão deverá ser:
DN 25 mm para Vazão Nominal de 5,0 m³/h**

10.5.6 – Rede de distribuição de água

A rede de distribuição foi calculada empregando-se o programa EPANET, cujo cálculo atende aos parâmetros e critérios de projeto já especificados neste capítulo.

A seguir são apresentados: o esquema da rede para o calculo, com a respectiva identificação dos trechos e a planilha de dimensionamento da mesma.

As perdas de carga foram calculadas pela fórmula Universal para condutos forçados.

As vazões nas tubulações foram consideradas com base no número de habitantes a serem atendidos.

Nos cálculos hidráulicos da rede, utilizou-se a fórmula Universal para cálculos de perda de carga, com os seguintes parâmetros.

Rugosidade equivalente uniforme: $K = 1,00 \text{ mm}$

Viscosidade cinemática da água, a 20° C: $U = 1,01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$



A concepção da rede obedeceu a alguns aspectos básicos, tais como: a topografia local, as características geotécnicas do subsolo, o tipo de pavimentação, geometria e largura dos logradouros públicos, interferências com os demais sistemas públicos.

10.5.6.1. – Dimensionamento hidráulico das redes de distribuição

Para definição dos diâmetros utilizou-se a equação da continuidade e as perdas de cargas distribuídas (hf) obtidas através da formula universal, utilizando-se para cálculo do coeficiente de perda de carga (f), a equação de Colebrook:

$$hf = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(0,27 \frac{k}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Onde:

hf: é a perda de carga distribuída (m);

f: é o coeficiente de perda de carga (adimensional);

L: é o comprimento (m);

D: é o diâmetro (m);

V: é a velocidade média do escoamento (m/s);

G: é a aceleração da gravidade (m/s²);

K: é o coeficiente de rugosidade equivalente (m);

Re: é o número de Reynolds (adimensional).

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

ν : é a viscosidade cinemática da água (m²/s)

10.5.6.2 – Blocos de ancoragem

O dimensionamento dos blocos de ancoragem desta rede foi feito a partir das equações que seguem abaixo:

- Empuxo para curvas

$$E = 2 (S \times \square \times h) \times \text{sen} (\square/2)$$



- Empuxo para tês, CAPs e registros

$$E = S \times \gamma \times h$$

Onde:

E: empuxo (kgf);

S: área da seção da tubulação (m²);

γ : peso específico da água (1000 kg/m³);

h: altura manométrica (mca).

O volume de concreto necessário para suportar o esforço é dado por:

$$V = \frac{1,5 \times E}{f \times \gamma_{conc}}$$

Onde:

V: volume de concreto (m³);

E: empuxo (kgf);

f: fator de atrito solo x concreto (adotado 0,70);

γ_{conc} : peso específico do concreto (2.400 Kgf/m³).

Para a construção dos seguintes blocos será utilizado o fator FCK igual a 15 MPa.

Faixa de pressão: até 50 mca (5 Kgf)

OBS: NÃO SE CONSIDEROU O EMPUXO PASSIVO DO SOLO COLOCAR TABELAS

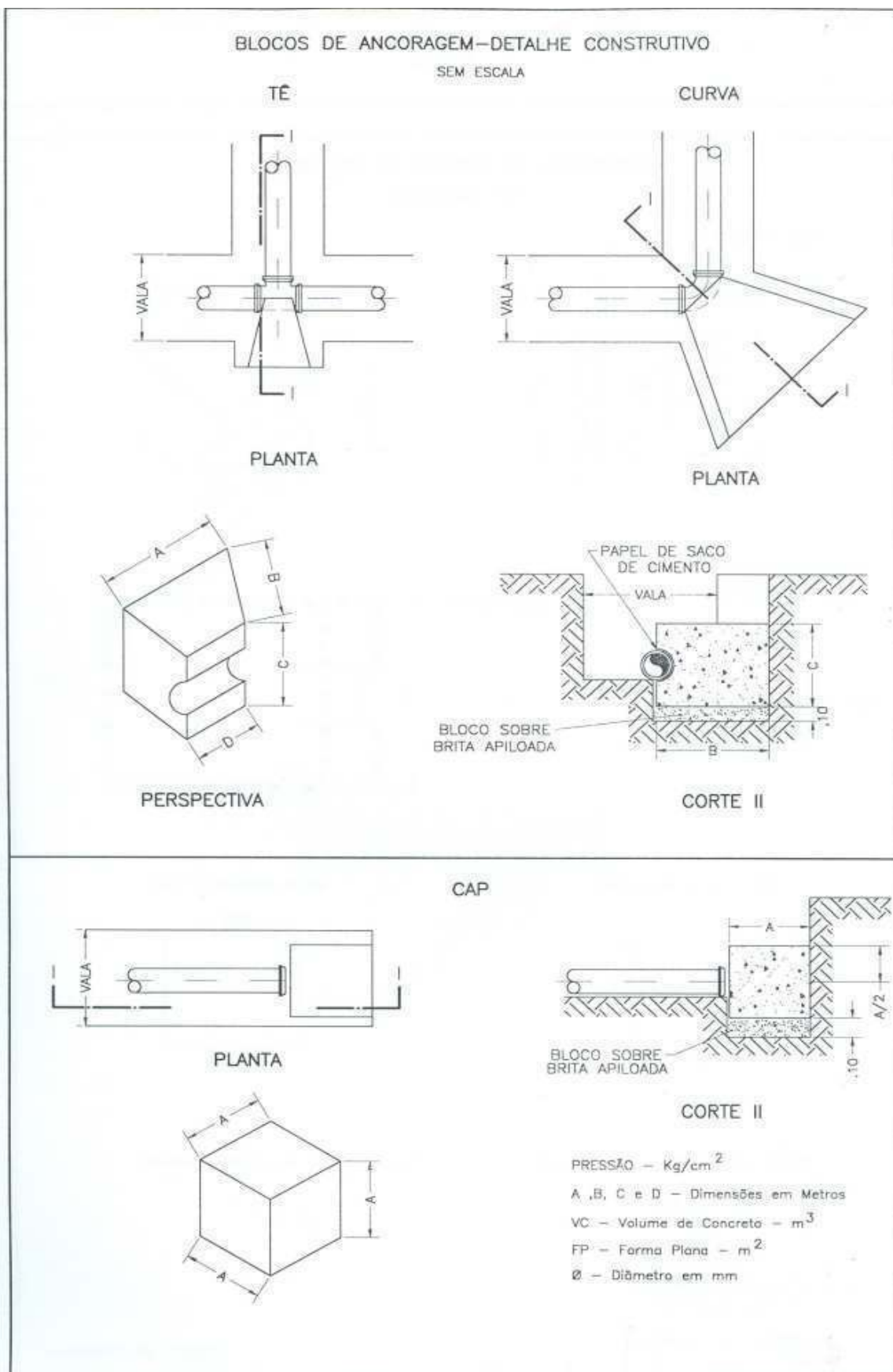
Tabela 10.46 - Empuxo e volume de concreto dos blocos de ancoragem da rede do Subsistema 1

PEÇAS	DN (mm)	EMPUXO (kgf)	VOLUME DE CONCRETO (m³)
Curva 22° 30'	75	86,19	0,0770
Curva 90°	50	138,84	0,1240
Tês, Registros e CAPs	50	98,17	0,0877

Tabela 10.47- Dimensões dos blocos de ancoragem da rede para o Subsistema 1

PEÇAS	DN (mm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	ÁREA DA FORMA (m²)	VOLUME DE CONCRETO (m³)
Curva 22° 30'	75	50	50	30	25	0,1538	0,0770
Curva 90°	50	55	55	35	35	0,1972	0,1240
CAP	50	40	-	-	-	0,4800	0,0877
TÊ	50	0,44	0,61	0,44	0,21	0,83	0,0877

Figura 10.39 – Detalhes construtivos dos blocos de ancoragem da rede



10.5.6.3 – Ventosas e descargas

Conforme estabelecido no item 10.1 deste capítulo (Parâmetros e critérios de projeto), o diâmetro nominal das descargas e ventosas para a rede de distribuição de água serão:

- DN $\frac{3}{4}$ " para as ventosas;
- DN 50 mm para as descargas.

10.5.6.4 - Conclusões sobre rede de distribuição

Segundo a **NBR 12.218/1994, item 5.4 Zonas de pressão** é o que se segue:

“... 5.4.1 a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kpa (**50 m.c.a.**), e a pressão mínima, de 100 kpa (**10 m.c.a.**);

5.4.1.2 os valores de pressão estática superiores a máxima e da pressão dinâmica mínima podem ser aceitos, desde que justificados técnica e economicamente. ...”

Os sistemas de Distribuição de Água propostos para São José, Novo Gosto e Boa Sorte são constituídos por uma única zona de pressão.

A seguir, estão apresentados os esquemas e as planilhas das redes de distribuição das localidades de São José, Novo Gosto e Boa Sorte, cujos cálculos foram elaborados com o utilizando-se o programa EPANET.

Figura 10.40 – EPANET geral – Rede de São José



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - BOA SORTE, SÃO JOSÉ e NOVO GOSTO

SÃO JOSÉ

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

GERAL

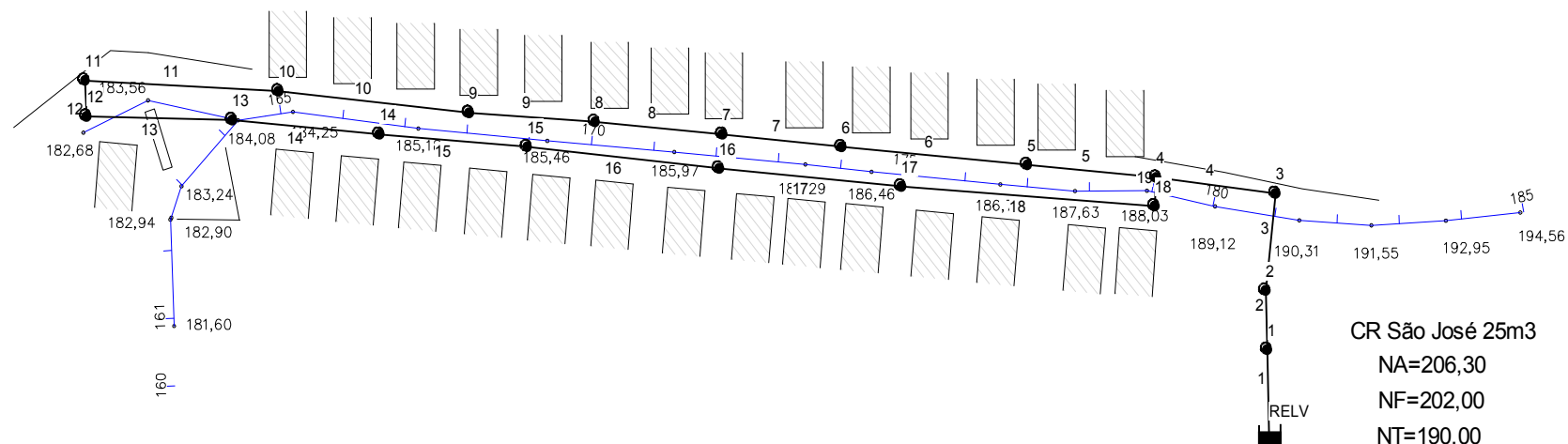
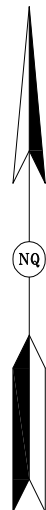


Tabela 10.48 - Característica dos trechos da rede de São José

Trecho	Nº inicial	Nº final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	CR São José	1	11	50	0,69	0,35	6,44
2	1	2	2	50	0,69	0,35	6,44
3	2	3	20	50	0,69	0,35	6,44
4	3	4	40	50	0,69	0,35	6,44
5	4	5	40	50	0,30	0,15	1,30
6	5	6	60	50	0,26	0,13	1,00
7	6	7	40	50	0,21	0,10	0,64
8	7	8	40	50	0,17	0,09	0,43
9	8	9	20	50	0,13	0,07	0,21
10	9	10	60	50	0,11	0,06	0,12
11	10	11	66	50	0,05	0,03	0,04
12	11	12	10	50	-0,01	0,00	0,00
13	12	13	46	50	-0,02	0,01	0,01
14	13	14	50	50	-0,06	0,03	0,04
15	14	15	50	50	-0,11	0,05	0,10
16	15	16	60	50	-0,15	0,08	0,36
17	16	17	60	50	-0,21	0,11	0,66
18	17	18	80	50	-0,27	0,14	1,03
19	18	4	10	50	-0,34	0,17	1,66

Tabela 10.49 - Característica dos nós da rede de São José

CR São José - Reservatório Elevado 30 m3	Q _H Máx	Q _H Mín	Vazão de distribuição (l/s)
	206,30	202,00	0,69

Nº	Cota terreno (m)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
1	190,02	0,00	201,93	11,91	16,28
2	190,03	0,00	201,92	11,89	16,27
3	190,03	0,00	201,79	11,76	16,27
4	188,14	0,05	201,53	13,39	18,16
5	177,10	0,04	201,48	24,38	29,20
6	186,41	0,06	201,42	15,01	19,89
7	186,32	0,04	201,39	15,07	19,98
8	185,50	0,04	201,38	15,88	20,80
9	185,38	0,02	201,37	15,99	20,92
10	184,28	0,06	201,36	17,08	22,02
11	183,33	0,06	201,36	18,03	22,97
12	182,64	0,01	201,36	18,72	23,66
13	183,93	0,04	201,36	17,43	22,37
14	184,93	0,05	201,36	16,43	21,37
15	185,48	0,05	201,37	15,89	20,82
16	186,33	0,06	201,39	15,06	19,97
17	186,84	0,06	201,43	14,59	19,46
18	188,12	0,08	201,51	13,39	18,18

Figura 10.41 – EPANET geral – Rede de Novo Gosto



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 1 - BOA SORTE, SÃO JOSÉ e NOVO GOSTO
NOVO GOSTO
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
GERAL

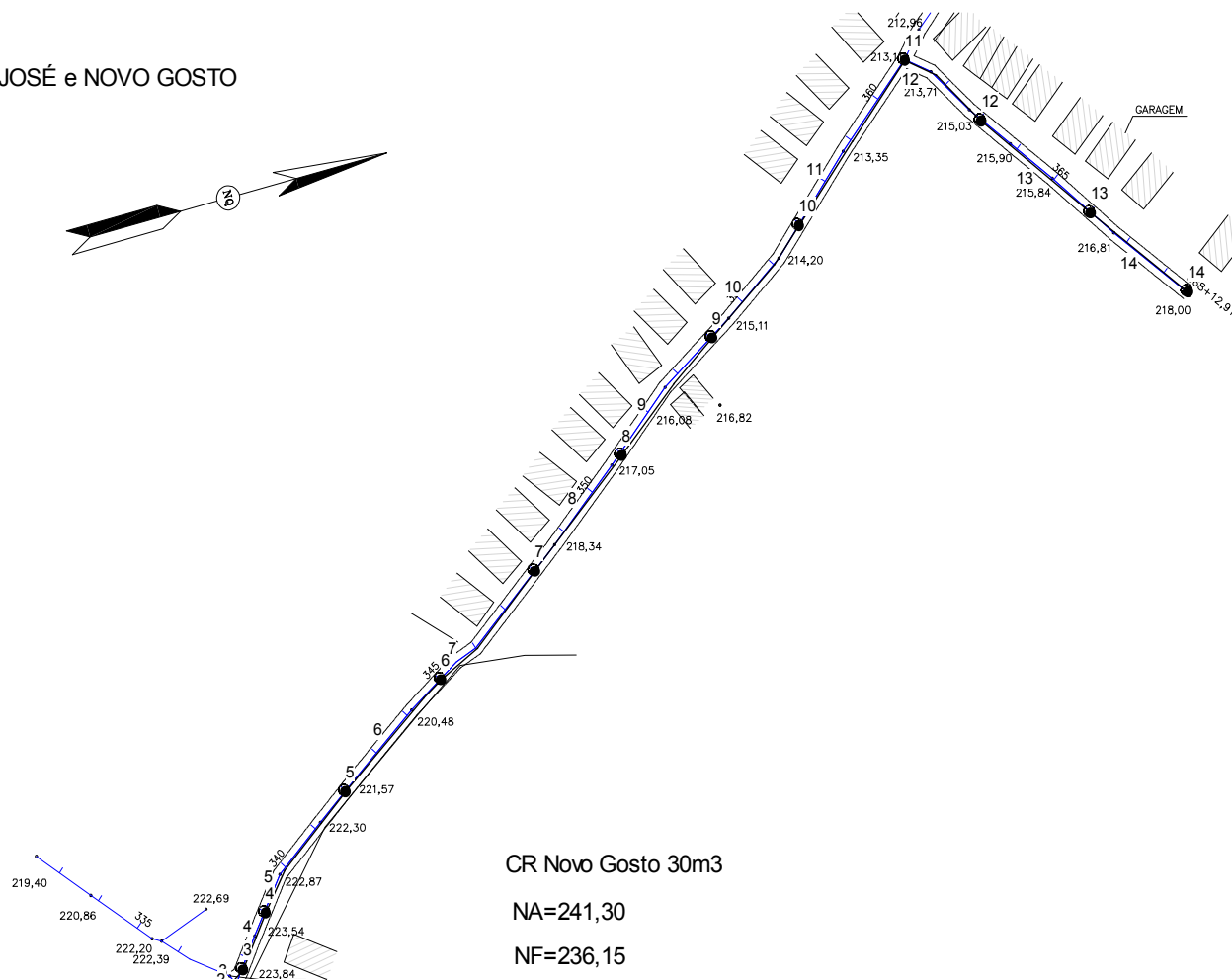


Tabela 10.50 - Característica dos trechos da rede de Novo Gosto

Trecho	Nº inicial	Nº Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	1	2	90	50	0,14	0,07	0,28
2	2	3	100	50	0,14	0,07	0,28
3	3	4	100	50	0,14	0,07	0,28
4	4	5	100	50	0,14	0,07	0,28
5	5	6	100	50	0,14	0,07	0,28
6	6	7	58	50	0,14	0,07	0,28
7	7	8	102	50	0,14	0,07	0,28
8	8	9	100	50	0,14	0,07	0,28
9	9	10	100	50	0,14	0,07	0,28
10	10	11	37	50	0,14	0,07	0,28
11	11	12	83	50	0,12	0,06	0,16
12	12	13	100	50	0,12	0,06	0,16
13	13	14	100	50	0,12	0,06	0,16
14	14	15	70	50	0,12	0,06	0,16
15	15	16	90	50	0,12	0,06	0,16
16	16	17	100	50	0,12	0,06	0,16
17	17	18	100	50	0,07	0,04	0,05
18	18	19	100	50	0,02	0,01	0,01
19	19	20	24	50	0,02	0,01	0,01
20	20	21	36	50	0,02	0,01	0,01
21	21	22	5	50	0,02	0,01	0,01
22	22	23	55	50	0,02	0,01	0,01
23	23	24	16	50	0,02	0,01	0,01
24	24	25	24	50	0,02	0,01	0,01
25	25	26	22	50	0,02	0,01	0,01
26	26	27	18	50	0,02	0,01	0,01
27	27	28	10	50	0,02	0,01	0,01
28	28	29	90	50	0,02	0,01	0,01
29	29	30	80	50	0,02	0,01	0,01
30	30	31	60	50	0,02	0,01	0,01
31	31	32	40	50	0,02	0,01	0,01
32	32	33	20	50	0,02	0,01	0,01
33	33	34	20	50	0,02	0,01	0,01
34	34	35	14	50	0,02	0,01	0,01
35	35	36	26	50	0,02	0,01	0,01
36	36	37	100	50	0,02	0,01	0,01
37	37	38	20	50	0,02	0,01	0,01
38	38	39	70	50	0,02	0,01	0,01
39	39	40	61	50	0,02	0,01	0,01
40	40	41	63	50	0,02	0,01	0,01
41	42	1	1	50	0,14	0,07	0,28

Tabela 10.51 - Característica dos nós da rede de Novo Gosto

CR Novo Gosto - Reservatório Elevado 30 m3	Q _{max}	Q _{fm}	Vazão de distribuição (l/s)
	241,30	236,15	0,69

Nº	Cota Terreno (m)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
1	223,93	0,00	235,86	11,93	17,37
2	220,05	0,00	235,83	15,78	21,25
3	215,02	0,00	235,81	20,79	26,28
4	206,68	0,00	235,78	29,10	34,62
5	200,40	0,00	235,75	35,35	40,90
6	203,77	0,00	235,72	31,95	37,53
7	203,65	0,00	235,71	32,06	37,65
8	207,33	0,00	235,68	28,35	33,97
9	212,14	0,00	235,65	23,51	29,16
10	215,30	0,00	235,62	20,32	26,00
11	215,71	0,02	235,61	19,90	25,59
12	214,52	0,00	235,60	21,08	26,78
13	213,38	0,00	235,58	22,20	27,92
14	212,33	0,00	235,57	23,24	28,97
15	208,16	0,00	235,56	27,40	33,14
16	212,75	0,00	235,54	22,79	28,55
17	216,49	0,05	235,53	19,04	24,81
18	214,87	0,05	235,52	20,65	26,43
19	211,69	0,00	235,52	23,83	29,61
20	211,05	0,00	235,52	24,47	30,25
21	211,45	0,00	235,52	24,07	29,85
22	211,38	0,00	235,52	24,14	29,92
23	211,92	0,00	235,52	23,60	29,38
24	211,77	0,00	235,52	23,75	29,53
25	212,08	0,00	235,52	23,44	29,22
26	211,40	0,00	235,52	24,12	29,90
27	211,52	0,00	235,52	24,00	29,78
28	211,45	0,00	235,52	24,07	29,85
29	213,59	0,00	235,52	21,93	27,71
30	213,35	0,00	235,52	22,17	27,95
31	212,63	0,00	235,52	22,89	28,67
32	212,96	0,00	235,51	22,55	28,34
33	212,85	0,00	235,51	22,66	28,45
34	212,95	0,00	235,51	22,56	28,35
35	212,77	0,00	235,51	22,74	28,53
36	213,13	0,00	235,51	22,38	28,17
37	214,09	0,00	235,51	21,42	27,21
38	214,48	0,00	235,51	21,03	26,82
39	214,61	0,00	235,51	20,90	26,69
40	214,47	0,00	235,51	21,04	26,83
41	215,47	0,02	235,51	20,04	25,83

Figura 10.42 – EPANET geral – Rede de Boa Sorte



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 1 - BOA SORTE, SÃO JOSÉ e NOVO GOSTO

BOA SORTE

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

GERAL

CR Boa Sorte 30m3

NA=190,75

NF=185,60

NT=173,60

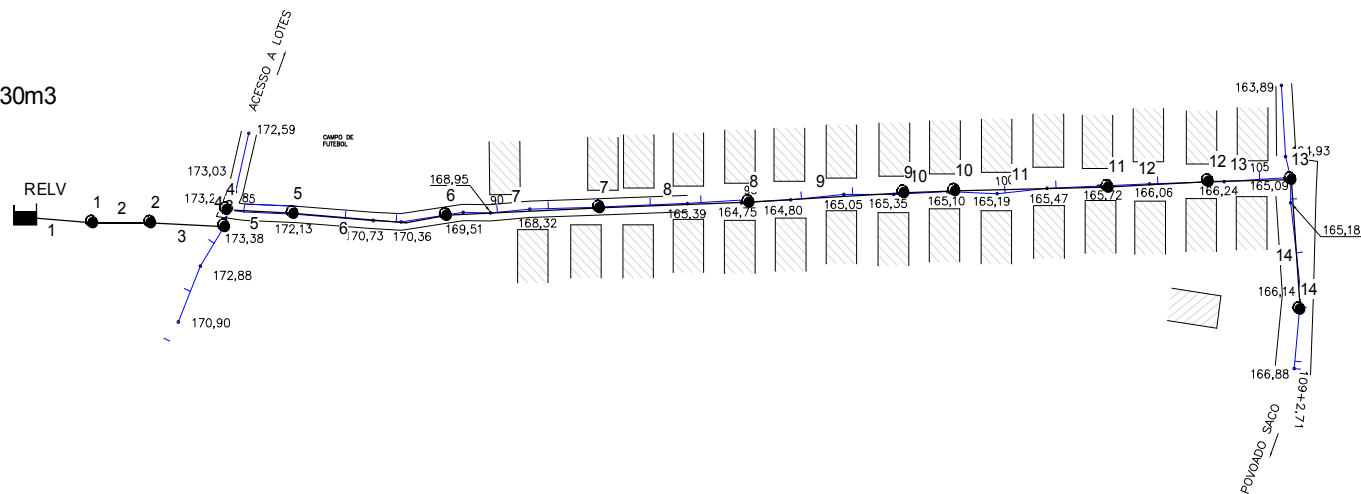


Tabela 10.52 - Característica dos trechos da rede de Boa Sorte

Trecho	Nº inicial	Nº final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	RSV	1	11	75	0,73	0,17	0,86
2	1	2	2	75	0,73	0,17	0,86
3	2	3	20	75	0,73	0,17	0,86
4	3	4	5	75	0,73	0,17	0,86
5	4	5	27	75	0,73	0,17	0,86
6	5	6	60	75	0,73	0,17	0,86
7	6	7	60	50	0,71	0,36	6,86
8	7	8	60	50	0,60	0,31	4,94
9	8	9	60	50	0,49	0,25	3,34
10	9	10	20	50	0,38	0,19	2,04
11	10	11	60	50	0,34	0,17	1,65
12	11	12	40	50	0,23	0,12	0,79
13	12	13	32	50	0,15	0,08	0,34
14	13	14	48	50	0,09	0,05	0,06

Tabela 10.53 - Característica dos nós da rede de Boa Sorte

CR Boa Sorte - Reservatório Elevado 30 m3	Q _{max}	Q _{min}	Vazão de distribuição (l/s)
	190,75	185,60	0,73

Nº	Cota Terreno (m)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
1	173,62	0,00	185,59	11,97	17,13
2	173,63	0,00	185,59	11,96	17,12
3	173,40	0,00	185,57	12,17	17,35
4	173,24	0,00	185,57	12,33	17,51
5	172,18	0,00	185,54	13,36	18,57
6	169,76	0,02	185,49	15,73	20,99
7	167,18	0,11	185,08	17,90	23,57
8	164,79	0,11	184,78	19,99	25,96
9	165,35	0,11	184,58	19,23	25,40
10	165,14	0,04	184,54	19,40	25,61
11	165,87	0,11	184,44	18,57	24,88
12	166,27	0,08	184,41	18,14	24,48
13	165,13	0,06	184,40	19,27	25,62
14	166,36	0,09	184,40	18,04	24,39

10.6 – DIMENSIONAMENTO DO SUBSISTEMA 2

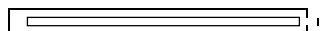
10.6.1 - Unidades Projetadas

O Subsistema 2 abastecerá as localidades de Conceição, Lajes e Alemar, e será implementado no Município de Pão de Açúcar – AL. A seguir é apresentado um breve descritivo das intervenções a serem desenvolvidas neste projeto.

- Projeto de uma elevatória de água bruta, para recalque de água bruta captada no Rio São Francisco até a ETA;
- Projeto de uma estação de tratamento de água compacta, pré-fabricada com capacidade 15 m³/h.
- Projeto de uma casa de química, dotando-a de depósito de produtos químicos, sala de preparo e dosagem, laboratório e banheiro;
- Projeto de uma elevatória de água tratada para cada um dos cinco trechos existentes, que são: Reservatório ETA ao CR Volante, Reservatório ETA ao CR Conceição, CR Volante ao CR Lajes 1 e, por fim, CR Volante ao CR Lajes 2 e ao CR Alemar;
- Projeto de cinco centros de reservação sendo um apoiado e os demais elevados. O apoiado corresponde ao CR Volante, enquanto os elevados serão os CRs Conceição, Lajes 1, Lajes 2 e Alemar;
- Projeto das redes de distribuição de água para Conceição, Lajes 1, Lajes 2 e Alemar.

A configuração geral do Subsistema 2 está apresentado no desenho Nº PA/A/O/HS2/D01

Figura 10.43 – Configuração geral do sistema e suas principais características – Subsistema 2



SUBSISTEMA2

I - CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA (AB)

Bomba: Q = 3,88 L/s; Potência = 20 cv; AMT = 154,88 mca;

Adutora: 1.674 m de extensão com tubos de PEAD DN 100; v = 0,49 m/s; J = 3,30 m/km;

II - ETA

Filtro: 15 m³/h;

Casa de Química: 26,76 m²;

Reservatório ETA: 20 m³;

Tempo de funcionamento da ETA para final de plano: 12 h/dia;

III - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA (AT)

ADUTORA							MOTO-BOMBA		
TRECHO	MATERIAL	DN (mm)	EXTENSÃO (m)	Q (L/s)	v (m/s)	J (m/km)	Pot (cv)	AMT (mca)	
1	FºFº	150	7,72	18,33	1,04	8,25	6	17	
2	PVCrossável	32 e 50	29	0,73	0,91 e 0,37	46,12 e 4,70	0,25	12,8	
3	PEAD	75	4.975	2,95	0,67	8,58	15	124,5	
4	PEAD	32 e 50	26	0,66	0,82 e 0,34	37,97 e 3,89	0,25	15,12	
5	5.1	PEAD	75	2.424,21	2,31	0,52	5,31	3	46
	5.2	PEAD	40	657,95	0,95	0,76	24,21		
	5.3	PEAD	50	2.923,59	1,36	0,69	15,31		

IV - RESERVATÓRIO VOLANTE

V = 25 m³; NA = 210,80 m; NF = 206,50 m; NT = 206,40 m.

V - RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA (RD)

REDE DE DISTRIBUIÇÃO				RESERVATÓRIO				
TRECHO	MATERIAL	DN (mm)	Q (L/s)	Tipo	V (m³)	NA	NF	NT
a	PVC/PBA	50	0,54	Elevado	25	150,30	146,00	139,00
b	PVC/PBA	50	0,50	Elevado	20	220,90	217,40	206,40
c	PVC/PBA	50	0,71	Elevado	30	222,15	217,00	206,00
d	PVC/PBA	50 e 75	1,02	Elevado	2 x 20	189,50	186,00	176,00

10.6.2 - Recalque de água bruta

A elevatória de água bruta (EAB) do tipo balsa flutuante recalcará água do rio São Francisco diretamente para a estação compacta de tratamento, através de uma adutora em PEAD, tendo como dados básicos para pré-dimensionamento os seguintes valores aproximados:

- Extensão da linha de recalque: 1.674 m;
- Vazão de recalque: 3,88 L/s = 13,97 m³/h;
- Nível mínimo de sucção: 8,79 m (captação);
- Nível máximo de sucção: 19,79 m (captação);
- Pressão mínima de chegada na ETA: 20,00 mca;
- Cota do terreno na ETA: 138 m;
- Hg sucção = 0,75 m (desnível entre nível da água de captação e o eixo da bomba no flutuante);

- Hg recalque: desnível entre o terreno da ETA e o eixo da bomba;
- $H_{g_{\min}}$ recalque = $138 - (19,79 + 0,75) = 117,46$ m;
- $H_{g_{\max}}$ recalque = $138 - (8,79 + 0,75) = 128,46$ m;
- Cálculo das perdas de carga: Fórmula Universal : $K = 0,1$;
 $K = 0,2$.
- Critérios e parâmetros de cálculo

a) Equipamentos de recalque:

Serão utilizados para o recalque de água bruta, dois conjuntos motor-bomba instalados no flutuante, sendo um de reserva. O funcionamento estará intertravado à ETA.

b) Perdas de carga:

As perdas localizadas foram calculadas com base no coeficiente “K” de cada peça, pela equação:

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

Para o cálculo das perdas de carga distribuídas, empregou-se a fórmula universal:

$$hf = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g} = J \cdot L$$
$$J = \frac{f \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

Onde:

hf: perda de carga (m.c.a.);

f: coeficiente da perda de carga (adimensional);

L: comprimento (m);

D: diâmetro hidráulico (m);

v: velocidade média na seção (m/s);

g: aceleração da gravidade (m/s^2);

J: perda de carga unitária (m/m).

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE



$$- D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00388} = 0,075 \text{ m.}$$

COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS

Tabela 10.54 - Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 2 - EAB.

MATERIAL	DN	VELOCIDADE (m/s)	J (m/m)	hf (m)	AMT MÁX (mca)
PEAD	75	0,88	0,01436	24,04	172,50
PEAD	100	0,49	0,00330	5,52	153,98
PEAD	150	0,22	0,00043	0,72	149,18

Fica assim verificado e adotado o diâmetro da linha de recalque da água bruta em DN 100 em PEAD, que por sua vez, atende ao parâmetro de velocidade. Para a sucção da água bruta a tubulação será em DN 100 em F°F°.

DIÂMETRO DO BARRILETE

Foi determinado que a tubulação do barrilete será implantada em F°F° DN 100.

PERDAS DE CARGA NA SUCÇÃO

a) Perdas localizadas

Tabela 10.55 - Relação de peças da sucção do Subsistema 2 - EAB.

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Válvula de retenção com pé	100	01	1,75	1,75
Redução	100	01	0,15	0,15
Curva 90°	100	01	0,40	0,40
K_{total}	-	-	-	2,30

$$h_{f_{loc}} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 100 \text{ mm} \quad K_{total} = 2,30$$

$$Q = 3,88 \text{ L/s}$$

$$A = 0,007854 \text{ m}^2$$

$$h_{f_{loc}} = \frac{2,30 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,007854)^2} = 1.900,53 \text{ Q}^2 \text{ m}$$

b) Perdas distribuídas

Q = 3,88 L/s;

K=0,1 mm;

J = 0,00300 m/m;

Kc = J/Q² ⇒ Kc ≅ 199,28;

L = 6,13 m;

hf_{dis} = L . Kc . Q² ⇒ hf_{dis} = 1.221,59 Q².

K=0,2 mm;

J = 0,00330m/m;

Kc = J/Q² ⇒ Kc ≅ 219,21;

L = 6,13 m;

hf_{dis} = L . Kc . Q² ⇒ hf_{dis} = 1.343,76 Q².

c) Perdas totais na sucção

$$h_{f_T} = h_{f_{loc}} + h_{f_{dis}}$$

$$K = 0,1 \text{ mm} \quad h_{f_T} = (1.900,53 + 1.221,59) Q^2 = 3.122,12 Q^2 \text{ m}$$

$$K = 0,2 \text{ mm} \quad h_{f_T} = (1.900,53 + 1.343,76) Q^2 = 3.244,29 Q^2 \text{ m}$$

PERDAS DE CARGA NO BARRILETE

a) Localizadas

Tabela 10.56 - Relação de peças no barrilete de recalque do Subsistema 2 - EAB.

PEÇA	DN (mm)	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Válvula de Retenção	100	01	2,50	2,50
Registro gaveta	100	01	0,20	0,20
Tê de saída lateral	100	02	1,30	2,60
K_{total}	-	-	-	5,30

$$h_{f_{loc}} = \frac{K_{total} Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, D = 100 \text{ mm } K_{total} = 6,00$$

$$Q = 3,88 \text{ L/s}$$

$$A = 0,007854 \text{ m}^2$$

$$h_{f_{loc}} = \frac{5,30 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,007854)^2} = 4.379,20 \text{ Q}^2 \text{ m}$$

b) Perdas distribuídas

$$Q = 3,88 \text{ L/s};$$

$$K=0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,00300 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Q^2 \Rightarrow Kc \cong 199,28;$$

$$L = 3,60 \text{ m};$$

$$h_{f_{dis}} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \Rightarrow h_{f_{dis}} = 717,41 \text{ Q}^2 \text{ m.}$$

$$K=0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,00330 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Q^2 \Rightarrow Kc \cong 219,21;$$

$$L = 3,60 \text{ m};$$

$$h_{f_{dis}} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \Rightarrow h_{f_{dis}} = 789,16 \text{ Q}^2 \text{ m.}$$

c) Perdas totais no barrilete

$$h_{f_T} = h_{f_{loc}} + h_{f_{dis}}$$

.

$$K = 0,1 \text{ mm } h_{f_T} = (4.379,20 + 717,41) Q^2 = 5.096,61 \text{ Q}^2 \text{ m}$$

$$K = 0,2 \text{ mm } h_{f_T} = (4.379,20 + 789,16) Q^2 = 5.168,36 \text{ Q}^2 \text{ m}$$

PERDAS DE CARGA NA LINHA DE RECALQUE

a) Localizadas

O quadro abaixo apresenta as peças que serão utilizadas ao longo da linha de recalque de água bruta. Todas as peças presentes da saída da bomba à entrada do barrilete e da saída do barrilete até a ETA farão parte dos cálculos a seguir. Para tanto, considerou-se que toda a adutora de água bruta será composta exclusivamente por tubos de PEAD, apesar de existir um trecho em mangote.



Tabela 10.57 - Relação de peças da linha de recalque do Subsistema 2 - EAB.

PEÇAS	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Curva 90°	150	04	0,40	1,60
Curva 45°	150	04	0,20	0,80
Ampliação	150	01	0,30	0,30
K_{total}	-	-	-	2,70

– DN 100 → A = 0,007854 m²;

– $hf = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2} \rightarrow hf = \frac{2,70 \cdot Q^2}{2 \cdot 9,81 \cdot (0,007854)^2} \rightarrow hf = 2.230,92 Q^2 m$

b) Distribuídas

Q = 3,88 L/s;

K=0,1 mm;

J = 0,00300 m /m;

Kc = J/Q² ⇒ Kc ≅ 199,28;

L = 1.670,40 m;

hf_{dis} = L . Kc . Q² ⇒ **hf_{dis} = 332.877,31 Q².**

K=0,2 mm;

J = 0,00330 m /m;

Kc = J/Q² ⇒ Kc ≅ 219,21;

L = 1.670,40 m;

hf_{dis} = L . Kc . Q² ⇒ **hf_{dis} = 366.168,38 Q².**

c) Perda de carga total no recalque

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis}$$

– K = 0,1 mm ⇒ hf = (2.230,92 + 332.877,31) x Q² = **335.108,23 Q² m;**

– K = 0,2 mm ⇒ hf = (2.230,92+ 366.168,38) x Q² = **368.399,30 Q² m.**

PERDAS DE CARGAS TOTAIS NO SISTEMA

$$H_T = h_{f suc} + h_{f barr} + h_{f rec}$$

– K = 0,1 mm ⇒ H_{T,MIN} = (3.122,12 + 5.096,61 + 335.108,23)Q²;

– K = 0,2 mm ⇒ H_{T,MAX} = (3.244,29 + 5.168,36 + 368.399,30)Q².

– K = 0,1 mm ⇒ **H_{T,MIN} = 343.326,96 Q² m;**

– K = 0,2 mm ⇒ **H_{T,MAX} = 376.811,95 Q² m.**

DADOS BÁSICOS

- Extensão da linha de recalque: 1.674 m;
- Vazão de recalque: 3,88 L/s = 13,97 m³/h;
- Nível mínimo de sucção: 8,79 m (captação);
- Nível máximo de sucção: 19,79 m (captação);
- Hg sucção= 0,75 m (desnível constante entre nível da água de captação e o eixo da bomba no flutuante);
- Pressão mínima de chegada na ETA: 20,00 mca;
- Cota do terreno na ETA: 138 m;
- Hg recalque: desnível entre o terreno da ETA e o eixo da bomba;
- $H_{g\min} \text{ recalque} = 138 - (19,79 + 0,75) = 117,46 \text{ m};$
- $H_{g\max} \text{ recalque} = 138 - (8,79 + 0,75) = 128,46 \text{ m};$

$$AMT = (Hg \text{ sucção} + Hg \text{ recalque} + PR) + H_T$$

$$- K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{\min} = (0,75 + 117,46 + 20) + 343.326,96 Q^2;$$

$$- K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{\max} = (0,75 + 128,46 + 20) + 376.811,95 Q^2.$$

$$- K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow \mathbf{AMT_{\min} = 138,21 + 343.326,96 Q^2};$$

$$- K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow \mathbf{AMT_{\max} = 149,21 + 376.811,95 Q^2};$$

Com o intuito de confirmar os cálculos executados para adução de água bruta efetuou-se uma modelagem do sistema com o emprego do EPANET que gerou imagens e planilhas que seguem abaixo.

Figura 10.44 - EPANET geral do Subsistema 2 - AAB

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇUCAR
 SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES E ALEMAR
 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA
 GERAL

Dia 1, 12:00

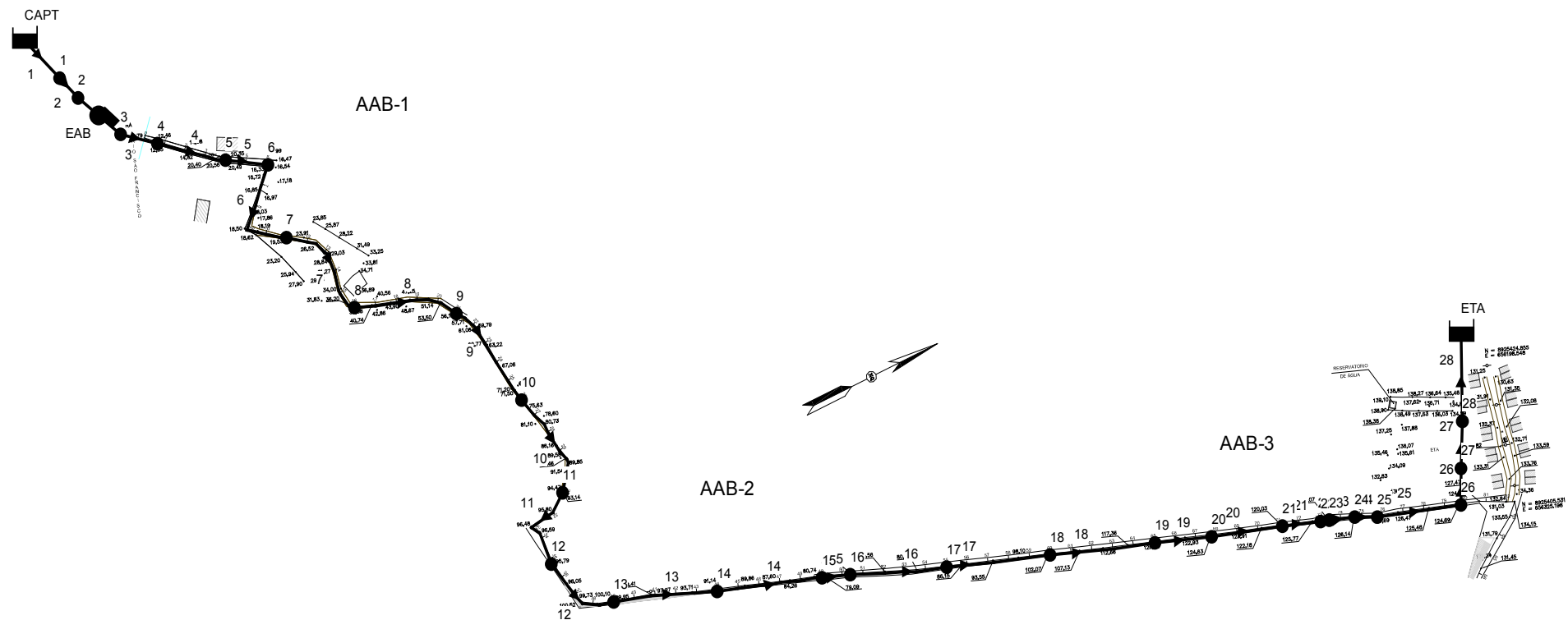
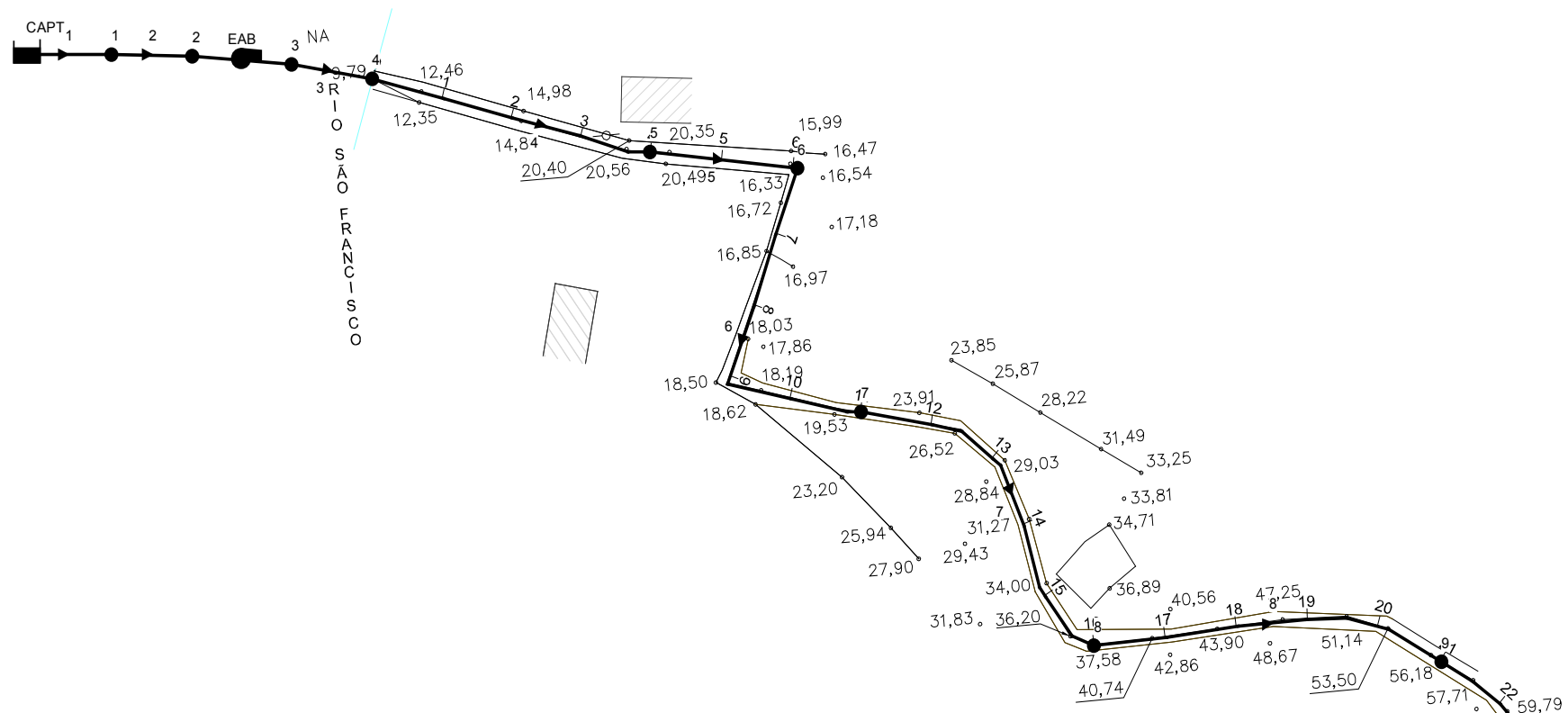


Figura 10.45 – EPANET parcial 1 do Subsistema 2 - AAB

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇUCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES E ALEMAR
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA
PARCIAL
AAB-1

Dia 1, 12:00



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇUCAR
 SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES E ALEMAR
 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA
 PARCIAL
 AAB-2

Dia 1, 12:00

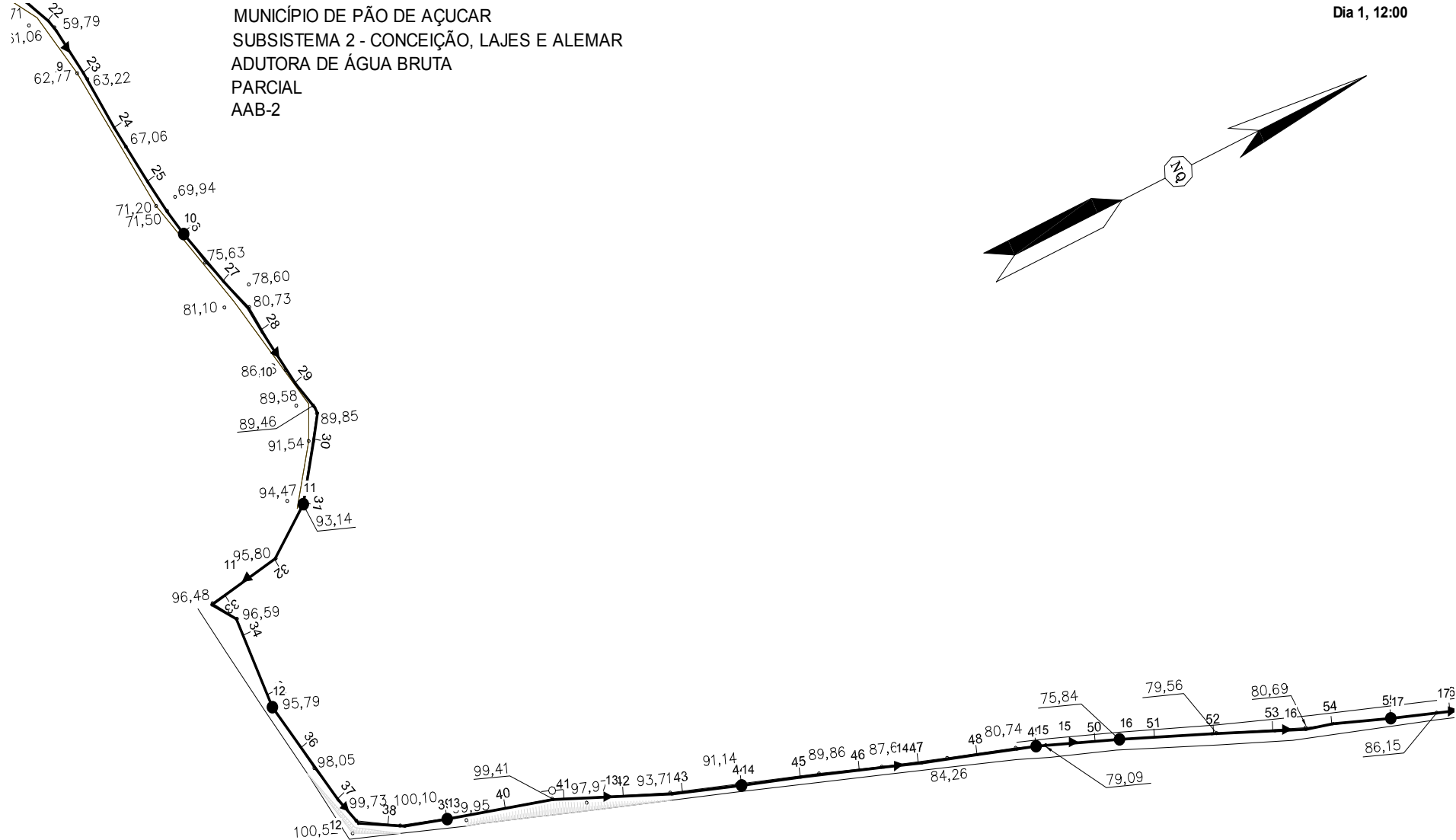


Figura 10.47 – EPANET parcial 3 do Subsystema 2 - AAB

Dia 1, 12:00

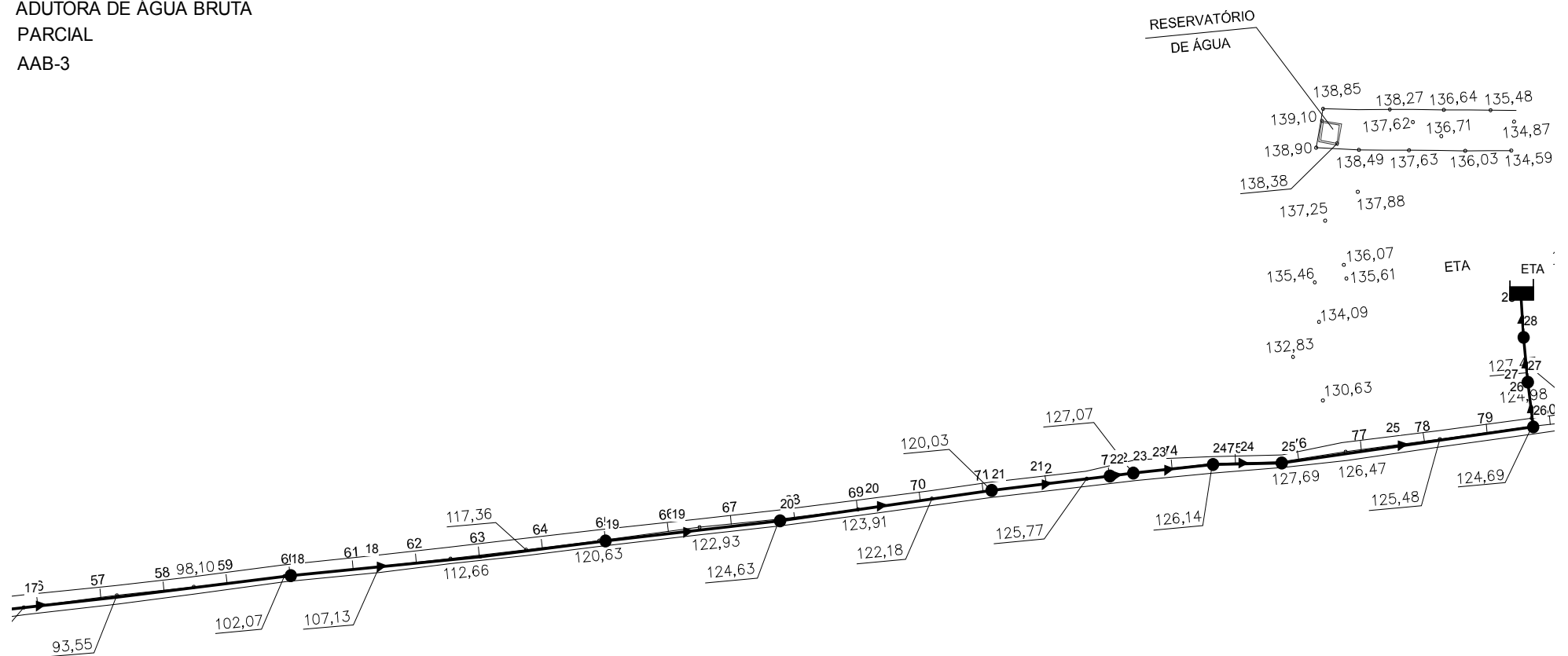


Tabela 10.58 - Características dos trechos do Subsistema 2 - EAB

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/ km)
1	CAPT	1	5	100	3,88	0,49	3,35
2	1	2	5	100	3,88	0,49	3,35
3	3	4	5	100	3,88	0,49	3,35
4	4	5	80	100	3,88	0,49	3,35
5	5	6	41,5	100	3,88	0,49	3,35
6	6	7	98,5	100	3,88	0,49	3,35
7	7	8	100	100	3,88	0,49	3,35
8	8	9	100	100	3,88	0,49	3,35
9	9	10	100	100	3,88	0,49	3,35
10	10	11	100	100	3,88	0,49	3,35
11	11	12	83,84	100	3,88	0,49	3,35
12	12	13	76,16	100	3,88	0,49	3,35
13	13	14	100	100	3,88	0,49	3,35
14	14	15	100	100	3,88	0,49	3,35
15	15	16	28,18	100	3,88	0,49	3,35
16	16	17	91,82	100	3,88	0,49	3,35
17	17	18	100	100	3,88	0,49	3,35
18	18	19	100	100	3,88	0,49	3,35
19	19	20	55,27	100	3,88	0,49	3,35
20	20	21	67,4	100	3,88	0,49	3,35
21	21	22	37,44	100	3,88	0,49	3,35
22	22	23	7,59	100	3,88	0,49	3,35
23	23	24	12,77	100	3,88	0,49	3,35
24	24	25	25,18	100	3,88	0,49	3,35
25	25	26	79,77	100	3,88	0,49	3,35
26	26	27	10	100	3,88	0,49	3,35
27	28	27	10	100	-3,88	0,49	3,35
28	28	ETA	10	100	3,88	0,49	3,35
EAB	2	3	#N/ A	#N/ A Bomba	3,88	0,00	-154,67

Tabela 10.59 - Características dos nós do Subsistema 2- EAB

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)
1	8,79	0,00	8,77	-0,02
2	8,79	0,00	8,76	-0,03
3	9,09	0,00	163,42	154,33
4	10,10	0,00	163,41	153,31
5	20,75	0,00	163,14	142,39
6	16,15	0,00	163,00	146,85
7	21,16	0,00	162,67	141,51
8	37,93	0,00	162,34	124,41
9	56,73	0,00	162,00	105,27
10	73,43	0,00	161,67	88,24
11	93,27	0,00	161,33	68,06
12	95,92	0,00	161,05	65,13
13	100,15	0,00	160,80	60,65
14	91,21	0,00	160,46	69,25
15	79,79	0,00	160,13	80,34
16	76,01	0,00	160,03	84,02
17	84,40	0,00	159,73	75,33
18	102,47	0,00	159,39	56,92
19	120,85	0,00	159,06	38,21
20	124,70	0,00	158,87	34,17
21	120,11	0,00	158,65	38,54
22	126,46	0,00	158,52	32,06
23	127,13	0,00	158,49	31,36
24	126,20	0,00	158,45	32,25
25	127,75	0,00	158,37	30,62
26	124,76	0,00	158,10	33,34
27	138,04	0,00	158,07	20,03
28	138,04	0,00	158,03	19,99
CAPT	8,79	-3,88	8,79	0,00
ETA	158,00	3,88	158,00	0,00

**A cota do terreno do reservatório do subsistema 2 de Pão de Açúcar, para este cálculo, foi considerada igual a 158 m diferentemente do que ocorre na realidade cuja cota correta é 138 m. Somou-se ao seu valor real mais 20 m devido à exigência do filtro da ETA para funcionar de maneira satisfatória, conforme orientação dos fornecedores do equipamento.*

A altura manométrica máxima da bomba obtida pelo EPANET foi de 154,80 mca

CURVAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

Utilizando a equação da altura manométrica encontrada em função de Q^2 nos cálculos anteriores, foi possível determinar valores para a AMT para as diversas vazões, fato este que possibilita a construção da curva da bomba.

Tabela 10.60 - Valores das curvas características do Subsistema 2 - EAB.

QUADRO DA CURVA DO SISTEMA ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA			
PÃO DE AÇÚCAR - SUBSISTEMA 2			
VAZÃO (L/s)	AMT_{mín} (m.c.a.)	AMT_{méd} (m.c.a.)	AMT_{máx} (m.c.a.)
1,00	138,55	144,07	149,59
2,00	139,58	145,15	150,72
3,00	141,30	146,95	152,60
3,88	143,38	149,13	154,88
4,00	143,70	149,47	155,24
5,00	146,79	152,71	158,63
6,00	150,57	156,67	162,78
7,00	155,03	161,35	167,67
8,00	160,18	166,75	173,33
9,00	166,02	172,88	179,73
10,00	172,54	179,72	186,89

Para a vazão máxima prevista para fim de plano, isto é, para o ano de 2029, a altura manométrica será de 154,88 mca conforme a curva apresentada abaixo.

Figura 10.48 – Curvas da EAB para o Subsistema 2 – Pão de Açúcar

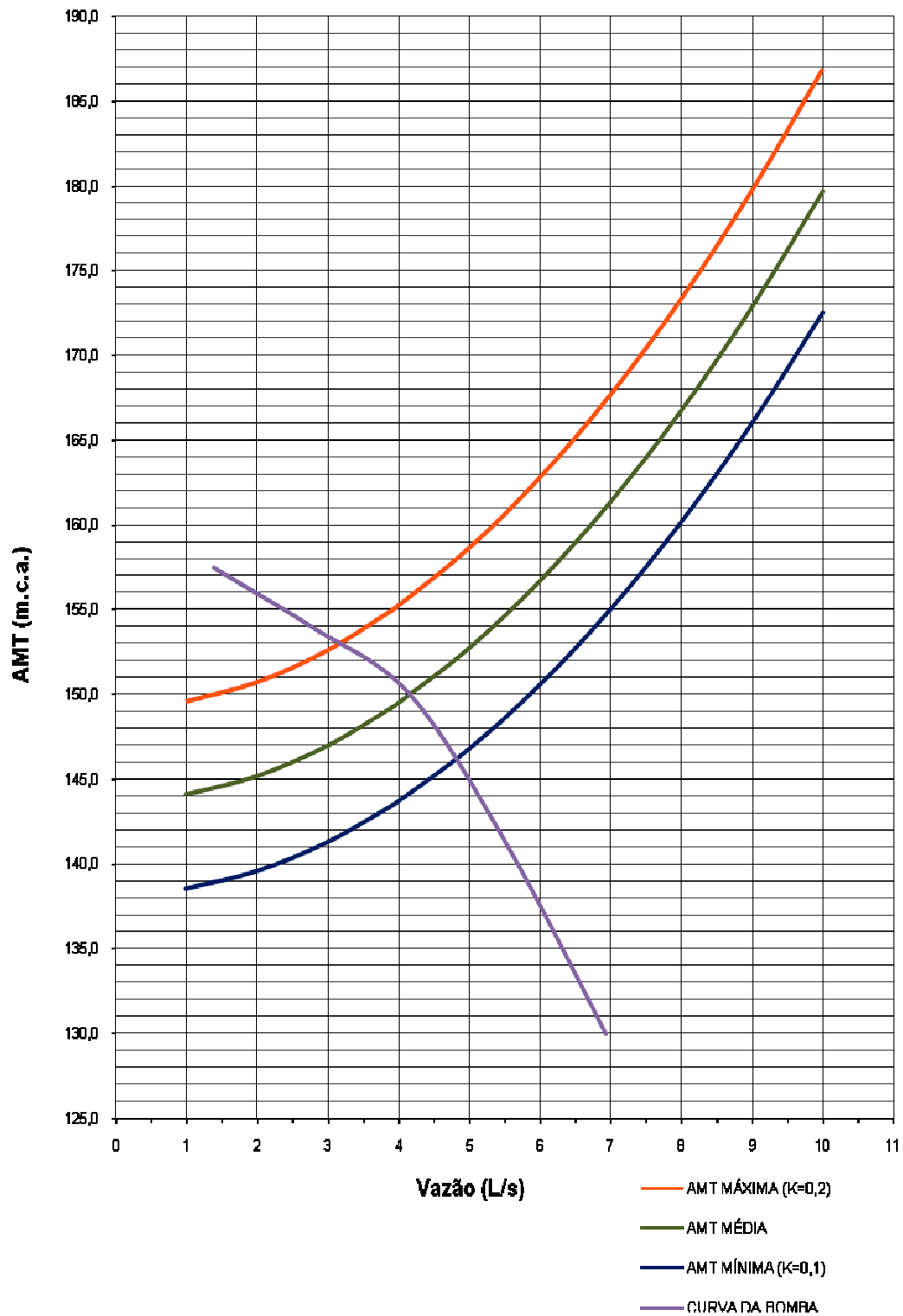


Figura 10.49 – Curva da bomba do Subsistema 2 - EAB

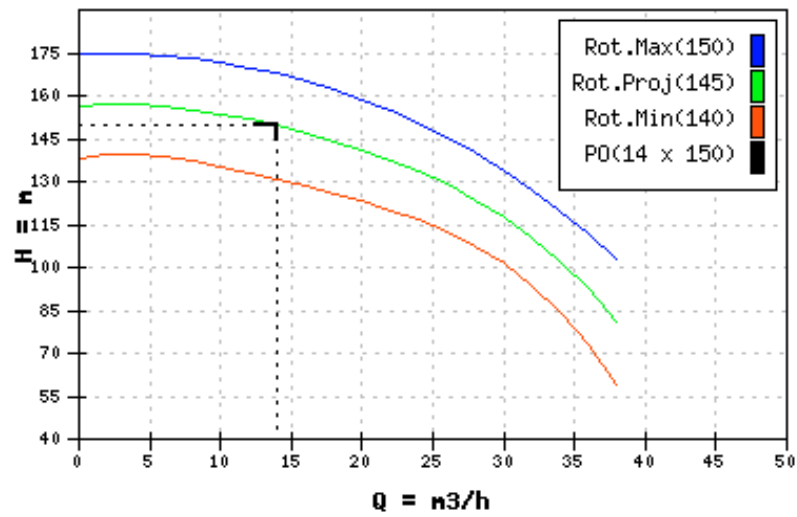


Figura 10.50 – Curva do rendimento da bomba do Subsistema 2 - EAB

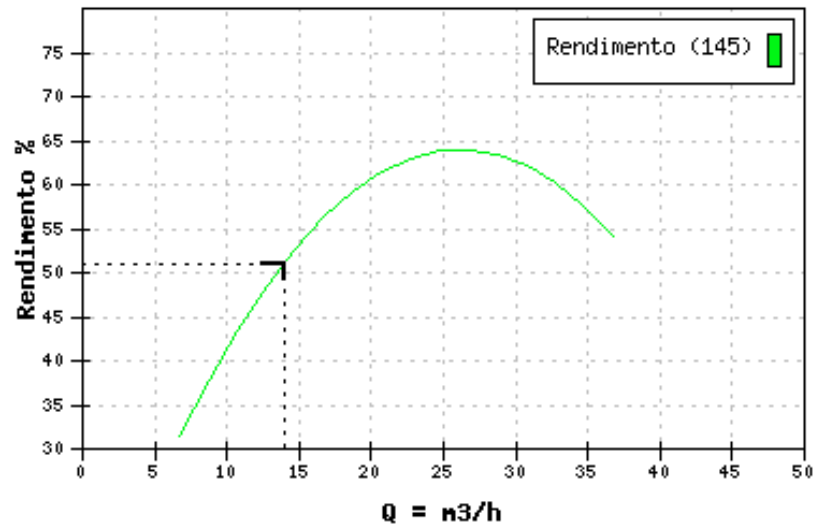
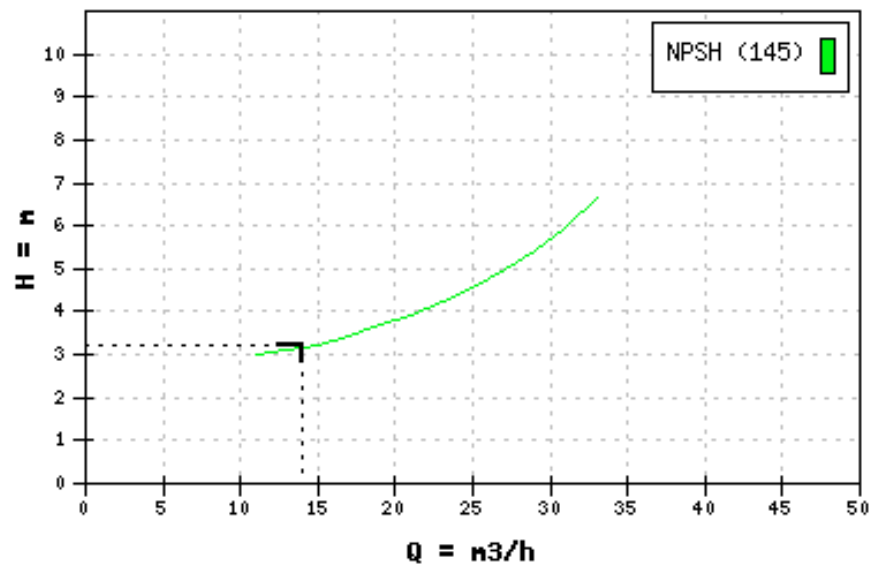


Figura 10.51 – Curvas do NPSH da bomba do Subsistema 2 (*Net Positive Suction Head*) - EAB



A altura manométrica máxima da bomba obtida pelo EPANET foi de 154,80 mca aproximando-se, portanto, do valor calculado anteriormente que foi de 154,88 mca. Foi adotada a de maior valor, ou seja, 154,88 mca.

DADOS BÁSICOS PARA ESPECIFICAÇÃO

- Quantidade de bombas implantadas: = 1 + 1 reserva instalada;
- Vazão da bomba = 3,88 L/s = 13,97 m³/h;
- AMT = 154,88 mca.

EQUIPAMENTO INDICADO – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BOMBA

Bomba da KSB - WK 40/4

Tipo: centrífuga multiestágio de eixo horizontal;

Vazão da bomba: 3,88 L/s;

Rendimento: 51 %;

AMT: 154,88 mca;

Rotação: 3.500 rpm;

Motor: trifásico, P = 20 cv.

VERIFICAÇÃO DO NPSH

$$\text{NPSH}_{\text{disponível}} = \pm H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10 - h_{f_{\text{sucção}}}$$

$$\text{NPSH}_{\text{requerido}} \leq \text{NPSH}_{\text{disponível}}$$

Onde:

$\text{NPSH}_{\text{disponível}}$: energia disponível no líquido na entrada da bomba;

H: altura da água de sucção (1,25 - 0,50 = 0,75 m);

P_a : pressão atmosférica (adotado 1,0 kgf/cm²);

P_v : pressão vapor (0,02383 kg/cm² a 20°C);

γ : peso específico da água (1,0 kgf/dm³);

$h_{f_{\text{sucção}}}$: perda de carga na sucção (0,0488 mca);

$\text{NPSH}_{\text{requerido}}$: 3,30 mca.

$$\text{NPSH}_{\text{disponível}} = - 0,75 + \frac{1,0 - 0,0238}{1} \times 10 - 0,0488 = 8,96 \text{ mca}$$

$$\text{NPSH}_{\text{disponível}} (8,96 \text{ mca}) \geq \text{NPSH}_{\text{requerido}} (3,30 \text{ mca})$$

O dimensionamento dos blocos de ancoragem da adutora de água bruta foi feito a partir das equações que seguem abaixo:

- Empuxo para curvas

$$E = 2 (S \times \gamma \times h) \times \sin (\alpha/2)$$

- Empuxo para tês, CAPs e registros

$$E = S \times \gamma \times h$$

Onde:

E: empuxo (kgf);

S: área da seção da tubulação (m²);

γ : peso específico da água (1000 kg/m³);

h: altura manométrica (mca).

Admite-se a tensão admissível do solo $\sigma = 1 \text{ kg/cm}^2$, com isso, utilizando a equação seguinte pode-se encontrar a área do bloco.

$$A = E / \sigma \text{ (cm}^2\text{)}$$

Onde:

A: área do bloco (cm²);

E: empuxo (kgf);

σ : tensão admissível do solo (adotado 1 kg/cm²);

Deste modo, como a tensão do solo adotada foi de 1 kg/cm² a área terá mesmo valor numérico do empuxo. Com isso, a tabela abaixo apresenta as áreas dos blocos de ancoragem para diferentes pressões e diâmetros das peças encontradas nesta ocasião. O detalhamento dos blocos de ancoragem da adutora, com as suas dimensões e as características do concreto, se encontra na folha OO/O/O/HBA/D04.

Tabela 10.61 - Áreas dos blocos de ancoragem da adutora de água bruta do Subsistema 2

PEÇAS	Pressão (mca) DN (mm)	20	40	60	80	100	120	140	160
Curvas 45°	100	120,22	240,44	360,66	480,88	601,10	721,32	841,54	961,76
Curvas 90°	100	222,14	444,28	666,41	888,55	1.110,69	1.332,83	1.554,96	1.777,10
Tês	100	157,08	314,15	471,23	628,30	785,38	942,45	1.099,53	1.256,60

Para o dimensionamento da descarga utiliza-se a equação seguinte:

$$\frac{D}{d} = 65 \sqrt{\frac{T \sqrt{Z_m}}{L}}$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (100 mm ou 0,1 m);

d: diâmetro da descarga (adotado 75 mm ou 0,075 m);

T: tempo de esvaziamento da adutora (h);

Z_m: carga média disponível (m);

L: (L₁ + L₂) extensão total da adutora entre os pontos altos nos quais há admissão de ar (m).

$$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

Onde:

Z₁: carga no ponto mais alto 1 (m);

Z₂: carga no ponto mais alto 2 (m);

O dimensionamento das descargas instaladas na adutora de água bruta será feito considerando tempo máximo de esvaziamento de 2 horas. Será efetuado o cálculo da descarga para o trecho da adutora que tenha a maior distancia entre Z₁ e Z₂, que corresponde ao caso mais crítico para a realização da descarga. O diâmetro encontrado para esta situação também será utilizado nas demais descargas desta adutora.

Tabela 10.62 – Descargas da adutora de água bruta do Subsistema 2

Peça	Estaca	Cota (m)	L (m)	Z _m (m)	DN (mm)	Tempo de Esvaziamento (h)
ETA	38+4,082	98,995	591,185	36,52	75	0,04
Descarga 1	50+8,184	74,740				
Ventosa 1	67+15,267	123,526				

Diâmetros adotados para as descargas da adutora de água bruta: DN 75 mm.

10.6.2.3 – Ventosas

Para o dimensionamento das ventosas será utilizada a equação:



$$d \geq D / 12$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (m);

d: diâmetro da descarga (m);

Para D= 100 mm => d = 8,33 mm

Adotado: d = 25 mm (DN 1")

10.6.3 – Estação de tratamento de água

A estação de tratamento de água será do tipo pré-fabricada compacta com capacidade para 15 m³/h. O tratamento será do tipo convencional através de floco-decantadores ascendentes e dupla filtração. Esta unidade deverá ter as seguintes dimensões aproximadas para a sua base: 4,00 m x 5,00 m, com cota de terreno 138,00 m. A taxa de filtração exigida pelo fornecedor é de 115,20 m³/m².dia para o filtro ascendente e 153,60 m³/m².dia para o filtro descendente.

Esta estação deverá possuir resistência química na parte em contato com a água, ainda na sua forma original, isto é, sem revestimentos protetores anticorrosivos ao ataque de produtos químicos utilizados no tratamento de água, tal como sulfato de alumínio, cloreto férrico e outros.

Tabela 10.63 - Características das estações de tratamento de água do Subsistema 2

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES 1, LAJES 2 E ALEMAR - PÃO DE AÇÚCAR											
CENÁRIO	VAZÃO DEMANDADA		ETA COMPACTA (Vazão Nominal)		HORAS DE FUNCIONAMENTO	VOLUME NECESSÁRIO (m³)			VOLUME RESERVATÓRIO ETA (m³)		VAZÃO DA LINHA DE LAVAGEM DOS FILTROS
	m³/h	L/s	m³/h	L/s		Água de Lavagem	Contato	Sucção EAT	Total	Adotado	
2009	9.40	2.61	15.00	4.17	7.52	11.00	4.70	0.78	16.48	20.00	18.33
2019	11.45	3.18	15.00	4.17	9.16	11.00	5.72	0.95	17.68	20.00	18.33
2029	13.97	3.88	15.00	4.17	11.17	11.00	6.98	1.16	19.15	20.00	18.33

A unidade pré-fabricada será composta por:

- Dois dispositivos de mistura rápida para injeção de produtos químicos, três bombas dosadoras e uma bomba para recalque da água de descarga de fundo dos floco-decantadores ascendentes. Das três bombas dosadoras, uma será disponibilizada para a dosagem do sulfato de alumínio, enquanto as outras duas serão para aplicação de cal, uma na filtração e outra no tanque de contato.
- Quatro floco-decantadores de fluxo ascendente;
- Três filtros de areia de fluxo descendente.

Os cálculos dos componentes químicos que irão compor o tratamento da água são demonstrados a seguir.

PRODUTOS QUÍMICOS



Para a realização dos cálculos das quantidades de produtos exigidos e de suas vazões de aplicação utilizou-se as dosagens de referência apontadas abaixo:

Tabela 10.64 – Dosagens de referência para aplicação de produtos químicos

PRODUTOS	CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS		DOSAGENS REFERÊNCIA (mg/L)		
	Massa específica (kg/L)	Pureza (%)	Máximo	Mínimo	Adotada
Hidróxido de Cálcio	0,85	100,00	6,50	0,00	3,25
Sulfato de Alumínio	1,20	60,60	20,00	5,00	15,00
Fluossilicato de Sódio	1,20	12,00	1,00	0,70	0,80
Hipodorito de Sódio	0,65	65,00	3,00	1,00	1,00

APLICAÇÃO DE CAL HIDRATADA

– Características básicas:

Produto: Hidróxido de cálcio (cal hidratada)

Fórmula química: $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Estado físico: sólido (pó)

Forma de recebimentos: sacos de 20 kg

Vazão final de água bruta: 3,88 L/s = 13,97 m³/h.

- Especificações: produto comercial sólido (em pó) com massa específica aparente da ordem de 0,65 kg/L e 65% em massa de CaO .
- Dosagens de referência: 3,25 mg/L;
- Concentração da solução de dosagem: 100 g/L;
- Vazão da bomba dosadora:

$$q = \frac{Q \cdot D}{1000 \cdot C}$$

Sendo:

q: vazão da solução de dosagem (bomba dosadora);

Q: vazão da água bruta (para o ano de 2029, Q= 3,88 L/s);

D: dosagem de referência (D= 3,25 mg/L);

C: concentração da solução de dosagem (C= 100 g/L).

- Quantidade de produto demandada por dia (funcionamento de 12 h/dia):

Tabela 10.65 – Volume do tanque de preparo e dosagem de cal do Subsistema 2

CENÁRIO	Vazão da bomba dosadora (q)		Volume do tanque de preparo e dosagem (necessário para 12 h)	Volume do tanque de preparo e dosagem (Adotado)	Número de tanques
Ano	L/s	L/h	L	L	
2009	0,00008	0,31	3,66	50	2
2019	0,00010	0,37	4,46	50	2
2029	0,00013	0,45	5,45	50	2

$$Q_p = \frac{Q \cdot D \cdot 12}{1000 \cdot \rho}$$

Sendo:

Qp: quantidade de produto por dia (kg/dia);

Q: vazão da água bruta (m³/h);

D: dosagem de referência (D= 3,25 mg/L);

p: massa específica aparente (p = 0,65 kg/L).

Tabela 10.66 – Quantidade demandada de cal do Subsistema 2

CENÁRIO	VAZÃO DEMANDADA		CONSUMO	
	m³/h	L/s	Cal	
			kg/dia	kg/mês
2009	9,40	2,61	1,08	32,26
2019	11,45	3,18	1,31	39,31
2029	13,97	3,88	1,60	47,96

- Armazenamento: peso do produto comercial necessário para 30 dias de atendimento:
 ≈ 60 kg ou 3 sacos de 20 Kg.

APLICAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO

- Características básicas:

Produto: Sulfato

Fórmula química: Al₂(SO₄)₃

Estado físico: sólido (granular)

Forma de recebimentos: sacos de 50 kg

Vazão final: 3,88L/s = 13,97 m³/h

- Especificações: produto comercial sólido (granular) com massa específica aparente da ordem de 0,85 kg/L e grau de pureza de 100%;

- Dosagens de referência: 15,00 mg/L;
- Concentração da solução de dosagem: 100 g/L;
- Vazão da bomba dosadora:

$$q = \frac{Q \cdot D}{1000 \cdot C}$$

Sendo:

Q: vazão da solução de dosagem da bomba dosadora (L/s);

Q: vazão da água bruta (para o ano de 2029, Q= 3,88 L/s);

D: dosagem de referência (D= 15,00 mg/L);

C: concentração da solução de dosagem (C= 100 g/L).

Tabela 10.67 - Volume do tanque de preparo e dosagem de sulfato de alumínio do Subsistema 2

CENÁRIO	Vazão da bomba dosadora (q)		Volume do tanque de preparo e dosagem (necessário para 12 h)	Volume do tanque de preparo e dosagem (Adotado)	Número de tanques
	L/s	L/h	L	L	
Ano					
2009	0,00039	1,41	16,91	50	2
2019	0,00048	1,72	20,61	50	2
2029	0,00058	2,10	25,14	50	2

- Quantidade de produto demandada por dia (funcionamento de 12 h/dia):

$$Q_p = \frac{Q \cdot D \cdot 12}{1000 \cdot \rho}$$

Sendo:

Qp: quantidade de produto por dia (kg/dia);

Q: vazão da água bruta (m³/h);

D: dosagem de referência (D= 15,00 mg/L);

ρ: massa específica aparente (ρ = 0,85 kg/L).

, Tabela 10.68 – Quantidade demandada de sulfato para o Subsistema 2

CENÁRIO	VAZÃO DEMANDADA		CONSUMO	
			Sulfato	
			kg/ dia	kg/ mês
Ano	m ³ /h	L/s		
2009	9,40	2,61	1,99	59,69
2019	11,45	3,18	2,42	72,73
2029	13,97	3,88	2,96	88,74

- Armazenamento: peso do produto comercial necessário para 30 dias de atendimento:
 $\approx 100 \text{ Kg}$ ou 2 sacos de 50 Kg

APLICAÇÃO DE FLUOSSILICATO DE SÓDIO

- Características básicas:

Produto: Fluossilicato de sódio;

Fórmula química: Na_2SiF_6 ;

Estado físico: pó;

Forma de recebimentos: sacos de 50 kg;

Vazão final: 3,88 L/s = 13,97 m³/h.

A dosagem de fluossilicato de sódio foi calculada de acordo com as recomendações estabelecidas pela empresa fornecedora dos equipamentos adotados para a execução das dosagens. Deste modo, segue abaixo o cálculo da quantidade de flúor ativo exigida.

$$f = Q \times C$$

Sendo:

f: quantidade de flúor por hora (g/h);

Q: vazão da água bruta (Q= 13,97 m³/h);

C: dosagem de referência (C= 0,8 mg/L).

$$f = 13,97 \times 0,8$$

$$f = 11,18 \text{ g de flúor /h}$$

Abaixo segue o cálculo do dosador de flúor através da equação:

$$q = f / c$$

Sendo:

q: vazão a ser dosada por hora (L/h);

f: quantidade de flúor por hora (11,18 g de flúor /h);

c: concentração do produto a ser dosado (c= 4,27 g/L);

$$q = 11,18 / 4,27$$

$$q = 2,62 \text{ L/h}$$

Definição da quantidade de fluossilicato de sódio (fs):

$$fs = q \times 7,2$$

$$fs = 2,62 \times 7,2$$

$$fs = 18,86 \text{ g de Na}_2\text{SiF}_6/\text{h}$$

Assim, conforme o fabricante o equipamento utilizado será o Hidrosat 250. Como o funcionamento da ETA será de 12 horas o consumo diário de Na_2SiF_6 é igual a 226,32 g/dia e o mensal igual a 6,79 kg/mês.

O sistema de fluoração contará com os seguintes dispositivos:

- Saturador 250;
- Dosadora Kratos 053.

APLICAÇÃO DE CLORO

– Características básicas:

Produto: cloreto de sódio (sal de cozinha);

Fórmula química: NaCl;

Estado físico: sólido ;

Forma de recebimentos: saco de 50 kg;

Vazão final: 3,88 L/s = 13,97 m³/h.

Para a realização da cloração será utilizado um equipamento que utiliza o cloreto de sódio (sal de cozinha) para gerar o cloro. Os cálculos seguem, portanto, o roteiro especificado pelo fornecedor. A determinação da quantidade de cloro (CL) exigida para o tratamento segue a seguir:

$$CL = Q \times t \times C$$

Onde:

CL: quantidade de cloro exigida para o tratamento (g/dia);



Q: vazão da água bruta ($Q = 13,97 \text{ m}^3/\text{h}$);

t: tempo de operação da ETA (h);

C: dosagem de referencia para o cloro ($C = 1 \text{ mg/L}$).

$$CL = 13,97 \times 12 \times 1$$

$$CL = 167,64 \text{ g de Cl/dia}$$

Com isso, o aparelho gerador escolhido foi o Hidrogerox GE 50. O consumo de sal é decorrente da quantidade de cloro exigida já que a relação do equipamento é que para cada kg de cloro produzido se gasta 4,5 kg de NaCl. Assim, serão gastos 754,38 g deste insumo por dia, ou seja, 22,63 kg/mês. Com isso, o sistema de cloração contará com:

- Hidrogerox GE 50;
- Uma dosadora Kratos modelo 053;
- Reservatório para Hipoclorito de 100 L.

Figura 10.52 – Resumo dos equipamentos de cloração e fluoração do Subsistema 2

CONJUNTO GE 50 + HIDROSAT 250 FLUOR	
HIDROGEROX GE 50 G10 220VCA BIF.	CONJUNTO GERADOR DE SOLUÇÃO DESINFETANTE A BASE DE CLORO A PARTIR DA DISSOCIAÇÃO ELETROLÍTICA DO CLORETO DE SÓDIO (SAL DE COZINHA), COM CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE ATÉ 350 GRAMAS DE CLORO ATIVO POR DIA NECESSITANDO DE 8 HORAS DE OPERAÇÃO PARA CADA BATELADA, COMPOSTO DE FONTE DE CORRENTE CONTÍNUA, ALIMENTAÇÃO DE 220VCA, REATOR COM ELETRODOS DE TITÂNIO E REVESTIMENTO COM LIGA DE METAIS NOBRES.
DOSADORA KRATOS 053 PMMA 220VCA	DOSADORA ELETROMAGNÉTICA COM DIAFRAGMA COM REGULAGEM MANUAL ATRAVÉS DE POTENCIOMETRO FRONTAL, COM CAPACIDADE DE ATÉ 05 L/H - 3 BAR, CABEÇOTE EM ACRÍLICO, DIAFRAGMA E VÁLVULAS EM TEFLON, VÁLVULA DE RETENÇÃO EM VITON, CAIXA EM ABS E MANGUEIRAS EM POLIPROPILENO LEITOSA.
RESERVATÓRIO PVC 100 L AUT - HIPOCLORITO	RESERVATÓRIO EM PVC AUTOMATIZADO PARA PRODUTOS QUÍMICOS COM CAPACIDADE DE ATÉ 100 L COM Ø 400MM E ALTURA 1000MM
HIDROSAT 250 MM 50 FLUOR 220 VCA	SATURADOR DE FLUOSSILICATO DE SÓDIO COM CORPO EM PVC COM CAPACIDADE PARA ATÉ 50 KILOS DE SOLUÇÃO, COMPOSTO POR UM QUADRO DE AUTOMAÇÃO COM VÁLVULA DE ENTRADA SIMPLES E KIT PROVETA, POSSUI VISOR EM ACRÍLICO COM INDICAÇÃO DE NÍVEL MÁXIMO E MÍNIMO.
DOSADORA KRATOS 053 PMMA 220VCA	DOSADORA ELETROMAGNÉTICA COM DIAFRAGMA COM REGULAGEM MANUAL ATRAVÉS DE POTENCIOMETRO FRONTAL, COM CAPACIDADE DE ATÉ 05 L/H - 3 BAR, CABEÇOTE EM ACRÍLICO, DIAFRAGMA E VÁLVULAS EM TEFLON, VÁLVULA DE RETENÇÃO EM VITON, CAIXA EM ABS E MANGUEIRAS EM POLIPROPILENO LEITOSA.

TANQUE DE RETENÇÃO

Os efluentes da ETA, oriundos da lavagem dos filtros, são encaminhado para tanques de retenção. O detalhamento do tanque pode ser verificado na prancha “Tanque de retenção dos efluentes da ETA” cuja identificação é PA/A/O/HTR/D01/B00.

Tabela 10.69 - Dimensões do tanque de retenção do Subsistema 2

TANQUE DE RETENÇÃO													
Capacidade da ETA (m³/h)	Volume Nominal (m³)	Volume Útil (m³)	Dimensões (m)								Diâmetro (mm)		
			Crista		Lâmina D'água		Fundo		Profundidade total	Profundidade útil			
			A	B	A1	B2	a	b	H	h	Chegada	Saída	
15,00	20,00	20,84	7,60	6,05	7,00	5,45	4,80	3,25	1,10	0,80	300	200	

10.6.4 - Recalque de água tratada

10.6.4.1 - Estação elevatória de água tratada - EAT

Recalcará água do tanque de contato da ETA até os reservatórios das localidades que compõem este subsistema. O subsistema em questão contará com 3 estações elevatórias de água tratada (EEAT) que interligarão os seguintes trechos:

Tabela 10.70 – Elevatórias de água tratada do subsistema 2

EEAT	TRECHO
1	Reservatório ETA ao Centro de Reservação Volante (CR Conceição)
2	CR Volante ao Centro de Reservação Lajes 1
3	Centro de Reservação Volante aos Centros de Reservação Lajes 2 e Alemar

CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE CÁLCULO

a) Equipamentos de recalque:



Dois conjuntos de recalque sendo um de reserva instalado.

b) Perdas de carga:

As perdas localizadas foram calculadas com base no coeficiente “K” de cada peça, pela equação:

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

Para o cálculo das perdas de carga distribuídas, empregou-se a fórmula universal:

$$hf = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g} = J \cdot L$$

$$J = \frac{f \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$



Onde:

hf: perda de carga (mca);

f: coeficiente da perda de carga (adimensional);

L: comprimento (m);

D: diâmetro hidráulico (m);

v: velocidade média na seção (m/s);

g: aceleração da gravidade (m/s^2);

J: perda de carga unitária (m/m).

10.6.4.1.2 – EEAT 1

TRECHO: ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA AO CENTRO DE RESERVAÇÃO CONCEIÇÃO

- NA do CR Conceição: 150,30 m;
- Nível do recalque: 138,35 m;
- Extensão da linha de sucção em PVC roscável: 4,00 m;
- Extensão da linha de recalque em PVC roscável: 29 m;
- Vazão no trecho = 0,73 L/s;

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE

- $D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00073} = 0,032 \text{ m}.$

COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS

Tabela 10.74 – Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 2 - EAT 1

MATERIAL	DN (mm)	VELOCIDADE (m/s)	J(m/m)
PVC	32	0.91	0.04612
PVC	40	0.58	0.01462
PVC	50	0.37	0.00470

DN adotado para sucção: 40 mm em PVC roscável

DN adotado para recalque: 32 mm em PVC roscável e 50 em PVC

PERDAS DE CARGA NA SUCÇÃO

a) Perdas localizadas

Tabela 10.75 – Relação de peças da sucção do Subsistema 2 – EAT 1.

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Redução	40	01	0,15	0,15
Registro	40	02	0,20	0,40
Tê de passagem direta	40	01	0,60	0,60
Crivo	40	01	0,75	0,75
Curva 90°	40	01	0,40	0,40
K_{total}	-	-	-	2,30

$$h_{f_{loc}} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 40 \text{ mm} \quad K_{total} = 2,30$$

$$Q = 0,73 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00126 \text{ m}^2$$

$$h_{f_{loc}} = \frac{2,30 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,00126)^2} = 73.839,33 \text{ Q}^2 \text{ m}$$

b) Perdas distribuídas

Q = 0,73 L/s;

K = 0,1 mm;
 J = 0,01292 m /m;
 $K_c = J/Q^2 \Rightarrow K_c \cong 24.244,70$;
 L = 4,00 m;
 $h_{f_{dis}} = L \cdot K_c \cdot Q^2 \Rightarrow h_{f_{dis}} = 96.978,80 \text{ Q}^2$.

K = 0,2 mm;
 J = 0,01462 m /m;
 $K_c = J/Q^2 \Rightarrow K_c \cong 27.434,79$;
 L = 4,00 m;
 $h_{f_{dis}} = L \cdot K_c \cdot Q^2 \Rightarrow h_{f_{dis}} = 109.739,16 \text{ Q}^2$.

c) Perdas totais na sucção

$$h_{f_T} = h_{f_{loc}} + h_{f_{dis}}$$

K = 0,1 mm $h_{f_T} = (73.839,33 + 96.978,80) \text{ Q}^2 = 170.818,13 \text{ Q}^2 \text{ m}$
 K = 0,2 mm $h_{f_T} = (73.839,33 + 109.739,16) \text{ Q}^2 = 183.578,49 \text{ Q}^2 \text{ m}$

PERDAS DE CARGA NO RECALQUE

a) Perdas localizadas



Tabela 10.76 Relação de peças do recalque EAT 1 (trecho em PVC roscável)

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K_{parcial}	K_{total}
Ampliação	32	01	0,30	0,30
Registro	32	02	0,20	0,40
Válvula de Retenção	32	01	2,50	2,50
Curva 90°	32	03	0,40	1,20
Tê de passagem direta	32	01	0,60	0,60
Curva 45°	32	02	0,20	0,40
K_{total}	-	-	-	5,40

Tabela 10.77 Relação de peças do recalque EAT 1 (trecho em PVC)

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Curva 90°	50	03	0,40	1,20
Tê de saída lateral	50	01	1,30	1,30
K_{total}	-	-	-	2,50

$$h_{f_{loc}} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 32 \text{ mm} \quad K_{total} = 5,40$$

$$Q = 0,73 \text{ L/s}$$

$$A = 0.00080 \text{ m}^2$$

$$h_{f_{loc}} = \frac{5,40 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,00080)^2} = \mathbf{430.045,87 \text{ Q}^2 \text{ m}}$$

$$h_{f_{loc}} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 50 \text{ mm} \quad K_{total} = 2,50$$

$$Q = 0,73 \text{ L/s}$$

$$A = 0.001963 \text{ m}^2$$

$$h_{f_{loc}} = \frac{2,50 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,001963)^2} = \mathbf{33.067,43 \text{ Q}^2 \text{ m}}$$

$$h_{f_{loc \text{ TOTAL}}} = 430.045,87 \text{ Q}^2 + 33.067,43 \text{ Q}^2$$

$$\mathbf{h_{f_{loc \text{ TOTAL}}} = 463.113,30 \text{ Q}^2 \text{ m}}$$

b) Perdas distribuídas



$$\mathbf{Q = 0,73 \text{ L/s;}}$$

- Para D = 32 mm (PVC roscável);

$$K = 0,1 \text{ mm;}$$

$$J = 0,03980 \text{ m /m;}$$

$$Kc = J/Q^2 \Rightarrow Kc \cong 74.685,68;$$

$$L = 16,25 \text{ m;}$$

$$h_{f_{dis}} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \Rightarrow \mathbf{h_{f_{dis}} = 1.213.642,30 \text{ Q}^2}.$$

$$K = 0,2 \text{ mm;}$$

$$J = 0,04252 \text{ m /m;}$$

$$Kc = J/Q^2 \Rightarrow Kc \cong 79.789,83;$$

$$L = 16,25 \text{ m;}$$

$$h_{f_{dis}} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \Rightarrow \mathbf{h_{f_{dis}} = 1.296.548,74 \text{ Q}^2}.$$

- Para D = 50 mm (PVC)

$$K = 0,1 \text{ mm;}$$

$$J = 0,00426 \text{ m /m;}$$

$$Kc = J/Q^2 \Rightarrow Kc \cong 7.994,00;$$

$$L = 12,75 \text{ m;}$$

$$K = 0,2 \text{ mm;}$$

$$J = 0,00470 \text{ m /m;}$$

$$Kc = J/Q^2 \Rightarrow Kc \cong 8.819,67;$$

$$L = 12,75 \text{ m;}$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q_i^2 \Rightarrow hf_{dis} = 101.923,5 Q^2$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q_i^2 \Rightarrow hf_{dis} = 112.450,79 Q^2$$

P/ k1

$$hf_{dis\ TOTAL} = 1.213.642,30 Q^2 + 101.923,50 Q^2$$

$$hf_{dis\ TOTAL} = 1.315.565,80 Q^2\ m;$$

P/ k2

$$hf_{dis\ TOTAL} = 1.296.548,74 Q^2 + 112.450,79 Q^2$$

$$hf_{dis\ TOTAL} = 1.408.999,53 Q^2\ m;$$

c) Perdas totais no recalque

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis}$$

$$\begin{aligned} K &= 0,1\ mm & hf_T &= (463.113,30 + 1.315.565,80) Q^2 = \\ & & & 1.778.679,10 Q^2\ m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= 0,2\ mm & hf_T &= (463.113,30 + 1.408.999,53) Q^2 = \\ & & & 1.872.112,83 Q^2\ m \end{aligned}$$

PERDAS DE CARGAS TOTAIS NO SISTEMA

$$H_T = h_{f\ suc} + h_{f\ rec}$$

$$- K = 0,1\ mm \Rightarrow H_{T,MIN} = (170.818,13 + 1.778.679,10) Q^2;$$

$$- K = 0,2\ mm \Rightarrow H_{T,MAX} = (183.578,49 + 1.872.112,83) Q^2.$$

$$- K = 0,1\ mm \Rightarrow H_{T,MIN} = 1.949.497,23 Q^2\ m;$$

$$- K = 0,2\ mm \Rightarrow H_{T,MAX} = 2.055.691,32 Q^2\ m.$$

DADOS BÁSICOS

- Nível mínimo de sucção: 138,60 m (no reservatório ETA);
- Nível máximo de sucção: 141,80 m (no reservatório ETA);
- Nível no eixo da bomba: 138,35 m;
- NA máximo no CR Conceição : 150,30 m;
- NA mínimo no CR Conceição: 146,00 m;
- $H_{g\ min\ sucção} = 0,25\ m$ (NA mínimo do reservatório ETA à bomba);
- $H_{g\ máx\ sucção} = 3,45\ m$ (NA máximo do reservatório ETA à bomba);
- $H_{g\ min\ recalque} = 146,00 - (141,80 - 3,45) = 7,65\ m$;
- $H_{g\ máx\ recalque} = 150,30 - (138,60 - 0,25) = 11,95\ m$;

$$AMT = (Hg \text{ recalque} - Hg \text{ sucção}) + H_T$$

- $K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{MIN} = (7,65 - 3,45) + 1.949.497,23 Q^2$;
- $K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{MAX} = (11,95 - 0,25) + 2.055.691,32 Q^2$.
- **$K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{MIN} = 4,20 + 1.949.497,23 Q^2$;**
- **$K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{MAX} = 11,70 + 2.055.691,32 Q^2$**

CURVAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

Tabela 10.78 - Valores das curvas características do Subsistema 2 – EAT 1

QUADRO DA CURVA DO SISTEMA ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA			
PÃO DE AÇÚCAR - SUBSISTEMA 2 – EAT1			
VAZÃO (L/s)	AMT_{mín} (m.c.a.)	AMT_{méd} (m.c.a.)	AMT_{máx} (m.c.a.)
0,25	4,32	8,08	11,83
0,50	4,69	8,45	12,21
0,73	5,24	9,02	12,80
0,75	5,30	9,08	12,86
1,00	6,15	9,95	13,76
1,25	7,25	11,08	14,91
1,50	8,59	12,46	16,33
2,00	12,00	15,96	19,92
2,25	14,07	18,09	22,11
2,50	16,38	20,47	24,55
2,75	18,94	23,09	27,25

Para a vazão máxima prevista para fim de plano, isto é, para o ano de 2029, a altura manométrica será de 12,80 mca conforme a curva apresentada abaixo:

Figura 10.58 – Curvas da EAT2 para o Subsistema 2 – Pão de Açúcar

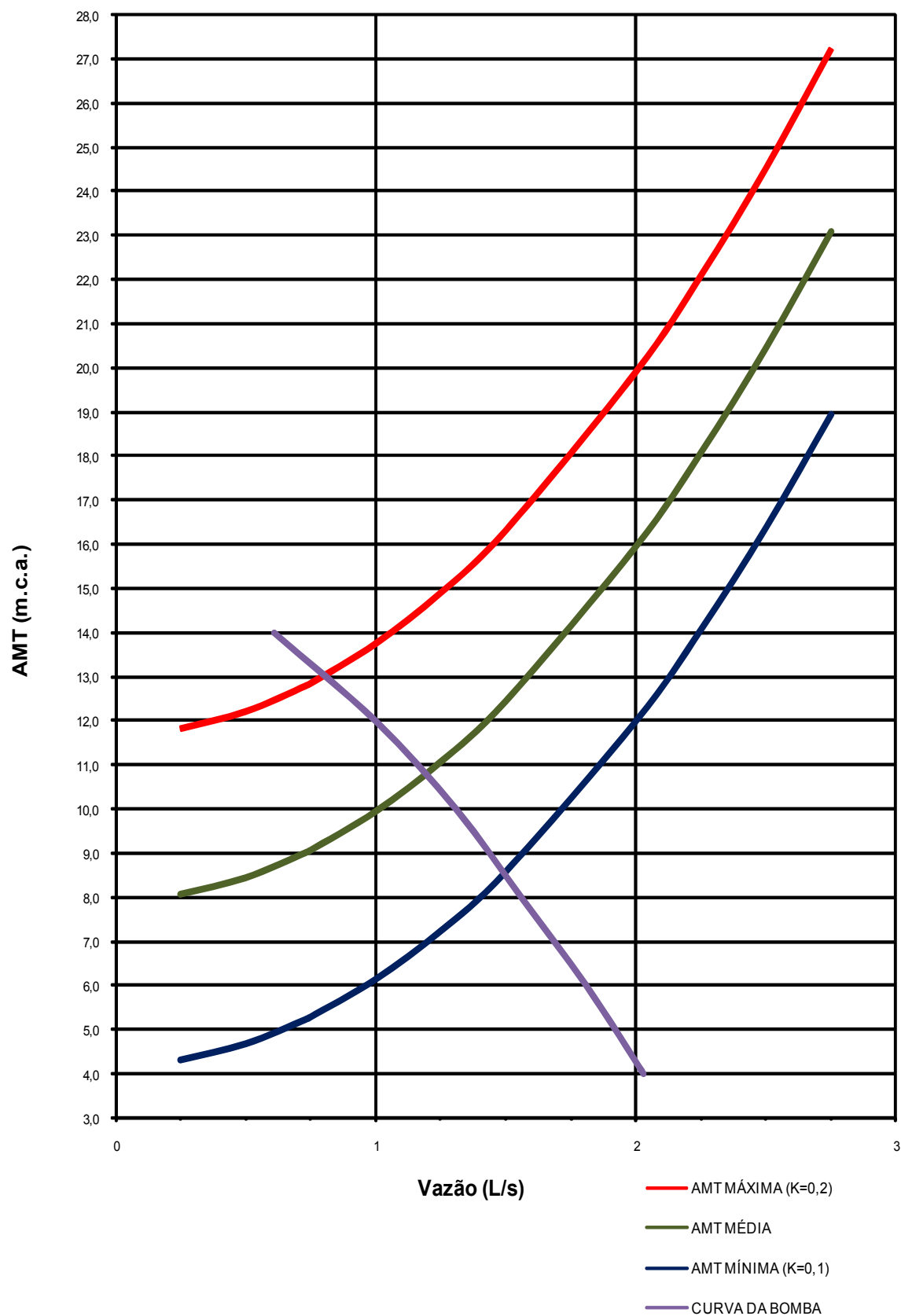


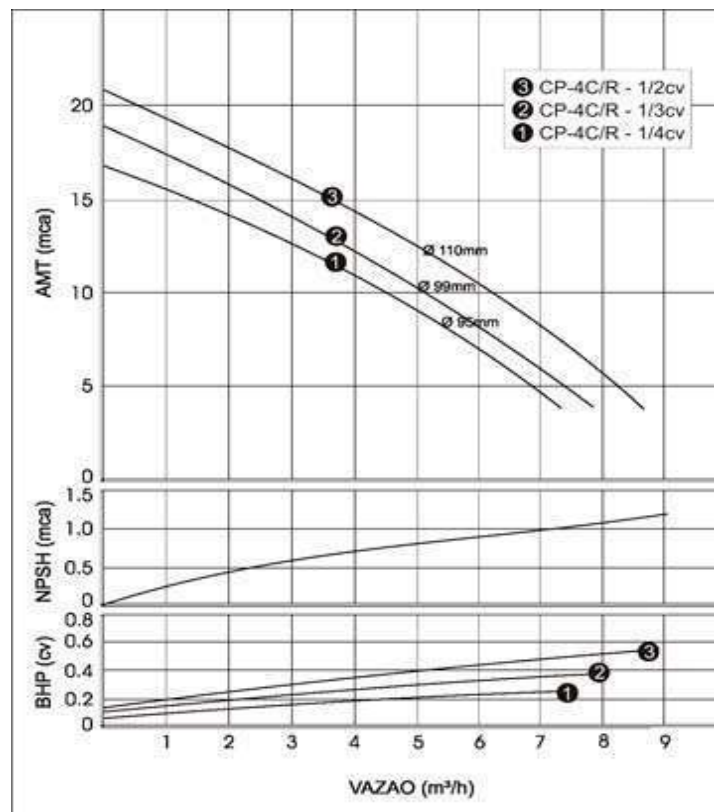
Figura 10.59 Quadro de seleção de bomba do Subsistema 2 – EAT 2

MODELO		Pot. (cv)	Tubulação Sucção / Elevação (bsp)	AMT máx. (mca)	Altura Manométrica Total em Metros de Coluna de água (mca) - Não estão incluídas as perdas por atrito											
Monofásico	Trifásico				4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	VAZÃO m³/h	
127V ou 220V	220V / 380V															
CP-4C CP-4R	--	1/4	VIDE ABAIXO	17	7,3	6,5	5,6	4,7	3,6	2,1						
	--	1/3		19	7,8	6,9	6,1	5,2	4,3	3,1	0,7					
	--	1/2		23	9,0	8,3	7,6	6,9	6,1	5,2	4,3	3,3	2,0	0,8		
--	CP-4 / CP-4R	0,5		23	9,0	8,3	7,6	6,9	6,1	5,2	4,3	3,3	2,0	0,8		

CP-4C e CP-4: Para Tubos SOLDÁVEIS: Interno - 25mm e Externo - 32mm / CP-4R: Para Tubos ROSCÁVEIS: Sucção e Elevação - 3/4" - BSP

Para a situação em questão optou-se pelo modelo CP-4C/R da Dancor com 0,25 cv de potência, que atende a altura manométrica necessária de 12,80 mca e a vazão de 2,63 m³/h.

Figura 10.60 - Curvas da bomba do Subsistema 2 - EAT2



DADOS BÁSICOS PARA ESPECIFICAÇÃO

- Quantidade de bombas implantadas: = 1 + 1 reserva instalada;
- Vazão da bomba = 0,73 L/s (2,63 m³/h);
- AMT máx = 12,80 mca.

EQUIPAMENTO INDICADO – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BOMBA

Bomba da Dancor: CP-4C/R

Vazão da bomba: 0,73 L/s (2,63 m³/h);

AMT: 12,80 mca

Rotação: 3.450 rpm;

Motor: monofásico, P = 0,25 cv.

VERIFICAÇÃO DO NPSH

$$NPSH_{\text{disponível}} = \pm H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10 - hf_{\text{sucção}}$$

$$NPSH_{\text{requerido}} \leq NPSH_{\text{disponível}}$$

Onde:

$NPSH_{\text{disponível}}$: energia disponível no líquido na entrada da bomba

H: altura da água de sucção de 0,25 m;

P_a : pressão atmosférica (adotado 1,0 kgf/cm²);

P_v : pressão vapor (0,02383 kg/cm² a 20°C);

γ : peso específico da água (1,0 kgf/dm³);

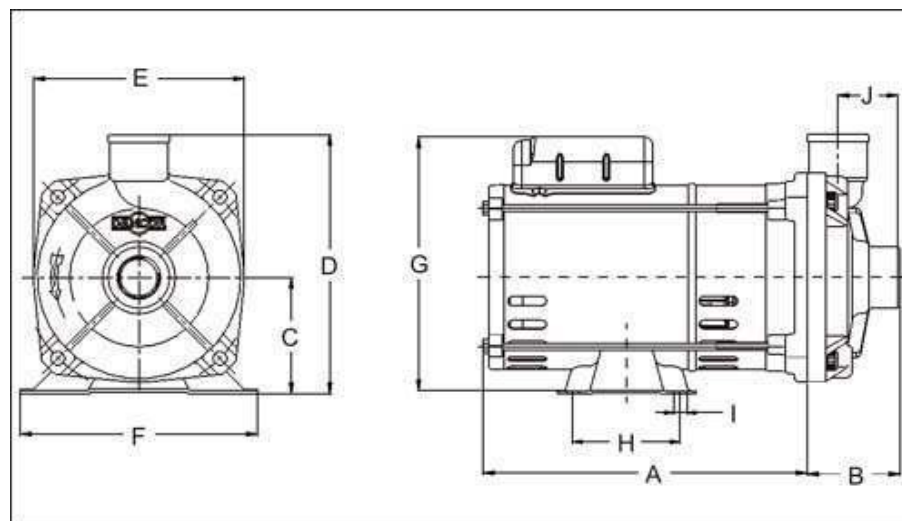
$hf_{\text{sucção}}$: perda de carga na sucção (0,0978 mca);

$NPSH_{\text{requerido}}$: 0,50 mca

$$NPSH_{\text{disponível}} = 0,25 + \frac{1,0 - 0,02383}{1} \times 10 - 0,0978 = 9,91 \text{ mca}$$

$$NPSH_{\text{disponível}} (9,91 \text{ mca}) \geq NPSH_{\text{requerido}} (0,50 \text{ mca})$$

Figura 10.61 – Dimensões da bomba do Subsistema 2 – EAT 1



MODELO	cv	Tubulação Sucção/Elevação (bsp)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	PESO (Kg)
CP-4C/R	1/4	3/4" *	211	60	76	170	137	156	173,5	69,8	8,7	40	6,4
	1/3		186										6,1
	1/2		186										6,1

10.6.4.1.3 – EAT 2

TRECHO: ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA AO CENTRO DE RESERVAÇÃO VOLANTE

- NA do CR Volante: 211,00 m;
- Nível do recalque: 138,37 m;
- Extensão da linha de recalque em PEAD: 4.975 m;
- Vazão no trecho = 2,97 L/s;

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE

- $D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00297} = 0,065 \text{ m.}$

COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS

Tabela 10.79 – Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 2 - EAT 2

MATERIAL	DN (mm)	VELOCIDADE (m/s)	J(m/m)	hf (m)
PEAD	50	1,51	0,06957	346,11
PEAD	75	0,67	0,00858	42,69
PEAD	100	0,38	0,00199	9,90

DN adotado para sucção: 80 mm em F^oF^o.

DN adotado para recalque: 75 mm em PEAD.

a) Perdas localizadas

Tabela 10.80 – Relação de peças da sucção do Subsistema 2 – EAT 3

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Redução	80	01	0,15	0,15
Registro	80	02	0,20	0,40
Tê de passagem direta	80	01	0,60	0,60
Crivo	80	01	0,75	0,75
Curva 90°	80	01	0,40	0,40
K_{total}	-	-	-	2,30

$$h_{f_{loc}} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 80 \text{ mm} \quad K_{total} = 2,30$$

$$Q = 2,97 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00503 \text{ m}^2$$

$$h_{f_{loc}} = \frac{2,30 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,00503)^2} = 4.633,33 \text{ Q}^2 \text{ m}$$

b) Perdas distribuídas

Q = 2,97 L/s;

K = 0,1 mm;

J = 0,00554 m /m;

Kc = J/Q² ⇒ Kc ≅ 628,05;

L = 6,00 m;

hf_{dis} = L . Kc . Qi² ⇒ hf_{dis} = 3.768,30 Q².

K = 0,2 mm;

J = 0,00617 m /m;

Kc = J/Q² ⇒ Kc ≅ 699,48;

L = 6,00 m;

hf_{dis} = L . Kc . Qi² ⇒ hf_{dis} = 4.196,88 Q².

c) Perdas totais na sucção

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis}$$

$$K = 0,1 \text{ mm} \quad hf_T = (4.633,33 + 3.768,30) Q^2 = 8.431,63 Q^2 \text{ m}$$

$$K = 0,2 \text{ mm} \quad hf_T = (4.633,33 + 4.196,88) Q^2 = 8.860,21 Q^2 \text{ m}$$

PERDAS DE CARGA NO RECALQUE



a) Perdas Localizadas

Tabela 10.81 – Relação de peças da recalque do Subsistema 2 – EAT 2

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Ampliação	75	01	0,30	0,30
Registro	75	01	0,20	0,20
Válvula de retenção	75	01	2,50	2,50
Curva 90°	75	06	0,40	2,40
Curva 45°	75	01	0,20	0,20
Junção	75	01	0,40	0,40
Tê de passagem direta	75	01	0,60	0,60
K_{total}	-	-	-	6,60

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 75 \text{ mm} \quad K_{total} = 6,60$$

$$Q = 2,97 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00442 \text{ m}^2$$

$$hf_{loc} = \frac{6,60 \times Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,00442)^2} = 17.218,70 \text{ Q}^2 \text{ m}$$

b) Perdas distribuídas

$$Q = 2,97 \text{ L/s};$$

$$K = 0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,00765 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Q^2 \Rightarrow Kc \cong 867,26;$$

$$L = 4.975,00 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \Rightarrow hf_{dis} = 4.314.618,50 \text{ Q}^2.$$

$$K = 0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,00858 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Q^2 \Rightarrow Kc \cong 972,69;$$

$$L = 4.975,00 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Q^2 \Rightarrow hf_{dis} = 4.839.132,75 \text{ Q}^2.$$

c) Perdas totais no recalque

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis}$$

$$K = 0,1 \text{ mm} \quad hf_T = (17.218,70 + 4.314.618,50) \text{ Q}^2 = 4.331.837,20 \text{ Q}^2;$$

$$K = 0,2 \text{ mm} \quad hf_T = (17.218,70 + 4.839.132,75) \text{ Q}^2 = 4.856.351,45 \text{ Q}^2;$$



PERDAS DE CARGAS TOTAIS NO SISTEMA

$$H_T = h_{f\text{ suc}} + h_{f\text{ rec}}$$

- $K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow H_{T,\text{MIN}} = 8.431,63 Q^2 + 4.331.837,20 Q^2$;
- $K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow H_{T,\text{MAX}} = 8.860,21 Q^2 + 4.856.351,45 Q^2$.

- **$K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow H_{T,\text{MIN}} = 4.340.268,83 Q^2 \text{ m}$;**
- **$K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow H_{T,\text{MAX}} = 4.865.211,66 Q^2 \text{ m}$.**

DADOS BÁSICOS

- Nível mínimo de sucção: 138,65 m (no reservatório ETA);
- Nível máximo de sucção: 141,80 m (no reservatório ETA);
- Nível no eixo da bomba: 138,37 m;
- NA máximo no reservatório volante: 211,00 m;
- NA mínimo no reservatório volante: 207,05 m;
- Cota do terreno na ETA: 138,00 m;
- $Q = 2,97 \text{ L/s}$;
- $H_{g\text{ min}} \text{ sucção} = 0,28 \text{ m}$ (NA mínimo do reservatório ETA à bomba);
- $H_{g\text{ max}} \text{ sucção} = 3,43 \text{ m}$ (NA máximo do reservatório ETA à bomba);
- $H_{g\text{ min}} \text{ recalque} = 207,05 - (141,80 - 3,43) = 68,68 \text{ m}$;
- $H_{g\text{ max}} \text{ recalque} = 211,00 - (138,65 - 0,28) = 72,63 \text{ m}$;

$$AMT = (Hg \text{ recalque} - Hg \text{ sucção}) + H_T$$

- $K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{\text{MIN}} = (68,68 - 3,43) + 4.340.268,83 Q^2$;
- $K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{\text{MAX}} = (72,63 - 0,28) + 4.865.211,66 Q^2$;
- **$K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{\text{MIN}} = 65,25 + 4.340.268,83 Q^2$;**
- **$K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{\text{MAX}} = 72,35 + 4.865.211,66 Q^2$;**

Com o intuito de confirmar os cálculos executados para adução de água bruta efetuou-se uma modelagem do sistema com o emprego do EPANET que gerou imagens e planilhas se encontram a seguir. A altura manométrica máxima da bomba obtida pelo EPANET foi de 124,50 mca

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA 1

GERAL

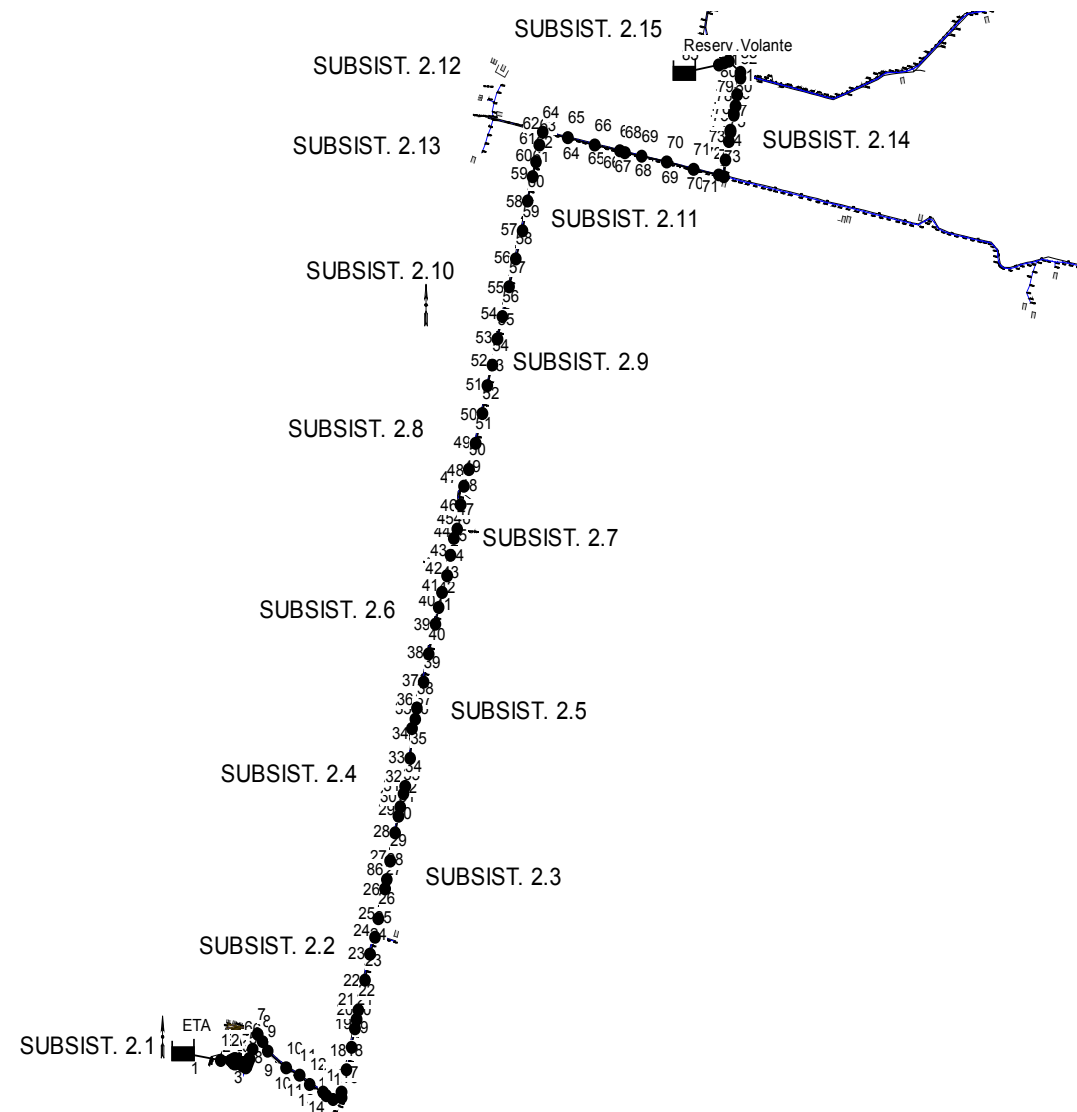
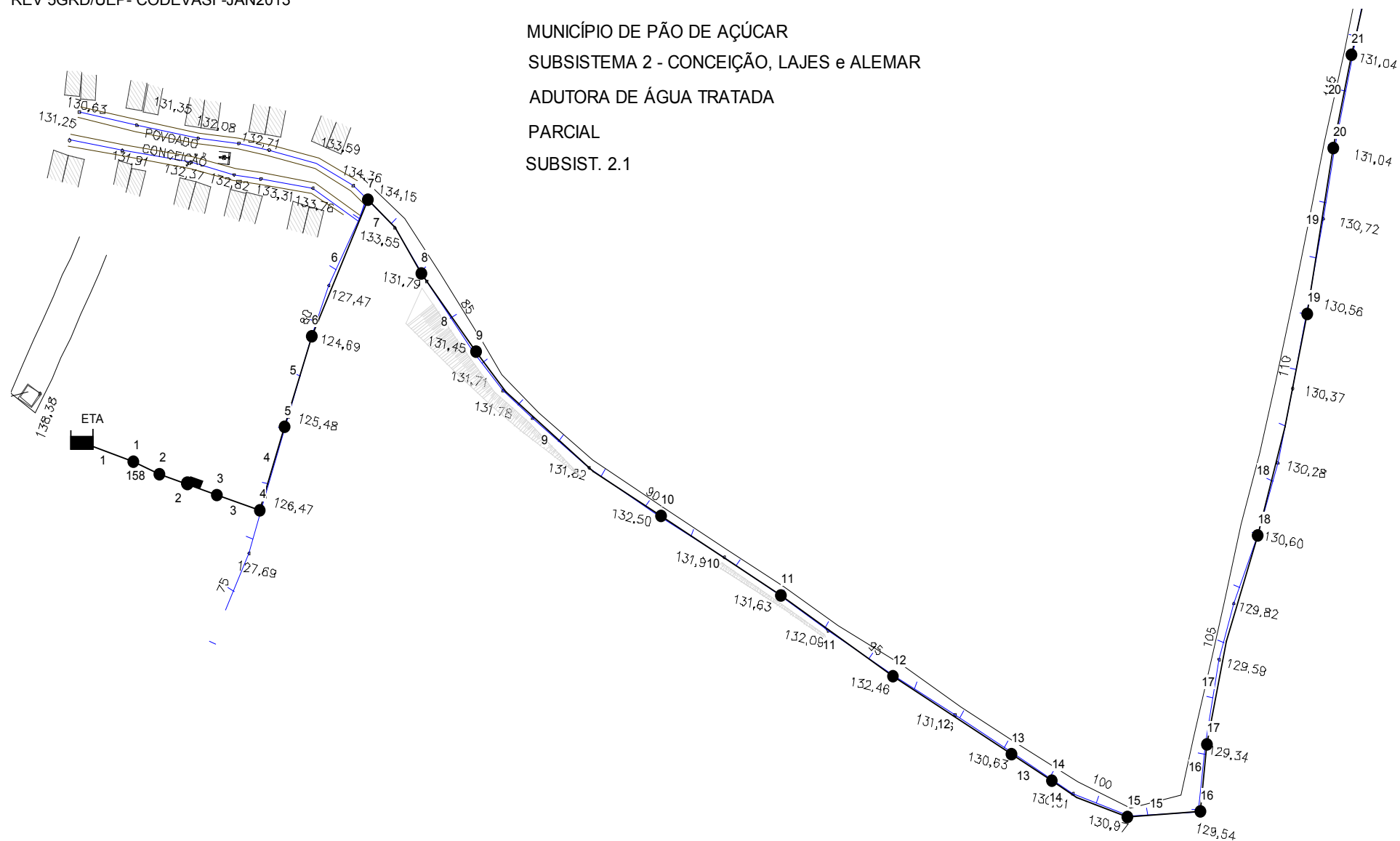


Figura 10.63 – EPANET Parcial 1 do Subsistema 2 – Trecho 1 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
 SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR
 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
 PARCIAL
 SUBSIST. 2.1



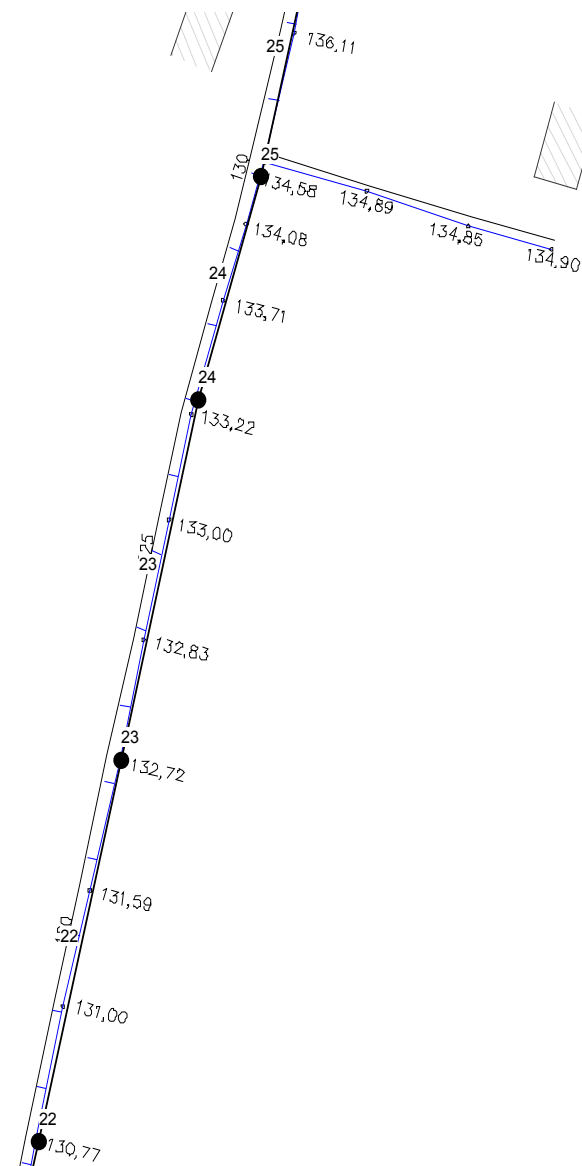
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.2



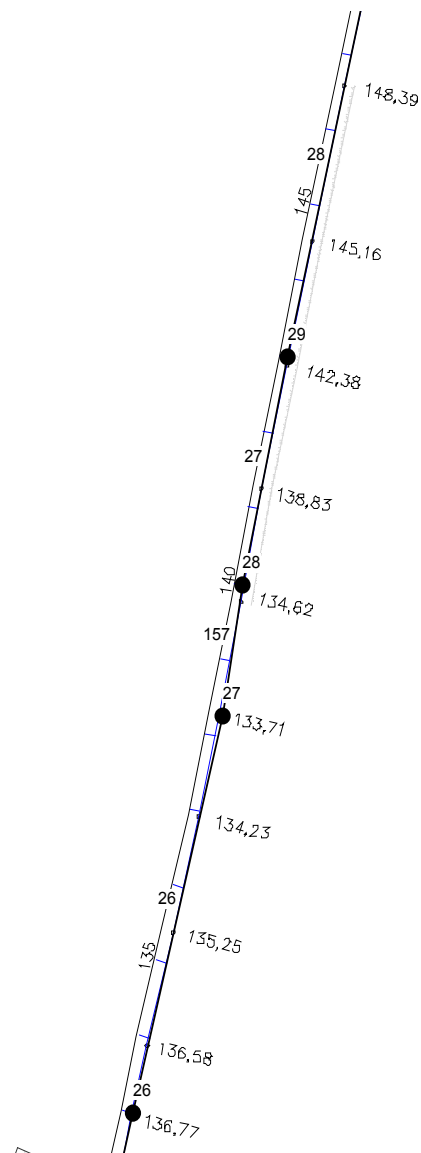
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.3



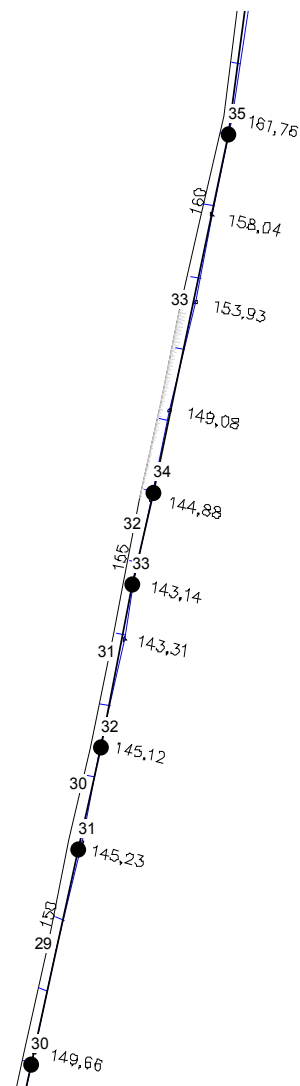
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.4



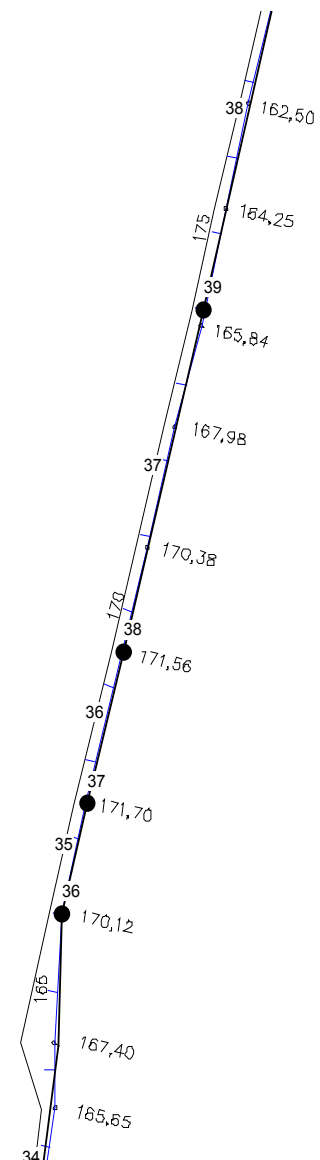
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.5



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.6

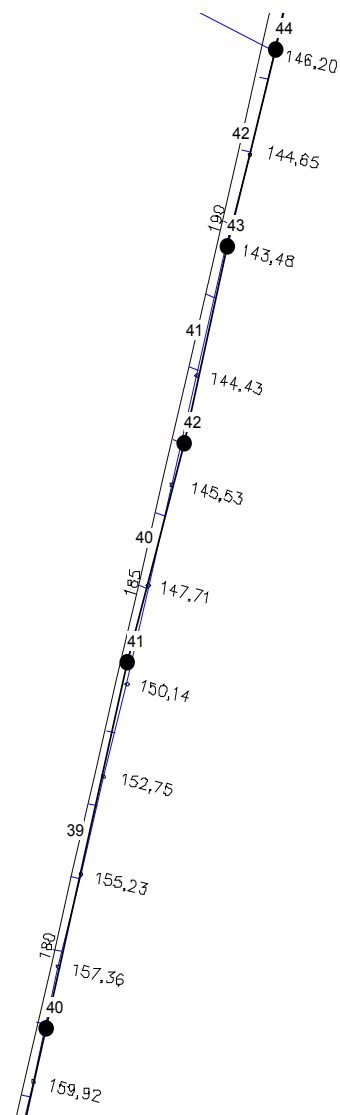


Figura 10.69 – EPANET Parcial 7 do Subsistema 2 – Trecho 1 da AAT

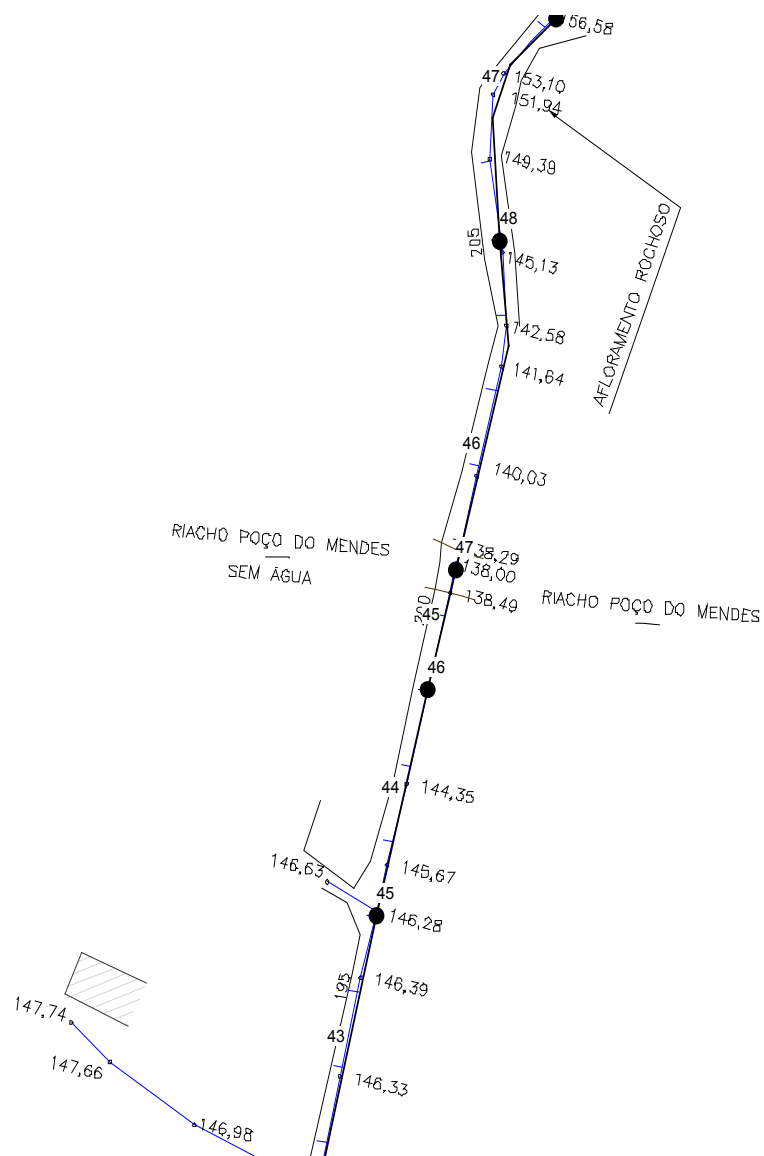
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.7



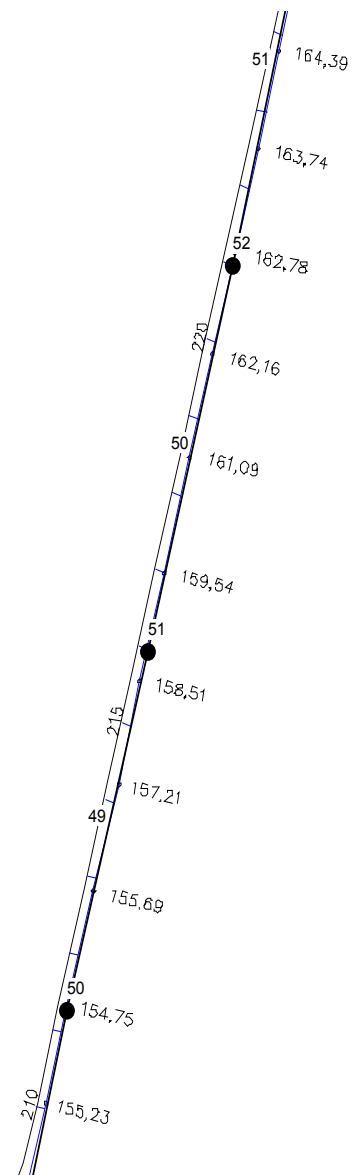
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.8



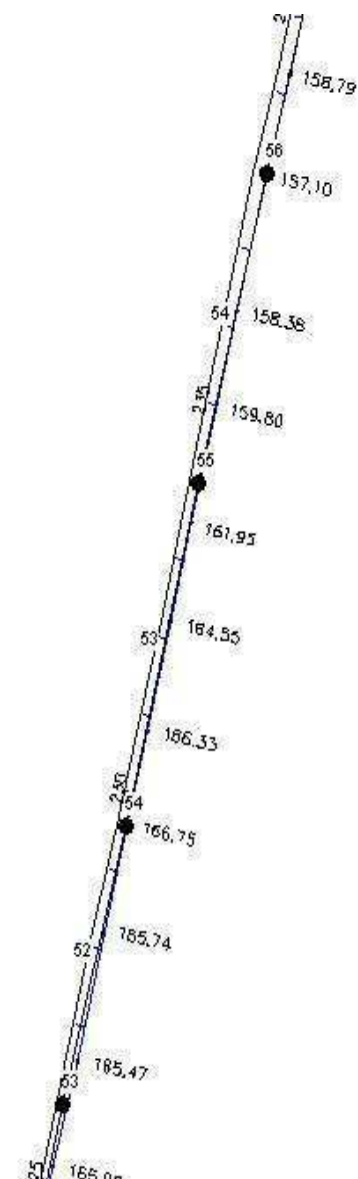
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.9



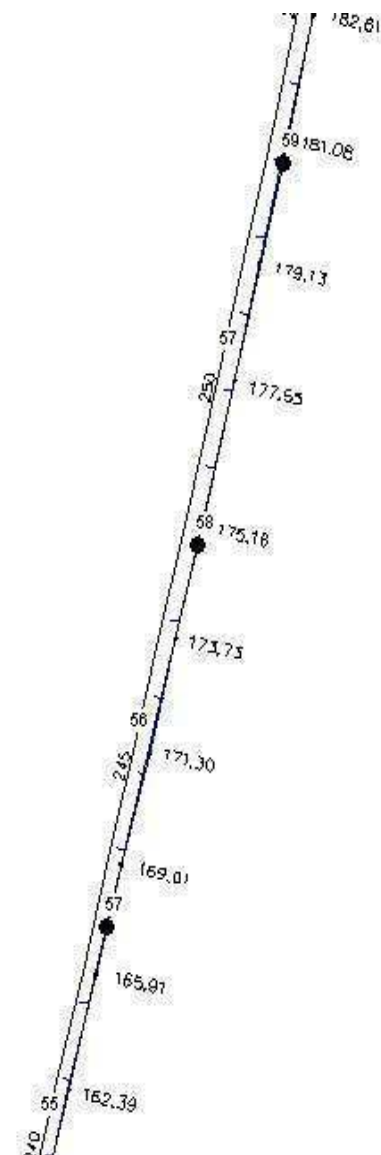
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.10



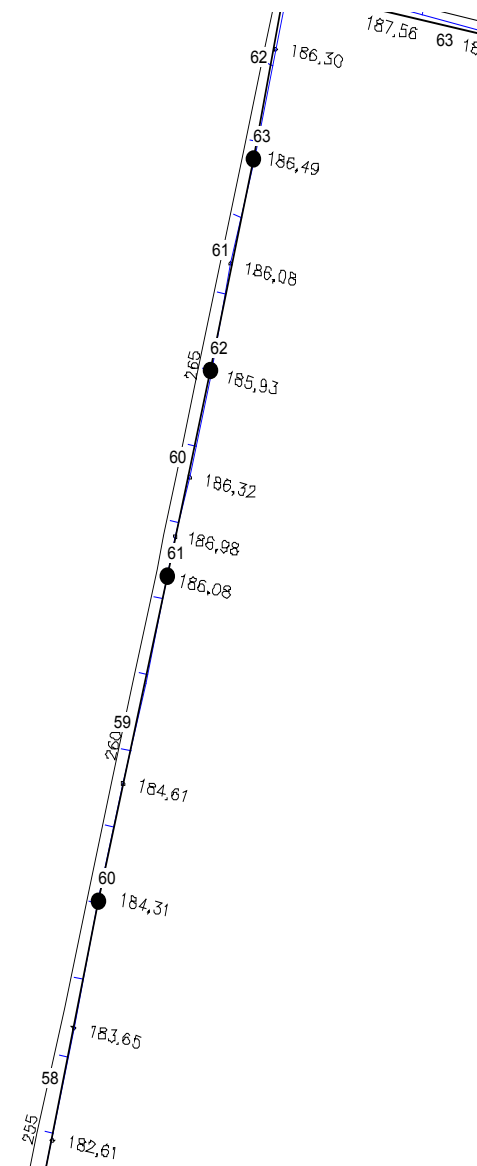
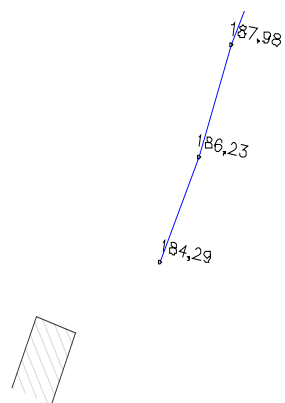
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.11



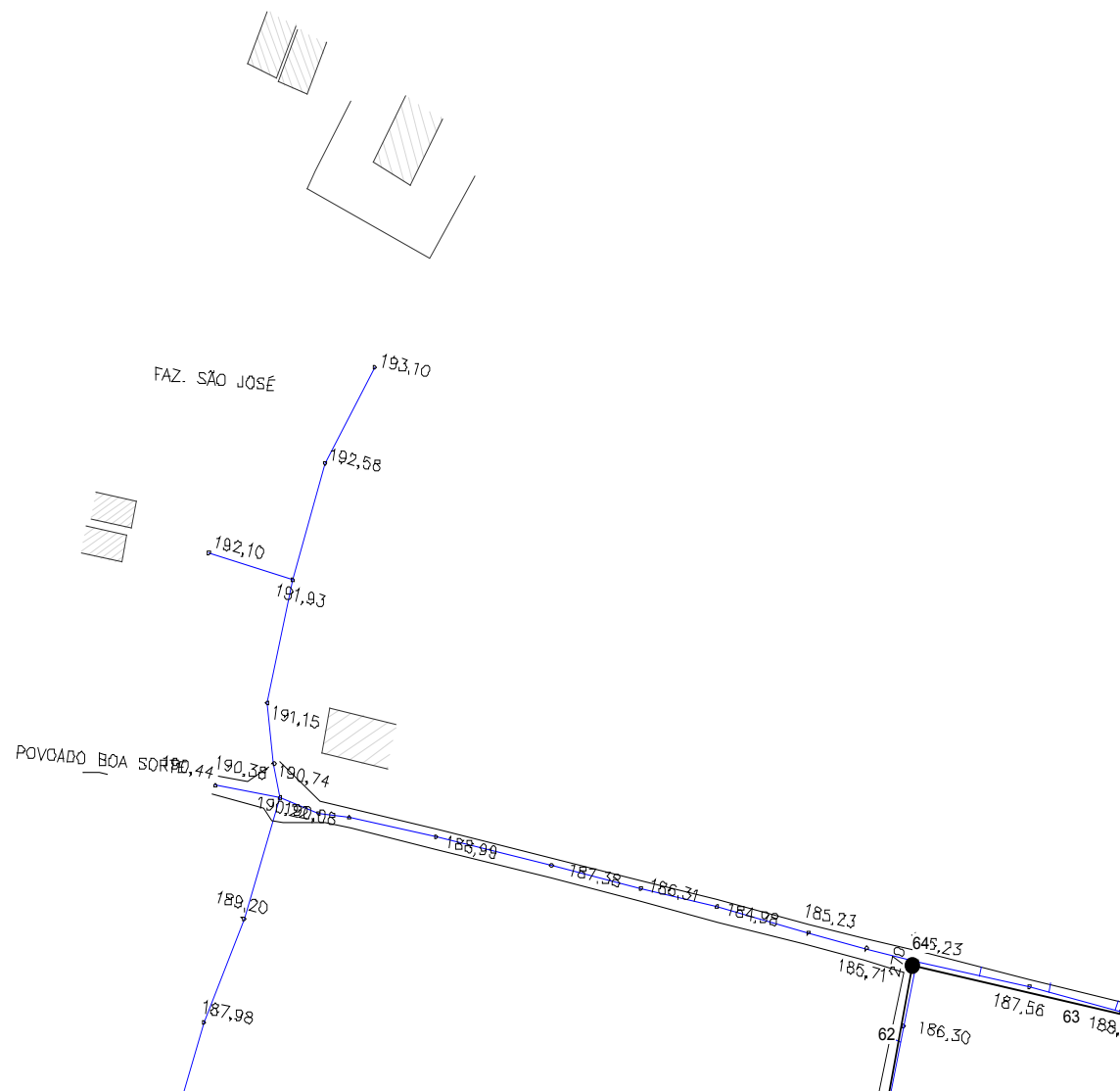
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.12



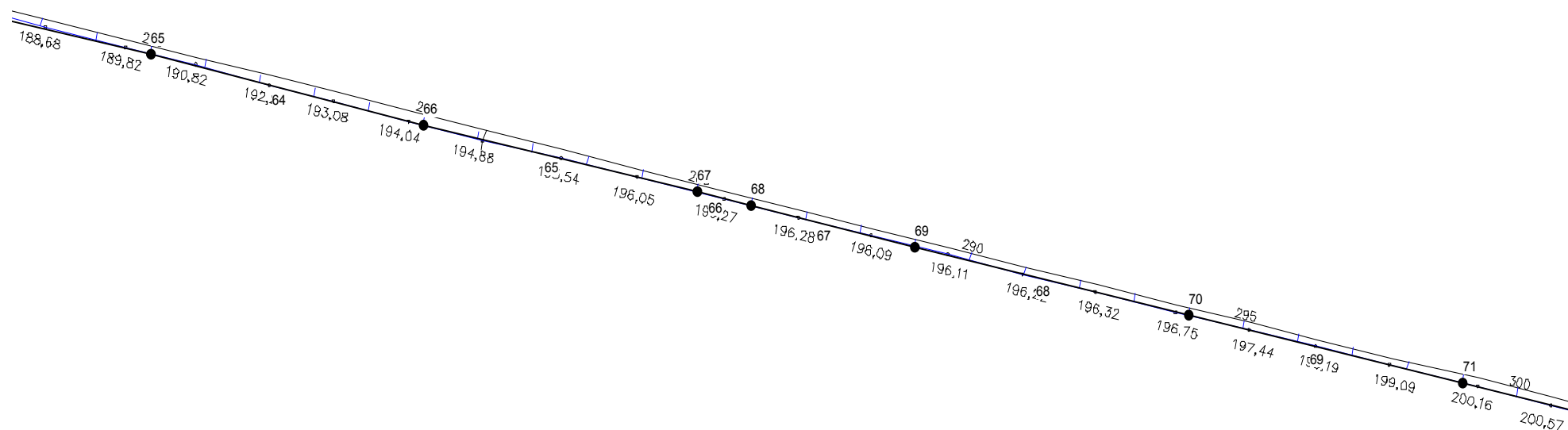
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.13



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.14

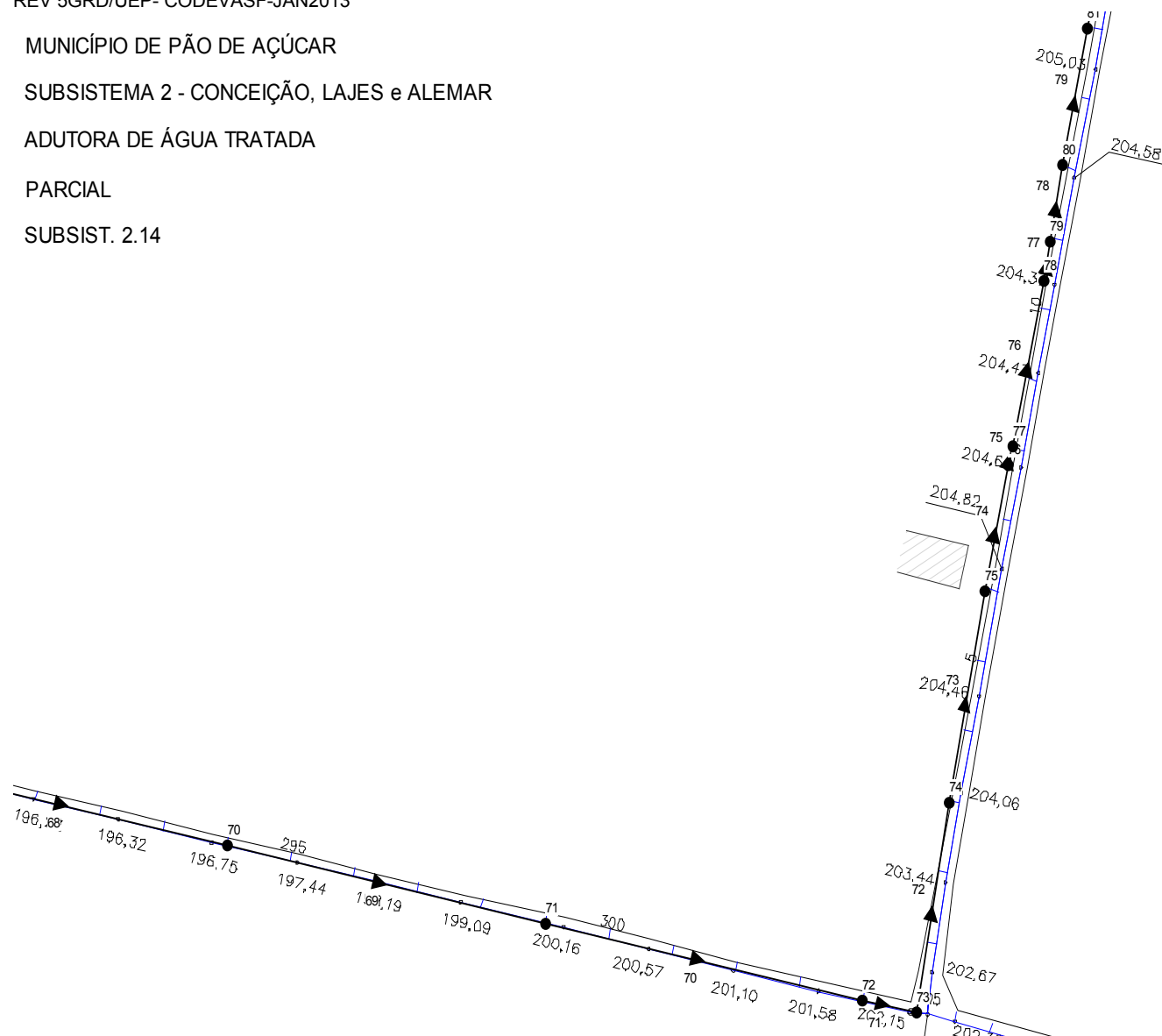


Figura 10.77 – EPANET Parcial 15 do Subsistema 2 – Trecho 1 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.15

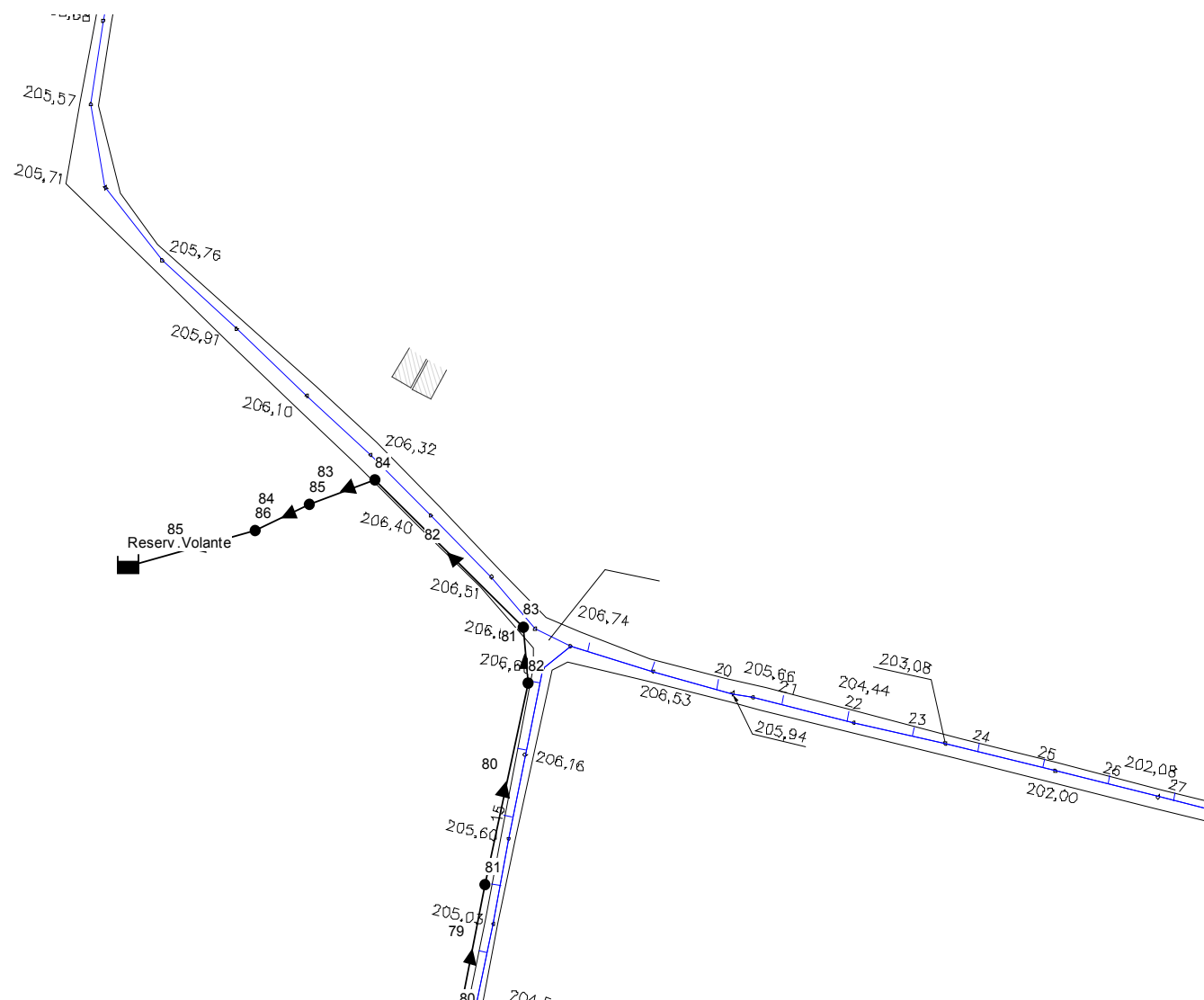


Tabela 10.82 - Características dos trechos do Subsistema 2- Trecho 1 da EAT

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/ km)
1	ETA	1	2	75	3,24	0,73	10,26
2	1	2	2	75	3,24	0,73	10,26
3	3	4	22	75	3,24	0,73	10,26
4	4	5	30	75	3,24	0,73	10,26
5	5	6	37	75	3,24	0,73	10,26
6	6	7	50	75	3,24	0,73	10,26
7	7	8	33	75	3,24	0,73	10,26
8	8	9	35	75	3,24	0,73	10,26
9	9	10	90	75	3,24	0,73	10,26
10	10	11	55	75	3,24	0,73	10,26
11	11	12	32	75	3,24	0,73	10,26
12	12	13	50	75	3,24	0,73	10,26
13	13	14	18	75	3,24	0,73	10,26
14	14	15	35	75	3,24	0,73	10,26
15	15	16	25	75	3,24	0,73	10,26
16	16	17	22	75	3,24	0,73	10,26
17	17	18	78	75	3,24	0,73	10,26
18	18	19	80	75	3,24	0,73	10,26
19	19	20	60	75	3,24	0,73	10,26
20	20	21	35	75	3,24	0,73	10,26
21	21	22	30	75	3,24	0,73	10,26
22	22	23	100	75	3,24	0,73	10,26
23	23	24	95	75	3,24	0,73	10,26
24	24	25	60	75	3,24	0,73	10,26
25	25	26	60	75	3,24	0,73	10,26
26	26	27	105	75	3,24	0,73	10,26
27	28	29	60	75	3,24	0,73	10,26
28	29	30	100	75	3,24	0,73	10,26
29	30	31	60	75	3,24	0,73	10,26
30	31	32	30	75	3,24	0,73	10,26
31	32	33	45	75	3,24	0,73	10,26
32	33	34	25	75	3,24	0,73	10,26
33	34	35	100	75	3,24	0,73	10,26
34	35	36	100	75	3,24	0,73	10,26
35	36	37	30	75	3,24	0,73	10,26
36	37	38	40	75	3,24	0,73	10,26
37	38	39	90	75	3,24	0,73	10,26
38	39	40	100	75	3,24	0,73	10,26
39	40	41	100	75	3,24	0,73	10,26
40	41	42	100	75	3,24	0,73	10,26
41	42	43	56	75	3,24	0,73	10,26

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
42	43	44	58	75	3,24	0,73	10,26
43	44	45	70	75	3,24	0,73	10,26
44	45	46	60	75	3,24	0,73	10,26
45	46	47	35	75	3,24	0,73	10,26
46	47	48	85	75	3,24	0,73	10,26
47	48	49	32	75	3,24	0,73	10,26
48	49	50	50	75	3,24	0,73	10,26
49	50	51	98	75	3,24	0,73	10,26
50	51	52	100	75	3,24	0,73	10,26
51	52	53	100	75	3,24	0,73	10,26
52	53	54	73	75	3,24	0,73	10,26
53	54	55	87	75	3,24	0,73	10,26
54	55	56	80	75	3,24	0,73	10,26
55	56	57	100	75	3,24	0,73	10,26
56	57	58	100	75	3,24	0,73	10,26
57	58	59	100	75	3,24	0,73	10,26
58	59	60	100	75	3,24	0,73	10,26
59	60	61	82	75	3,24	0,73	10,26
60	61	62	58	75	3,24	0,73	10,26
61	62	63	55	75	3,24	0,73	10,26
62	63	64	45	75	3,24	0,73	10,26
63	64	65	100	75	3,24	0,73	10,26
64	65	66	100	75	3,24	0,73	10,26
65	66	67	100	75	3,24	0,73	10,26
66	67	68	20	75	3,24	0,73	10,26
67	68	69	60	75	3,24	0,73	10,26
68	69	70	100	75	3,24	0,73	10,26
69	70	71	100	75	3,24	0,73	10,26
70	71	72	100	75	3,24	0,73	10,26
71	72	73	20	75	3,24	0,73	10,26
72	73	74	66	75	3,24	0,73	10,26
73	74	75	60	75	3,24	0,73	10,26
74	75	76	37	75	3,24	0,73	10,26
75	76	77	6	75	3,24	0,73	10,26
76	77	78	50	75	3,24	0,73	10,26
77	78	79	10	75	3,24	0,73	10,26
78	79	80	20	75	3,24	0,73	10,26
79	80	81	40	75	3,24	0,73	10,26
80	81	82	60	75	3,24	0,73	10,26
81	82	83	20	75	3,24	0,73	10,26
82	83	84	70	75	3,24	0,73	10,26
83	84	85	20	75	3,24	0,73	10,26
84	85	86	2	75	3,24	0,73	10,27
85	86	Res Volante	4,5	75	3,24	0,73	10,26
86	27	28	35	75	3,24	0,73	10,26
EAT	2	3	#N/A	#N/A	3,24	0,00	-124,48

Tabela 10.83- Características dos nós do Subsistema 2- Trecho 1 da EAT

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)
1	138,00	0,00	138,18	0,18
2	138,00	0,00	138,16	0,16
3	138,25	0,00	262,64	124,39
4	127,63	0,00	262,41	134,78
5	125,92	0,00	262,11	136,19
6	124,97	0,00	261,73	136,76
7	134,40	0,00	261,21	126,81
8	132,38	0,00	260,87	128,49
9	131,70	0,00	260,51	128,81
10	132,75	0,00	259,59	126,84
11	131,89	0,00	259,03	127,14
12	132,71	0,00	258,70	125,99
13	130,88	0,00	258,18	127,30
14	130,87	0,00	258,00	127,13
15	131,22	0,00	257,64	126,42
16	129,78	0,00	257,38	127,60
17	129,60	0,00	257,16	127,56
18	130,84	0,00	256,36	125,52
19	130,78	0,00	255,54	124,76
20	131,29	0,00	254,92	123,63
21	131,28	0,00	254,56	123,28
22	131,01	0,00	254,25	123,24
23	132,96	0,00	253,23	120,27
24	133,51	0,00	252,25	118,74
25	134,70	0,00	251,64	116,94
26	136,99	0,00	251,02	114,03
27	133,94	0,00	249,94	116,00
28	135,49	0,00	249,58	114,09
29	142,78	0,00	248,97	106,19
30	149,95	0,00	247,94	97,99
31	145,65	0,00	247,33	101,68
32	145,32	0,00	247,02	101,70
33	143,35	0,00	246,56	103,21
34	145,08	0,00	246,30	101,22
35	161,29	0,00	245,27	83,98
36	170,26	0,00	244,25	73,99
37	171,84	0,00	243,94	72,10
38	171,70	0,00	243,53	71,83
39	165,78	0,00	242,61	76,83
40	158,81	0,00	241,58	82,77
41	149,75	0,00	240,55	90,80
42	145,30	0,00	239,53	94,23
43	143,67	0,00	238,95	95,28
44	146,39	0,00	238,36	91,97
45	146,47	0,00	237,64	91,17
46	142,70	0,00	237,02	94,32

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)
47	138,19	0,00	236,66	98,47
48	145,99	0,00	235,79	89,80
49	156,73	0,00	235,46	78,73
50	154,91	0,00	234,95	80,04
51	158,97	0,00	233,94	74,97
52	162,84	0,00	232,92	70,08
53	165,44	0,00	231,89	66,45
54	166,88	0,00	231,14	64,26
55	161,35	0,00	230,25	68,90
56	157,25	0,00	229,43	72,18
57	167,36	0,00	228,40	61,04
58	175,03	0,00	227,38	52,35
59	180,84	0,00	226,35	45,51
60	184,31	0,00	225,32	41,01
61	186,15	0,00	224,48	38,33
62	186,01	0,00	223,89	37,88
63	186,56	0,00	223,32	36,76
64	186,30	0,00	222,86	36,56
65	190,23	0,00	221,83	31,60
66	194,25	0,00	220,81	26,56
67	196,24	0,00	219,78	23,54
68	196,32	0,00	219,58	23,26
69	196,14	0,00	218,96	22,82
70	196,90	0,00	217,93	21,03
71	200,01	0,00	216,91	16,90
72	201,89	0,00	215,88	13,99
73	202,31	0,00	215,68	13,37
74	204,21	0,00	215,00	10,79
75	204,87	0,00	214,38	9,51
76	204,65	0,00	214,00	9,35
77	204,78	0,00	213,94	9,16
78	204,39	0,00	213,43	9,04
79	204,78	0,00	213,33	8,55
80	204,63	0,00	213,12	8,49
81	205,75	0,00	212,71	6,96
82	206,55	0,00	212,10	5,55
83	206,66	0,00	211,89	5,23
84	206,33	0,00	211,17	4,84
85	206,41	0,00	210,97	4,56
86	206,41	0,00	210,95	4,54
ETA	138,20	-3,24	138,20	0,00
Res Volante	210,90	3,24	210,90	0,00



CURVAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

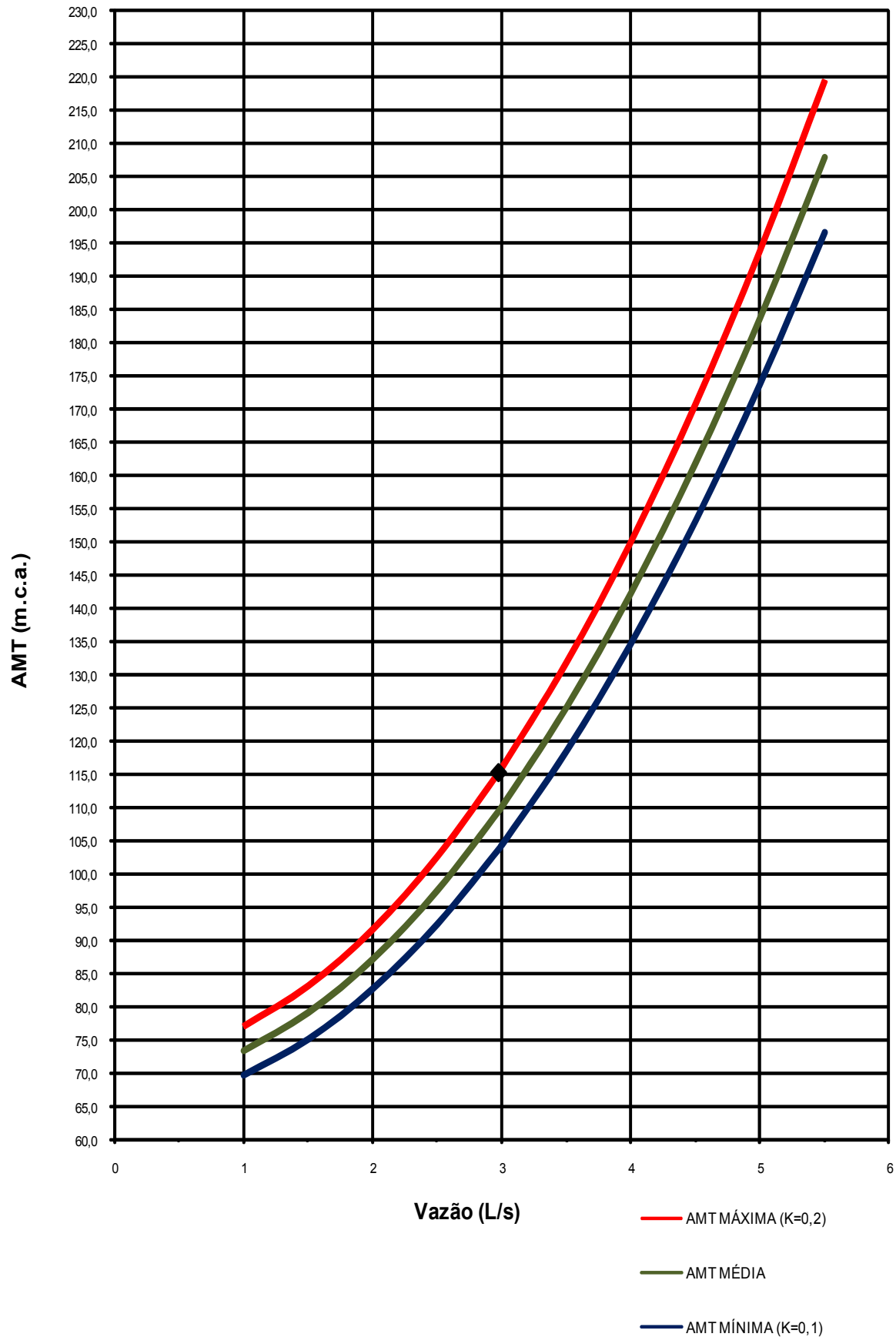
Utilizando a equação da altura manométrica encontrada em função de Q^2 nos cálculos anteriores, foi possível determinar valores para a AMT para as diversas vazões, fato este que possibilita a construção da curva da bomba.

Tabela 10.84 - Valores das curvas características do Subsistema 2 – EAT 2

QUADRO DA CURVA DO SISTEMA ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA			
PÃO DE AÇÚCAR - SUBSISTEMA 2 - EAT3			
VAZÃO (L/s)	AM T_{mín} (m.c.a.)	AM T_{méd} (m.c.a.)	AM T_{máx} (m.c.a.)
1,00	69,59	73,40	77,22
1,50	75,02	79,16	83,30
2,00	82,61	87,21	91,81
2,50	92,38	97,57	102,76
2,97	103,54	109,40	115,27
3,00	104,31	110,22	116,14
3,50	118,42	125,18	131,95
4,00	134,69	142,44	150,19
4,50	153,14	162,01	170,87
5,00	173,76	183,87	193,98
5,50	196,54	208,03	219,52

Para a vazão máxima prevista para fim de plano, isto é, para o ano de 2029, a altura manométrica será de 115,27 mca conforme a curva apresentada abaixo.

Figura 10.78 – Curvas da EAT 3 para o Subsistema 2 – Pão de Açúcar



A altura manométrica máxima da bomba obtida pelo EPANET foi de 124,50 mca aproximando-se, portanto, do valor calculado anteriormente que foi de 115,27 mca. Foi adotada a de maior valor, ou seja, 124,50 mca.

Figura 10.79 - Curva da bomba do Subsistema 2 – EAT 3

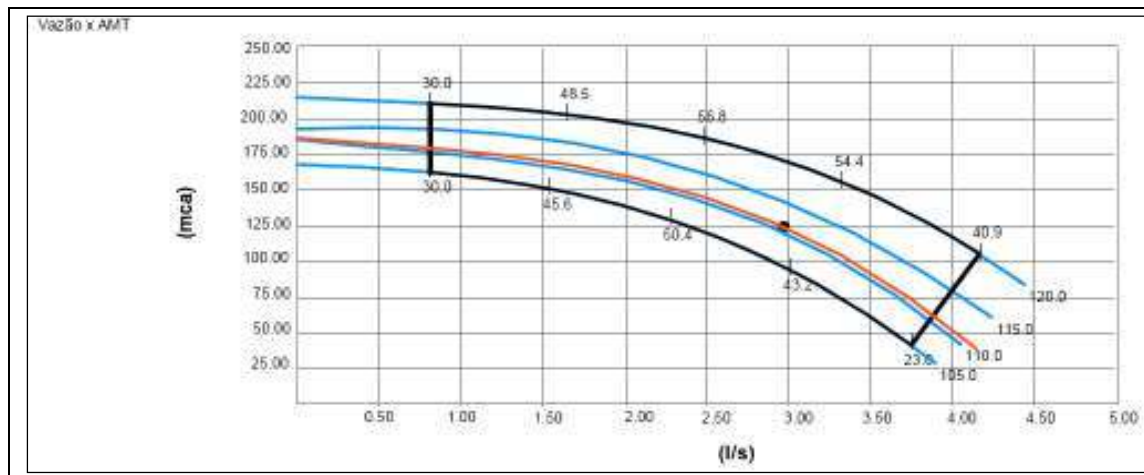


Figura 10.80 - Curva do rendimento da bomba do Subsistema 2 – EAT 3

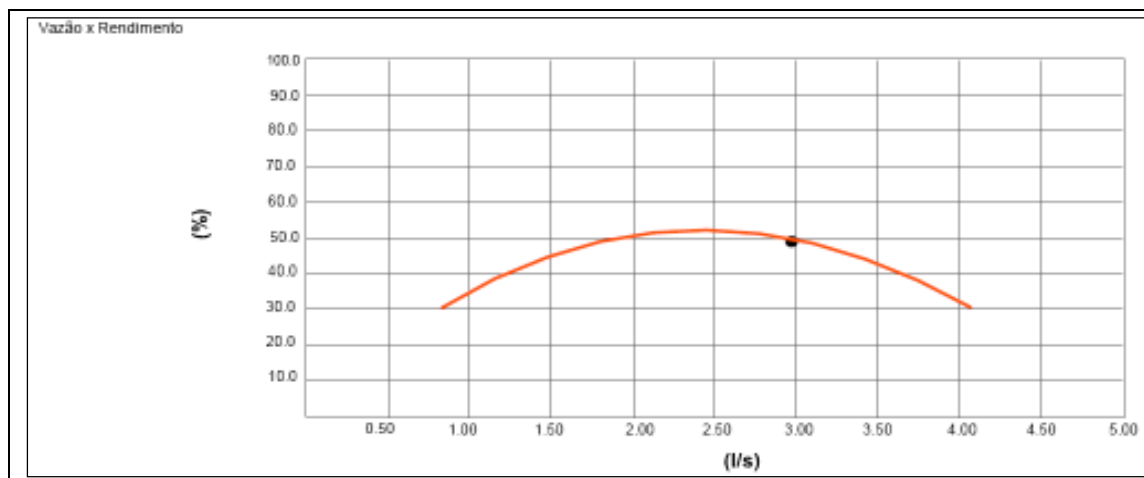


Figura 10.81 - Curva da potência da bomba do Subsistema 2 – EAT 3

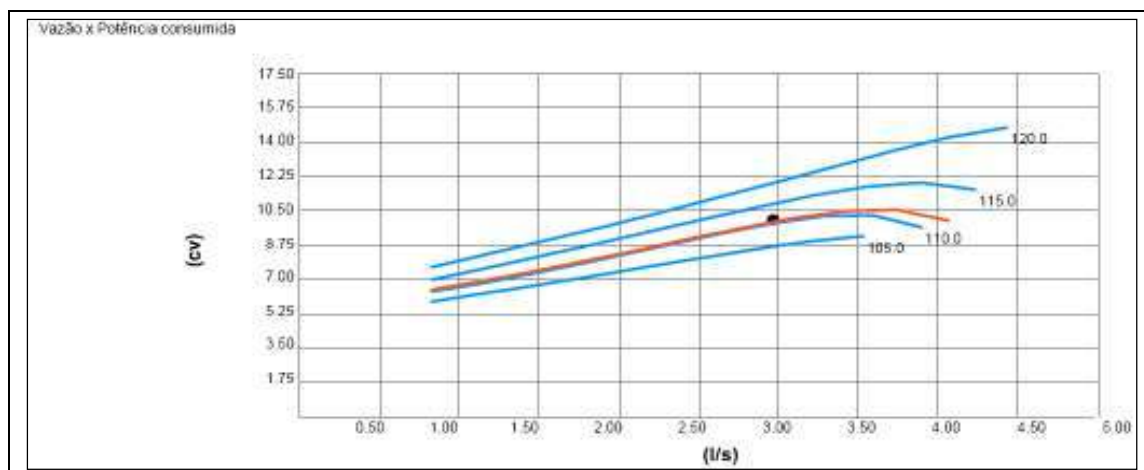
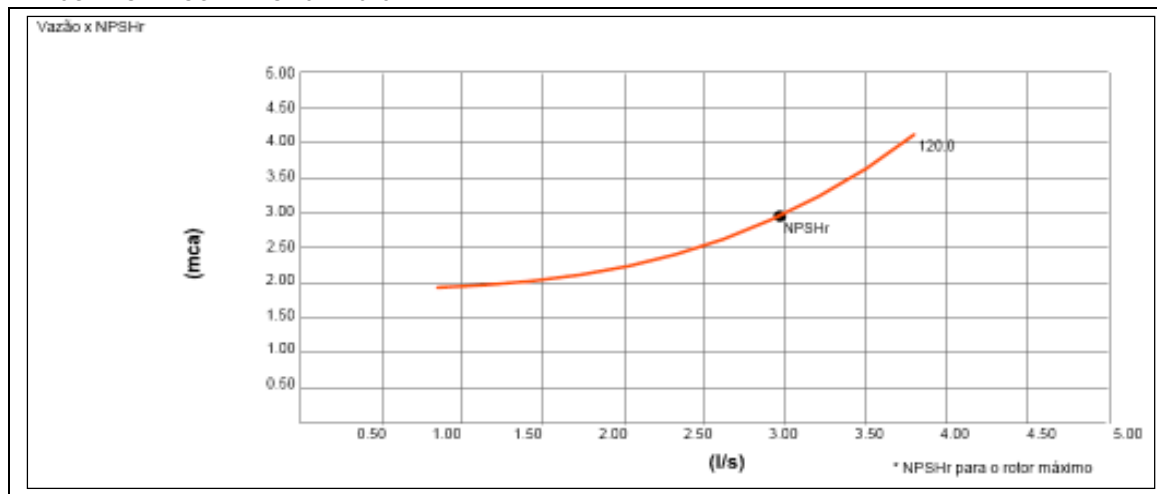


Figura 10.82 - Curvas do NPSH da bomba do Subsistema 2 (*Net Positive Suction Head*) – EAT 3



DADOS BÁSICOS PARA ESPECIFICAÇÃO

- Quantidade de bombas implantadas: = 1 + 1 reserva instalada;
- Vazão da bomba = 2,97 L/s (10,69 m³/h);
- AMT máx = 124,50 mca.

EQUIPAMENTO INDICADO – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BOMBA

Bomba Imbil: BEW 32/7

Tipo: centrífuga multi-estágio;

Vazão da bomba: 2,97 L/s (10,69 m³/h);

Rendimento: 48,9 %;

AMT: 124,5 mca

Rotação: 3.500 rpm;

Motor: Trifásico, P = 15 cv.

VERIFICAÇÃO DO NPSH

$$\text{NPSH}_{\text{disponível}} = \pm H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10 - h_{f_{\text{sucção}}}$$

$$\text{NPSH}_{\text{requerido}} \leq \text{NPSH}_{\text{disponível}}$$

Onde:

$\text{NPSH}_{\text{disponível}}$: energia disponível no líquido na entrada da bomba (mca);

H: altura da água de sucção (1,98 m);

P_a : pressão atmosférica (adotado 1,0 kgf/cm²);

P_v : pressão vapor (0,02383 kg/cm² a 20°C);

γ : peso específico da água ($1,0 \text{ kgf/dm}^3$);

$h_{f_{\text{sucção}}}$: perda de carga na sucção ($0,0782 \text{ mca}$);

$NPSH_{\text{requerido}} = 2,96 \text{ mca}$

$$NPSH_{\text{disponível}} = 0,28 + \frac{1,0 - 0,02383}{1} \times 10 - 0,0782 = 9,96 \text{ mca}$$

$NPSH_{\text{disponível}} (9,96 \text{ mca}) \geq NPSH_{\text{requerido}} (2,96 \text{ mca})$

10.6.4.1.3.1 - Blocos de ancoragem da AAT

O dimensionamento dos blocos de ancoragem da adutora de água tratada foi feito a partir das equações que seguem abaixo:

- Empuxo para curvas

$$E = 2 (S \times \gamma \times h) \times \text{sen} (\alpha/2)$$

- Empuxo para tês, CAPs e registros

$$E = S \times \gamma \times h$$

Onde:

E: empuxo (kgf);

S: área da seção da tubulação (m^2);

γ : peso específico da água (1000 kg/m^3);

h: altura manométrica (mca).

Admite-se a tensão admissível do solo $\sigma = 1 \text{ kg/cm}^2$, com isso, utilizando a equação seguinte pode-se encontrar a área do bloco.

$$A = E / \sigma \text{ (cm}^2\text{)}$$

Onde:

A: área do bloco (cm^2);

E: empuxo (kgf);

σ : tensão admissível do solo (adotado 1 kg/cm^2);

Deste modo, como a tensão do solo adotada foi de 1 kg/cm^2 a área terá mesmo valor numérico do empuxo. Com isso, a tabela abaixo apresenta as áreas dos blocos de ancoragem para diferentes pressões e diâmetros

das peças encontradas nesta ocasião. O detalhamento dos blocos de ancoragem da adutora, com as suas dimensões e as características do concreto, se encontra na folha OO/O/O/HBA/D04.

Tabela 10.85 - Áreas dos blocos de ancoragem da adutora de água tratada do Subsistema 2 – Trecho 1

PEÇAS	Pressão (mca) DN (mm)	20	40	60	80	100	120	140	160
Curvas 45°	75	67,62	135,25	202,87	270,50	338,12	405,74	473,37	540,99
Curvas 90°	75	124,95	249,90	374,86	499,81	624,76	749,71	874,67	999,62
Tês e registros	75	88,35	176,71	265,06	353,42	441,77	530,13	618,48	706,84

10.6.4.1.3.2 - Descargas da AAT

Para o dimensionamento da descarga utiliza-se a equação seguinte:

$$\frac{D}{d} = 65 \sqrt{\frac{T \sqrt{Z_m}}{L}}$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (75 mm ou 0,075 m);

d: diâmetro da descarga (adotado 40 mm ou 0,04 m);

T: tempo de esvaziamento da adutora (h);

Z_m: carga média disponível (m);

L: (L₁ + L₂) extensão total da adutora entre os pontos altos nos quais há admissão de ar (m).

$$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

Onde:

Z₁: carga no ponto mais alto 1 (m);

Z₂: carga no ponto mais alto 2 (m);

O dimensionamento das descargas instaladas na adutora de água tratada será feito considerando tempo máximo de esvaziamento de 2 horas. Será efetuado o cálculo da descarga para o trecho da adutora que tenha a maior distancia entre Z₁ e Z₂, que corresponde ao caso mais crítico para a realização da descarga. O diâmetro encontrado para esta situação também será utilizado nas demais descargas desta adutora.

Tabela 10.86 – Descargas da adutora de água tratada do Subsistema 2 – Trecho 1

PEÇA	ESTACA	COTA (m)	L (m)	Zm (m)	DN (mm)	TEMPO DE ESVAZIAMENTO (h)
Ventosa 1	95+11,023	131,357	748,98	5,27	50	0,17
Descarga 1	103+3,667	128,243				
Ventosa 2	133	135,660				

Diâmetro adotado para as descargas: DN 50 mm.

10.6.4.1.3.3 - Ventosas da AAT

Para o dimensionamento das ventosas será utilizada a equação:

$$d \geq D / 12$$

Onde:

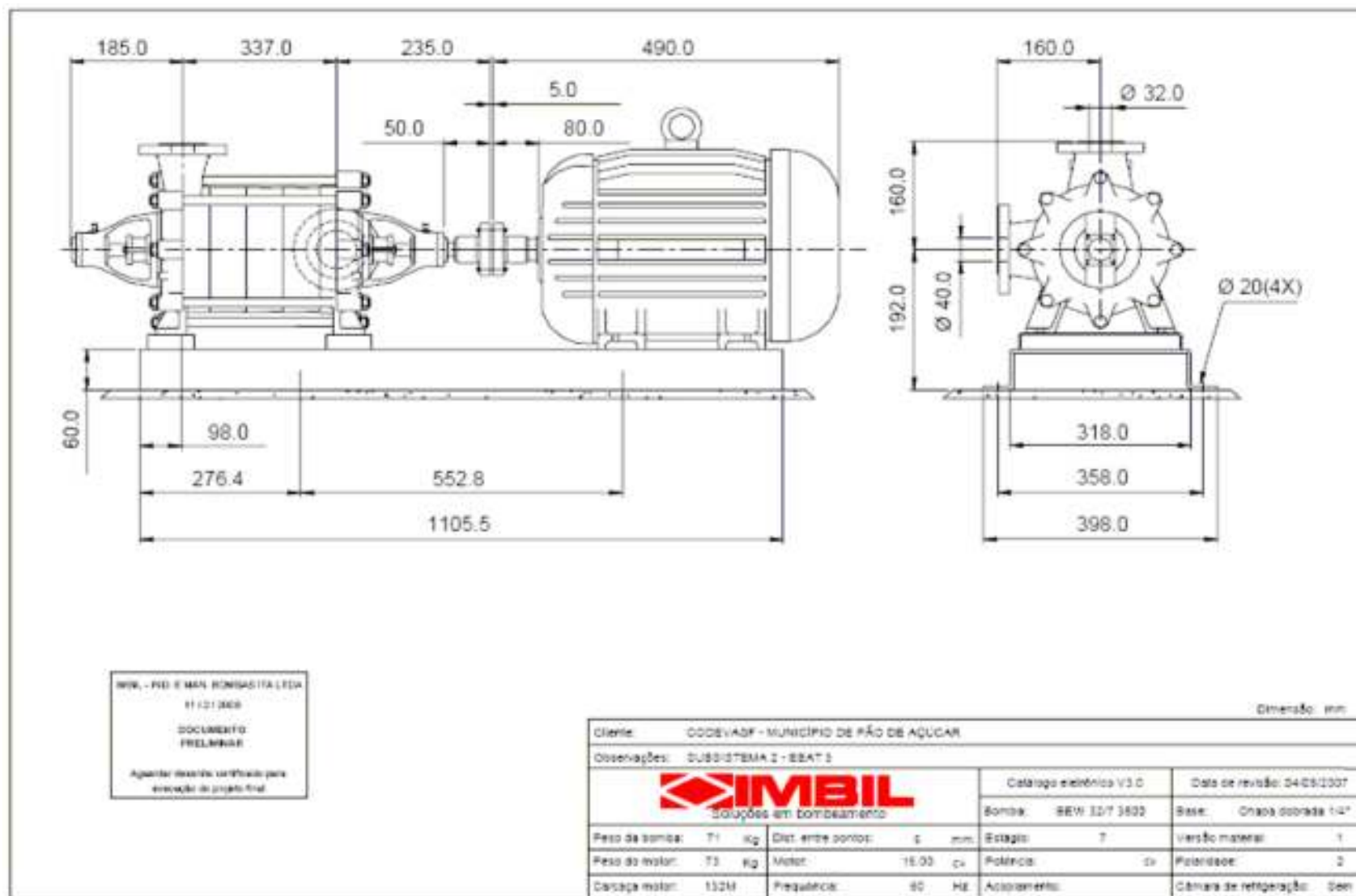
D: diâmetro da adutora (m);

d: diâmetro da descarga (m);

Para D= 75 mm => d = 6,25 mm

Adotado: d = 20 mm (DN ¾")

Figura 10.83 - Dimensões da bomba do Subsistema 2 – EAT 2





A elevatória de água tratada 3 e 4, respectivamente responsáveis pelo abastecimento do reservatório elevado de Lajes 1 e dos reservatórios elevados de Lajes 2 e Alemar, estão localizados dentro da área de Centro de Reservação Volante. As duas elevatórias utilizam um trecho em comum de tubulação para realizarem a sucção no Reservatório Apoiado Volante. Deste modo, a sucção dos dois sistemas elevatórios será dividida em duas partes. A primeira parte é referente ao trecho de tubo que será utilizado por ambas as elevatórias e a segunda parte é caracterizada por uma tubulação de uso exclusivo por cada uma delas. Com isso, será calculada abaixo a perda de carga ocorrida no trecho utilizado pelos dois sistemas e, posteriormente, no item referente a cada elevatória, será obtida a perda de carga do trecho da sucção de uso exclusivo. A soma das perdas de carga ocorrida no trecho comum e no trecho exclusivo dará a perda de carga total para cada elevatória.

Sabendo que haverá uso em comum de uma tubulação e que as elevatórias podem funcionar em momentos diferentes pode-se afirmar que haverá situações diferentes de vazão nesta tubulação resultando, deste modo, em grandezas diferentes como a velocidade e a perda de carga. As possíveis situações encontradas são:

- Situação 1: somente a elevatória para o reservatório elevado Lajes 1 estará funcionando com uma vazão de 0,66 L/s;
- Situação 2: somente a elevatória para o reservatório elevado Lajes 1 e Alemar estará funcionando ($Q = 2,31$ L/s);
- Situação 3: as duas elevatórias funcionando ao mesmo tempo totalizando $Q = 2,97$ L/s.

Com isso, abaixo serão avaliados os diferentes parâmetros quando sujeitos a estas ocasiões:

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE

- Situação 1 (vazão para a EEAT4):

$$D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00066} = 0,031 \text{ m}$$

- Situação 2 (vazão para a EEAT5):

$$D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00231} = 0,058 \text{ m} .$$

- Situação 3 (vazão para a EEAT4 e EEAT5):

$$D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00297} = 0,065 \text{ m} .$$

COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS

Tabela 10.87 - Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 2 – EAT 4

MATERIAL	DN (mm)	SITUAÇÃO 1 Qi = 0,66 L/s		SITUAÇÃO 2 Qi = 2,31 L/s		SITUAÇÃO 3 Qc = 2,97 L/s	
		v (m/s)	J (m/m)	v(m/s)	J(m/m)	v(m/s)	J(m/m)
F°F°:	32	0,82	0,03797	2,87	0,43890	3,69	0,72136
F°F°:	40	0,53	0,01207	1,84	0,13617	2,36	0,22317
F°F°:	50	0,34	0,00389	1,18	0,04262	1,51	0,06952
F°F°:	75	0,15	0,00052	0,52	0,00531	0,67	0,00858
F°F°:	80	0,13	0,00038	0,46	0,00383	0,59	0,00617

DN adotado para a sucção do trecho comum: 80 mm em F°F°

O trecho de uso comum possui uma extensão de 4,00 m. Será calculada a perda de carga ao longo deste comprimento para a pior situação encontrada, ou seja, para o caso de as duas elevatórias estarem operando simultaneamente. Com isso, tem-se:

a) Perdas localizadas



Tabela 10.88 - Relação de peças da sucção do Subsistema 2 – EAT 4 (trecho comum)

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Registro	80	01	0,20	0,20
Tê de passagem direta	80	01	0,60	0,60
Crivo	80	01	0,75	0,75
K_{total}	-	-	-	1,55

$$h_{f_{loc}} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 80 \text{ mm} \quad K_{total} = 0,80$$

$$Q_c = 2,97 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00503 \text{ m}^2$$

$$h_{f_{loc}} = \frac{1,55 \times Q_c^2}{2 \times 9,81 \times (0,00503)^2} = 3122,46 \text{ Qc}^2 \text{ m}$$

b) Perdas distribuídas

Q = 2,97 L/s;

$$K = 0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,00554 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q^2 \Rightarrow K_c \cong 628,05;$$

$$K = 0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,00617 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q^2 \Rightarrow K_c \cong 699,48;$$



$$L = 4,00 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Qc^2 \Rightarrow hf_{dis} = 2.512,32 Qc^2.$$

$$L = 4,00 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Qc^2 \Rightarrow hf_{dis} = 2.797,92 Qc^2.$$

c) Perdas totais na sucção

$$hf_T \text{ comum} = hf_{loc} + hf_{dis}$$

$$K = 0,1 \text{ mm} \quad hf_T \text{ comum} = (3.122,46 + 2.512,32) Qc^2 = 5.634,78 Qc^2 \text{ m}$$

$$K = 0,2 \text{ mm} \quad hf_T \text{ comum} = (3.122,46 + 2.797,92) Qc^2 = 5.920,38 Qc^2 \text{ m}$$

TRECHO: CENTRO DE RESERVAÇÃO VOLANTE AO CENTRO DE RESERVAÇÃO LAJES 1

- Extensão da linha de sucção em F^oF^o (trecho comum): 4,00 m, adotado DN 300.
- Extensão da linha de sucção em F^oF^o (trecho individual): 0,75 m, adotado DN 250.
- Extensão da linha de recalque em PVC: 26,00 m, adotado DN 32 e 50;
- Vazão no trecho = 0,66 L/s;
- NA do CR Lajes 1: 220,90 m;
- Nível do recalque: 206,77 m:

PERDAS DE CARGA NA SUCÇÃO

a) Perdas localizadas (trecho individual)

Tabela 10.89 - Relação de peças da sucção do Subsistema 2 – EAT 4

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Redução	50	01	0,15	0,15
Registro	50	01	0,20	0,20
Tê de saída lateral	50	01	1,30	1,30
K_{total}	-	-	-	1,65

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 50 \text{ mm} \quad K_{total} = 1,65$$

$$Qi = 0,66 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00126 \text{ m}^2$$

$$hf_{loc} = \frac{1,65 \times Qi^2}{2 \times 9,81 \times (0,00126)^2} = 52.971,69 Qi^2 \text{ m}$$

$$2 \times 9,81 \times (0,00126)^2$$



$$Q_i = 0,66 \text{ L/s};$$

$$K = 0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,01071 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q_i^2 \Rightarrow K_c \cong 24,586,78;$$

$$L = 0,75 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q_i^2 \Rightarrow hf_{dis} = 18.440,09 Q_i^2.$$

$$K = 0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,01207 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q_i^2 \Rightarrow K_c \cong 27,708,91;$$

$$L = 0,75 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q_i^2 \Rightarrow hf_{dis} = 20.781,68 Q_i^2.$$

c) Perdas totais na sucção (trecho individual)

$$hf_T \text{ individual} = hf_{loc} + hf_{dis}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \quad K = 0,1 \text{ mm} \quad hf_T \text{ individual} = (52.971,69 + 18.440,09) Q_i^2 = \\ & \mathbf{71.411,78 Q_i^2 \text{ m};} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \quad K = 0,2 \text{ mm} \quad hf_T \text{ individual} = (52.971,69 + 20.781,68) Q_i^2 = \\ & \mathbf{73.753,37 Q_i^2 \text{ m};} \end{aligned}$$

d) Perdas totais na sucção (trecho comum mais trecho individual)

$$\begin{aligned} & \cdot \quad hf_T = hf_T \text{ comum} + hf_T \text{ individual} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \quad K = 0,1 \text{ mm} \quad hf_T = 5.634,78 Q_c^2 + 71.411,78 Q_i^2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \quad K = 0,2 \text{ mm} \quad hf_T = 5.920,38 Q_c^2 + 73.753,37 Q_i^2. \end{aligned}$$

Perdas de carga no recalque

No recalque da água para o reservatório elevado Lajes 1 haverá um trecho com DN 32 e outro com DN 50. O trecho em DN 50 é utilizado tanto para o recalque de água tratada quanto para o abastecimento da rede de Lajes 1. Levando em consideração este fato, segue os calculo abaixo.

a) Perdas localizadas

Tabela 10.90 - Relação de peças do recalque do Subsistema 2 - EAT 4

TIPO	PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
1	Tê de saída lateral	32	01	1,30	1,30
	Tê de passagem direta	32	01	0,60	0,60
	Válvula de retenção	32	01	2,50	2,50
	Curva 90°	32	04	0,40	1,60
	Ampliação	32	01	0,30	0,30
	K_{total}	-	-	-	6,30
2	Tê de saída lateral	50	01	1,30	1,30
	Curva 90 °	50	03	0,40	1,20
	K_{total}	-	-	-	2,50

Para ambos os tipos de peças utilizou-se a vazão de 0,66 L/s (Qi) para se obter as perdas de carga.

TIPO 1

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 32 \text{ mm} \quad K_{total} = 6,30$$

$$Q_i = 0,66 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00080 \text{ m}^2$$

$$hf_{loc} 1 = \frac{6,30 \times Q_i^2}{2 \times 9,81 \times (0,00080)^2} = 496.657,42 \text{ Qi}^2 \text{ m}$$

TIPO 2

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 50 \text{ mm} \quad K_{total} = 2,50$$

$$Q_c = 0,66 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00196 \text{ m}^2$$

$$hf_{loc} 2 = \frac{2,50 \times Q_i^2}{2 \times 9,81 \times (0,00196)^2} = 33.168,73 \text{ Qi}^2 \text{ m}$$

Perda localizada total

$$hf_{loc \text{ TOTAL}} = (hf_{loc} 1 + hf_{loc} 2)$$

$$hf_{loc \text{ TOTAL}} = (496.657,42 + 33.168,73) \text{ Qi}^2$$

$$hf_{loc \text{ TOTAL}} = 529.826,15 \text{ Qi}^2 \text{ m}$$

b) Perdas distribuídas

TIPO 1

$$K=0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,03289 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Qi^2 \Rightarrow Kc \cong 75.505,05;$$

$$L = 26 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Qi^2 \Rightarrow hf_{dis} = 1.963.131,30 Qi^2.$$

$$K=0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,03797 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Qi^2 \Rightarrow Kc \cong 87.167,13;$$

$$L = 26 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Qi^2 \Rightarrow hf_{dis} = 2.266.345,38 Qi^2.$$

TIPO 2

$$K=0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,00354 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Qi^2 \Rightarrow Kc \cong 8.126,72;$$

$$L = 26 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Qi^2 \Rightarrow hf_{dis} = 211.294,72 Qi^2.$$

$$K=0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,00389 \text{ m /m};$$

$$Kc = J/Qi^2 \Rightarrow Kc \cong 8.930,21;$$

$$L = 26 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot Kc \cdot Qi^2 \Rightarrow hf_{dis} = 232.185,46 Qi^2.$$

Perda distribuída total

$$hf_{dis \text{ TOTAL}} = (hf_{dis \text{ 1}} + hf_{dis \text{ 2}})$$

$$K = 0,1 \text{ mm} \quad hf_{dis \text{ TOTAL}} = (1.963.131,30 + 211.294,72) Qi^2 = 2.174.426,02 Qi^2 \text{ m};$$

$$K = 0,2 \text{ mm} \quad hf_{dis \text{ TOTAL}} = (2.266.345,38 + 232.185,46) Qi^2 = 2.498.530,84 Qi^2 \text{ m}.$$

c) Perdas totais no recalque

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis}$$

$$\cdot \quad K = 0,1 \text{ mm} \quad hf_T = 529.826,15 Qi^2 + 2.174.426,02 Qi^2$$

$$\cdot \quad K = 0,2 \text{ mm} \quad hf_T = 529.826,15 Qi^2 + 2.498.530,84 Qi^2$$

$$\cdot \quad K = 0,1 \text{ mm} \quad hf_T = 2.704.252,17 Qi^2 \text{ m};$$

$$\cdot \quad K = 0,2 \text{ mm} \quad hf_T = 3.028.356,99 Qi^2 \text{ m}.$$

PERDAS DE CARGAS TOTAIS NO SISTEMA

$$H_T = h_{f \text{ suc}} + h_{f \text{ rec}}$$

$$\cdot \quad K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow H_{T \text{ MIN}} = 5.634,78 Qc^2 + 71.411,78 Qi^2 + 2.704.252,17 Qi^2;$$



- $K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow H_{T,MAX} = 5.920,38 Q_c^2 + 73.753,37 Q_i^2 + 3.028.356,99 Q_i^2;$
-
- $K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow H_{T,MIN} = 5.634,78 Q_c^2 + 2.775.663.95 Q_i^2 \text{ m};$
- $K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow H_{T,MAX} = 5.920,38 Q_c^2 + 3.102.110.36 Q_i^2 \text{ m}.$

DADOS BÁSICOS

- Nível mínimo de sucção: 207,05 m (no reservatório Volante);
- Nível máximo de sucção: 211,00 m (no reservatório Volante);
- NA máximo no CR Lajes 1 : 220,90 m;
- NA mínimo no CR Lajes 1: 217,40 m;
- Nível no eixo da bomba: 206,77 m;
- Cota do terreno do CR Volante: 206,40 m;
- $Q_c = 2,97 \text{ L/s}$ e $Q_i = 0,66 \text{ L/s};$
- $H_{g_{min}} \text{ sucção} = 0,73 \text{ m}$ (NA mínimo do reservatório Volante à bomba);
- $H_{g_{max}} \text{ sucção} = 4,23 \text{ m}$ (NA máximo do reservatório Colante à bomba);
- $H_{g_{min}} \text{ recalque} = 217,40 - (211,0 - 4,23) = 10,63 \text{ m};$
- $H_{g_{max}} \text{ recalque} = 220,90 - (207,05 - 0,73) = 14,58 \text{ m};$

$$AMT = (Hg \text{ recalque} - Hg \text{ sucção}) + H_T$$

- $K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{MIN} = (10,63 - 4,23) + 5.634,78 Q_c^2 + 2.775.663.95 Q_i^2;$
- $K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{MAX} = (14,48 - 0,73) + 5.920,38 Q_c^2 + 3.102.110.36 Q_i^2.$

- $K = 0,1 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{MIN} = 6,40 + (5.634,78 Q_c^2 + 2.775.663.95 Q_i^2);$
- $K = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow AMT_{MAX} = 13,75 + (5.920,38 Q_c^2 + 3.102.110.36 Q_i^2);$

CURVAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

Tabela 10.91- Valores das curvas características do Subsistema 2 – EAT 4

QUADRO DA CURVA DO SISTEMA ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA			
PÃO DE AÇÚCAR - SUBSISTEMA 2 - EAT4			
VAZÃO (l/s)	AMT_{mín} (m.c.a.)	AMT_{méd} (m.c.a.)	AMT_{máx} (m.c.a.)
0,25	6,60	10,29	13,97
0,50	7,12	10,84	14,56
0,66	7,64	11,39	15,13
0,75	7,99	11,76	15,52
1,00	9,21	13,04	16,88
1,25	10,77	14,70	18,63
1,50	12,68	16,72	20,76
2,00	17,53	21,86	26,19
2,25	20,48	24,98	29,48
2,50	23,78	28,47	33,17
2,75	27,42	32,33	37,24

Figura 10.84 – Curvas da EAT 4 para o Subsistema 2 – Pão de Açúcar

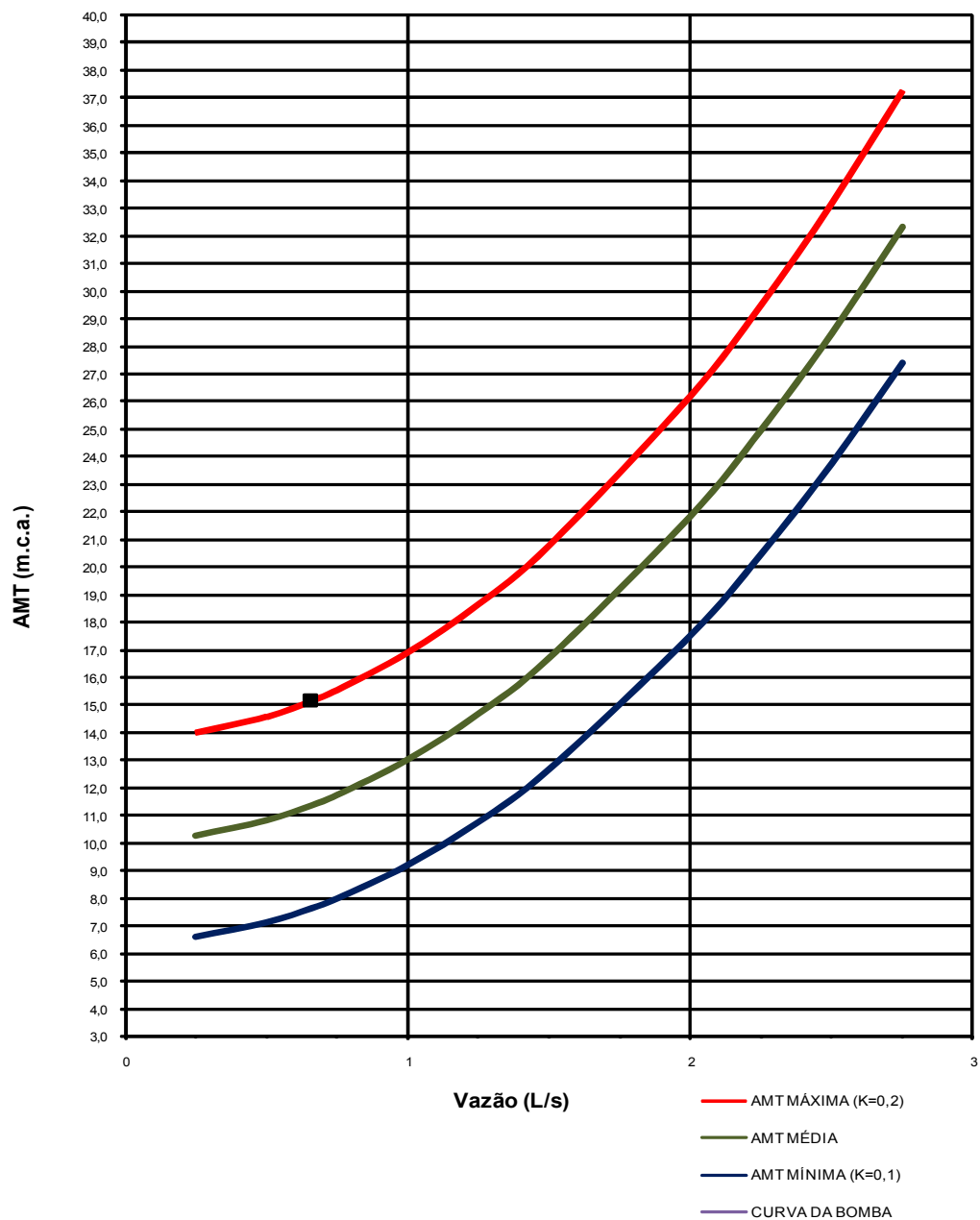
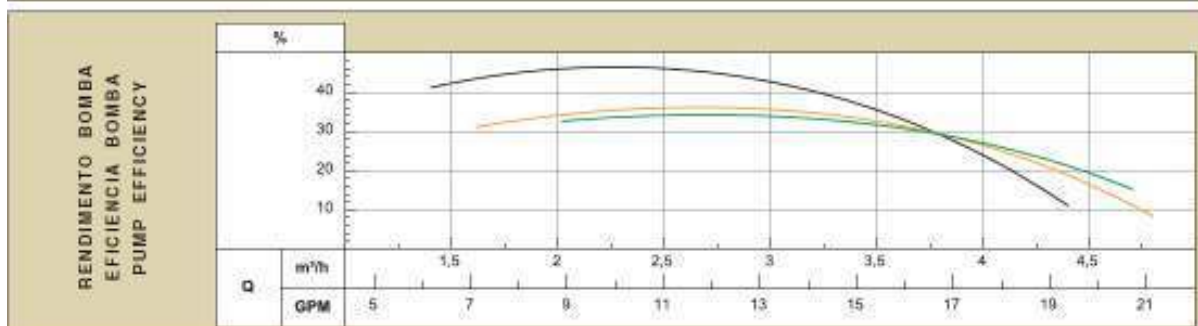
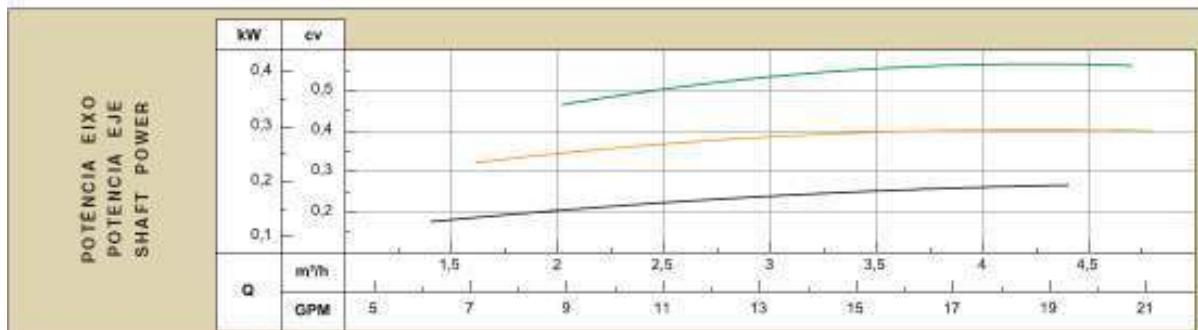
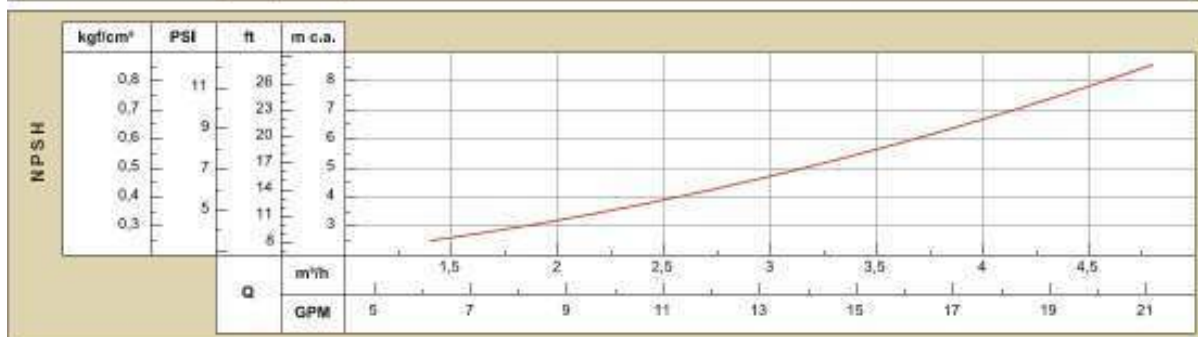
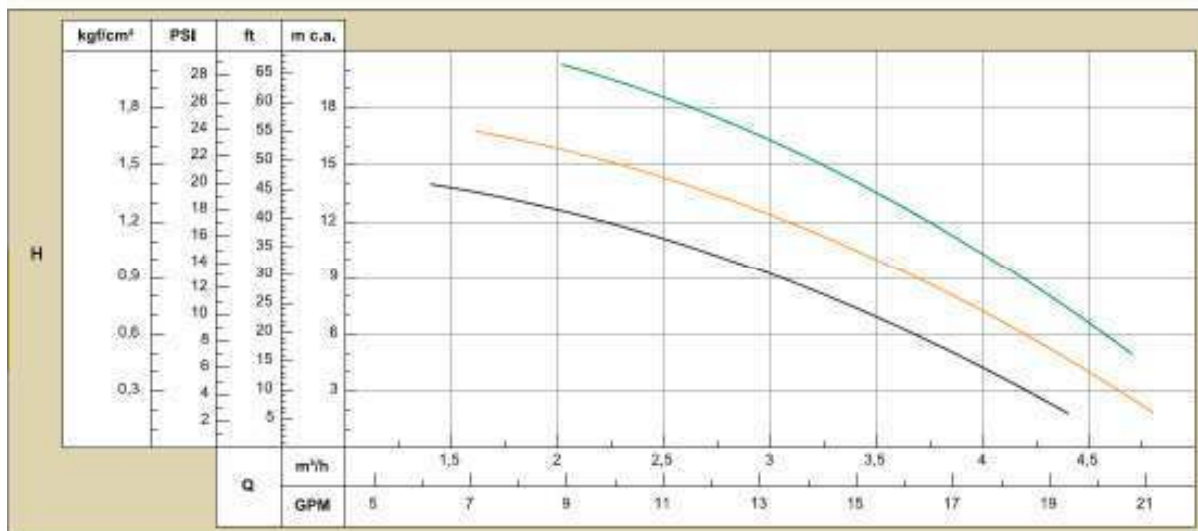


Figura 10.85 – Curvas da bomba do Subsistema 2 – EAT 3

	MODELO	BC-98	52462	sch NAC	
	MODEL			60 Hz	
				II pólos/polos/poles	
Sucção / Succión / Suction	3/4"	Potência / Potencia / Power [kW(cv)]	0,18 (1/4)	0,25 (1/3)	0,37 (1/2)
Recalque / Descarga / Discharge	3/4"	Rotor / Impulsor / Impeller [mm]	94	104	118



Obs.: – Curvas características conforme ISO 9906 anexo "A".
 – Desempenho hidráulico de acordo a la ISO 9906 anexo "A".
 – Hydraulic performance according to ISO 9906 annex-A.

Revisão 08 - Março/2018

Para a situação em questão optou-se pelo modelo BC-98 com 0,25 cv de potência, que atende a altura manométrica necessária de 15,12 mca e a vazão de 2,38 m³/h.

DADOS BÁSICOS PARA ESPECIFICAÇÃO

- Quantidade de bombas implantadas: = 1 + 1 reserva instalada;
- Vazão da bomba = 0,66 L/s (2,38 m³/h);
- AMT máx = 15,12 mca.

EQUIPAMENTO INDICADO – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BOMBA

Bomba Schneider: BC-98

Tipo: centrífuga monoestágio;

Vazão da bomba: 0,66 L/s (2,38 m³/h);

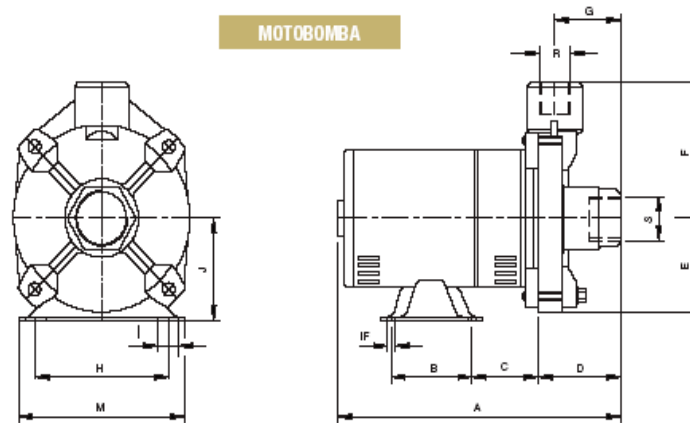
Rendimento: aproximadamente 46 %;

AMT: 15,12 mca

Rotação: 3.450 rpm;

Motor: trifásico, P = 0,25 cv.

Figura 10.86 – Dimensões da bomba do Subsistema 2 – EAT 3



DIMENSÕES EM MILÍMETROS (mm) - 60 Hz			
Descrição	BC-98		
Potência	1/4 cv	1/3 cv	1/2 cv
Referência	Monofásico	Monofásico	Monofásico
A	262	262	267
B	70	70	70
C	64	64	64
D	64	64	64
E	70	70	70
F	111	111	111
G	47	47	47
H	108	108	108
I	31	31	31
IF	8,7	8,7	8,7
J	76	76	76
M	156	156	156
R (*BSP)	3/4	3/4	3/4
S (*BSP)	3/4	3/4	3/4
Peso Motobomba (kg)	7,5	8,2	8,4

VERIFICAÇÃO DO NPSH

$$NPSH_{\text{disponível}} = \pm H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10 - hf_{\text{sucção}}$$

$$NPSH_{\text{requerido}} \leq NPSH_{\text{disponível}}$$

Onde:

$NPSH_{\text{disponível}}$: energia disponível no líquido na entrada da bomba

H: altura da água de sucção (0,73 m);

P_a : pressão atmosférica (adotado $1,0 \text{ kgf/cm}^2$);

P_v : pressão vapor ($0,02383 \text{ kg/cm}^2$ a 20°C);

γ : peso específico da água ($1,0 \text{ kgf/dm}^3$);

$hf_{\text{sucção}}$: perda de carga na sucção (0,0560 mca);

$NPSH_{\text{requerido}}$: aproximadamente 3,5 mca

$$NPSH_{\text{disponível}} = 0,73 + \frac{1,0 - 0,02383}{1} \times 10 - 0,0560 = 10,44 \text{ mca}$$

$$NPSH_{\text{disponível}} (10,44 \text{ mca}) \geq NPSH_{\text{requerido}} (3,5 \text{ mca})$$

TRECHO 1: CENTRO DE RESERVAÇÃO VOLANTE PARA DERIVAÇÃO (LAJES 2 E ALEMAR)

- Nível da derivação (geratriz inferior do tubo): 200,51 m;
- Nível do recalque: 205,10 m;
- Extensão da linha de recalque em PEAD: 2.424,21 m;
- Vazão no trecho = 2,31 L/s;

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE

$$D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00231} = 0,057 \text{ m.}$$



COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS

Tabela 10.92 – Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 2 - EAT 4

MATERIAL	DN (mm)	VELOCIDADE (m/s)	J(m/m)	hf (m)
PEAD	50	1,18	0,04262	103,32
PEAD	75	0,52	0,00531	12,87
PEAD	100	0,29	0,00124	3,01

DN adotado para recalque: 75 mm

TRECHO 2: DERIVAÇÃO (LAJES 2 E ALEMAR) A LAJES 2

- NA Lajes 2: 222,15 m;
- Nível da derivação (geratriz inferior do tubo): 200,51 m;
- Extensão da linha de recalque em PEAD: 657,95 m;
- Vazão no trecho = 0,95 L/s;

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE

$$D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00095} = 0,037 \text{ m.}$$

COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS

Tabela 10.93 – Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 2 - EAT 4

MATERIAL	DN (mm)	VELOCIDADE (m/s)	J(m/m)	hf (m)
PEAD	32	1.18	0.07685	48.89
PEAD	40	0.76	0.02421	15.40
PEAD	50	0.48	0.00772	4.91

DN adotado: 50 mm

TRECHO 3: DERIVAÇÃO (LAJES 2 E ALEMAR) A ALEMAR

- NA Alemar: 189,50 m;
- Nível do derivação (geratriz inferior do tubo): 200,51 m;
- Extensão da linha de recalque em PEAD: 2.923,59 m;
- Vazão no trecho = 1,36 L/s;

INDICAÇÃO DO DIÂMETRO SEGUNDO BRESSE

$$D = K\sqrt{Q} = 1,2\sqrt{0,00136} = 0,044 \text{ m}.$$

COMPARAÇÃO DOS DIÂMETROS PROVÁVEIS

Tabela 10.94 – Dimensionamento da linha de recalque do Subsistema 2 - EAT 3

MATERIAL	DN (mm)	VELOCIDADE (m/s)	J(m/m)	hf (m)
PEAD	40	1,08	0,04843	141,59
PEAD	50	0,69	0.01531	44,76
PEAD	75	0,31	0.00196	23,51

DN adotado: 50 mm

PERDAS DE CARGA NA SUCÇÃO (EEAT 4)

Parte da sucção da EEAT 4 será feita na mesma tubulação utilizada pela EEAT 3. Os cálculos para as perdas ocorridas neste trecho comum já foram realizados no item anterior cujo resultado foi:



Perdas totais na sucção (trecho comum)

$$Q_c = 2,97 \text{ m};$$

$$hf_T \text{ comum} = hf_{loc} + hf_{dis}$$

$$K = 0,1 \text{ mm}$$

$$hf_T \text{ comum} = (3.122,46 + 2.512,32) Q_c^2 = \mathbf{5.634,78 Q_c^2 m}$$

$$K = 0,2 \text{ mm}$$

$$hf_T \text{ comum} = (3.122,46 + 2.797,92) Q_c^2 = \mathbf{5.920,38 Q_c^2 m}$$

A continuação da sucção ocorre em uma tubulação de ferro dúctil com DN 80. A vazão individual (Q_i) é igual a 2,31 L/s. A seguir, os cálculos das perdas no trecho individual.

a) Perdas localizadas

Tabela 10.95 - Relação de peças da sucção do Subsistema 2 – EAT 5

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Tê de saída lateral	80	01	1,30	1,30
Curva 90 °	80	02	0,40	0,80
Registro	80	01	0,20	0,20
Redução	80	01	0,15	0,15
K_{total}	-	-	-	2,45

$$hf_{loc} = \frac{K_{total} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}, \quad D = 80 \text{ mm} \quad K_{total} = 2,45$$

$$Q_i = 2,31 \text{ L/s}$$

$$A = 0,00503 \text{ m}^2$$

$$hf_{loc} = \frac{2,45 \times Q_i^2}{2 \times 9,81 \times (0,00503)^2} = 4.935,50 \text{ Qi}^2 \text{ m}$$

b) Perdas distribuídas

$$K=0,1 \text{ mm};$$

$$J = 0,00347 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q_i^2 \Rightarrow K_c \cong 650,29;$$

$$L = 5,74 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q_i^2 \Rightarrow hf_{dis} = 3.732,66 \text{ Qi}^2$$

$$K=0,2 \text{ mm};$$

$$J = 0,00383 \text{ m /m};$$

$$K_c = J/Q_i^2 \Rightarrow K_c \cong 717,75;$$

$$L = 5,74 \text{ m};$$

$$hf_{dis} = L \cdot K_c \cdot Q_i^2 \Rightarrow hf_{dis} = 4.119,89 \text{ Qi}^2$$

c) Perdas totais na sucção

$$hf_T = hf_{loc} + hf_{dis} + hf_{Tcomum}$$

$$hf_{Tcomum} = 5.634,78 \text{ Qc}^2 \text{ m}$$

$$hf_{Tcomum} = 5.920,38 \text{ Qc}^2 \text{ m}$$

$$K = 0,1 \text{ mm} \quad hf_T = 4.935,50 \text{ Qi}^2 + 3.732,66 \text{ Qi}^2 + 5.634,78$$

$$Qc^2 = 0,0960 \text{ m};$$

$$K = 0,2 \text{ mm} \quad hf_T = 4.935,50 \text{ Qi}^2 + 4.119,89 \text{ Qi}^2 + 5.920,38$$

$$Qc^2 = 0,1003 \text{ m};$$

Utilizando-se do Programa EPANET foi dimensionada a EEAT 5 através de simulações e análises, que obteve para este trecho uma altura manométrica igual a 46 mca.

A seguir estão apresentadas as curvas das Bombas.



Figura 10.87 - Curva da bomba do Subsistema 2 – EAT 4

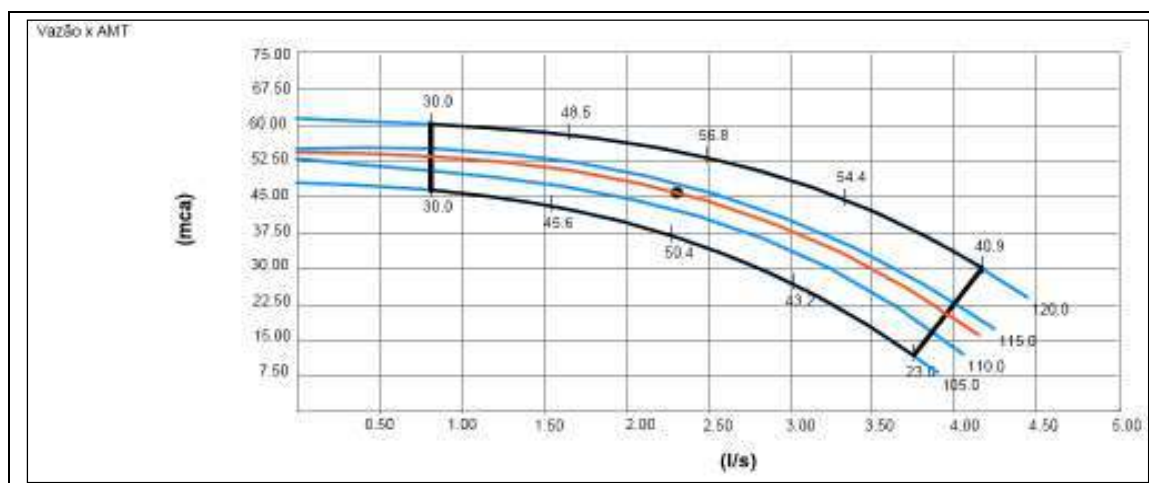


Figura 10.88 - Curva do rendimento da bomba do Subsistema 2 – EAT 4

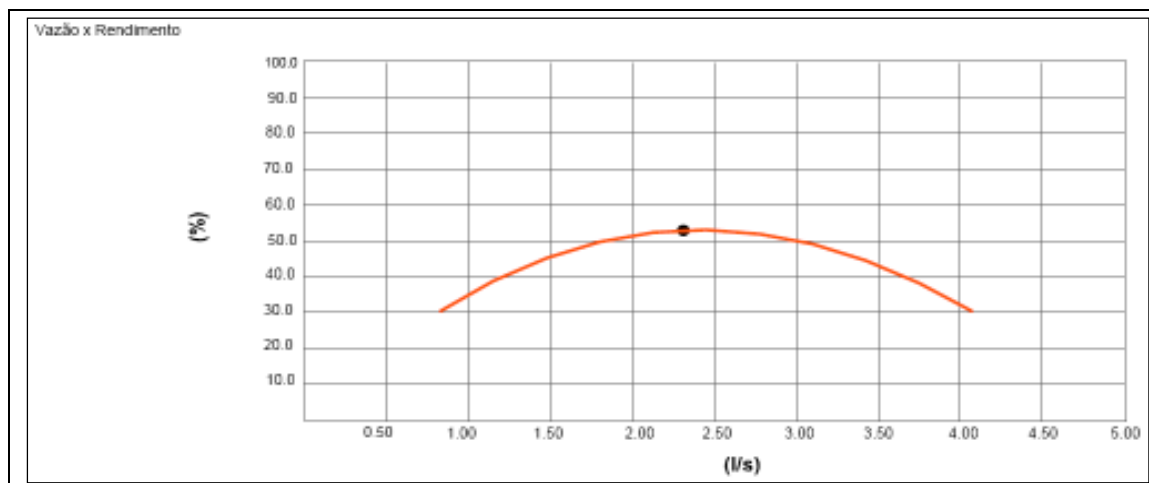


Figura 10.89 - Curva da potência da bomba do Subsistema 2 – EAT 4

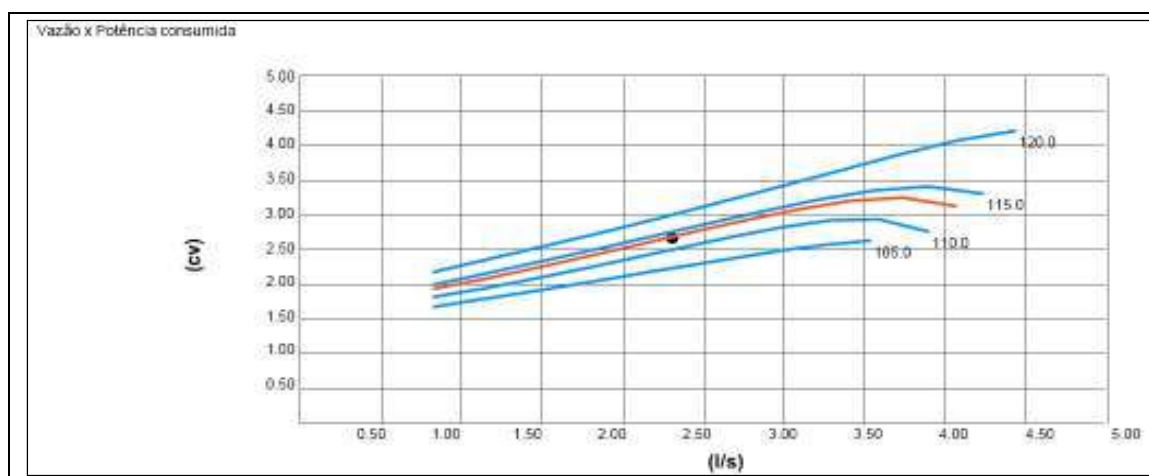
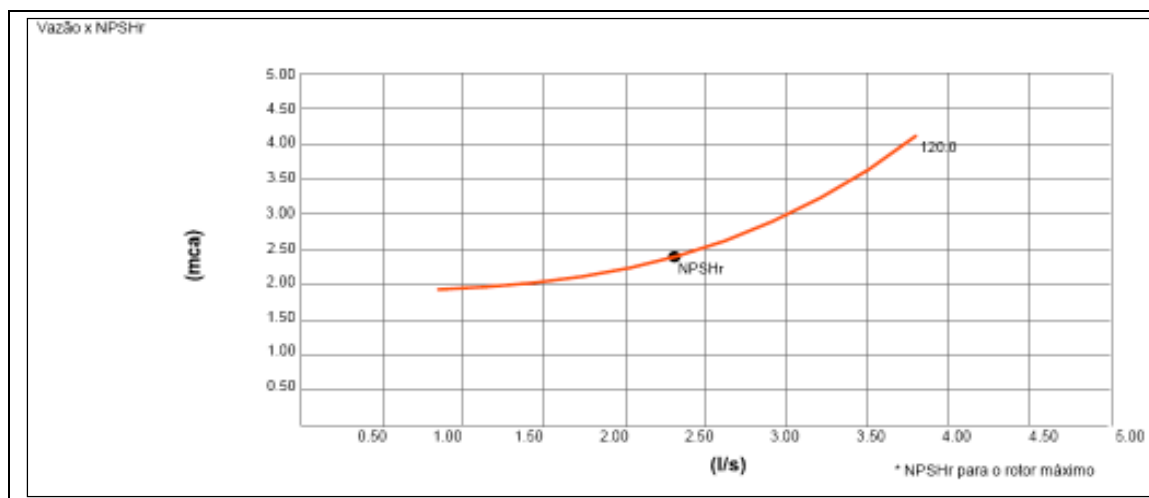


Figura 10.90 - Curvas do NPSH da bomba do Subsistema 2 (*Net Positive Suction Head*) – EAT 4



DADOS BÁSICOS PARA ESPECIFICAÇÃO

- Quantidade de bombas implantadas: = 1 + 1 reserva instalada;
- Vazão da bomba = 2,31 L/s (8,32 m³/h);

EQUIPAMENTO INDICADO – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BOMBA

Bomba da Imbil: BEW 32/2

Tipo: centrífuga de eixo horizontal multi-estágios ;

Vazão da bomba: 2,31 L/s (8,32 m³/h);

Rendimento: 52,80 %;

AMT: 46 mca

Rotação: 3.500 rpm;

Motor: trifásico, P = 3 cv.

VERIFICAÇÃO DO NPSH

$$NPSH_{\text{disponível}} = \pm H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10 - hf_{\text{sucção}}$$

$$NPSH_{\text{requerido}} \leq NPSH_{\text{disponível}}$$

Onde:

$NPSH_{\text{disponível}}$: energia disponível no líquido na entrada da bomba (mca);

H: altura da água de sucção (1,37 m);

P_a : pressão atmosférica (adotado 1,0 kgf/cm²);

P_v : pressão vapor (0,02383 kg/cm² a 20°C);

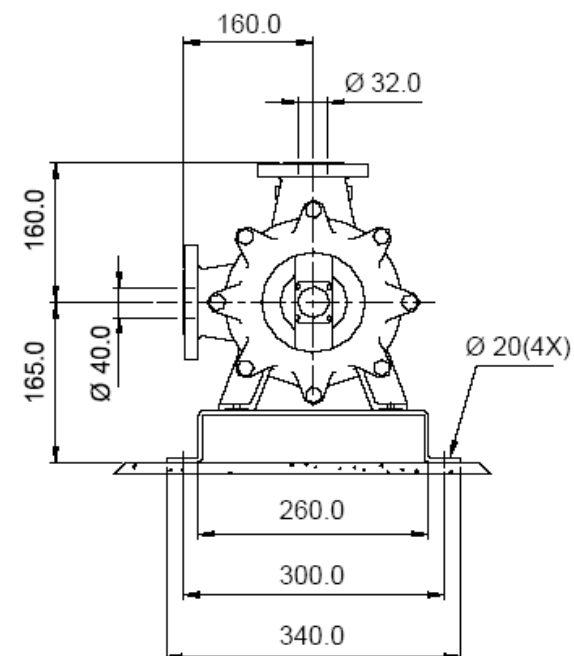
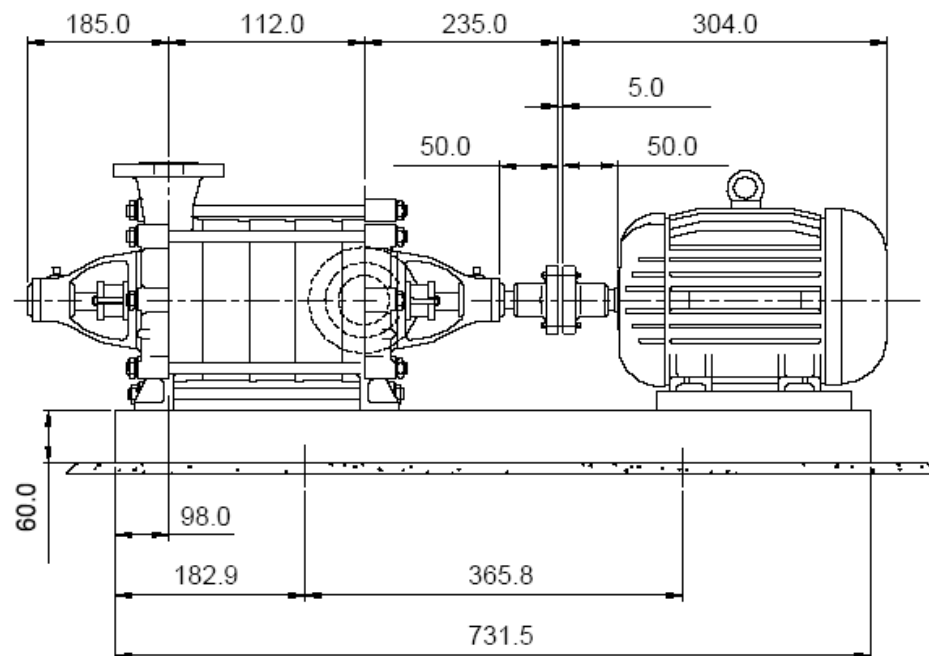
γ : peso específico da água (1,0 kgf/dm³);

$hf_{\text{sucção}}$: perda de carga na sucção (0,1003 mca);

$NPSH_{\text{requerido}} = 2,40 \text{ mca}$


$$NPSH_{\text{disponível}} = 1,37 + \frac{1,0 - 0,02383}{1} \times 10 - 0,1003 = 11,03 \text{ mca}$$

$$NPSH_{\text{disponível}} (11,03 \text{ mca}) \geq NPSH_{\text{requerido}} (2,40 \text{ mca})$$



IMBIL - IND. E MAN. BOMBAS ITA LTDA
 23 / 4 / 2009
 DOCUMENTO
 PRELIMINAR
 Aguardar desenho certificado para
 execução do projeto final

Dimensão: mm

Cliente: CODEVASF - Pão de Açúcar			
Observações: SUB2 - EEAT5			
 Soluções em bombeamento		Catálogo eletrônico V3.0	Data de revisão: 04/09/2007
		Bomba: BEW 32/2 3500	Base: Chapa dobrada 1/4"
Peso da bomba: 35 Kg	Dist. entre pontos: 5 mm	Estágio: 2	Versão material: 1
Peso do motor: 19 Kg	Motor: 3.00 cv	Potência: cv	Polaridade: 2
Caraça motor: 90S	Frequência: 60 Hz	Acoplamento:	Câmara de refrigeração: Sem

O dimensionamento dos blocos de ancoragem da adutora de água bruta foi feito a partir das equações que seguem abaixo:

- Empuxo para curvas

$$E = 2 (S \times \gamma \times h) \times \sin (\alpha/2)$$

- Empuxo para tês, CAPs e registros

$$E = S \times \gamma \times h$$

Onde:

E: empuxo (kgf);

S: área da seção da tubulação (m²);

γ : peso específico da água (1000 kg/m³);

h: altura manométrica (mca).

Admite-se a tensão admissível do solo $\sigma = 1 \text{ kg/cm}^2$, com isso, utilizando a equação seguinte pode-se encontrar a área do bloco.

$$A = E / \sigma \text{ (cm}^2\text{)}$$

Onde:

A: área do bloco (cm²);

E: empuxo (kgf);

σ : tensão admissível do solo (adotado 1 kg/cm²);

Deste modo, como a tensão do solo adotada foi de 1 kg/cm² a área terá mesmo valor numérico do empuxo. Com isso, a tabela abaixo apresenta as áreas dos blocos de ancoragem para diferentes pressões e diâmetros das peças encontradas nesta ocasião. O detalhamento dos blocos de ancoragem da adutora, com as suas dimensões e as características do concreto, se encontra na folha OO/O/O/HBA/D04.

Tabela 10.96 - Áreas dos blocos de ancoragem da adutora de água tratada do Subsistema 2

PEÇAS	Pressão (mca) DN (mm)	20	40	60	80	100	120	140	160
Curvas 45°	40	19,24	38,47	57,71	76,94	96,18	115,41	134,65	153,88
Curvas 45°	50	30,06	60,11	90,17	120,22	150,28	180,33	210,39	240,44
Curvas 45°	75	67,62	135,25	202,87	270,50	338,12	405,74	473,37	540,99
Curvas 90°	40	35,54	71,08	106,63	142,17	177,71	213,25	248,79	284,34
Curvas 90°	50	55,53	111,07	166,60	222,14	277,67	333,21	388,74	444,28
Curvas 90°	75	124,95	249,90	374,86	499,81	624,76	749,71	874,67	999,62
Tês	40	25,13	50,26	75,40	100,53	125,66	150,79	175,92	201,06
Tês	50	39,27	78,54	117,81	157,08	196,34	235,61	274,88	314,15
Tês	75	88,35	176,71	265,06	353,42	441,77	530,13	618,48	706,84

10.6.4.1.5.2 – Descargas da AAT

Para o dimensionamento da descarga utiliza-se a equação seguinte:

$$\frac{D}{d} = 65 \sqrt{\frac{T \sqrt{Z_m}}{L}}$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (50 mm ou 0,05 m);

d: diâmetro da descarga (adotado 40 mm ou 0,04 m);

T: tempo de esvaziamento da adutora (h);

Z_m: carga média disponível (m);

L: (L₁ + L₂) extensão total da adutora entre os pontos altos nos quais há admissão de ar (m).

$$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

Onde:

Z₁: carga no ponto mais alto 1 (m);

Z₂: carga no ponto mais alto 2 (m);

O dimensionamento das descargas instaladas na adutora de água tratada será feito considerando tempo máximo de esvaziamento de 2 horas. Será efetuado o cálculo da descarga para o trecho da adutora que tenha a maior distancia entre Z₁ e Z₂, que corresponde ao caso mais crítico para a realização da descarga, e também maior diâmetro. O diâmetro encontrado para esta situação também será utilizado nas demais descargas para o trecho da adutora em DN 75 mm e em DN 50 mm.

Tabela 10.97 – Descargas da adutora do Subsistema 2 para o trecho em DN 75 e 50 - AAT

PEÇA	ESTACA	COTA (m)	L (m)	Zm (m)	DN (mm)	TEMPO DE ESVAZIAMENTO (h)
V1	176+9,685	198,674	1.503,357	31,99	50	0,14
Descarga 1	243+14,547	149,103				
V2	251+13,042	163,515				

Diâmetro adotado para as descargas: DN 50 mm.

Para o trecho da adutora em DN 50 mm, formado a partir da derivação da adutora principal para Lajes 2 até o CR Lajes 2, tem-se:

Tabela 10.98 – Descargas da adutora do Subsistema 2 para o trecho em DN 50 - AAT

PEÇA	ESTACA	COTA (m)	L (m)	Zm (m)	DN (mm)	TEMPO DE ESVAZIAMENTO (h)
V1	12+9,83	201,63	378,06	2,87	50	0,05
Descarga 1	17+5,82	200,50				
CR Lajes 2	31+7,89	205,11				

Diâmetro adotado para as descargas: DN 40 mm.

10.6.4.1.5.2 – Ventosas da AAT

Para o dimensionamento das ventosas será utilizada a equação:

$$d \geq D / 12$$

Onde:

D: diâmetro da adutora (m);

d: diâmetro da descarga (m);

Para D= 75 mm => d = 6,25 mm;

Para D= 50 mm=> d = 4,17 mm;

Para D= 40 mm=> d = 3,33 mm;

Adotado: d = 20 mm (DN ¾")

10.6.4.2. - Arranjo Hidráulico das Adutoras

Figura 10.92 – EPANET geral do Subsistema 2 - Trecho 2 da AAT



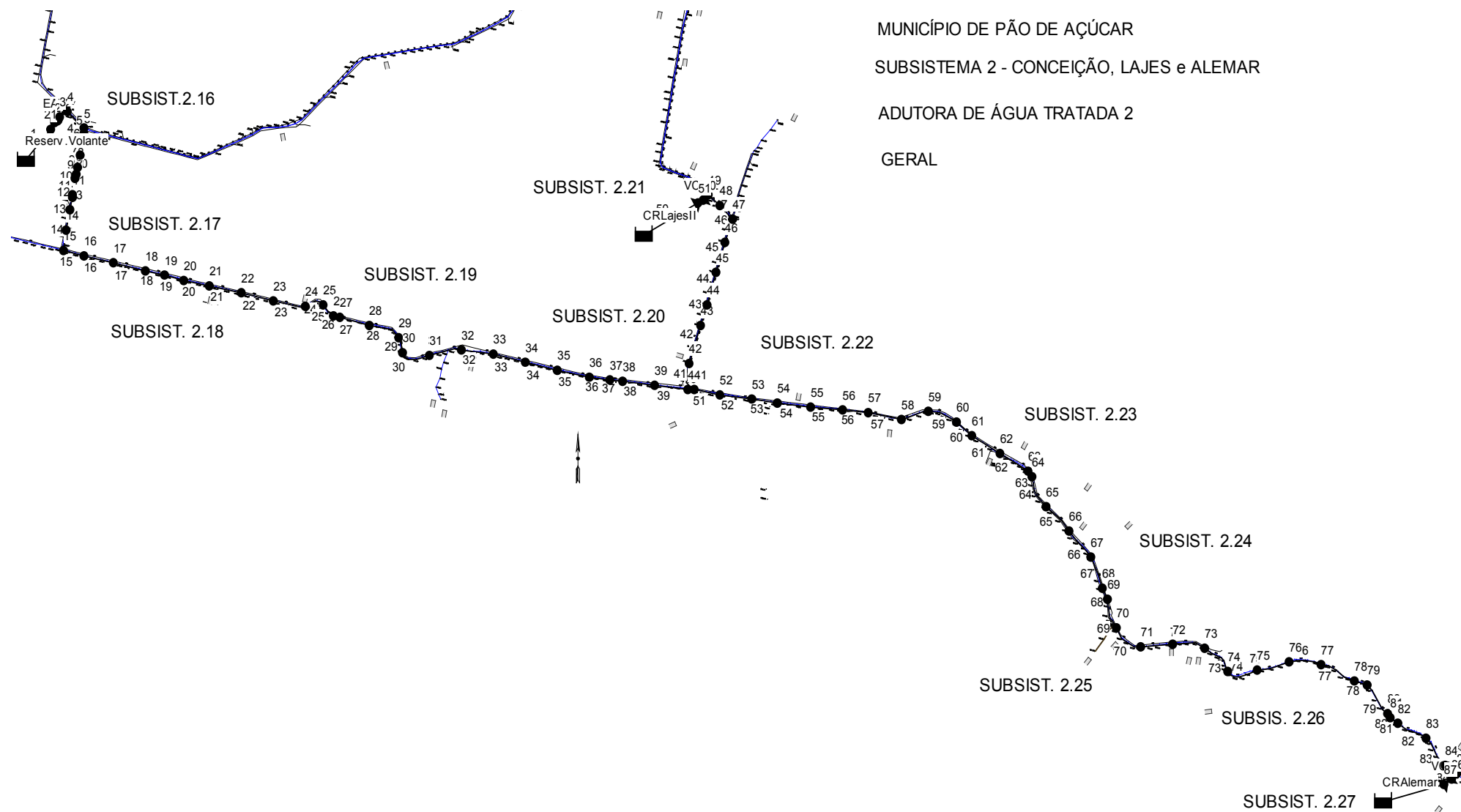


Figura 10.93 – EPANET Parcial 16 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

SUBSIST.2.16

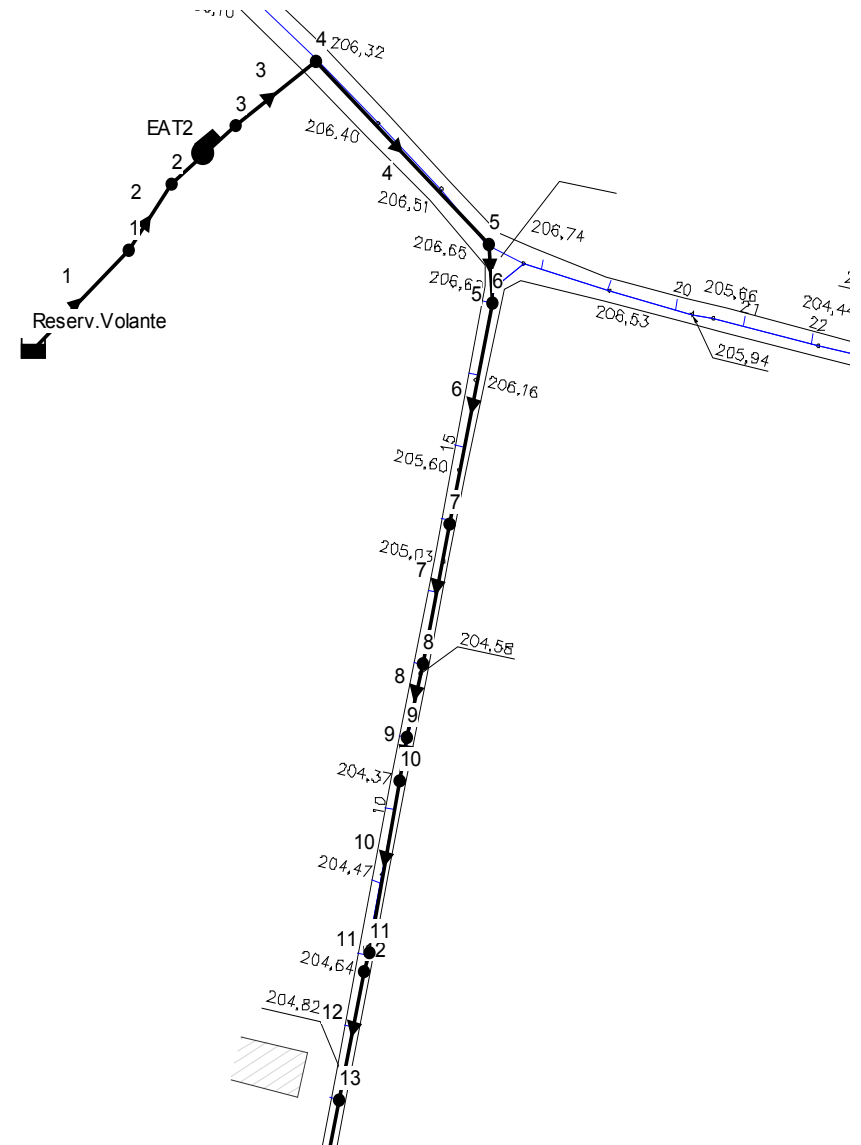


Figura 10.94 – EPANET Parcial 17 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.17

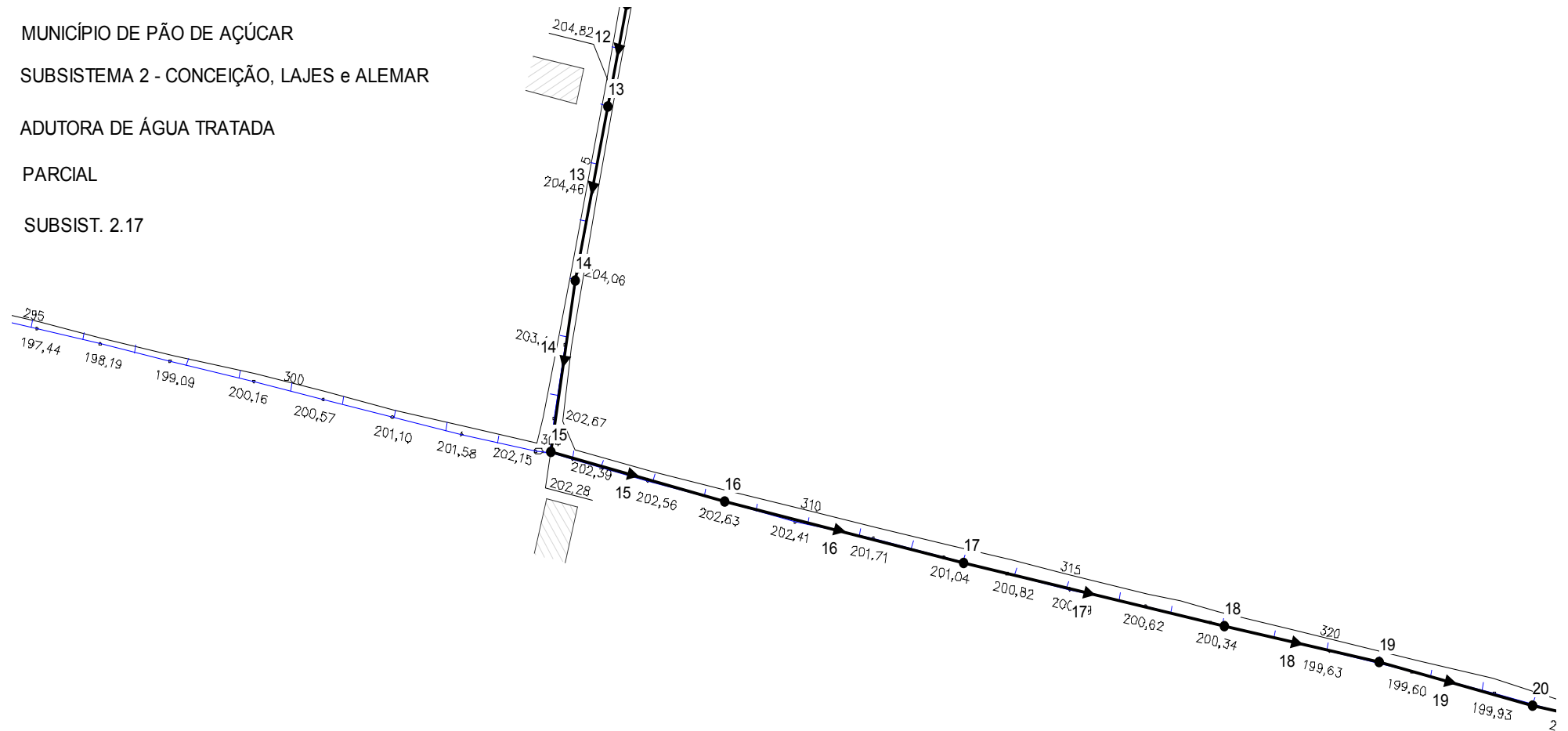


Figura 10.95 – EPANET Parcial 18 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.18

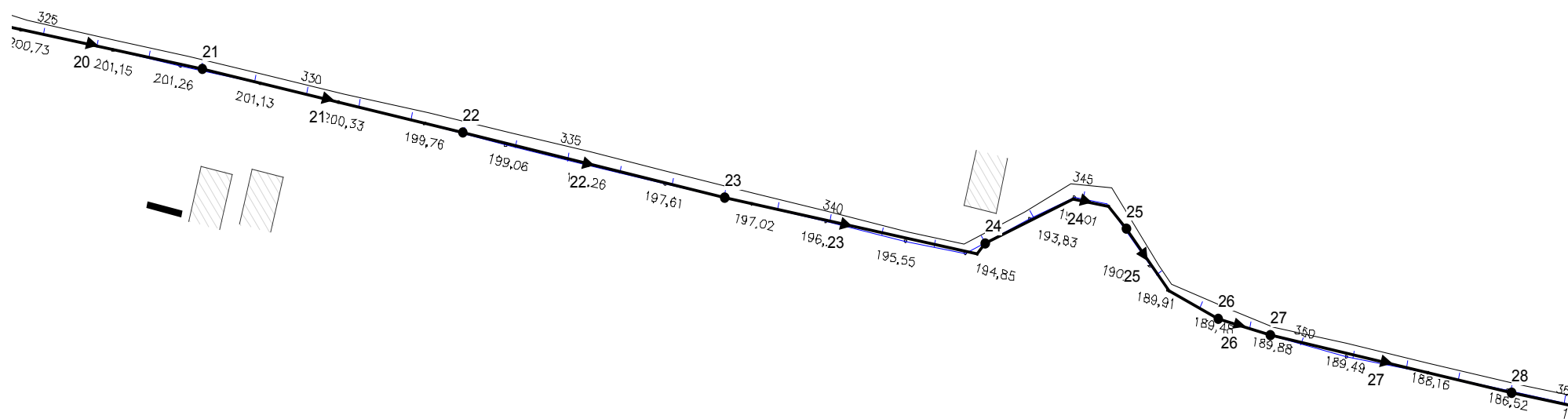


Figura 10.96 – EPANET Parcial 19 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
PARCIAL
SUBSIST. 2.19

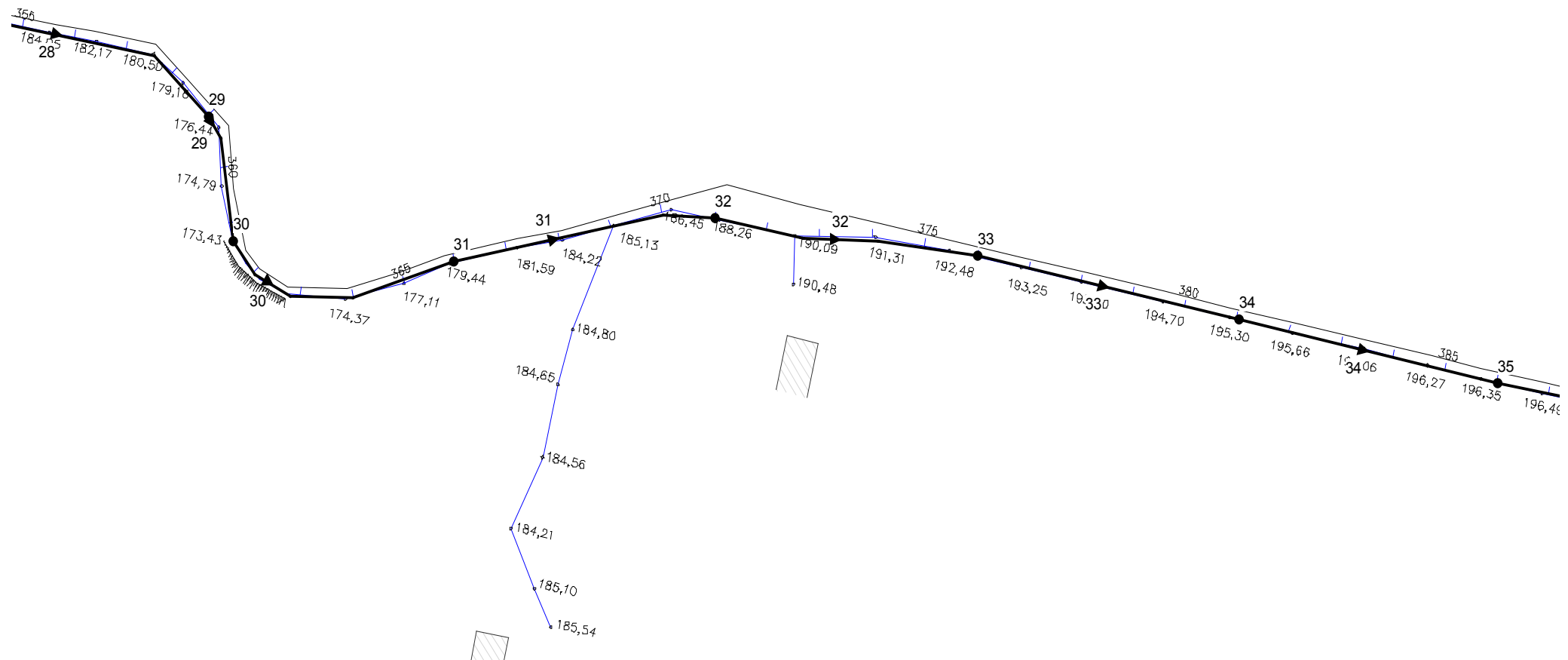


Figura 10.97 – EPANET Parcial 20 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
PARCIAL
SUBSIST. 2.20

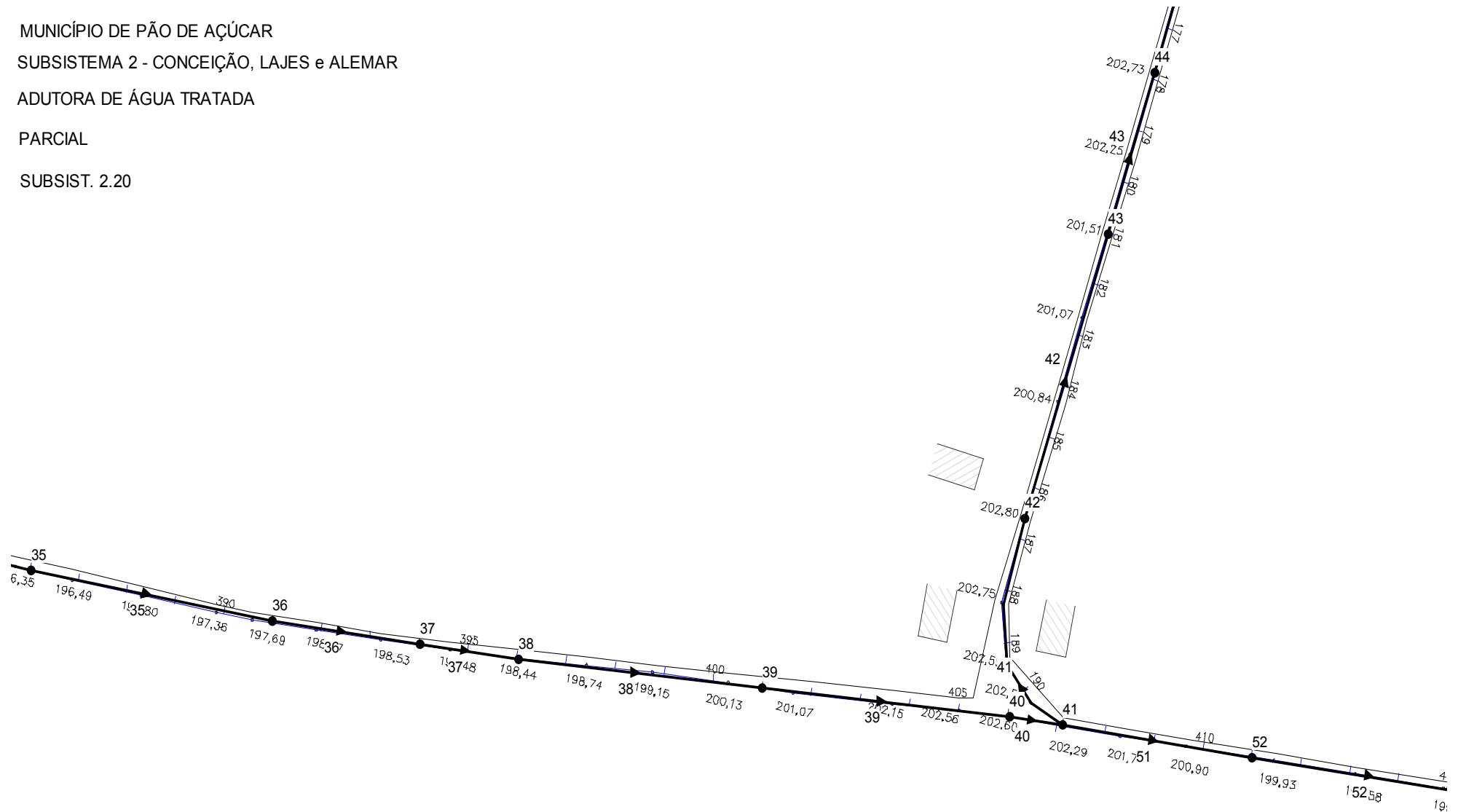


Figura 10.98 – EPANET Parcial 21 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
PARCIAL
SUBSIST. 2.21

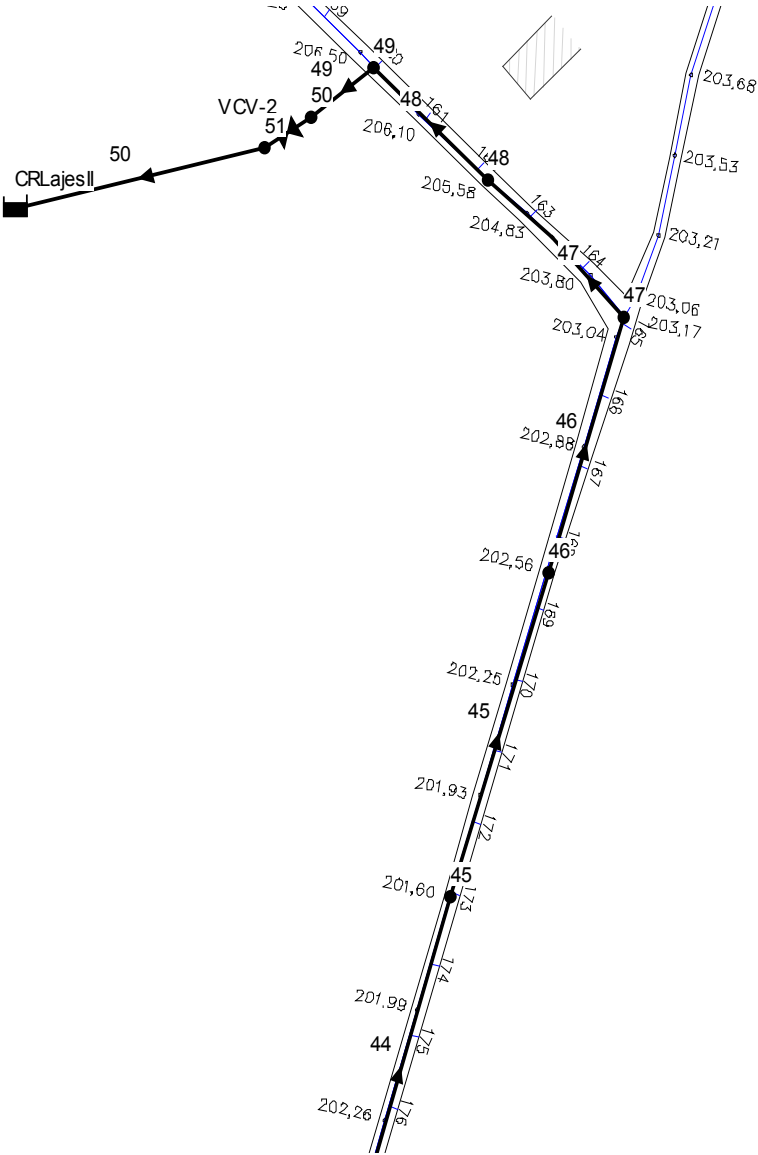


Figura 10.99 – EPANET Parcial 22 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.22

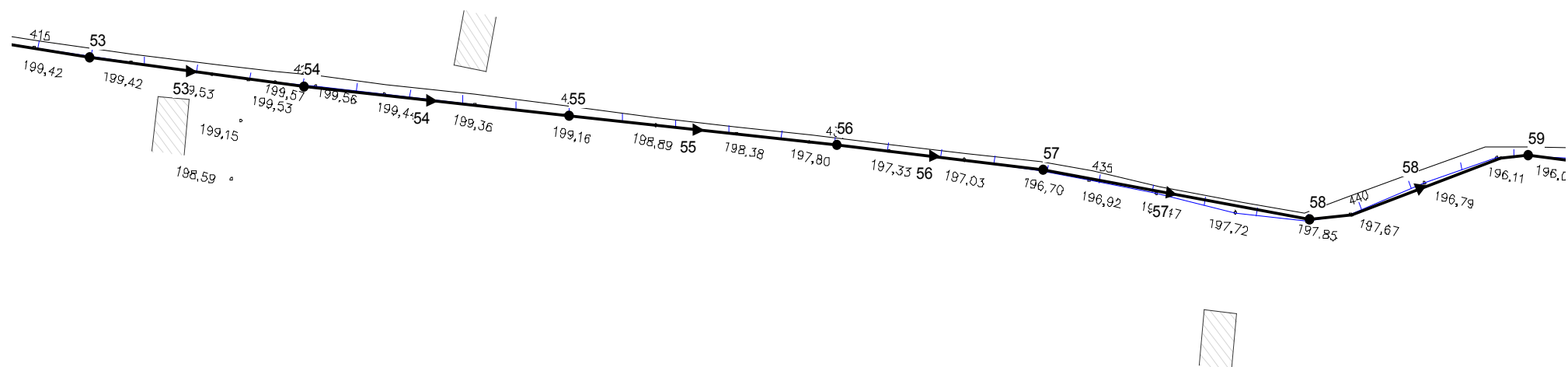


Figura 10.100 – EPANET Parcial 23 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

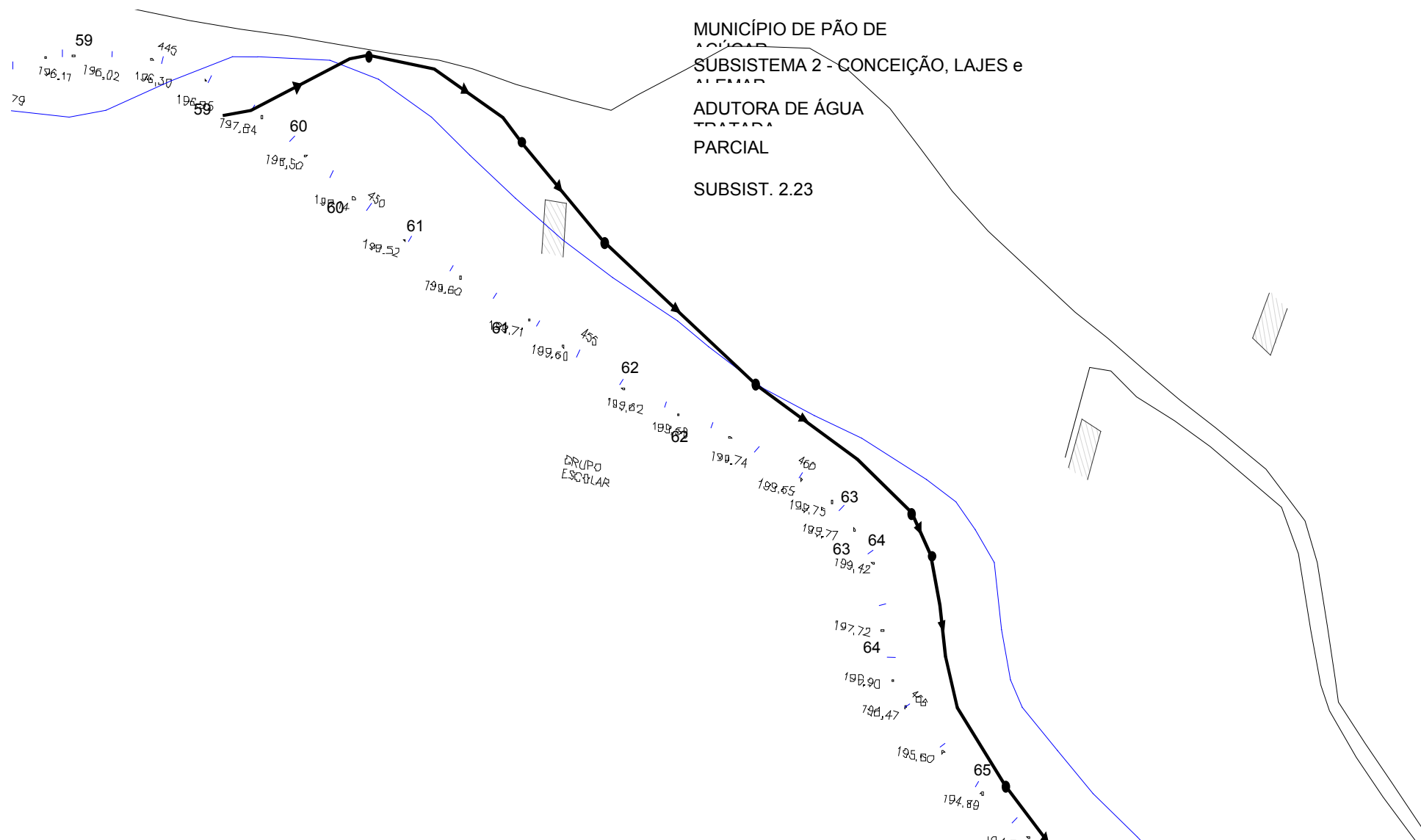
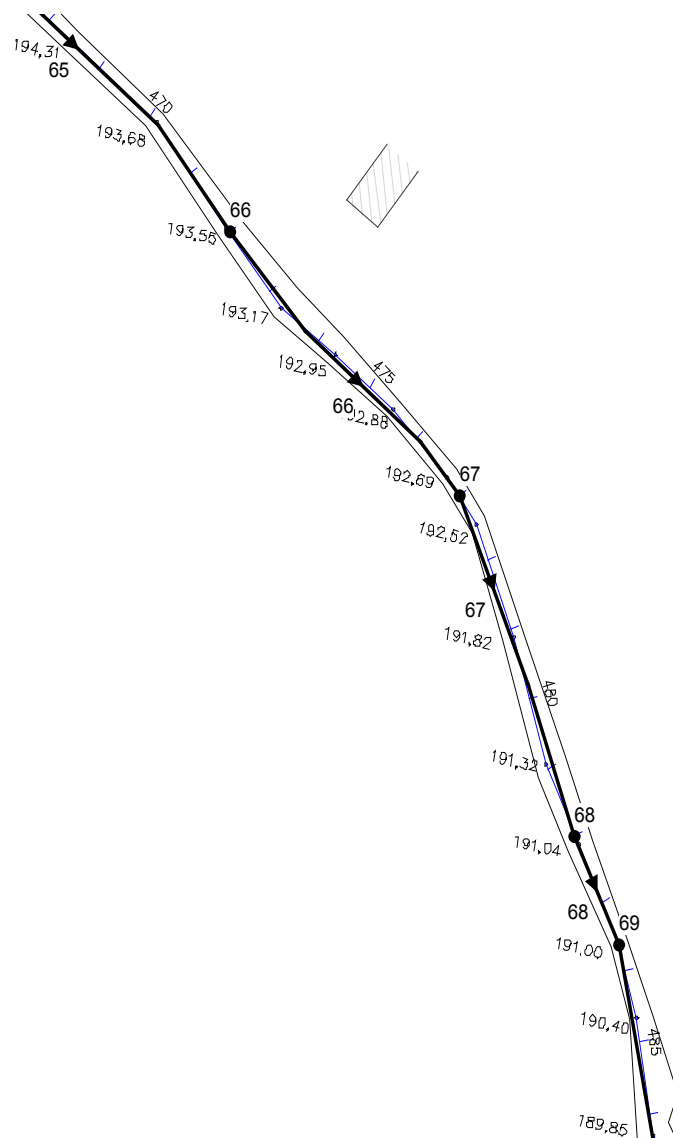


Figura 10.101 – EPANET Parcial 24 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
PARCIAL
SUBSIST. 2.24

Figura 10.102 – EPANET Parcial 25 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
PARCIAL
SUBSIST. 2.25

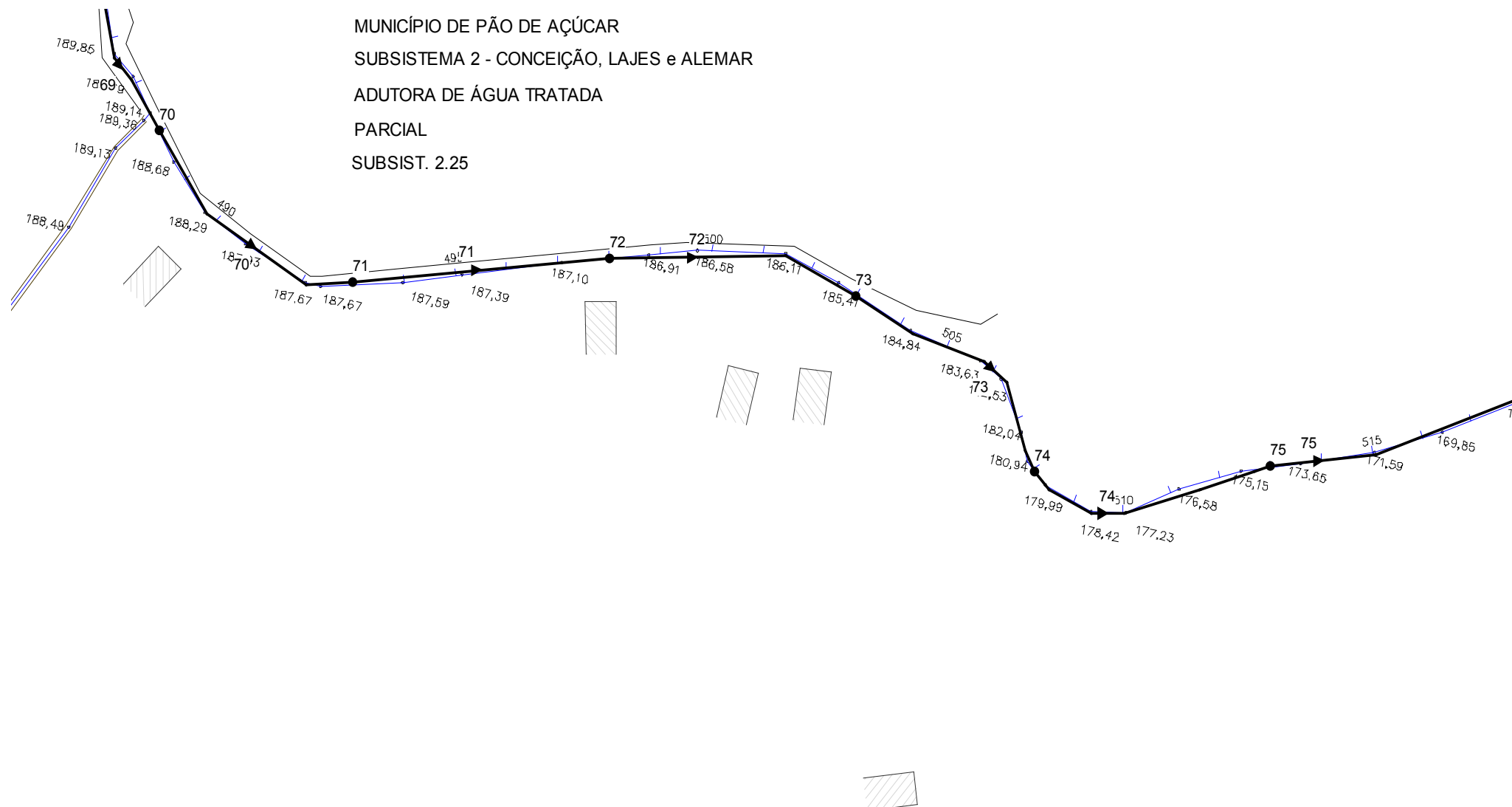


Figura 10.103 – EPANET Parcial 26 do Subsistema 2 – Trecho 2 da AAT

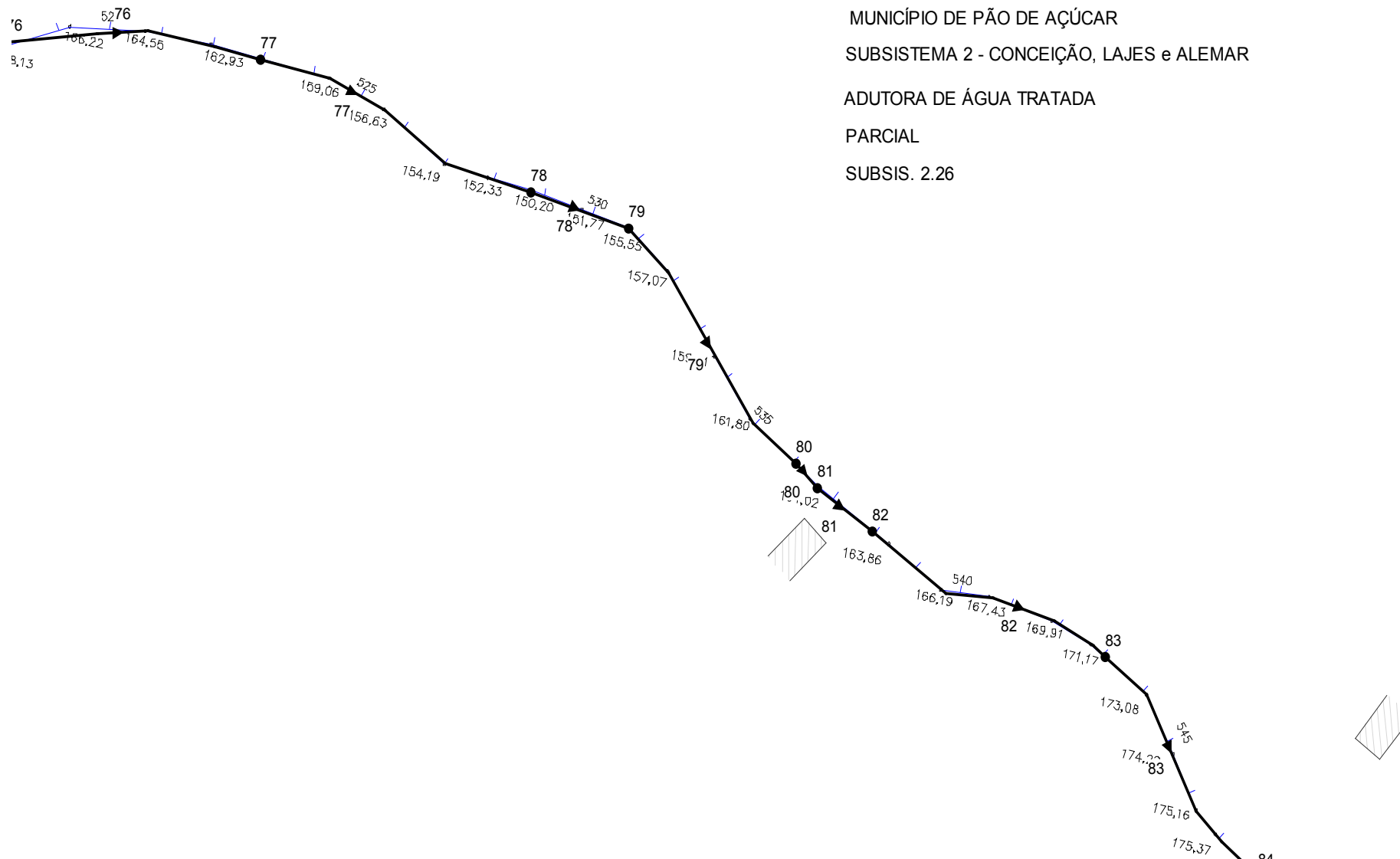


Figura 10.104– EPANET Parcial 27 do Sistema 2 – Trecho 2 da AAT

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

PARCIAL

SUBSIST. 2.27

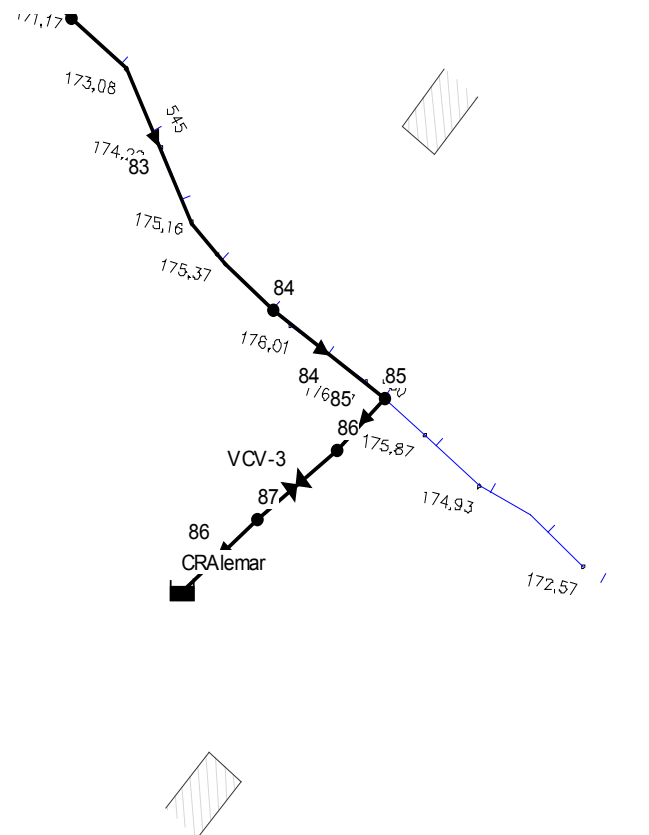


Tabela 10.99 - Características dos trechos do Subsistema 2- Trecho 2 da AAT

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	Res Volante	1	4,5	75	2,58	0,58	6,64
2	1	2	2	75	2,58	0,58	6,63
3	3	4	20	75	2,58	0,58	6,63
4	4	5	70	75	2,58	0,58	6,63
5	5	6	20	75	2,58	0,58	6,63
6	6	7	60	75	2,58	0,58	6,63
7	7	8	40	75	2,58	0,58	6,63
8	8	9	20	75	2,58	0,58	6,63
9	9	10	10	75	2,58	0,58	6,63
10	10	11	50	75	2,58	0,58	6,63
11	11	12	6	75	2,58	0,58	6,64
12	12	13	37	75	2,58	0,58	6,63
13	13	14	60	75	2,58	0,58	6,63
14	14	15	66	75	2,58	0,58	6,63
15	15	16	65	75	2,58	0,58	6,63
16	16	17	95	75	2,58	0,58	6,63
17	17	18	100	75	2,58	0,58	6,63
18	18	19	60	75	2,58	0,58	6,63
19	19	20	60	75	2,58	0,58	6,63
20	20	21	80	75	2,58	0,58	6,63
21	21	22	100	75	2,58	0,58	6,63
22	22	23	100	75	2,58	0,58	6,63
23	23	24	100	75	2,58	0,58	6,63
24	24	25	60	75	2,58	0,58	6,63
25	25	26	46	75	2,58	0,58	6,63
26	26	27	24	75	2,58	0,58	6,63
27	27	28	90	75	2,58	0,58	6,63
28	28	29	100	75	2,58	0,58	6,63
29	29	30	45	75	2,58	0,58	6,63
30	30	31	95	75	2,58	0,58	6,63
31	31	32	100	75	2,58	0,58	6,63
32	32	33	100	75	2,58	0,58	6,63
33	33	34	100	75	2,58	0,58	6,63
34	34	35	100	75	2,58	0,58	6,63
35	35	36	100	75	2,58	0,58	6,63
36	36	37	60	75	2,58	0,58	6,63
37	37	38	40	75	2,58	0,58	6,63
38	38	39	100	75	2,58	0,58	6,63
39	39	40	100	75	2,58	0,58	6,63
40	40	41	20	75	2,58	0,58	6,63
41	41	42	90	40	0,95	0,76	24,55
42	42	43	110	40	0,95	0,76	24,55

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
43	43	44	60	40	0,95	0,76	24,55
44	44	45	100	40	0,95	0,76	24,55
45	45	46	90	40	0,95	0,76	24,55
46	46	47	70	40	0,95	0,76	24,55
47	47	48	57	40	0,95	0,76	24,55
48	48	49	43	40	0,95	0,76	24,55
49	49	50	20	40	0,95	0,76	24,55
50	51	CRLajesII	11	40	0,95	0,76	24,55
51	41	52	80	50	1,63	0,83	21,97
52	52	53	100	50	1,63	0,83	21,97
53	53	54	80	50	1,63	0,83	21,97
54	54	55	100	50	1,63	0,83	21,97
55	55	56	100	50	1,63	0,83	21,97
56	56	57	80	50	1,63	0,83	21,97
57	57	58	100	50	1,63	0,83	21,97
58	58	59	84	50	1,63	0,83	21,97
59	59	60	96	50	1,63	0,83	21,97
60	60	61	60	50	1,63	0,83	21,97
61	61	62	100	50	1,63	0,83	21,97
62	62	63	100	50	1,63	0,83	21,97
63	63	64	20	50	1,63	0,83	21,97
64	64	65	100	50	1,63	0,83	21,97
65	65	66	100	50	1,63	0,83	21,97
66	66	67	100	50	1,63	0,83	21,97
67	67	68	100	50	1,63	0,83	21,97
68	68	69	35	50	1,63	0,83	21,97
69	69	70	85	50	1,63	0,83	21,97
70	70	71	100	50	1,63	0,83	21,97
71	71	72	100	50	1,63	0,83	21,97
72	72	73	100	50	1,63	0,83	21,97
73	73	74	100	50	1,63	0,83	21,97
74	74	75	100	50	1,63	0,83	21,97
75	75	76	100	50	1,63	0,83	21,97
76	76	77	100	50	1,63	0,83	21,97
77	77	78	116	50	1,63	0,83	21,97
78	78	79	40	50	1,63	0,83	21,97
79	79	80	104	50	1,63	0,83	21,97
80	80	81	15	50	1,63	0,83	21,97
81	81	82	25	50	1,63	0,83	21,97
82	82	83	100	50	1,63	0,83	21,97
83	83	84	100	50	1,63	0,83	21,97
84	84	85	40	50	1,63	0,83	21,97
85	85	86	20	50	1,63	0,83	21,97
86	87	CRAleamar	11	50	1,63	0,83	21,97
EAT2	2	3	#N/A	#N/A Bomba	2,58	0,00	-64,00
VCV-2	50	51	#N/A	40 Válvula	0,95	0,76	15,75
VCV-3	86	87	#N/A	50 Válvula	1,63	0,83	0,88

Tabela 10.100 - Características dos nós do Subsistema 2- Trecho 2 AAT.

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)
1	206,40	0,00	206,47	0,07
2	206,40	0,00	206,46	0,06
3	206,53	0,00	270,46	63,93
4	206,44	0,00	270,32	63,88
5	206,78	0,00	269,86	63,08
6	206,66	0,00	269,73	63,07
7	205,87	0,00	269,33	63,46
8	204,74	0,00	269,06	64,32
9	204,89	0,00	268,93	64,04
10	204,49	0,00	268,86	64,37
11	204,88	0,00	268,53	63,65
12	204,76	0,00	268,49	63,73
13	204,99	0,00	268,25	63,26
14	204,32	0,00	267,85	63,53
15	202,41	0,00	267,41	65,00
16	202,76	0,00	266,98	64,22
17	201,10	0,00	266,35	65,25
18	200,43	0,00	265,69	65,26
19	199,74	0,00	265,29	65,55
20	200,52	0,00	264,89	64,37
21	201,63	0,00	264,36	62,73
22	199,56	0,00	263,70	64,14
23	197,33	0,00	263,03	65,70
24	194,67	0,00	262,37	67,70
25	191,63	0,00	261,97	70,34
26	189,63	0,00	261,67	72,04
27	190,03	0,00	261,51	71,48
28	186,56	0,00	260,91	74,35
29	177,41	0,00	260,25	82,84
30	173,60	0,00	259,95	86,35
31	179,76	0,00	259,32	79,56
32	188,21	0,00	258,66	70,45
33	192,90	0,00	257,99	65,09
34	195,46	0,00	257,33	61,87
35	196,51	0,00	256,67	60,16
36	197,98	0,00	256,00	58,02
37	198,61	0,00	255,60	56,99
38	198,55	0,00	255,34	56,79
39	200,72	0,00	254,68	53,96
40	202,71	0,00	254,01	51,30
41	202,43	0,00	253,88	51,45
42	202,90	0,00	251,67	48,77

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (l/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)
43	201,61	0,00	248,97	47,36
44	202,82	0,00	247,50	44,68
45	201,69	0,00	245,04	43,35
46	202,64	0,00	242,83	40,19
47	203,24	0,00	241,11	37,87
48	205,64	0,00	239,71	34,07
49	206,07	0,00	238,66	32,59
50	206,07	0,00	238,17	32,10
51	206,03	0,00	222,42	16,39
52	200,26	0,00	252,12	51,86
53	199,53	0,00	249,93	50,40
54	199,66	0,00	248,17	48,51
55	199,24	0,00	245,97	46,73
56	197,93	0,00	243,78	45,85
57	196,79	0,00	242,02	45,23
58	197,92	0,00	239,82	41,90
59	196,11	0,00	237,98	41,87
60	198,35	0,00	235,87	37,52
61	199,59	0,00	234,55	34,96
62	199,71	0,00	232,35	32,64
63	199,82	0,00	230,16	30,34
64	199,58	0,00	229,72	30,14
65	195,08	0,00	227,52	32,44
66	193,59	0,00	225,32	31,73
67	192,68	0,00	223,13	30,45
68	191,13	0,00	220,93	29,80
69	191,06	0,00	220,16	29,10
70	189,20	0,00	218,30	29,10
71	187,76	0,00	216,10	28,34
72	187,05	0,00	213,90	26,85
73	185,48	0,00	211,71	26,23
74	180,69	0,00	209,51	28,82
75	174,47	0,00	207,31	32,84
76	168,07	0,00	205,12	37,05
77	161,29	0,00	202,92	41,63
78	150,30	0,00	200,37	50,07
79	155,63	0,00	199,49	43,86
80	163,28	0,00	197,21	33,93
81	164,09	0,00	196,88	32,79
82	163,81	0,00	196,33	32,52
83	171,66	0,00	194,13	22,47
84	175,88	0,00	191,94	16,06
85	176,04	0,00	191,06	15,02
86	176,03	0,00	190,62	14,59
87	176,03	0,00	189,74	13,71
CR LajesII	222,15	0,95	222,15	0,00
CR Alemar	189,50	1,63	189,50	0,00
Res Volante	206,50	-2,58	206,50	0,00

Está prevista a instalação de um ou mais reservatórios elevados em cada localidade, cujas capacidades estão descritas no quadro a seguir.

Tabela 10.101 Capacidade dos reservatórios do Subsistema 2 para final de plano (ano de 2029)

Reservatório	Tipo	Vazão para Reservação (L/s)	Capacidade dos Reservatórios (m³)
Conceição	Elevado	0,73	25
Volante	Apoiado	2,34	25
Lajes 1	Elevado	0,66	20
Lajes 2	Elevado	0,95	30
Aleamar	Elevado	1,36	2 x 20

10.6.5.1 - Tubulação de extravasão

Adotando-se um tubo de DN 50 mm para os reservatórios de Conceição, Lajes 1, Lajes 2 e Aleamar, verifica-se a vazão de extravasão.

$$Q = C_d \times A \sqrt{2 \times g \times H_t}$$

Onde:

Cd: valor médio do coeficiente de descarga(adotado 0,61);

A: área do orifício (0,00196 m²);

Ht: carga hidráulica sobre o orifício (m);

g: aceleração da gravidade (m/s²);

Q: vazão de saída pelo orifício (m³/s)

Para encontrar Ht usa-se:

$$H_t = h - (D/2)$$

Onde:

Ht: carga hidráulica sobre o orifício (m);

H: altura da lâmina d'água máxima do reservatório em relação à geratriz inferior do tubo de extravasão (0,2 m);

D: diâmetro da tubulação de extravasão (50 mm ou 0,05 m);

$$H_t = 0,20 - 0,05/2 = 0,175 \text{ m};$$

$$Q = 0,61 \times 0,00196 \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,175}$$

Q = 0,00221 m³/s, ou seja:

A capacidade de extravasão é de 2,21 L/s > 0,73; 0,66; 0,95 e 1,36 L/s (maiores vazões de entrada) => ok.

Para o reservatório volante o diâmetro adotado será de 80 mm, visando obter uma capacidade de extravasão superior a vazão máxima de entrada do reservatório que é igual a 2,34 L/s. Deste modo:

A= 0,00503 m²;

Ht = 0,20 - 0,08/2 = 0,16 m;

$$Q = 0,61 \times 0,00503 \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,16}$$

Q = 0,00430 m³/s, ou seja:

A capacidade de extravasão é de 4,30 L/s > 2,34 L/s (maior vazão de entrada do reservatório volante) => ok.



10.6.5.2 – Descarga de fundo do reservatório

Para dimensionar as tubulações de descarga, considerou-se que o reservatório seria esvaziado quando estivesse com 1/3 (um terço) de sua capacidade, e o tempo para esta operação fosse no máximo de duas horas. Utilizando da equação abaixo foi possível encontrar a área do orifício de descarga e, conseqüentemente, o seu diâmetro.

$$S = \frac{2 \times A}{c_d \times t \times \sqrt{2 \times g}} \times \sqrt{h}$$

Onde:

Cd : coeficiente de descarga (adotado 0,60);

g: aceleração da gravidade (9,81 m/s²);

A: área da superfície do reservatório (m²);

S: área do orifício de descarga (m²);

t: tempo de esvaziamento total (adotado 2 h);

h: 1/3 da altura de reservação (m).

Tabela 10.102 – Dimensionamento das descargas dos reservatórios do Subsistema.2

CR	Volume (m³)	Altura da lâmina d'água (m)	1/3 Altura da lâmina d'água (m)	Diâmetro médio do CR (m)	Área da superfície do CR (m²)	Q _{descarga} (m³/h)	S _{orificio} (m²)	D _{descarga} (mm)
Conceição	25	4,30	1,43	2,83	6,29	4,17	0,000786	32
Volante	25	4,30	1,43	2,83	6,29	4,17	0,000786	32
Lajes 1	20	3,50	1,17	2,80	6,16	3,33	0,000696	30
Lajes 2	2x20	5,15	1,71	2,86	6,42	5,00	0,000878	33
Aleamar	2 x 20	3,50	1,17	2,80	6,16	3,33	0	30

* Foram adotados duas torres de 20m³, devido não ser mais fabricados reservatórios desse tipo em 30m³.

Adotado para todos reservatórios: DN 50 mm.

10.6.5.3 – Tubulação de ventilação

Para o dimensionamento da tubulação de ventilação foi considerada a vazão de ar igual à máxima vazão que o reservatório está submetido, ou seja, a vazão de chegada da adutora. Abaixo seguem as equações utilizadas para os cálculos com os posteriores resultados dispostos em uma tabela. Cabe ressaltar que utilizou-se a velocidade máxima recomendada de 5 m/s para os cálculos seguintes.

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{V \times \pi}}$$

Onde:

Q: vazão de entrada no reservatório (m³/s);

v: velocidade máxima recomenda para ventosas (adotado v = 5,0 m/s).

Tabela 10.103 – Dimensionamento das ventosas dos reservatórios do Subsistema 2

Reservatório	Vazão para Reservação (m³/s)	V (m/s)	D _{calculado} (m)	D _{adotado} (mm)
Conceição	0,00073	5	0,014	50
Volante	0,00234	5	0,024	50
Lajes 1	0,00066	5	0,013	50
Lajes 2	0,00095	5	0,016	50
Aleamar	0,00136	5	0,029	50

RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DOS RESERVATÓRIOS

CR CONCEIÇÃO:

Torre pré-moldada com altura de 7 m;

Capacidade: 25 m³;

Diâmetro médio: 2,83 m;

Material: Poliéster Insaturado;

Altura: 4,53 m;

Altura da Lâmina d'água: 4,30 m;

Tubulação de Extravaseio: DN 50 mm;

Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;

Tubulação de Ventilação: DN 50 mm.

CR VOLANTE:

Reservatório pré-moldado apoiado;

Capacidade: 25 m³;

Forma circular;

Diâmetro médio: 2,83 m;

Material: Poliéster Insaturado;

Altura: 4,53 m;

Altura da Lâmina d'água: 4,30 m;

Tubulação de Extravaseio: DN 75 mm;

Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;

Tubulação de Ventilação: DN 50 mm.

CR LAJES 1:

Torre pré-moldada com altura de 9,5 m;

Capacidade: 20 m³;

Forma circular;

Diâmetro médio: 2,80 m;

Material: Poliéster Insaturado;

Altura: 3,73 m;

Altura da Lâmina d'água: 3,50 m;

Tubulação de Extravaseio: DN 50 mm;

Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;

Tubulação de Ventilação: DN 50 mm.

CR LAJES 2:

Torre pré-moldada com altura de 9,5 m;

Capacidade: 2x20 m³;

Forma circular;

Diâmetro médio: 2,86 m;

Material: Poliéster Insaturado;

Altura: 5,35 m;

Altura da Lâmina d'água: 5,15 m;

Tubulação de Extravasão: DN 50 mm;

Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;

Tubulação de Ventilação: DN 50 mm.

CR ALEMAR:

Torre pré-moldada com altura de 9,5 m;

Capacidade: 2 x 20 m³;

Forma circular;

Diâmetro médio: 2,80 m;

Material: Poliéster Insaturado;

Altura: 3,73 m;

Altura da Lâmina d'água: 3,50 m;

NA_{max}: 189,50 m;

NF: 186,00 m;

NT: 176,00 m;

Tubulação de Extravasão: DN 50 mm;

Tubulação de descarga de fundo: DN 50 mm;

Tubulação de Ventilação: DN 50 mm.

10.6 5.4 – Medidor de vazão (hidrômetro)

Foi prevista a instalação de um medidor de vazão na entrada do Centro de Reservação, cujo dimensionamento se deu seguindo orientações do fabricante.

CR CONCEIÇÃO

Vazão máxima de entrada: 0,73 L/s ou 2,63 m³/h;

Diâmetro da linha de chegada: DN 40 mm.

Conforme tabela do fabricante, verificou-se que o diâmetro do medidor de vazão deverá ser:

DN 25 mm para Vazão Nominal de 3,5 m³/h

CR VOLANTE

Vazão máxima de entrada: 3,24 L/s ou 11,66 m³/h;

Diâmetro da linha de chegada: DN 75 mm.

Conforme tabela do fabricante, verificou-se que o diâmetro do medidor de vazão deverá ser:

DN 50 mm para Vazão Nominal de 15 m³/h

CR LAJES 1:

Vazão de entrada: 0,66 L/s ou 2,34 m³/h;

Diâmetro da linha de chegada: DN 32 mm.

Conforme tabela do fabricante, verificou-se que o diâmetro do medidor de vazão deverá ser:

DN 25 mm para Vazão Nominal de 3,5 m³/h



CR LAJES 2:

Vazão de entrada: 0,95 L/s ou 3,42 m³/h;

Diâmetro da linha de chegada: DN 40 mm.

Conforme tabela do fabricante, verificou-se que o diâmetro do medidor de vazão deverá ser:

DN 25 mm para Vazão Nominal de 3,5 m³/h

CR ALEMAR:

Vazão de entrada: 1,36 L/s ou 4,90 m³/h;

Diâmetro da linha de chegada: DN 50 mm.

Conforme tabela do fabricante, verificou-se que o diâmetro do medidor de vazão deverá ser:

DN 25 mm para Vazão Nominal de 5 m³/h

10.6.6 – Rede de distribuição de água

A rede de distribuição foi calculada empregando-se o programa EPANET, cujo cálculo atende aos parâmetros e critérios de projeto já especificados neste capítulo.

A seguir são apresentados: o esquema da rede para o cálculo, com a respectiva identificação dos trechos e a planilha de dimensionamento da mesma.

As perdas de carga foram calculadas pela fórmula Universal para condutos forçados.

As vazões nas tubulações foram consideradas com base no número de habitantes a serem atendidos.

Nos cálculos hidráulicos da rede, utilizou-se a fórmula Universal para cálculos de perda de carga, com os seguintes parâmetros.

Rugosidade equivalente uniforme: $K = 1,00 \text{ mm}$

Viscosidade cinemática da água, a 20° C: $U = 1,01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

A concepção da rede obedeceu a alguns aspectos básicos, tais como: a topografia local, as características geotécnicas do subsolo, o tipo de pavimentação, geometria e largura dos logradouros públicos, interferências com os demais sistemas públicos.

10.6.6.1. – Dimensionamento hidráulico das redes de distribuição

Para definição dos diâmetros utilizou-se a equação da continuidade e as perdas de cargas distribuídas (h_f) obtidas através da formula universal, utilizando-se para cálculo do coeficiente de perda de carga (f), a equação de Colebrook:



$$hf = f \frac{L}{D} x \frac{V^2}{2.g}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(0,27 \frac{k}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Onde:

hf: é a perda de carga distribuída (m);

f: é o coeficiente de perda de carga (adimensional);

L: é o comprimento (m);

D: é o diâmetro (m);

V: é a velocidade média do escoamento (m/s);

G: é a aceleração da gravidade (m/s²);

K: é o coeficiente de rugosidade equivalente (m);

Re: é o número de Reynolds (adimensional).

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

ν : é a viscosidade cinemática da água (m²/s)

10.6.6.2 – Blocos de ancoragem das redes

O dimensionamento dos blocos de ancoragem desta rede foi feito a partir das equações que seguem abaixo:

- Empuxo para curvas

$$E = 2 (S \times \gamma \times h) \times \text{sen} (\alpha/2)$$

- Empuxo para tês, CAPs e registros

$$E = S \times \gamma \times h$$

Onde:

E: empuxo (kgf);

S: área da seção da tubulação (m²);

γ : peso específico da água (1000 kg/m³);

h: altura manométrica (mca).

O volume de concreto necessário para suportar o esforço é dado por:

$$V = \frac{1,5 \times E}{f \times \gamma_{conc}}$$

Onde:

V: volume de concreto (m³);

E: empuxo (kgf);

f: fator de atrito solo x concreto (adotado 0,70);

γ_{conc} : peso específico do concreto (2.400 Kg/m³).

Para a construção dos seguintes blocos será utilizado o fator FCK igual a 15 MPa.

Faixa de pressão: até 50 mca (5 Kgf)

OBS: NÃO SE CONSIDEROU O EMPUXO PASSIVO DO SOLO COLOCAR TABELAS

Tabela 10.104 - Empuxo e volume de concreto dos blocos de ancoragem da rede do Subsistema 2

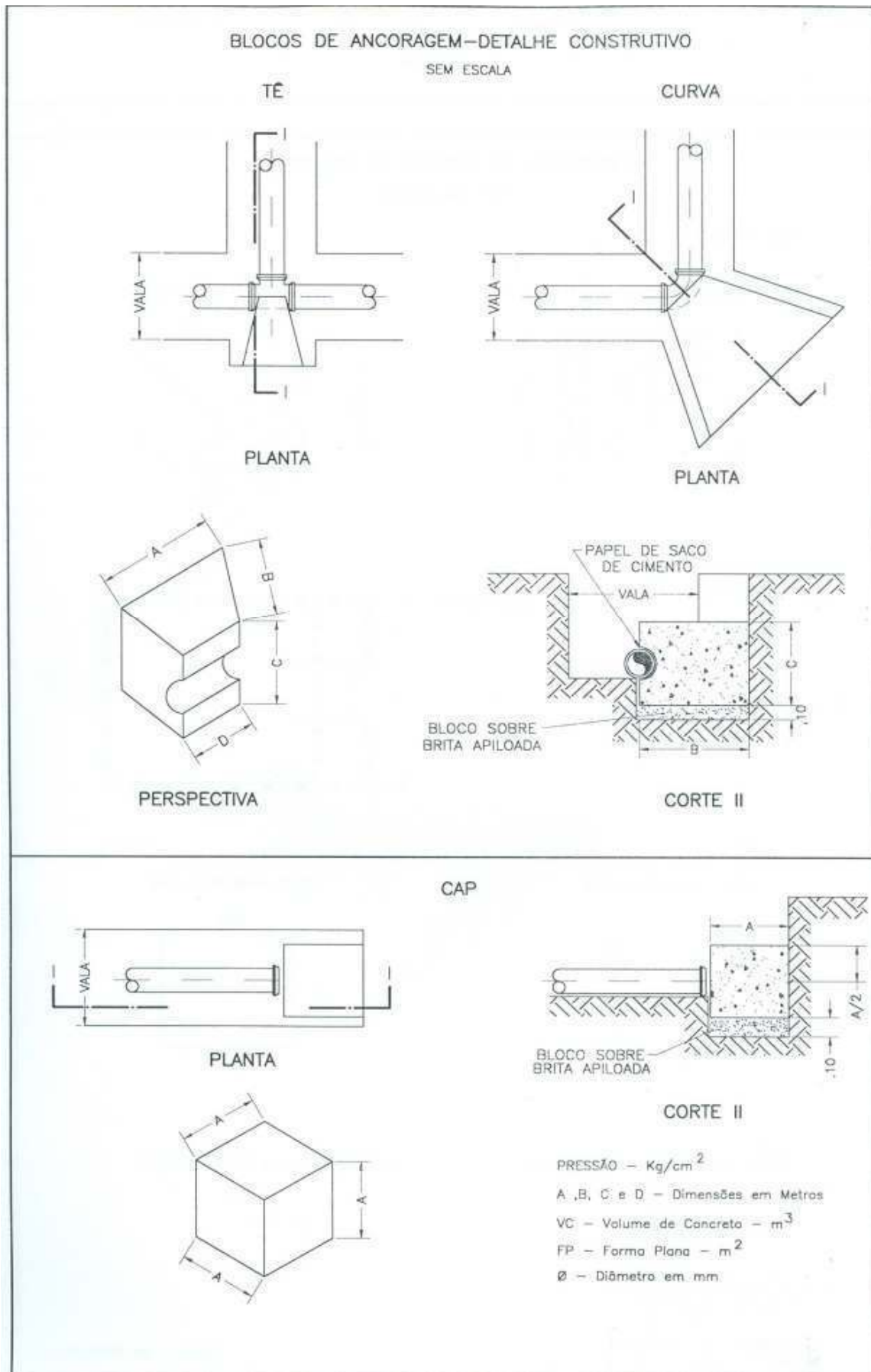
PEÇAS	DN (mm)	EMPUXO (kgf)	VOLUME DE CONCRETO (m³)
Curva 22° 30'	50	38,30	0,0342
	75	86,19	0,0770
Curva 45°	50	75,14	0,0671
	75	169,06	0,1509
Curva 90°	50	138,84	0,1240
	75	312,38	0,2789
Tês, Registros e CAPs	50	98,17	0,0877
	75	220,89	0,1972

Tabela 10.105- Dimensões dos blocos de ancoragem da rede para o Subsistema 2

PEÇAS	DN (mm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	ÁREA DA FORMA (m²)	VOLUME DE CONCRETO (m³)
Curva 22° 30'	50	35	35	25	20	0,0897	0,0342
	75	50	50	30	25	0,1538	0,0770
Curva 45°	50	45	45	30	25	0,1383	0,0671
	75	55	55	40	40	0,2252	0,1509
Curva 90°	50	55	55	35	35	0,1972	0,1240
	75	70	65	50	50	0,3579	0,2789
CAP	50	40	-	-	-	0,4800	0,0877
	75	52	-	-	-	0,8112	0,1972
TÊ	50	0,44	0,61	0,44	0,21	0,83	0,0877
	75	0,58	0,8	0,58	0,26	1,43	0,1972

Suas dimensões se encontram descritas no desenho OO/O/O/HBA/D04, conforme blocos das adutoras.

Figura 10.105 - Detalhes construtivos dos blocos de ancoragem da rede



Conforme estabelecido no item 10.1 deste capítulo (Parâmetros e critérios de projeto), o diâmetro nominal das descargas e ventosas para a rede de distribuição de água serão:

- DN 3/4" para as ventosas;
- DN 50 mm para as descargas.

10.6.6.4 – Conclusões sobre rede de distribuição

Segundo a **NBR 12.218/1994**, item **5.4 Zonas de pressão** é o que se segue:

“... 5.4.1 a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kpa (**50 m.c.a.**), e a pressão mínima, de 100 kpa (**10 m.c.a.**);

5.4.1.2 os valores de pressão estática superiores a máxima e da pressão dinâmica mínima podem ser aceitos, desde que justificados técnica e economicamente.”

Os sistemas de distribuição de água propostos são constituídos por uma única zona de pressão.

A seguir, será apresentado os blocos de ancoragem da rede de distribuição de água e, posteriormente, serão apresentados os esquemas e as planilhas das redes de distribuição das localidades de Conceição, Lajes 1, Lajes 2 e Alemar, cujos cálculos foram elaborados com o utilizando-se o programa EPANET.

Figura 10.106 – EPANET geral – Rede de Conceição

CO - 1

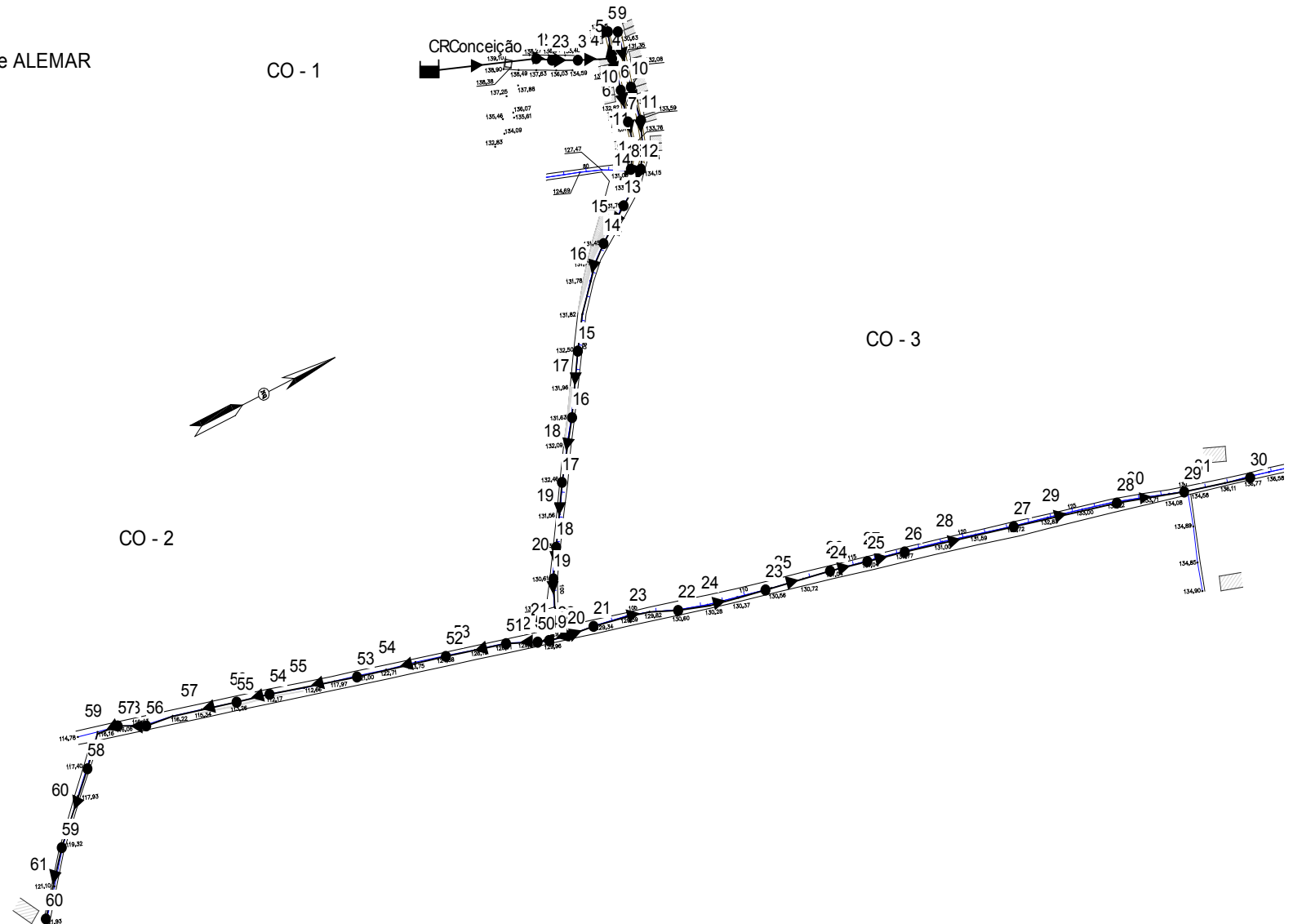


Figura 10.107 – EPANET parcial 1 – Rede de Conceição

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

CONCEIÇÃO - PARCIAL

CO - 1

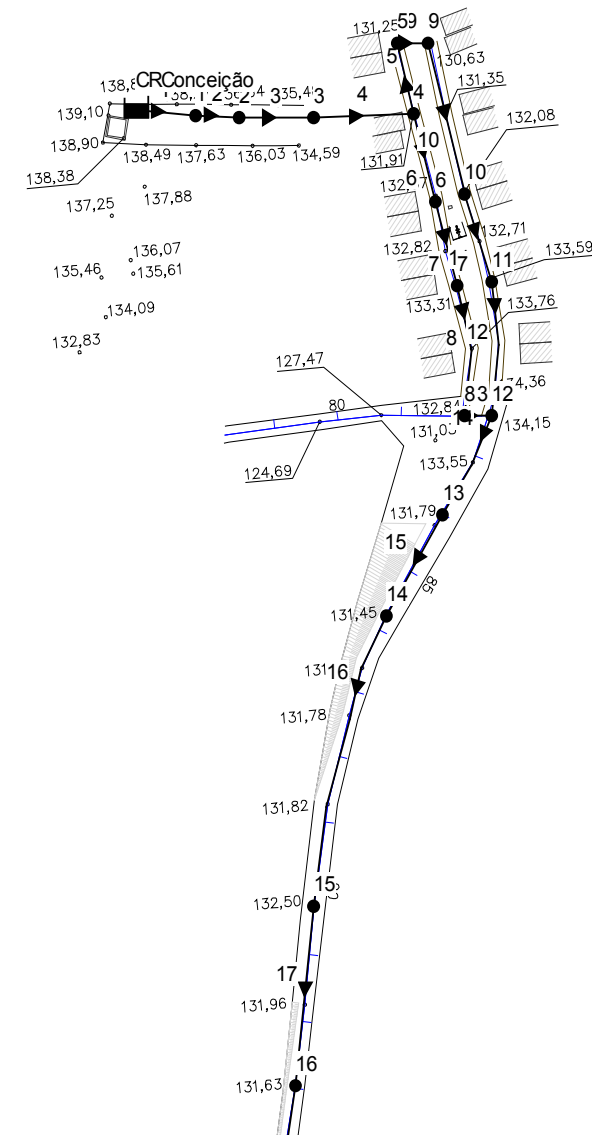
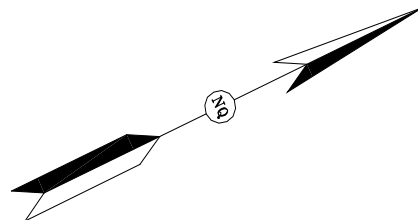


Figura 10.108 – EPANET parcial 2 – Rede de Conceição

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

CONCEIÇÃO - PARCIAL

CO - 2

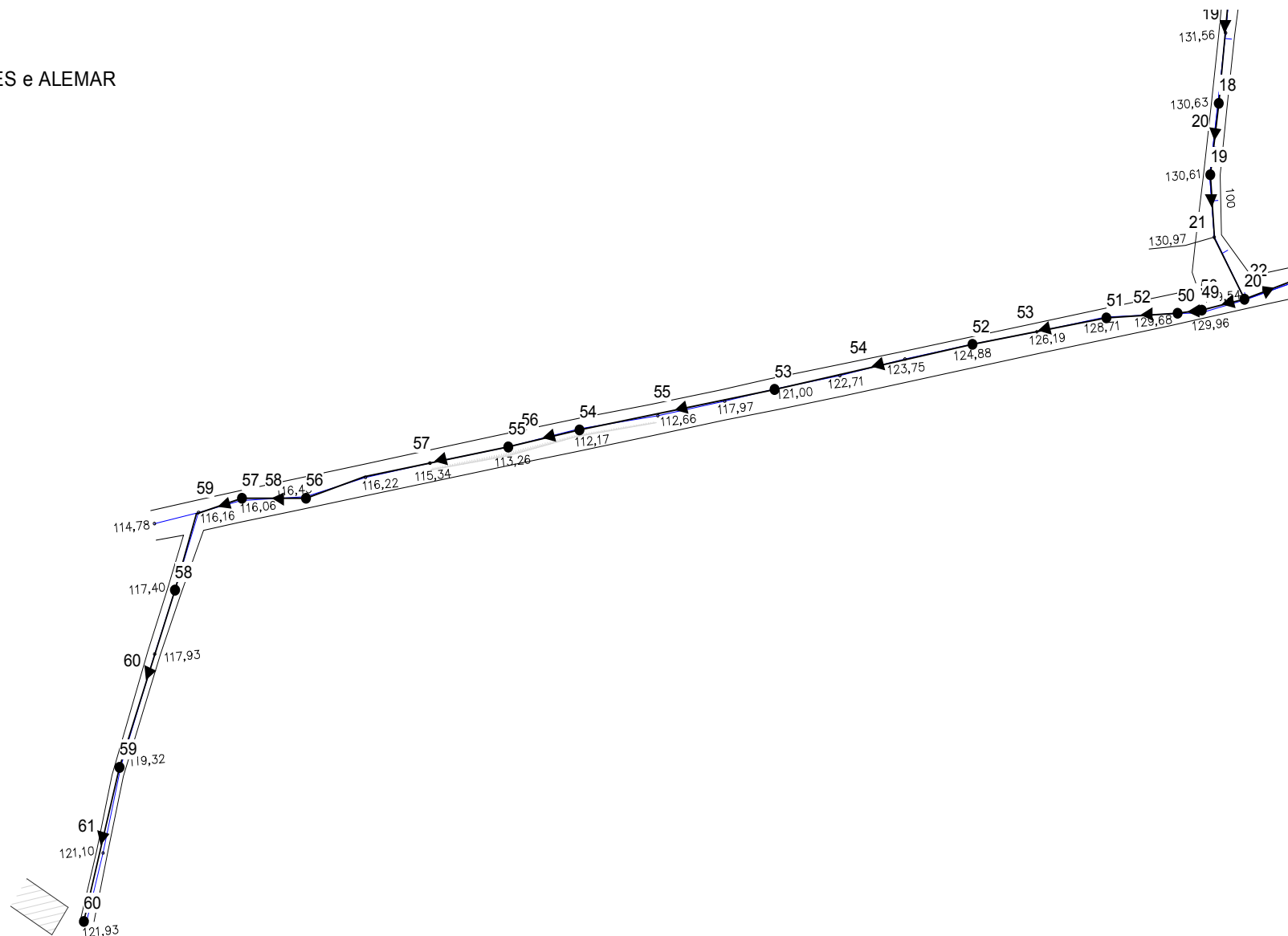


Figura 10.109 – EPANET parcial 3 – Rede de Conceição

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
CONCEIÇÃO - PARCIAL
CO - 3

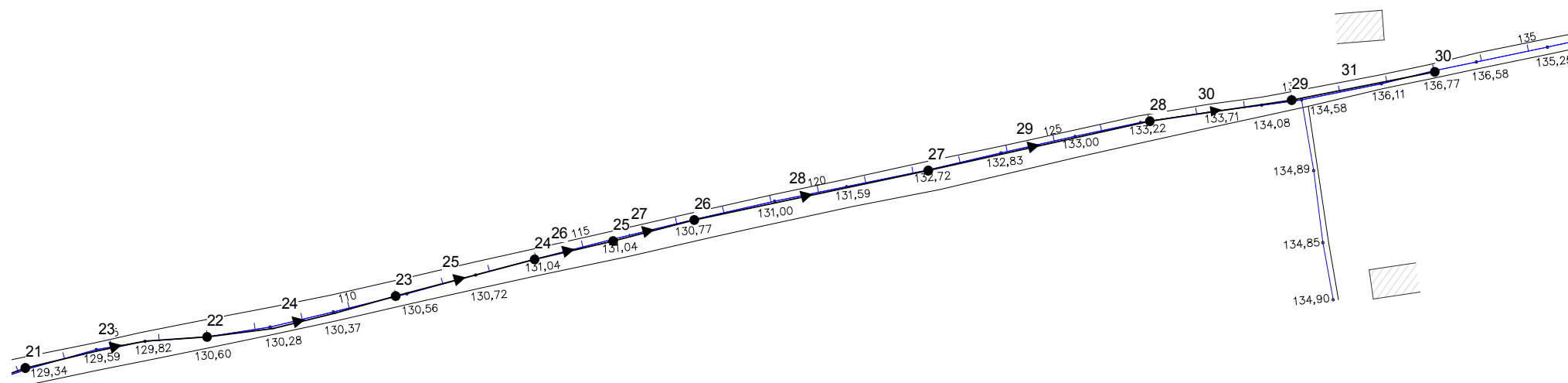


Tabela 10.106 - Característica dos trechos da rede de Conceição

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	ORConceição	1	11	50	0,53	0,27	3,89
2	1	2	2	50	0,53	0,27	3,89
3	2	3	20	50	0,53	0,27	3,89
4	3	4	42	50	0,53	0,27	3,89
5	4	5	20	50	0,26	0,13	1,01
6	4	6	26	50	0,27	0,14	1,04
7	6	7	17	50	0,22	0,11	0,7
8	7	8	41	50	0,19	0,1	0,53
9	5	9	11	50	0,22	0,11	0,74
10	9	10	46	50	0,20	0,1	0,62
11	10	11	27	50	0,11	0,06	0,13
12	11	12	41	50	0,06	0,03	0,04
13	8	12	11	50	0,11	0,05	0,1
14	12	13	37	50	0,07	0,04	0,05
15	13	14	40	50	0,07	0,04	0,05
16	14	15	90	50	0,07	0,04	0,05
17	15	16	55	50	0,07	0,04	0,05
18	16	17	32	50	0,07	0,04	0,05
19	17	18	50	50	0,07	0,04	0,05
20	18	19	18	50	0,07	0,04	0,05
21	19	20	60	50	0,07	0,04	0,05
22	20	21	22	50	0,05	0,03	0,03
23	21	22	78	50	0,05	0,03	0,03
24	22	23	80	50	0,05	0,03	0,03
25	23	24	60	50	0,05	0,03	0,03
26	24	25	35	50	0,05	0,03	0,03
27	25	26	30	50	0,05	0,03	0,03
28	26	27	100	50	0,05	0,03	0,03
29	27	28	95	50	0,05	0,03	0,03
30	28	29	60	50	0,05	0,03	0,03
31	29	30	60	50	0,00	0,00	0,00
50	20	49	18	50	0,02	0,01	0,01
51	49	50	10	50	0,02	0,01	0,01
52	50	51	29	50	0,02	0,01	0,01
53	51	52	54	50	0,02	0,01	0,01
54	52	53	82	50	0,02	0,01	0,01
55	53	54	79	50	0,02	0,01	0,01
56	54	55	30	50	0,02	0,01	0,01
57	55	56	83	50	0,02	0,01	0,01
58	56	57	26	50	0,02	0,01	0,01
59	57	58	48	50	0,02	0,01	0,01
60	58	59	69	50	0,02	0,01	0,01
61	59	60	58	50	0,02	0,01	0,01

Tabela 10.107 - Característica dos nós da rede de Conceição

CR Conceição - Reservatório Elevado 25 m3	NA Máx	NA Mím	Vazão de distribuição (L/s)
	150,30	146,00	0,53

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
1	139,02	0,00	145,96	6,94	11,28
2	139,01	0,00	145,95	6,94	11,29
3	139,01	0,00	145,87	6,86	11,29
4	131,94	0,00	145,71	13,77	18,36
5	131,28	0,04	145,69	14,41	19,02
6	132,40	0,05	145,68	13,28	17,90
7	133,34	0,03	145,67	12,33	16,96
8	132,87	0,08	145,65	12,78	17,43
9	130,66	0,02	145,68	15,02	19,64
10	132,11	0,09	145,65	13,54	18,19
11	133,62	0,05	145,65	12,03	16,68
12	134,18	0,10	145,65	11,47	16,12
13	132,15	0,00	145,64	13,49	18,15
14	131,48	0,00	145,64	14,16	18,82
15	132,53	0,00	145,64	13,11	17,77
16	131,66	0,00	145,64	13,98	18,64
17	132,48	0,00	145,63	13,15	17,82
18	130,66	0,00	145,63	14,97	19,64
19	130,64	0,00	145,63	14,99	19,66
20	129,56	0,00	145,63	16,07	20,74
21	129,38	0,00	145,63	16,25	20,92
22	130,62	0,00	145,62	15,00	19,68
23	130,56	0,00	145,62	15,06	19,74
24	131,07	0,00	145,62	14,55	19,23
25	131,07	0,00	145,62	14,55	19,23
26	130,80	0,00	145,62	14,82	19,50
27	132,74	0,00	145,61	12,87	17,56
28	133,30	0,00	145,61	12,31	17,00
29	134,48	0,05	145,61	11,13	15,82
30	136,78	0,00	145,61	8,83	13,52
49	129,99	0,00	145,63	15,64	20,31
50	129,71	0,00	145,63	15,92	20,59
51	128,75	0,00	145,63	16,88	21,55
52	124,92	0,00	145,63	20,71	25,38
53	121,05	0,00	145,63	24,58	29,25
54	112,23	0,00	145,62	33,39	38,07
55	113,32	0,00	145,62	32,30	36,98
56	116,49	0,00	145,62	29,13	33,81
57	116,12	0,00	145,62	29,50	34,18
58	117,45	0,00	145,62	28,17	32,85
59	119,37	0,00	145,62	26,25	30,93
60	121,98	0,02	145,62	23,64	28,32

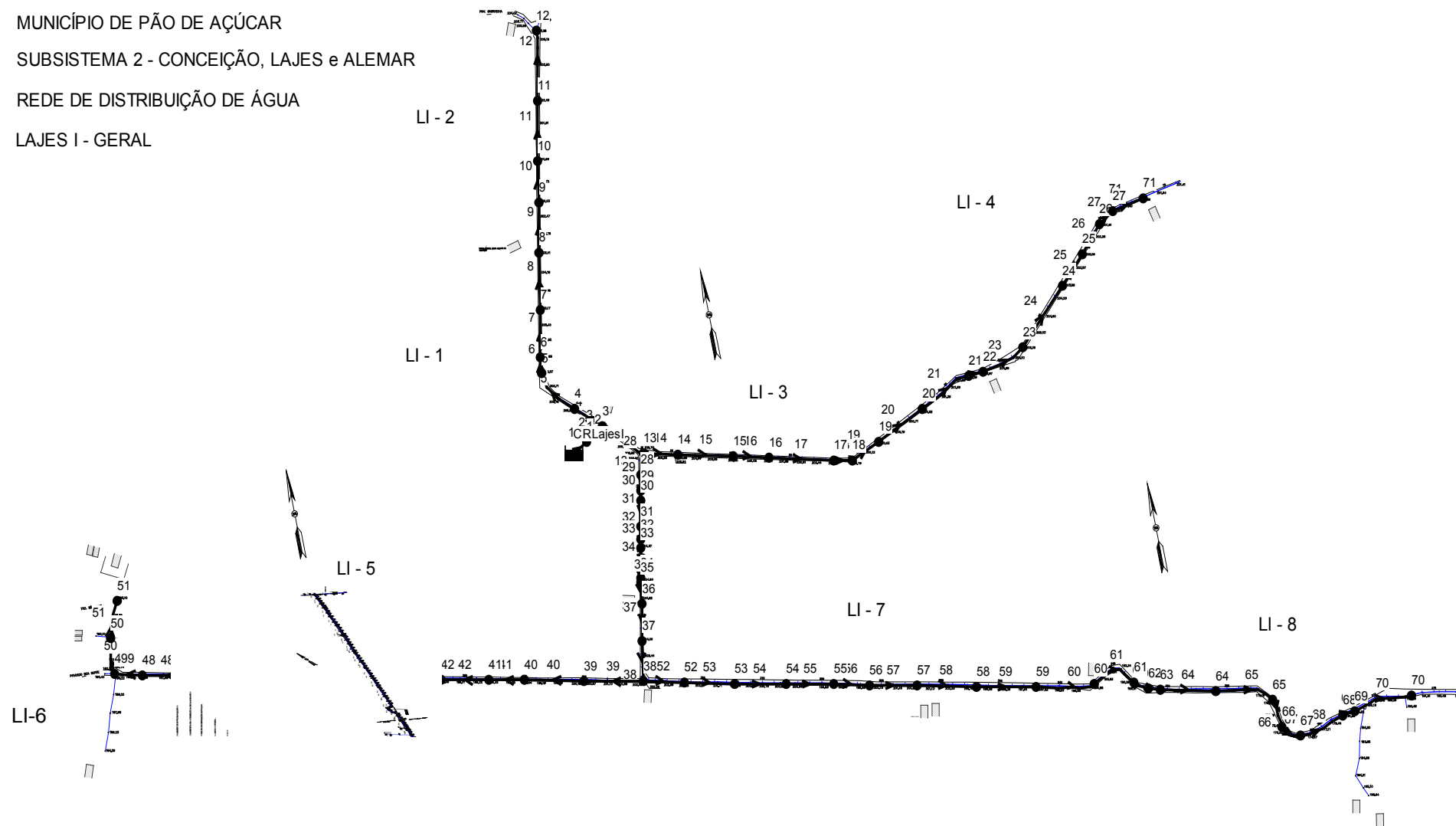
Figura 10.110 – EPANET geral – Rede de Lajes 1

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES I - GERAL



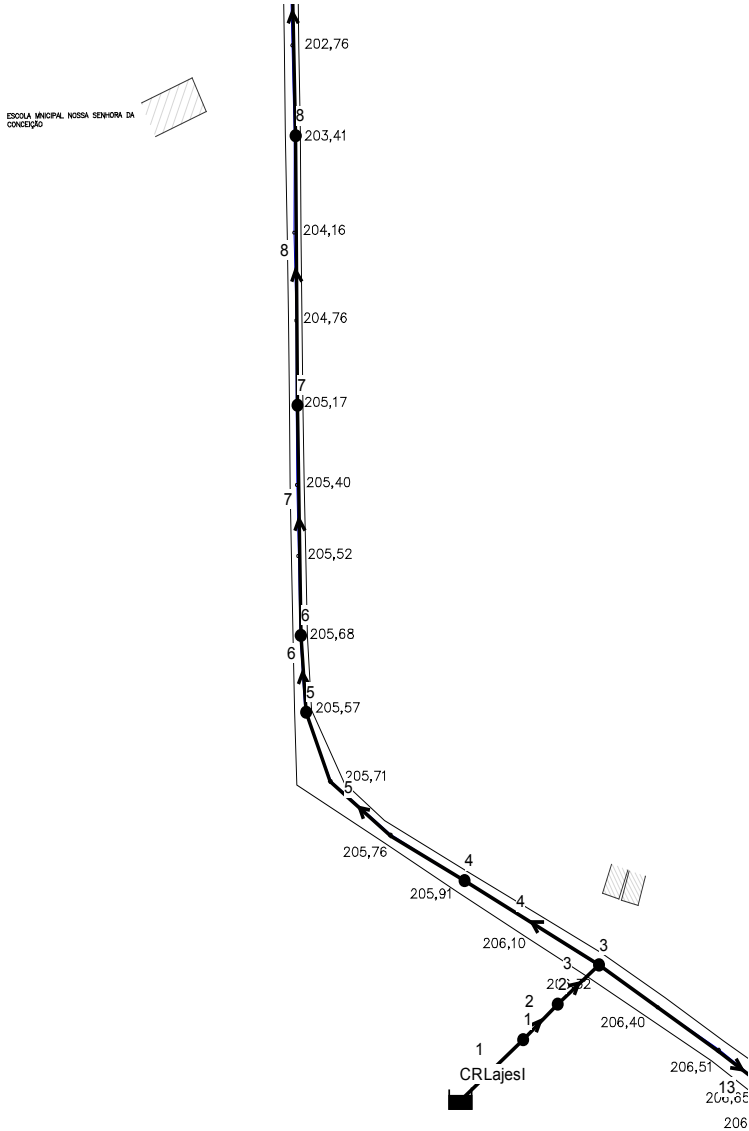
LI-9

*Características dos nós e trechos do LI-9 serão expostos em uma tabela separada, após os demais dados desta localidade.

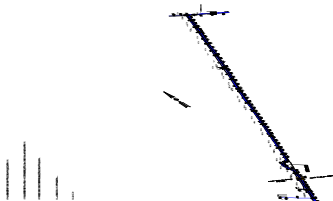


senha
 ISO 9001

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
LAJES I - PARCIAL
LI - 1



LI-6



LI-9



*Características dos nós e trechos do LI-9 serão expostos em uma tabela separada, após os demais dados desta localidade.



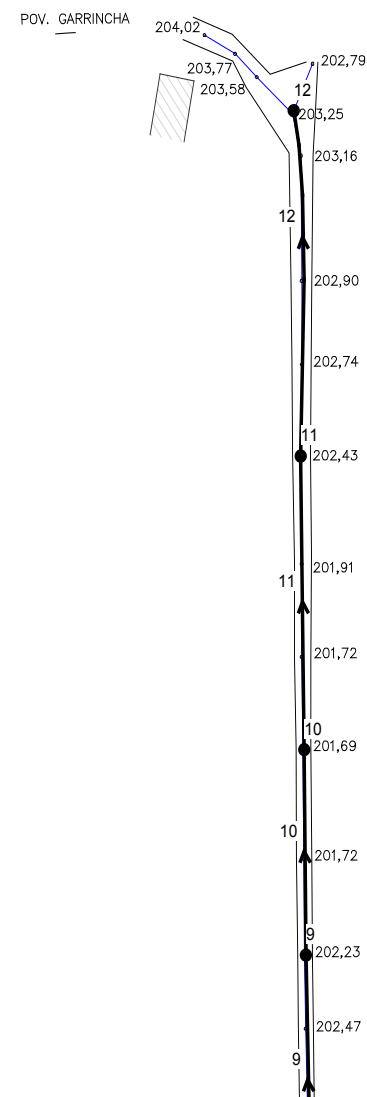
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES I - PARCIAL

LI - 2



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
LAJES I - PARCIAL
LI - 3

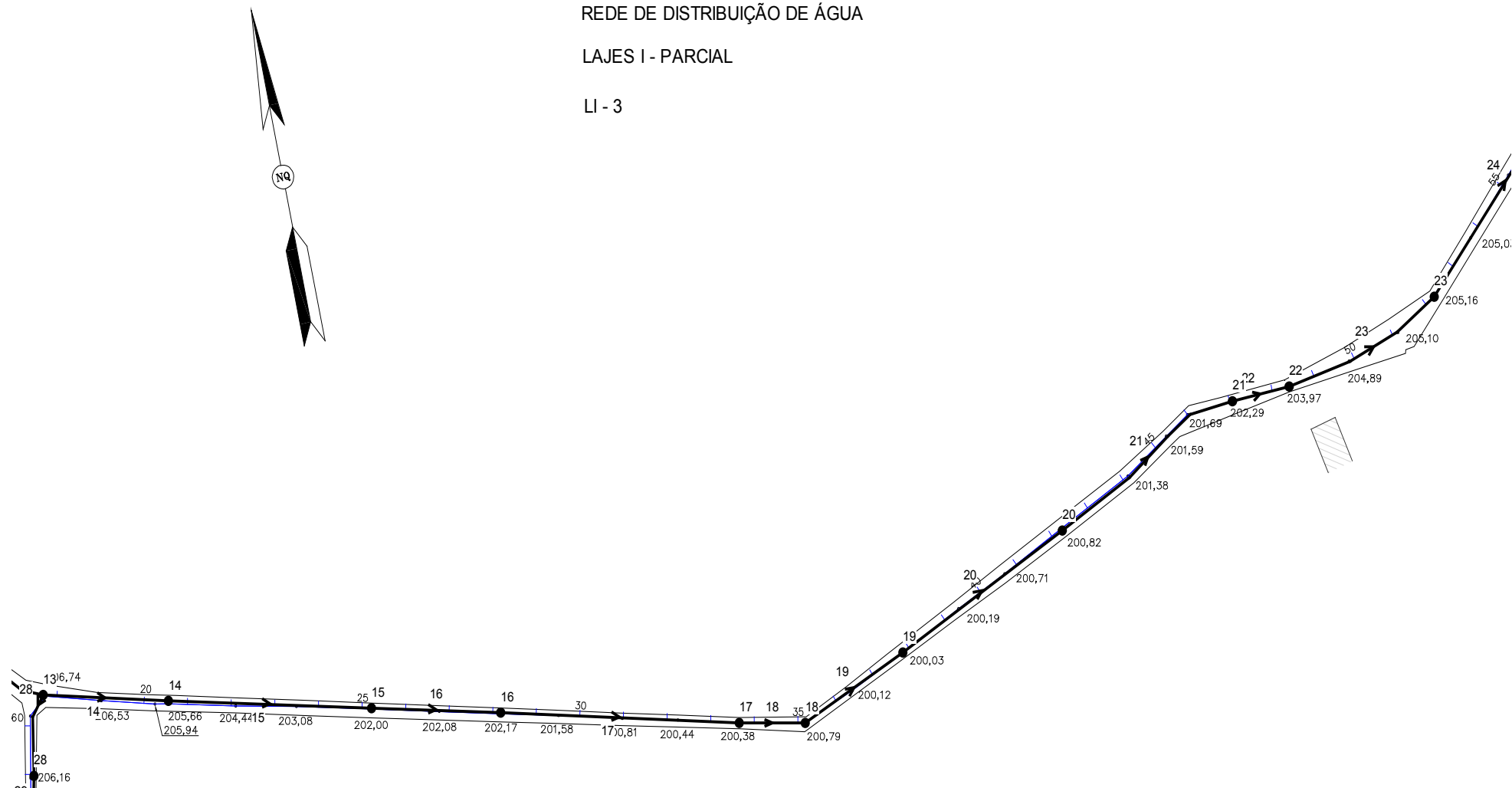


Figura 10.114– EPANET parcial 4 – Rede de Lajes 1

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES I - PARCIAL

LI - 4

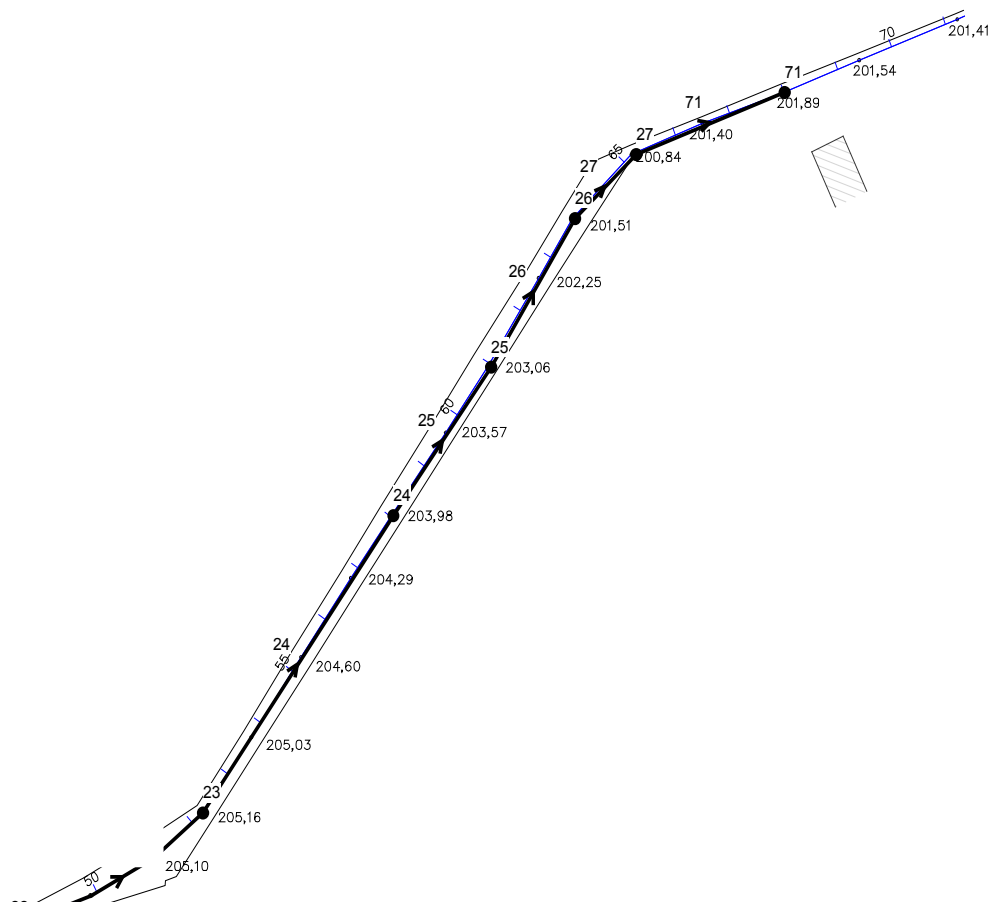


Figura 10.115– EPANET parcial 5 – Rede de Lajes 1

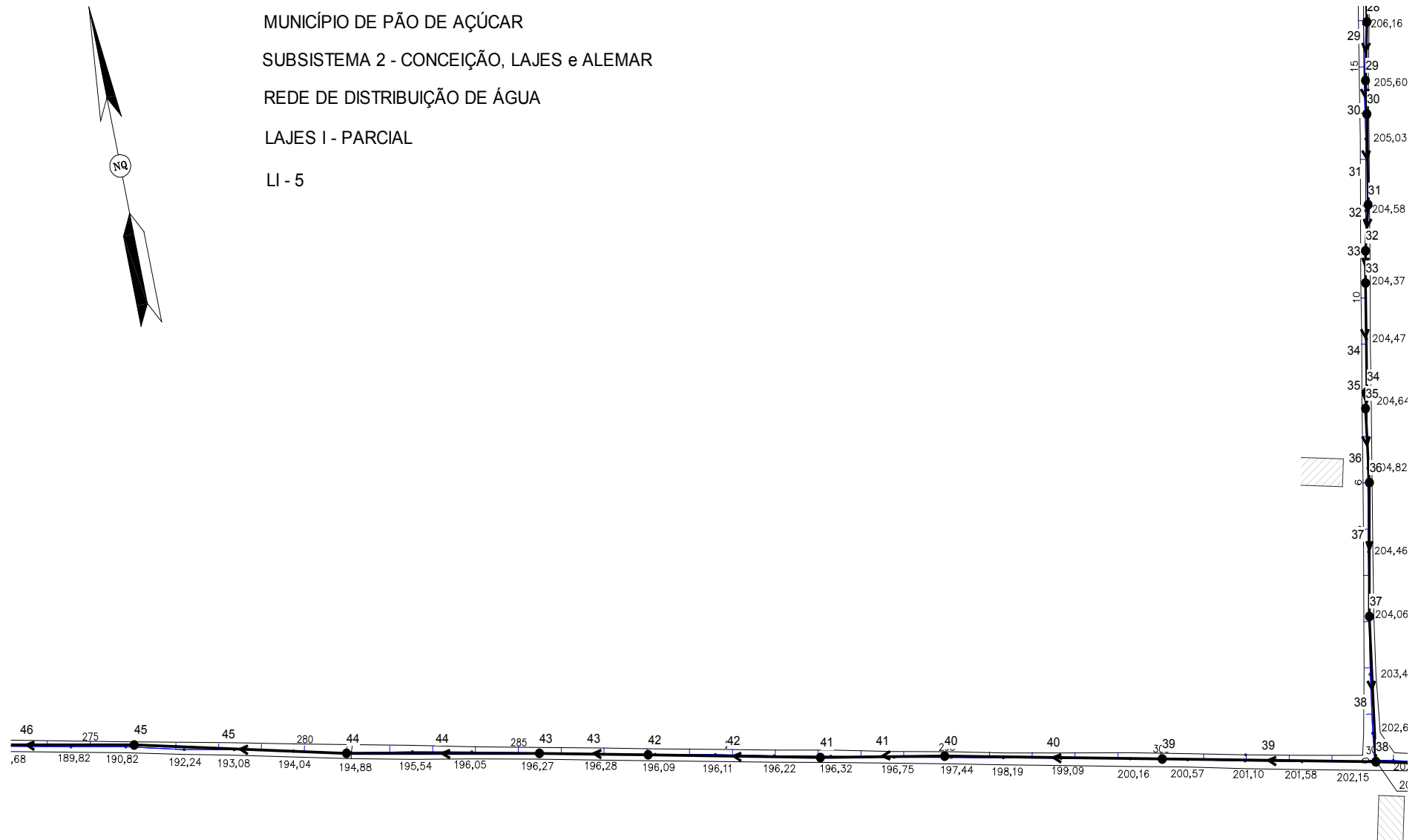


Figura 10.116– EPANET parcial 6 – Rede de Lajes 1

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES I - PARCIAL

LI - 6

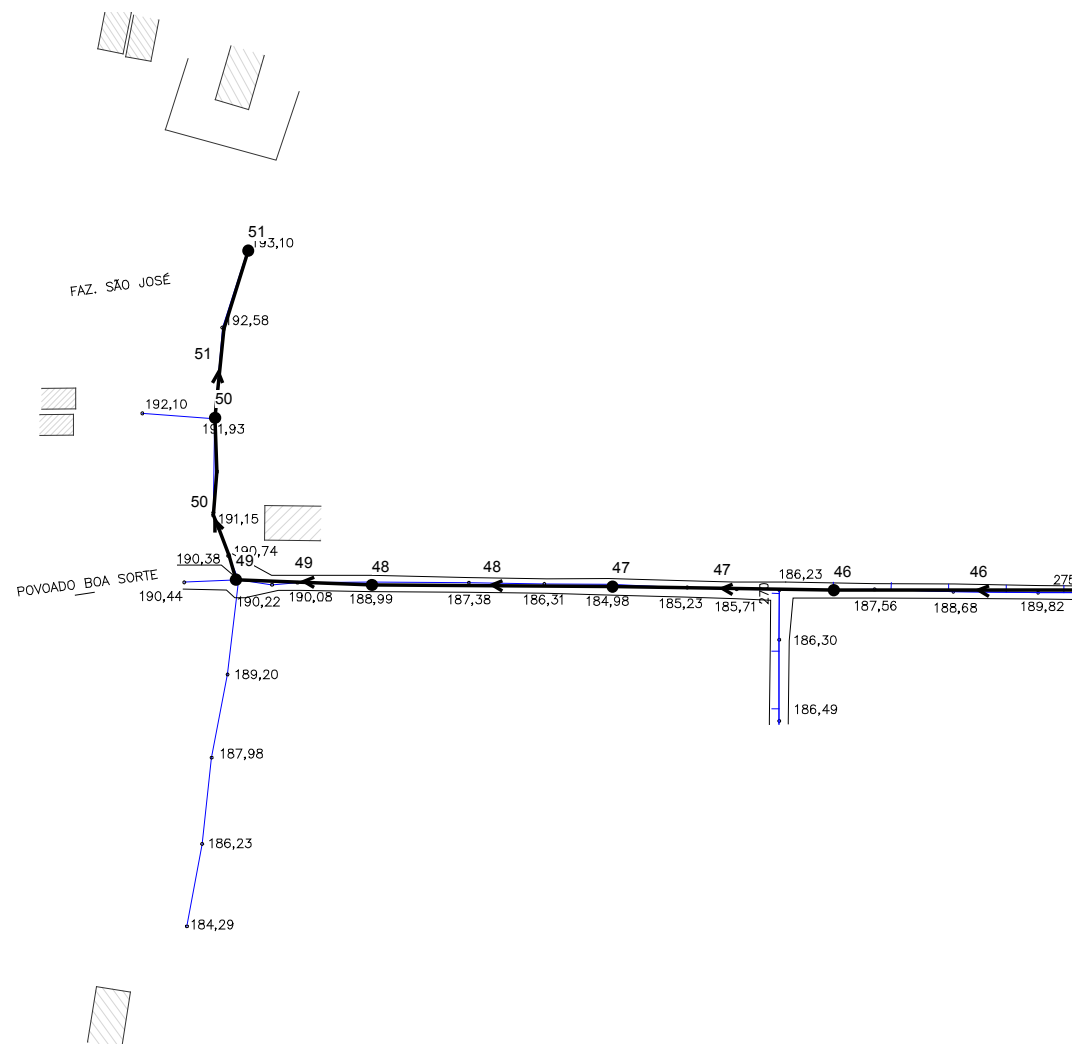


Figura 10.117– EPANET parcial 7 – Rede de Lajes 1

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES I - PARCIAL

LI - 7

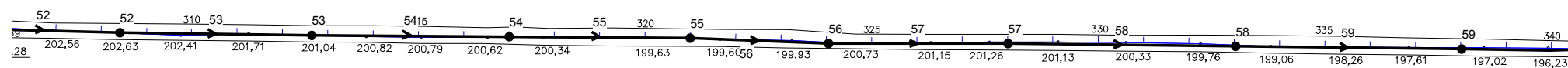


Figura 10.118 – EPANET parcial 8 – Rede de Lajes 1

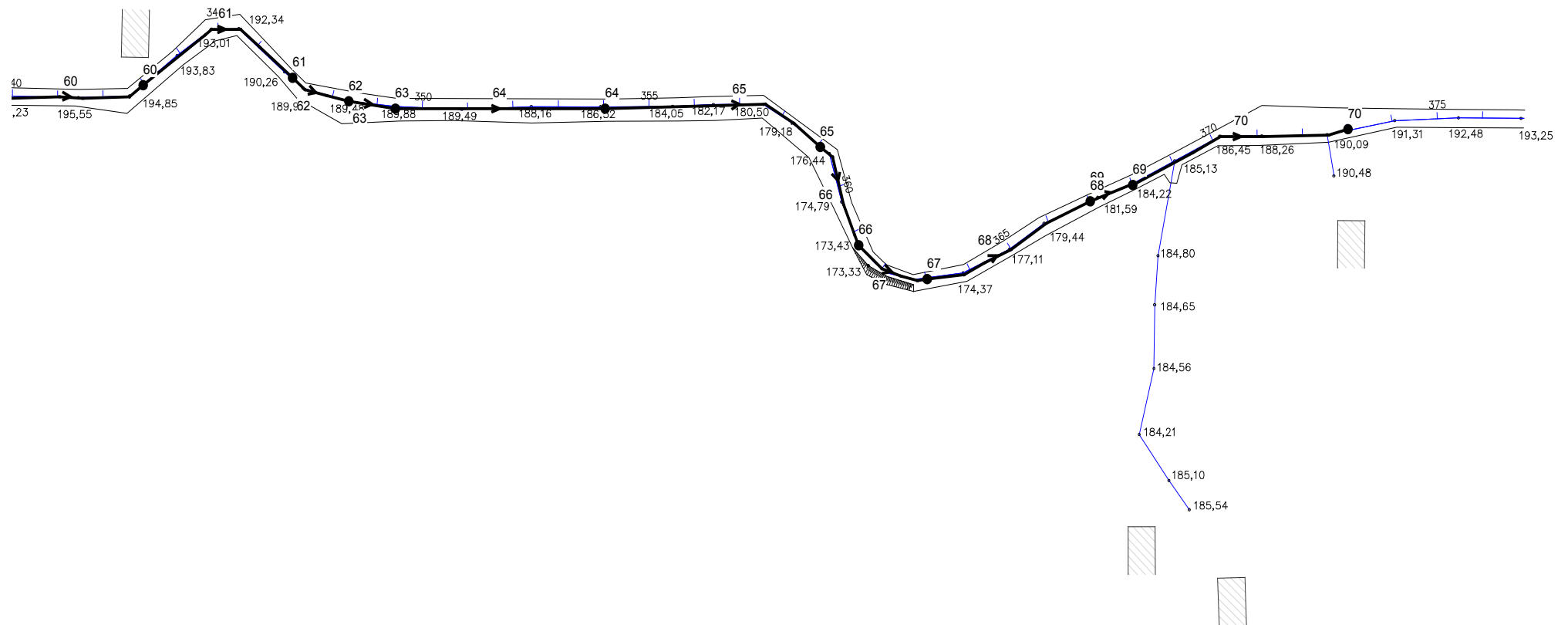
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES I - PARCIAL

LI - 8



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES I - PARCIAL

LI - 9

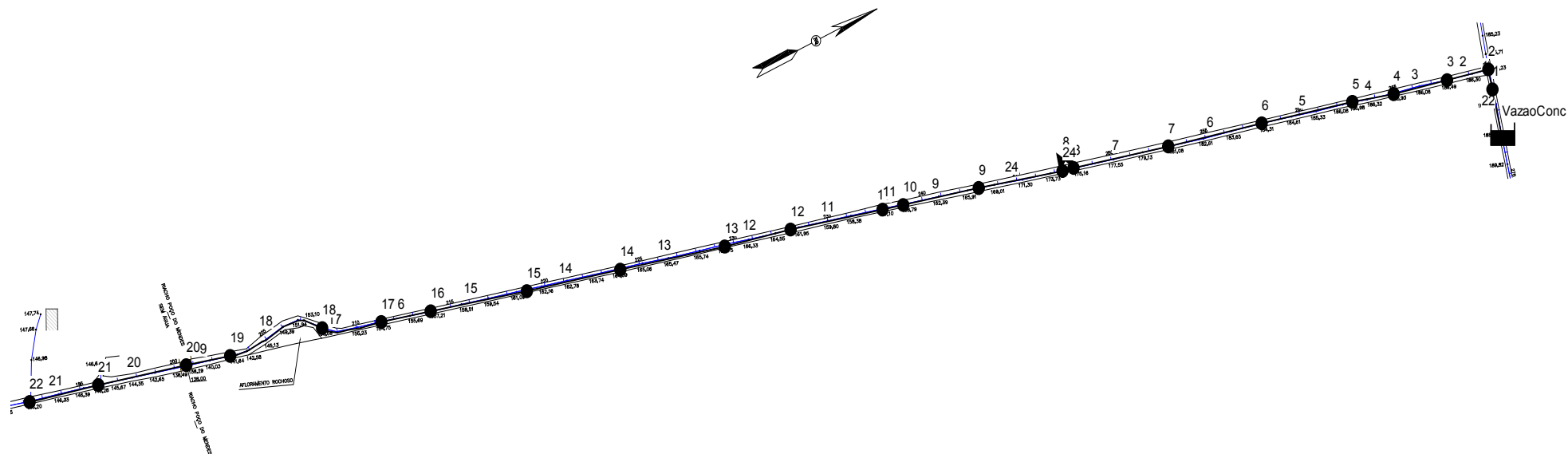


Tabela 10.108 - Característica dos trechos da rede de Lajes 1

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	1	2	20	50	0,02	0,01	0,01
2	2	3	43	50	0,02	0,01	0,01
3	3	4	57	50	0,02	0,01	0,01
4	4	5	42	50	0,02	0,01	0,01
5	5	6	98	50	0,02	0,01	0,01
6	6	7	100	50	0,02	0,01	0,01
7	7	8	100	50	0,02	0,01	0,01
8	8	24	válvula	50	0,02	0,01	31,45
9	9	10	100	50	0,02	0,01	0,01
10	10	11	22	50	0,02	0,01	0,01
11	11	12	98	50	0,02	0,01	0,01
12	12	13	70	50	0,02	0,01	0,01
13	13	14	110	50	0,02	0,01	0,01
14	14	15	100	50	0,02	0,01	0,01
15	15	16	100	50	0,02	0,01	0,01
16	16	17	75	50	0,02	0,01	0,01
17	17	18	70	50	0,02	0,01	0,01
18	18	19	105	50	0,02	0,01	0,01
19	19	20	50	50	0,02	0,01	0,01
20	20	21	90	50	0,02	0,01	0,01
21	21	22	72	50	0,02	0,01	0,01
22	VC	1	1	50	0,02	0,01	0,02
24	24	9	99	50	0,02	0,01	0,01

Tabela 10.109 - Característica dos nós da rede de Lajes 1

CR Lajes I - Reservatório Elevado 20 m3 (Trecho de alimentação da VRP Zona Baixa)	NA Máx	NA Mím	Vazão de distribuição (L/s)
	220,90	217,40	0,02

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
1	187,04	0,00	216,40	29,36	33,86
2	186,29	0,00	216,40	30,11	34,61
3	186,55	0,00	216,40	29,85	34,35
4	185,99	0,00	216,40	30,41	34,91
5	187,04	0,00	216,40	29,36	33,86
6	184,35	0,00	216,40	32,05	36,55
7	180,83	0,00	216,40	35,57	40,07
8	175,00	0,00	216,39	41,39	45,90

CR Lajes I - Reservatório Elevado 20 m3 - VRP Zona Baixa	NA Máx	NA Mím	Vazão de distribuição (L/s)
	187,92	187,92	0,02

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
9	167,28	0,00	184,94	17,66	20,64
10	158,50	0,00	184,94	26,44	29,42
11	157,16	0,00	184,94	27,78	30,76
12	162,98	0,00	184,94	21,96	24,94
13	166,78	0,00	184,93	18,15	21,14
14	164,53	0,00	184,93	20,40	23,39
15	161,53	0,00	184,93	23,40	26,39
16	157,02	0,00	184,93	27,91	30,90
17	154,81	0,00	184,93	30,12	33,11
18	156,64	0,00	184,93	28,29	31,28
19	141,36	0,00	184,93	43,57	46,56
20	138,10	0,00	184,93	46,83	49,82
21	146,37	0,00	184,93	38,56	41,55
22	146,27	0,02	184,92	38,65	41,65
24	174,94	0,00	184,94	10,00	12,98

Tabela 10.110 - Característica dos trechos da rede de Lajes 1 - Parcial LI-9

Trecho	Nó inicialo	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	1	2	20	50	0,02	0,01	0,01
2	2	3	43	50	0,02	0,01	0,01
3	3	4	57	50	0,02	0,01	0,01
4	4	5	42	50	0,02	0,01	0,01
5	5	6	98	50	0,02	0,01	0,01
6	6	7	100	50	0,02	0,01	0,01
7	7	8	100	50	0,02	0,01	0,01
8	8	24	válvula	50	0,02	0,01	31,45
9	9	10	100	50	0,02	0,01	0,01
10	10	11	22	50	0,02	0,01	0,01
11	11	12	98	50	0,02	0,01	0,01
12	12	13	70	50	0,02	0,01	0,01
13	13	14	110	50	0,02	0,01	0,01
14	14	15	100	50	0,02	0,01	0,01
15	15	16	100	50	0,02	0,01	0,01
16	16	17	75	50	0,02	0,01	0,01
17	17	18	70	50	0,02	0,01	0,01
18	18	19	105	50	0,02	0,01	0,01
19	19	20	50	50	0,02	0,01	0,01
20	20	21	90	50	0,02	0,01	0,01
21	21	22	72	50	0,02	0,01	0,01
22	VC	1	1	50	0,02	0,01	0,02
24	24	9	99	50	0,02	0,01	0,01

Tabela 10.111 - Característica dos nós da rede de Lajes 1 – Parcial LI-9

CR Lajes I - Reservatório Elevado 20 m3 (Trecho de alimentação da VRP Zona Baixa)	NA Máx	NA Mín	Vazão de distribuição (L/s)
	220,90	217,40	0,02

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
1	187,04	0,00	216,40	29,36	33,86
2	186,29	0,00	216,40	30,11	34,61
3	186,55	0,00	216,40	29,85	34,35
4	185,99	0,00	216,40	30,41	34,91
5	187,04	0,00	216,40	29,36	33,86
6	184,35	0,00	216,40	32,05	36,55
7	180,83	0,00	216,40	35,57	40,07
8	175,00	0,00	216,39	41,39	45,90

CR Lajes I - Reservatório Elevado 20 m3 - VRP Zona Baixa	NA Máx	NA Mín	Vazão de distribuição (L/s)
	187,92	187,92	0,02

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
9	167,28	0,00	184,94	17,66	20,64
10	158,50	0,00	184,94	26,44	29,42
11	157,16	0,00	184,94	27,78	30,76
12	162,98	0,00	184,94	21,96	24,94
13	166,78	0,00	184,93	18,15	21,14
14	164,53	0,00	184,93	20,40	23,39
15	161,53	0,00	184,93	23,40	26,39
16	157,02	0,00	184,93	27,91	30,90
17	154,81	0,00	184,93	30,12	33,11
18	156,64	0,00	184,93	28,29	31,28
19	141,36	0,00	184,93	43,57	46,56
20	138,10	0,00	184,93	46,83	49,82
21	146,37	0,00	184,93	38,56	41,55
22	146,27	0,02	184,92	38,65	41,65
24	174,94	0,00	184,94	10,00	12,98

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES II - GERAL

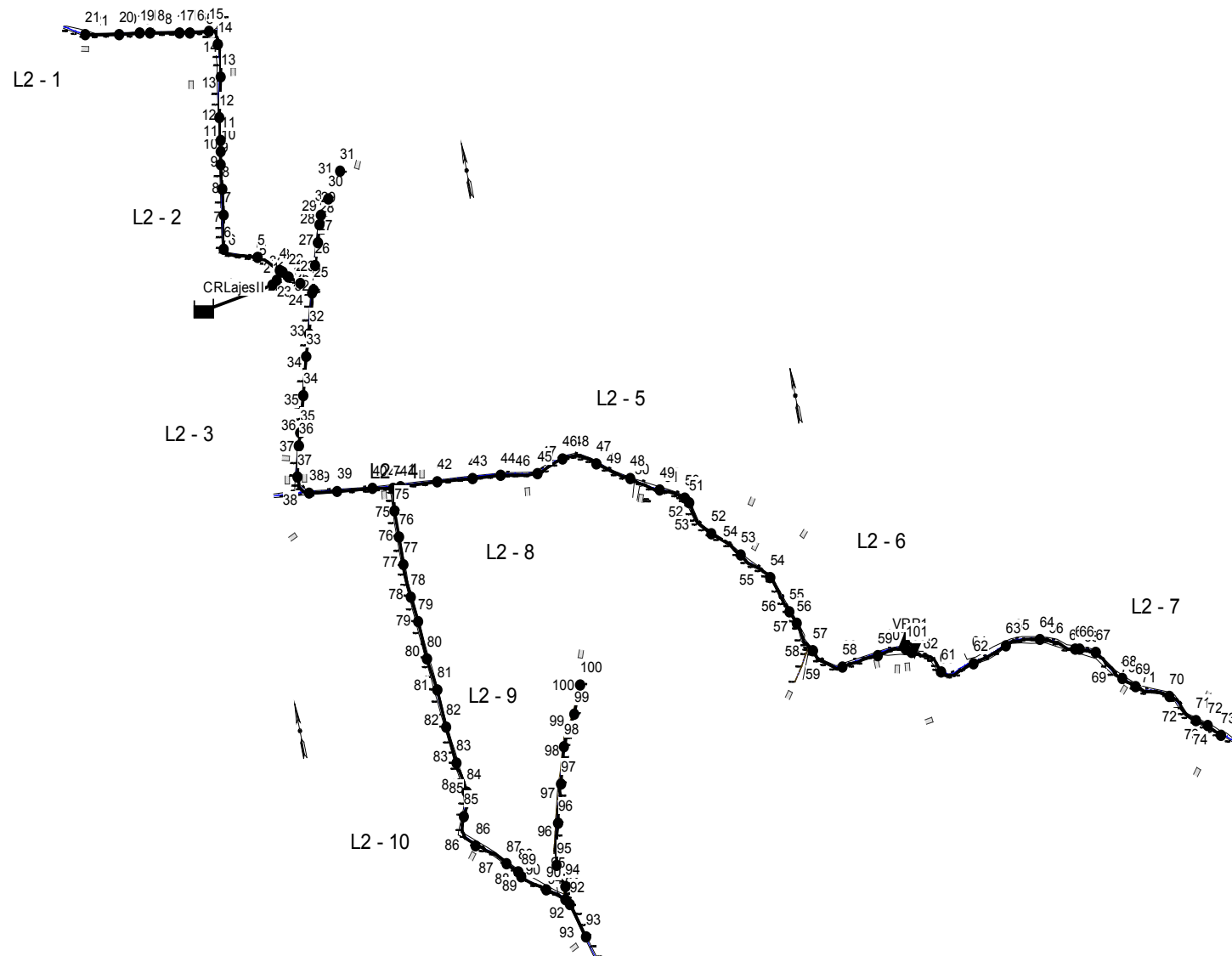


Figura 10.121 – EPANET parcial 1 – Rede de Lajes 2

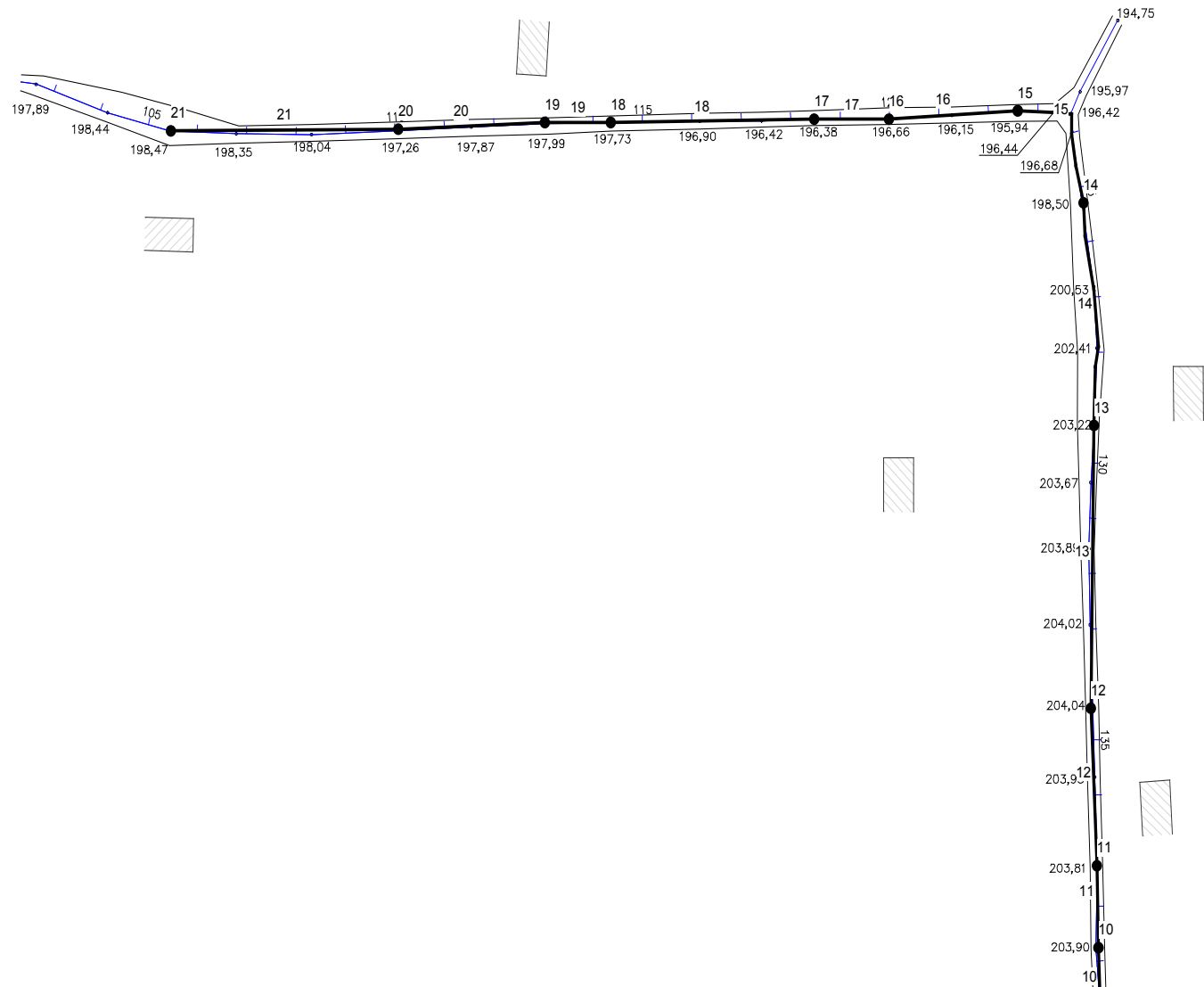
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR

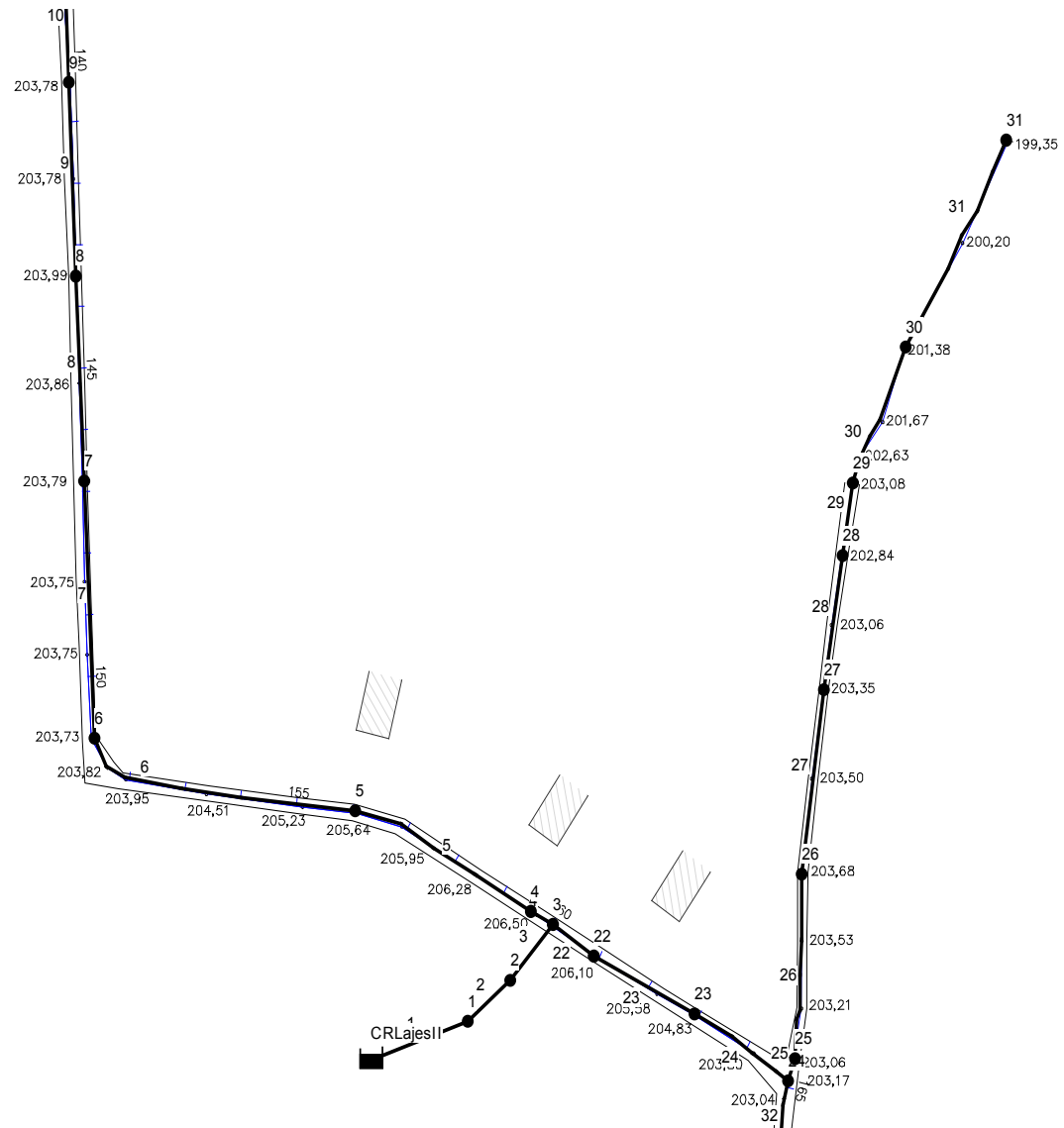
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES II - PARCIAL

L2 - 1



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
LAJES II - PARCIAL
L2 - 2



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES II - PARCIAL

L2 - 3

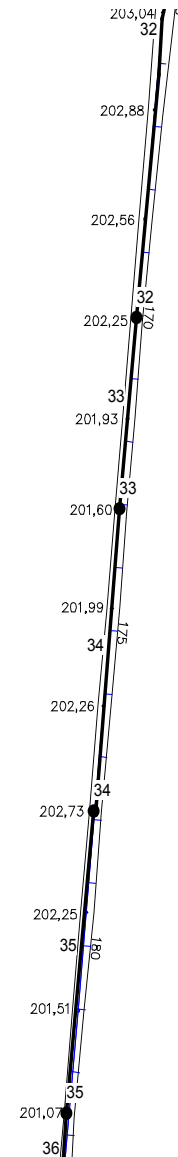


Figura 10.124 – EPANET parcial 4 – Rede de Lajes 2

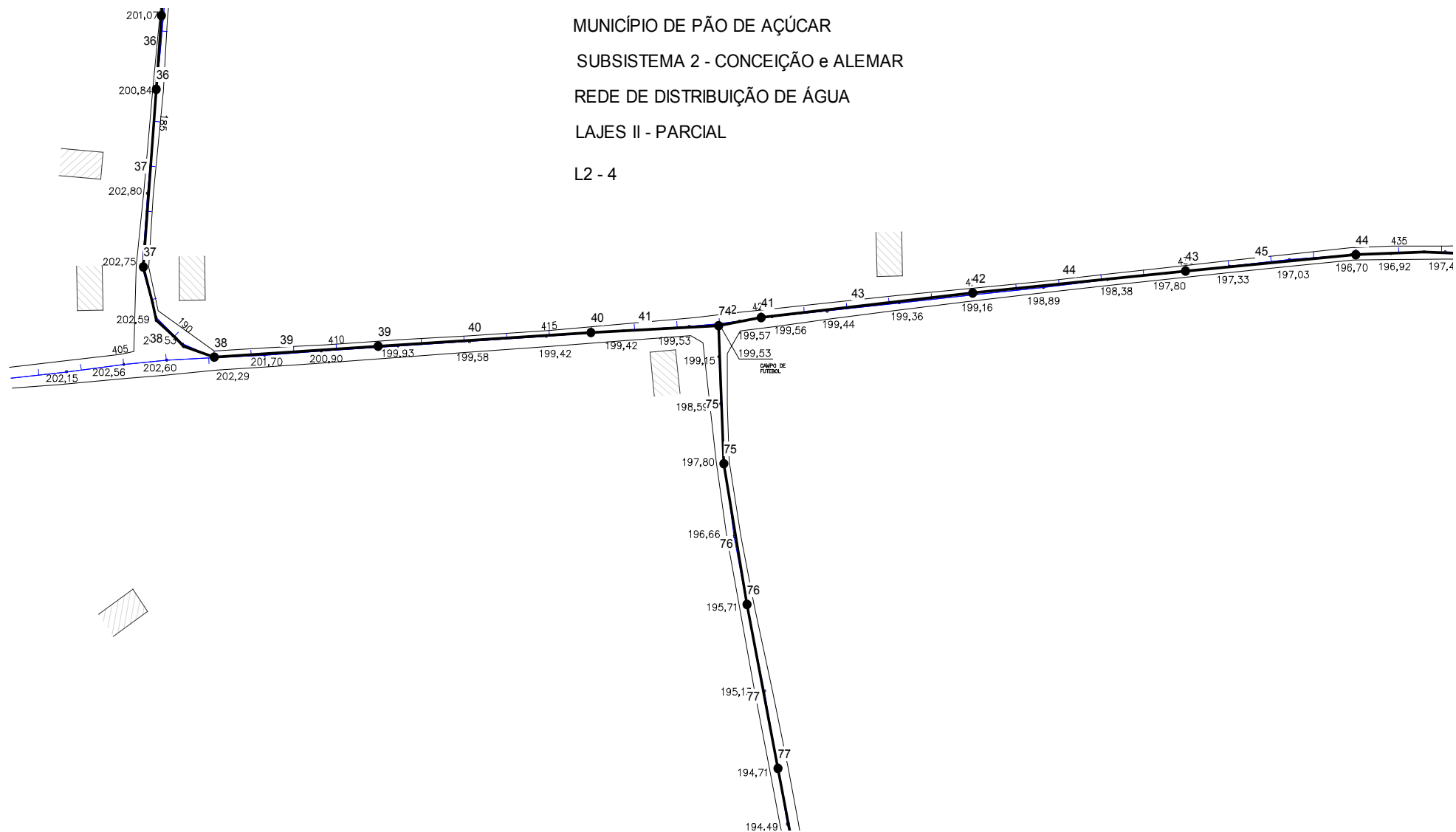


Figura 10.125 – EPANET parcial 5 – Rede de Lajes 2

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

LAJES II - PARCIAL

L2 - 5

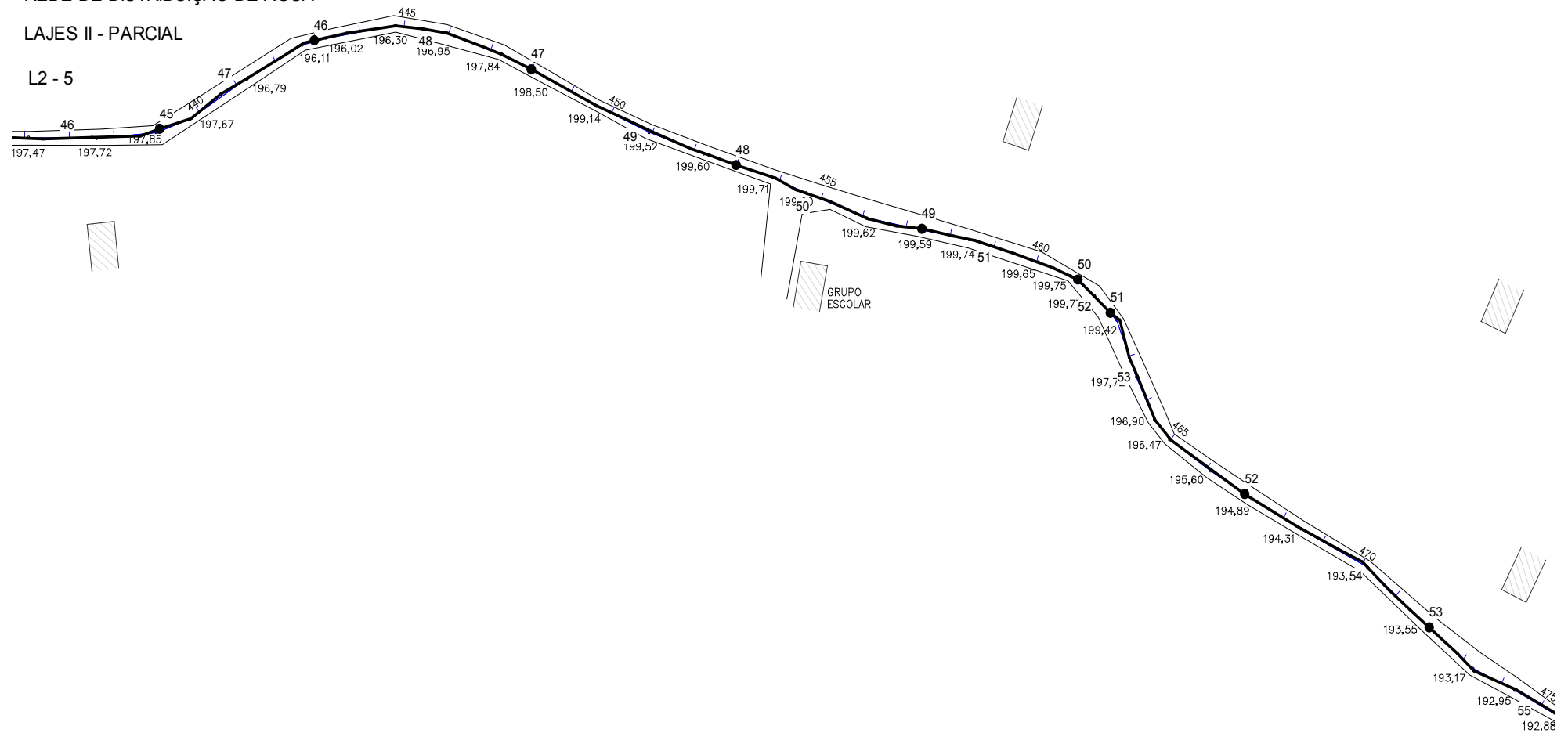
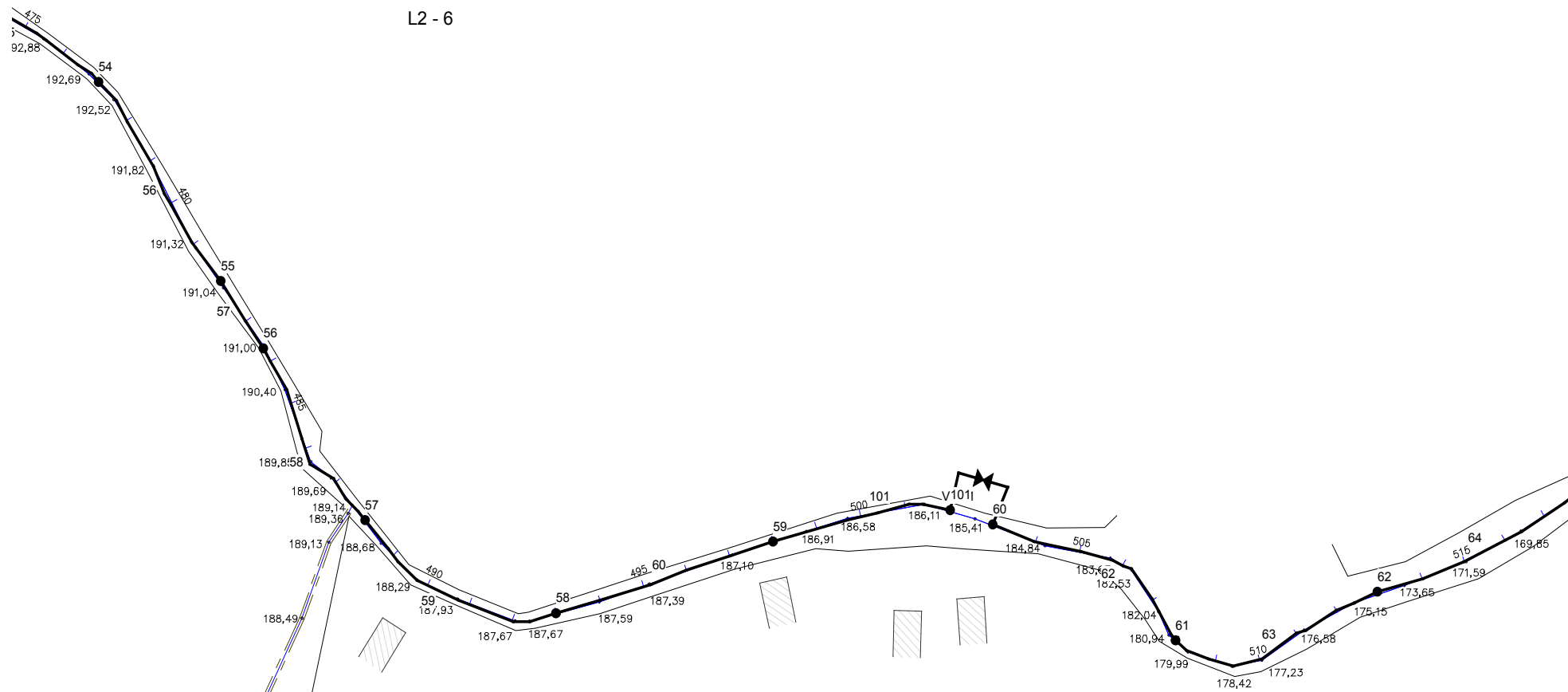


Figura 10.126 – EPANET parcial 6 – Rede de Lajes 2

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
LAJES II - PARCIAL
L2 - 6



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
LAJES II - PARCIAL
L2 - 7

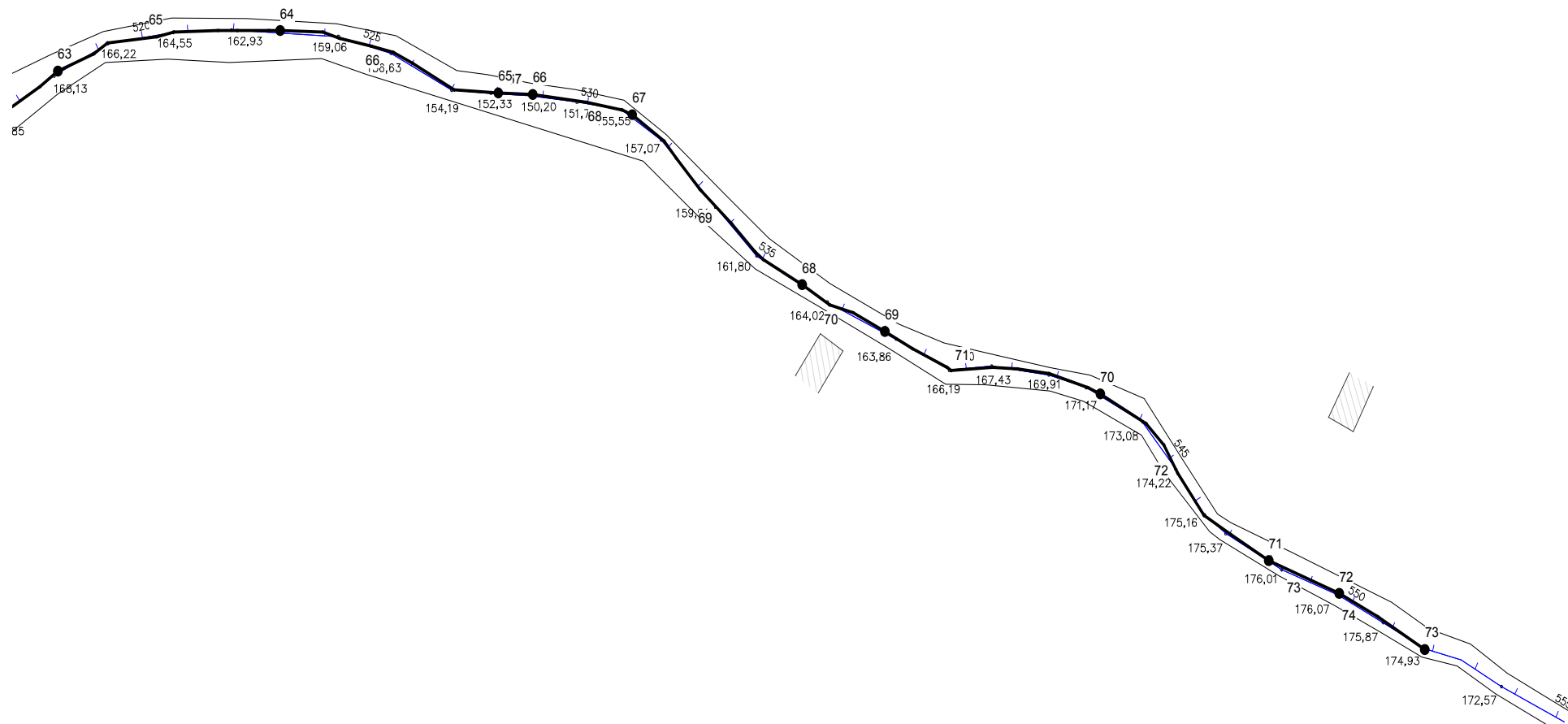
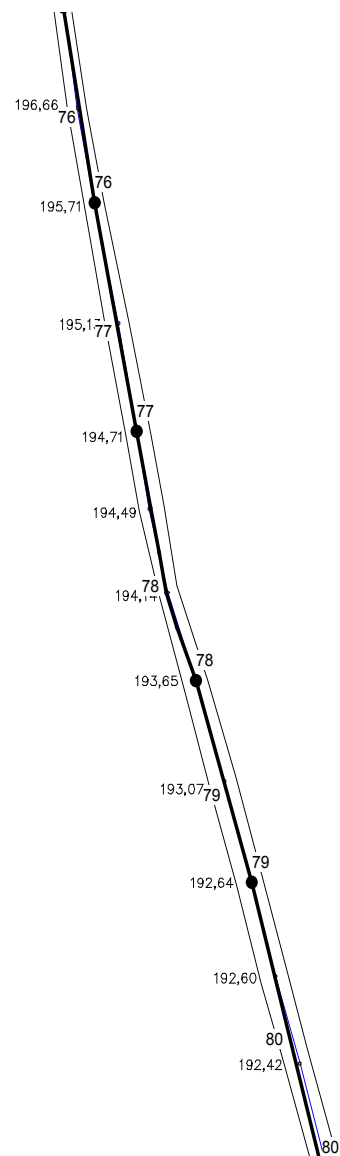


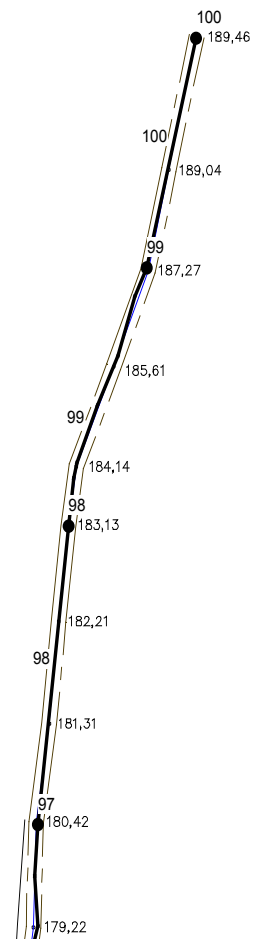
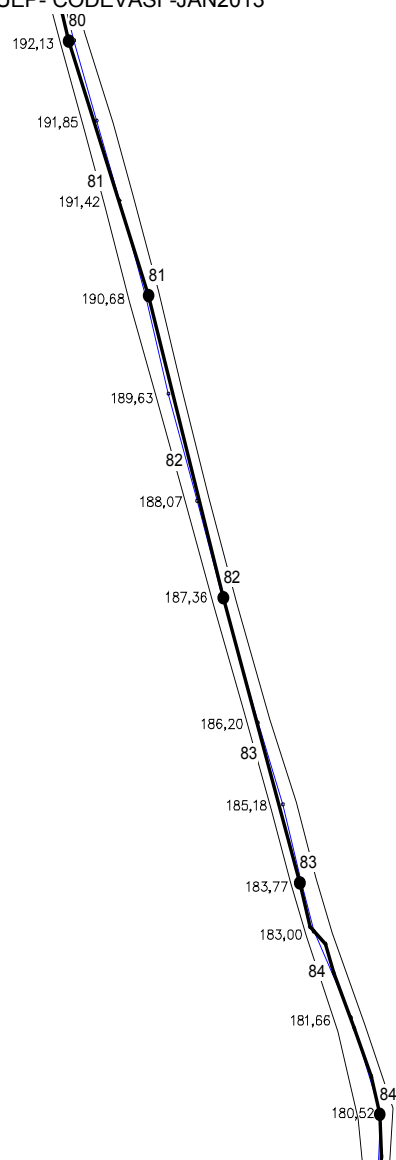
Figura 10.128 – EPANET parcial 8 – Rede de Lajes 2



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
LAJES II - PARCIAL
L2 - 8



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
LAJES II - PARCIAL
L2 - 9



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR
SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO e ALEMAR
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
LAJES II - PARCIAL
L2 - 10

10-MEMORIAL DE CÁLCULO
fl. 286

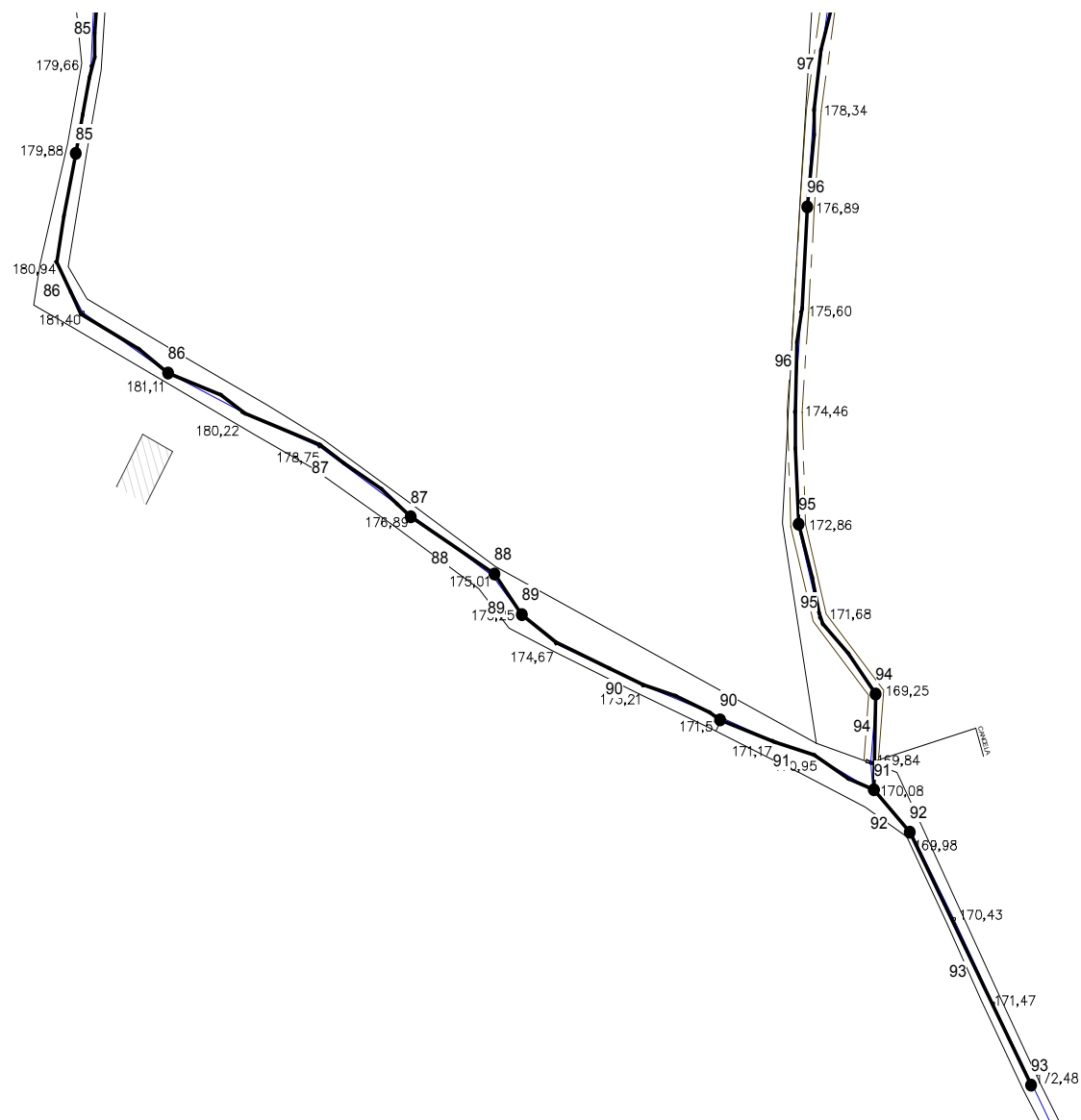


Tabela 10.112 - Característica dos trechos da rede de Lajes 2

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	01	1	11	50	0,7	0,36	6,68
2	1	2	2	50	0,7	0,36	6,67
3	2	3	20	50	0,7	0,36	6,68
4	3	4	10	50	0,15	0,08	0,34
5	4	5	70	50	0,13	0,07	0,21
6	5	6	100	50	0,11	0,06	0,12
7	6	7	80	50	0,11	0,06	0,12
8	7	8	70	50	0,11	0,06	0,12
9	8	9	60	50	0,11	0,06	0,12
10	9	10	34	50	0,11	0,06	0,11
11	10	11	20	50	0,11	0,06	0,12
12	11	12	60	50	0,09	0,05	0,06
13	12	13	100	50	0,09	0,05	0,06
14	13	14	80	50	0,04	0,02	0,03
15	14	15	55	50	0,04	0,02	0,03
16	15	16	50	50	0,04	0,02	0,03
17	16	17	30	50	0,04	0,02	0,03
18	17	18	82	50	0,04	0,02	0,03
19	18	19	28	50	0,04	0,02	0,03
20	19	20	60	50	0,02	0,01	0,01
21	20	21	90	50	0,02	0,01	0,01
22	3	22	20	50	0,55	0,28	4,18
23	22	23	40	50	0,53	0,27	3,89
24	23	24	40	50	0,53	0,27	3,89
25	24	25	10	50	0,02	0,01	0,01
26	25	26	62	50	0,02	0,01	0,01
27	26	27	60	50	0,02	0,01	0,01
28	27	28	44	50	0,02	0,01	0,01
29	28	29	24	50	0,02	0,01	0,01
30	29	30	47	50	0,02	0,01	0,01
31	30	31	77	50	0,02	0,01	0,01
32	24	32	105	50	0,51	0,26	3,61
33	32	33	60	50	0,51	0,26	3,61
34	33	34	100	50	0,51	0,26	3,61
35	34	35	95	50	0,51	0,26	3,61
36	35	36	30	50	0,51	0,26	3,61
37	36	37	80	50	0,49	0,25	3,34
38	37	38	75	50	0,44	0,22	2,71
39	38	39	80	50	0,42	0,21	2,48
40	39	40	100	50	0,42	0,21	2,48
41	40	74	80	50	0,40	0,20	2,26
42	74	41	20	50	0,36	0,18	1,84
43	41	42	100	50	0,36	0,18	1,84
44	42	43	100	50	0,34	0,17	1,65
45	43	44	80	50	0,34	0,17	1,65
46	44	45	100	50	0,34	0,17	1,65
47	45	46	80	50	0,32	0,16	1,47
48	46	47	100	50	0,32	0,16	1,47
49	47	48	100	50	0,32	0,16	1,47
50	48	49	85	50	0,32	0,16	1,47

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
51	49	50	75	50	0,27	0,14	1,06
52	50	51	20	50	0,27	0,14	1,06
53	51	52	100	50	0,27	0,14	1,06
54	52	53	100	50	0,27	0,14	1,06
55	53	54	100	50	0,22	0,11	0,72
56	54	55	100	50	0,20	0,10	0,60
57	55	56	35	50	0,20	0,10	0,60
58	56	57	85	50	0,20	0,10	0,60
59	57	58	100	50	0,15	0,08	0,34
60	58	59	100	50	0,15	0,08	0,34
62	60	61	100	50	0,08	0,04	0,05
63	61	62	100	50	0,06	0,03	0,04
64	62	63	100	50	0,06	0,03	0,04
65	63	64	100	50	0,06	0,03	0,04
66	64	65	100	50	0,06	0,03	0,04
67	65	66	15	50	0,06	0,03	0,04
68	66	67	45	50	0,06	0,03	0,04
69	67	68	100	50	0,06	0,03	0,04
70	68	69	20	50	0,04	0,02	0,03
71	69	70	100	50	0,04	0,02	0,03
72	70	71	100	50	0,04	0,02	0,03
73	71	72	35	50	0,02	0,01	0,01
74	72	73	40	50	0,02	0,01	0,01
75	74	75	61	50	0,04	0,02	0,03
76	75	76	64	50	0,04	0,02	0,03
77	76	77	74	50	0,04	0,02	0,03
78	77	78	81	50	0,04	0,02	0,03
79	78	79	67	50	0,04	0,02	0,03
80	79	80	94	50	0,04	0,02	0,03
81	80	81	84	50	0,04	0,02	0,03
82	81	82	100	50	0,04	0,02	0,03
83	82	83	94	50	0,04	0,02	0,03
84	83	84	79	50	0,04	0,02	0,03
85	84	85	60	50	0,04	0,02	0,03
86	85	86	92	50	0,04	0,02	0,03
87	86	87	98	50	0,04	0,02	0,03
88	87	88	35	50	0,04	0,02	0,03
89	88	89	16	50	0,04	0,02	0,03
90	89	90	78	50	0,04	0,02	0,03
91	90	91	60	50	0,04	0,02	0,03
92	91	92	19	50	0,02	0,01	0,01
93	92	93	92	50	0,02	0,01	0,01
94	91	94	32	50	0,02	0,01	0,01
95	94	95	63	50	0,02	0,01	0,01
96	95	96	104	50	0,02	0,01	0,01
97	96	97	100	50	0,02	0,01	0,01
98	97	98	94	50	0,02	0,01	0,01
99	98	99	86	50	0,02	0,01	0,01
100	99	100	76	50	0,02	0,01	0,01
101	59	101	100	50	0,13	0,07	0,21
VRP1	101	60	#N/A	50 Válvula	0,13	0,07	11,60

Tabela 10.113 - Característica dos nós da rede de Lajes 2

CR Lajes 2 - Reservatório Elevado 30 m3	NA Máx	NA Mín	Vazão de distribuição (L/s)
	222,15	217,00	0,71

Nº	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
1	206,03	0,00	216,93	10,90	16,12
2	206,02	0,00	216,91	10,89	16,13
3	206,22	0,00	216,78	10,56	15,93
4	206,52	0,02	216,78	10,26	15,63
5	205,66	0,02	216,76	11,10	16,49
6	203,76	0,00	216,75	12,99	18,39
7	203,82	0,00	216,74	12,92	18,33
8	204,01	0,00	216,73	12,72	18,14
9	203,81	0,00	216,73	12,92	18,34
10	203,92	0,00	216,72	12,80	18,23
11	203,84	0,02	216,72	12,88	18,31
12	204,07	0,00	216,72	12,65	18,08
13	203,25	0,05	216,71	13,46	18,90
14	198,54	0,00	216,71	18,17	23,61
15	195,99	0,00	216,71	20,72	26,16
16	196,70	0,00	216,70	20,00	25,45
17	196,42	0,00	216,70	20,28	25,73
18	197,77	0,00	216,70	18,93	24,38
19	198,03	0,02	216,70	18,67	24,12
20	197,30	0,00	216,70	19,40	24,85
21	198,51	0,02	216,70	18,19	23,64
22	206,13	0,02	216,70	10,57	16,02
23	204,85	0,00	216,54	11,69	17,30
24	203,20	0,00	216,39	13,19	18,95
25	203,09	0,00	216,39	13,30	19,06
26	203,70	0,00	216,38	12,68	18,45
27	203,37	0,00	216,38	13,01	18,78
28	202,86	0,00	216,38	13,52	19,29
29	203,10	0,00	216,38	13,28	19,05
30	201,41	0,00	216,38	14,97	20,74
31	199,38	0,02	216,38	17,00	22,77
32	202,28	0,00	216,01	13,73	19,87
33	201,63	0,00	215,79	14,16	20,52
34	202,76	0,00	215,43	12,67	19,39
35	201,10	0,00	215,09	13,99	21,05
36	200,87	0,02	214,98	14,11	21,28
37	202,77	0,05	214,71	11,94	19,38
38	202,32	0,02	214,51	12,19	19,83
39	200,19	0,00	214,31	14,12	21,96
40	199,45	0,02	214,06	14,61	22,70
41	199,58	0,00	213,84	14,26	22,57
42	199,18	0,02	213,66	14,48	22,97
43	197,86	0,00	213,49	15,63	24,29
44	196,76	0,00	213,36	16,60	25,39
45	197,87	0,02	213,20	15,33	24,28
46	196,08	0,00	213,08	17,00	26,07
47	198,30	0,00	212,93	14,63	23,85
48	199,68	0,00	212,79	13,11	22,47
49	199,62	0,05	212,66	13,04	22,53
50	199,79	0,00	212,58	12,79	22,36
51	199,55	0,00	212,56	13,01	22,60
52	195,05	0,00	212,45	17,40	27,10
53	193,57	0,05	212,35	18,78	28,58
54	192,66	0,02	212,27	19,61	29,49
55	191,11	0,00	212,21	21,10	31,04
56	191,04	0,00	212,19	21,15	31,11
57	189,19	0,05	212,14	22,95	32,96
58	187,75	0,00	212,11	24,36	34,40
59	187,05	0,02	212,07	25,02	35,10

CR Lajes 2 - Reservatório Elevado 30 m3 - VRP Zona Baixa	NA Máx	NA Mín	Vazão de distribuição (L/s)
	212,05	212,05	0,17

Nó	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
60	185,45	0,05	200,45	15,00	26,60
61	180,67	0,02	200,44	19,77	31,38
62	174,46	0,00	200,44	25,98	37,59
63	168,06	0,00	200,44	32,38	43,99
64	161,29	0,00	200,43	39,14	50,76
65	152,10	0,00	200,43	48,33	59,95
66	150,30	0,00	200,43	50,13	61,75
67	156,01	0,00	200,43	44,42	56,04
68	163,28	0,02	200,42	37,14	48,77
69	163,82	0,00	200,42	36,60	48,23
70	171,68	0,00	200,42	28,74	40,37
71	175,90	0,02	200,42	24,52	36,15
72	176,12	0,00	200,42	24,30	35,93
73	174,98	0,02	200,41	25,43	37,07
74	199,56	0,00	213,88	14,32	12,49
75	197,83	0,00	213,88	16,05	14,22
76	195,75	0,00	213,88	18,13	16,30
77	194,75	0,00	213,88	19,13	17,30
78	193,69	0,00	213,87	20,18	18,36
79	192,68	0,00	213,87	21,19	19,37
80	192,17	0,00	213,87	21,70	19,88
81	190,73	0,00	213,87	23,14	21,32
82	187,41	0,00	213,86	26,45	24,64
83	183,83	0,00	213,86	30,03	28,22
84	180,59	0,00	213,86	33,27	31,46
85	179,95	0,00	213,86	33,91	32,10
86	181,18	0,00	213,86	32,68	30,87
87	176,96	0,00	213,85	36,89	35,09
88	175,09	0,00	213,85	38,76	36,96
89	175,33	0,00	213,85	38,52	36,72
90	171,61	0,00	213,85	42,24	40,44
91	170,17	0,00	213,85	43,68	41,88
92	170,07	0,00	213,85	43,78	41,98
93	172,57	0,02	213,85	41,28	39,48
94	169,34	0,00	213,85	44,51	42,71
95	172,95	0,00	213,85	40,90	39,10
96	176,96	0,00	213,84	36,88	35,09
97	180,48	0,00	213,84	33,36	31,57
98	183,19	0,00	213,84	30,65	28,86
99	187,32	0,00	213,84	26,52	24,73
100	189,51	0,02	213,84	24,33	22,54
101	185,47	0,00	212,05	26,58	26,58

Figura 10.131 – EPANET geral – Rede de Alemar

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

ALEMAR - GERAL

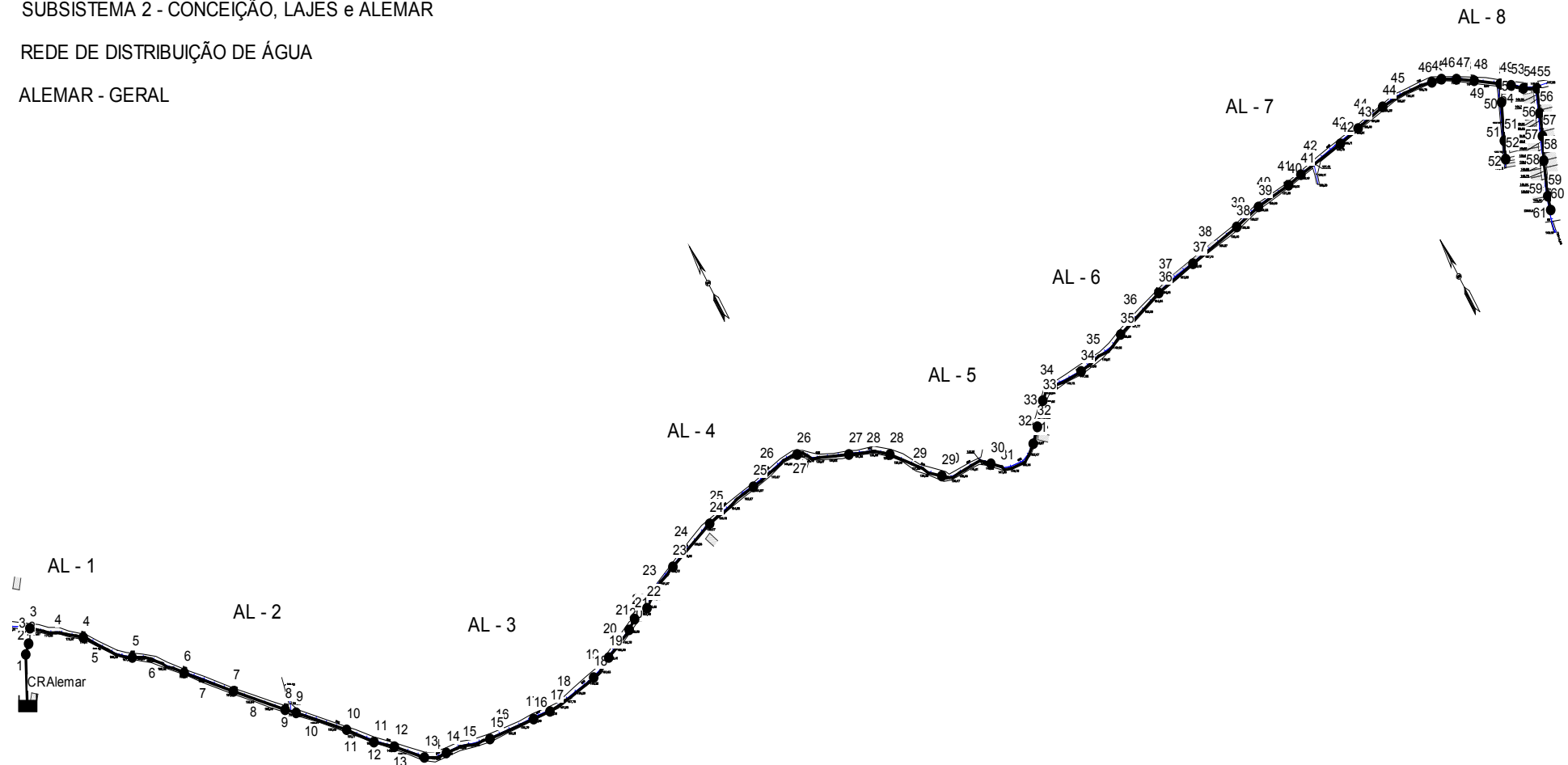


Figura 10.132 – EPANET parcial 1 – Rede de Alemar

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

ALEMAR - PARCIAL

AL - 1

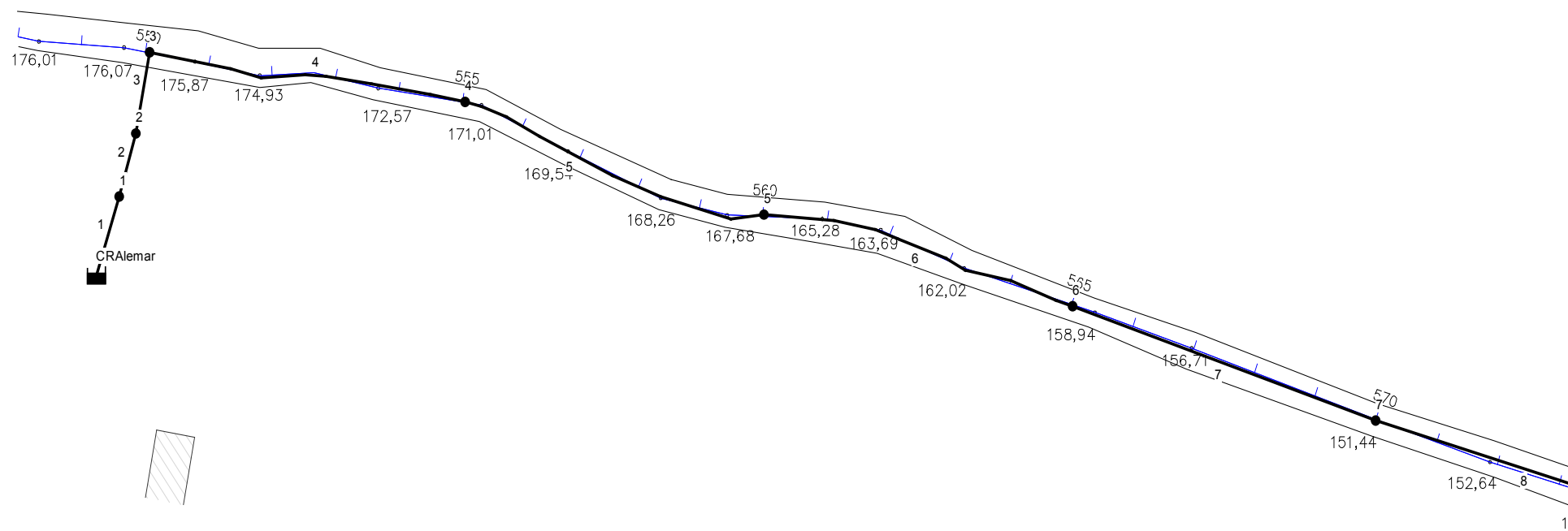


Figura 10.133 – EPANET parcial 2 – Rede de Alemar

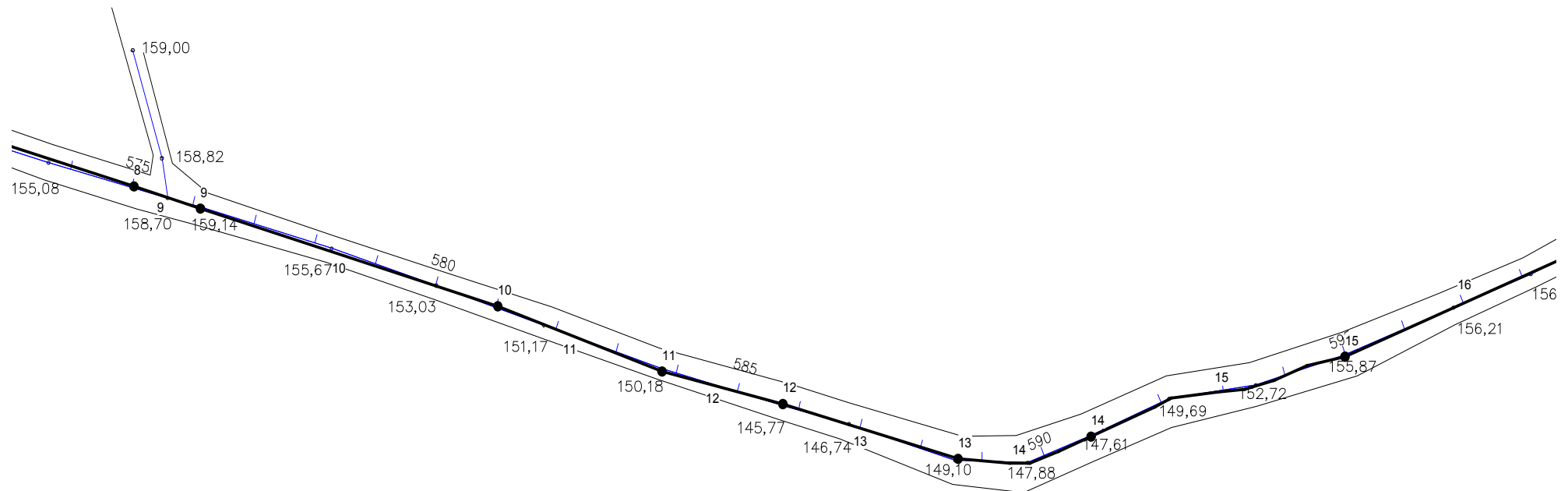
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

ALEMAR - PARCIAL

AL - 2



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

ALEMAR - PARCIAL

AL - 3

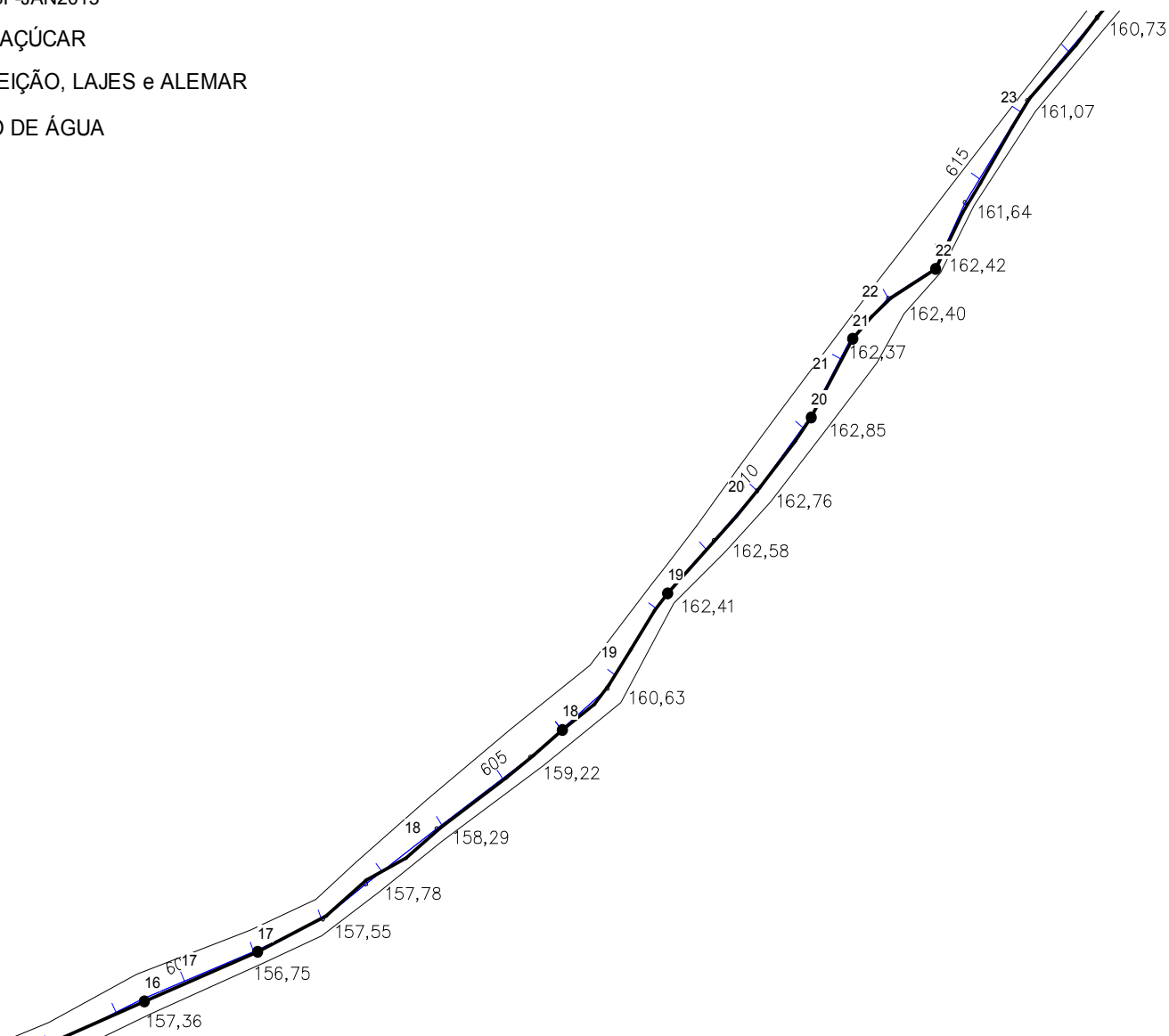


Figura 10.135 – EPANET parcial 4 – Rede de Alemar

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

ALEMAR - PARCIAL

AL - 4

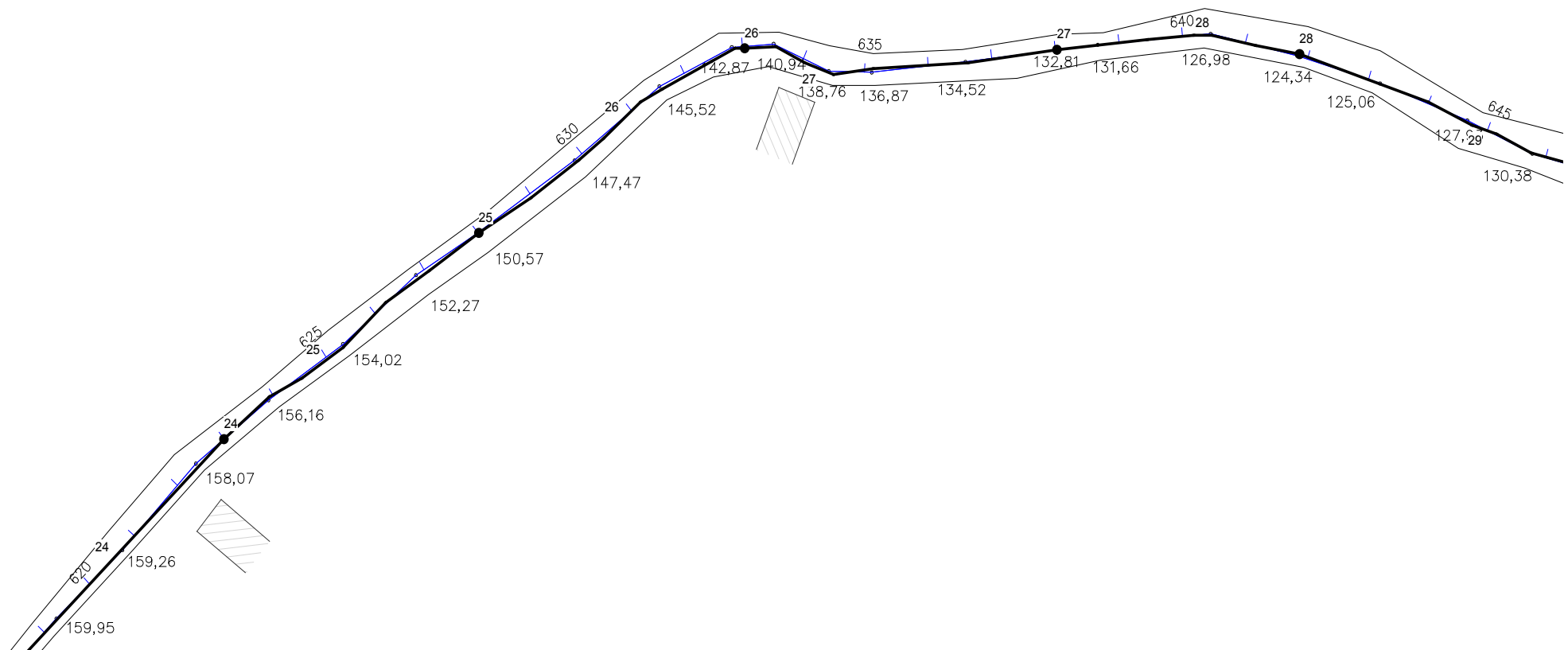


Figura 10.136 – EPANET parcial 5 – Rede de Alemar

MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

ALEMAR - PARCIAL

AL - 5

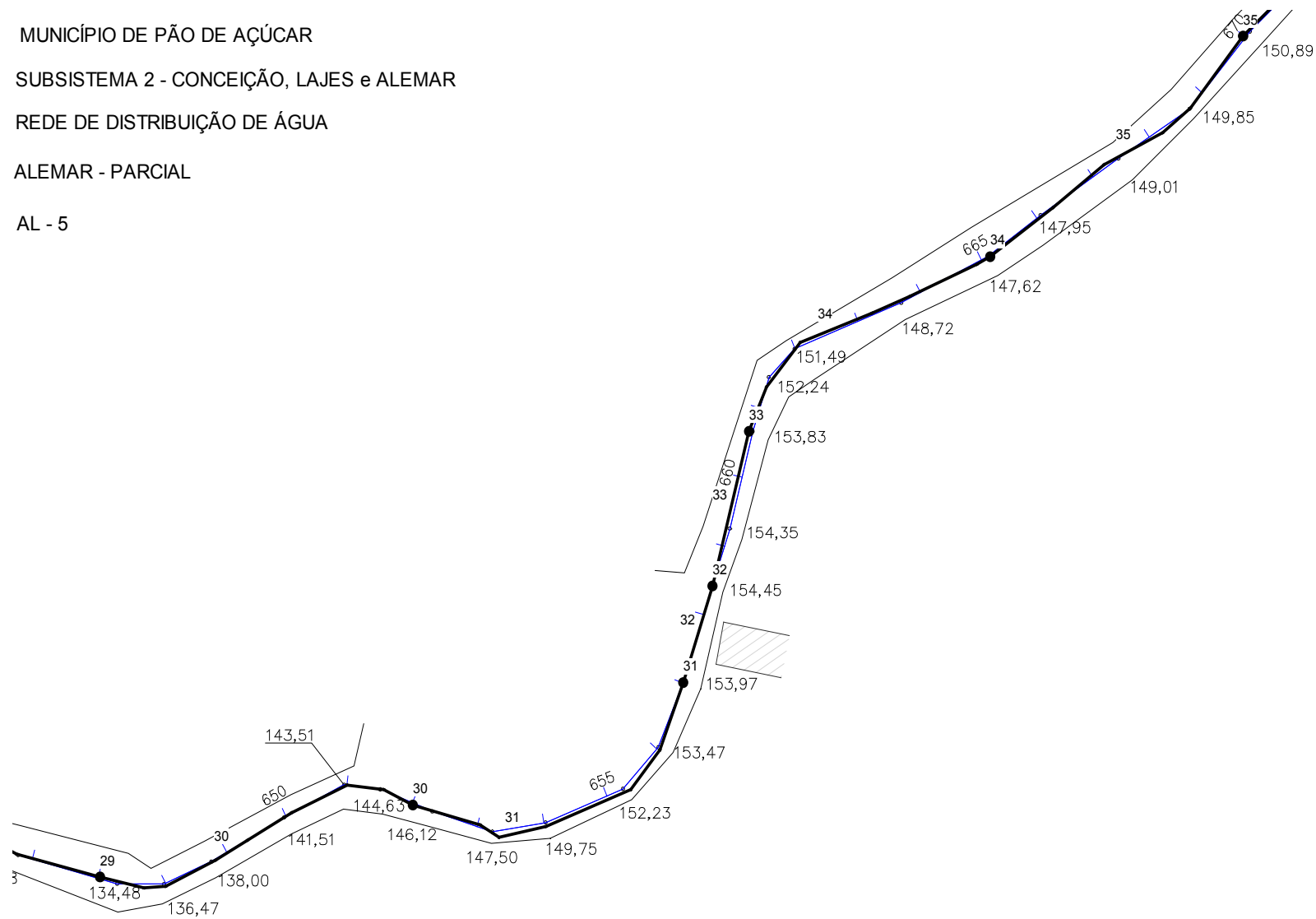


Figura 10.137 – EPANET parcial 6 – Rede de Alemar

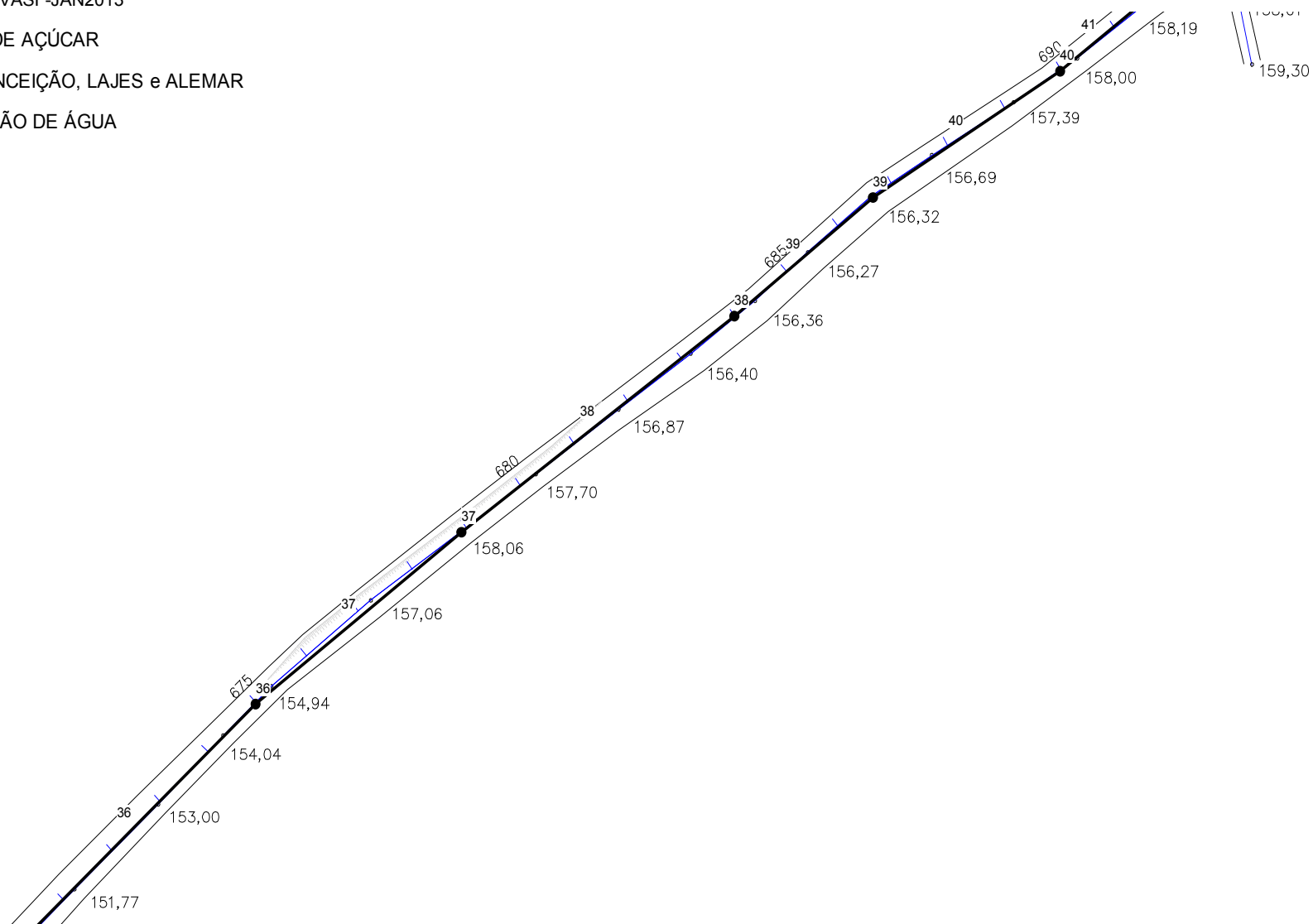
MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

ALEMAR - PARCIAL

AL - 6



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

ALEMAR - PARCIAL

AL - 7

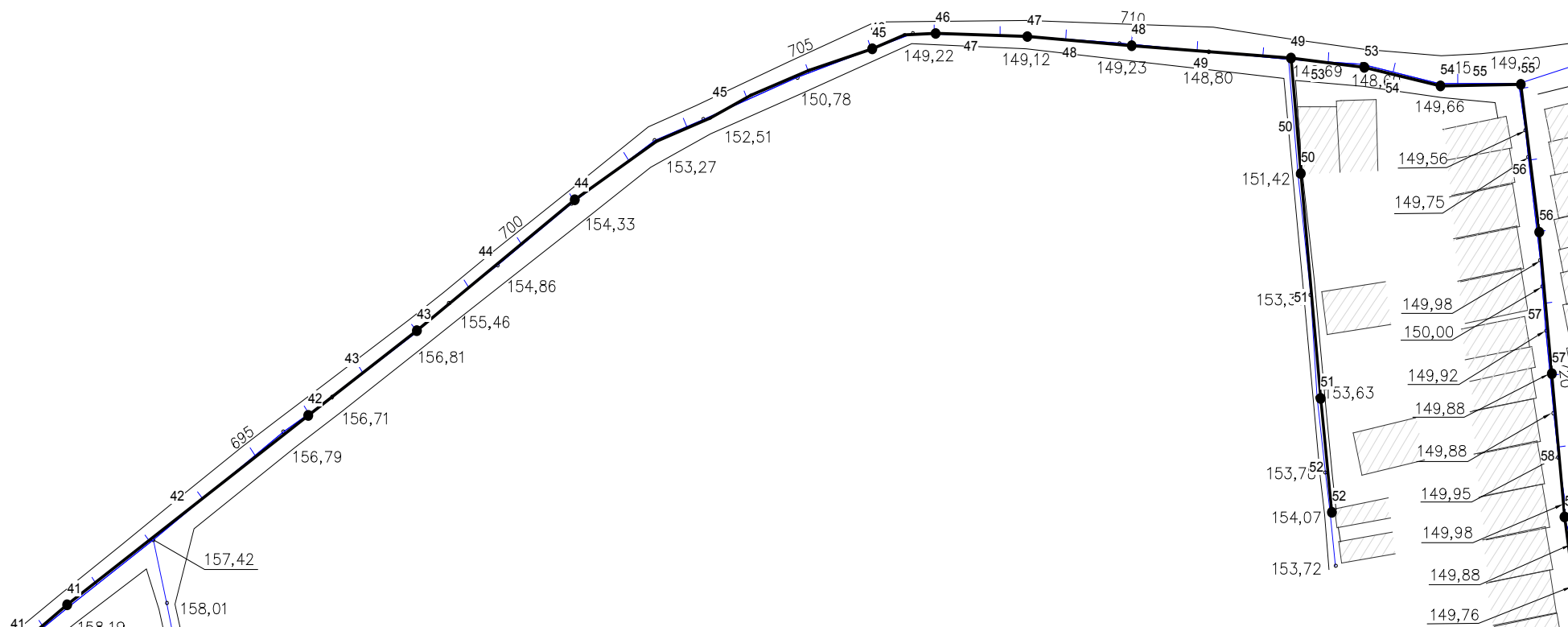
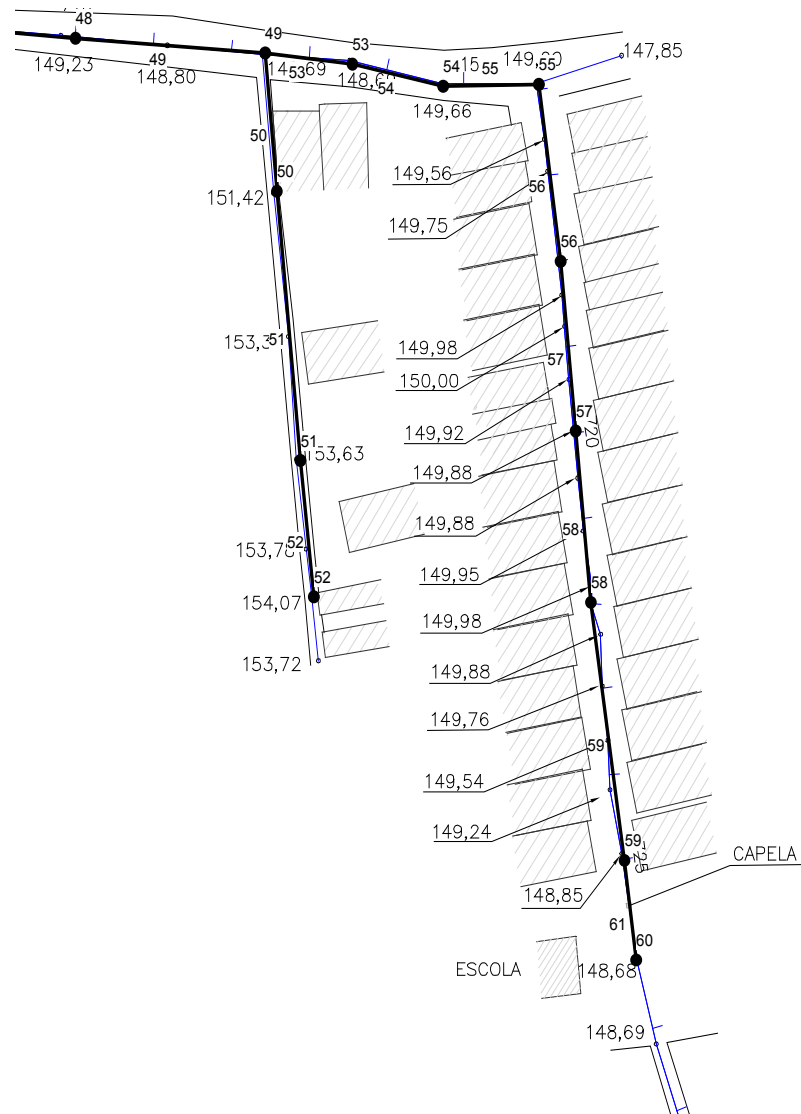


Figura 10.139 – EPANET parcial 8 – Rede de Alemar



MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

SUBSISTEMA 2 - CONCEIÇÃO, LAJES e ALEMAR

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

ALEMAR - PARCIAL

AL - 8

Tabela 10.114 - Característica dos trechos da rede de Alemar

Trecho	Nó inicial	Nó Final	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/km)
1	CRAleamar	1	1	75	1,98	0,45	5,99
2	1	2	100	75	1,98	0,45	5,98
3	2	3	20	75	1,98	0,45	5,98
4	3	4	100	75	1,96	0,44	5,87
5	4	5	100	75	1,96	0,44	5,87
6	5	6	100	75	1,96	0,44	5,87
7	6	7	100	75	1,96	0,44	5,87
8	7	8	100	75	1,96	0,44	5,87
9	8	9	22	75	1,96	0,44	5,87
10	9	10	98	75	1,96	0,44	5,87
11	10	11	57	75	1,96	0,44	5,87
12	11	12	40	75	1,96	0,44	5,87
13	12	13	53	75	1,96	0,44	5,87
14	13	14	40	75	1,96	0,44	5,87
15	14	15	82	75	1,96	0,44	5,87
16	15	16	90	75	1,96	0,44	5,87
17	16	17	30	75	1,96	0,44	5,87
18	17	18	100	75	1,96	0,44	5,87
19	18	19	44	75	1,96	0,44	5,87
20	19	20	58	75	1,96	0,44	5,87
21	20	21	22	75	1,96	0,44	5,87
22	21	22	26	75	1,96	0,44	5,87
23	22	23	84	75	1,96	0,44	5,87
24	23	24	100	75	1,96	0,44	5,87
25	24	25	100	75	1,96	0,44	5,87
26	25	26	100	75	1,96	0,44	5,87
27	26	27	100	75	1,96	0,44	5,87
28	27	28	80	75	1,96	0,44	5,87
29	28	29	100	75	1,96	0,44	5,87
30	29	30	100	75	1,96	0,44	5,87
31	30	31	100	75	1,96	0,44	5,87
32	31	32	30	75	1,96	0,44	5,87
33	32	33	45	75	1,96	0,44	5,87
34	33	34	100	75	1,96	0,44	5,87
35	34	35	100	75	1,96	0,44	5,87
36	35	36	100	75	1,96	0,44	5,87
37	36	37	80	75	1,96	0,44	5,87
38	37	38	100	75	1,96	0,44	5,87
39	38	39	55	75	1,96	0,44	5,87
40	39	40	65	75	1,96	0,44	5,87
41	40	41	30	75	1,96	0,44	5,87
42	41	42	90	75	1,96	0,44	5,87
43	42	43	40	75	1,96	0,44	5,87
44	43	44	60	75	1,96	0,44	5,87
45	44	45	100	75	1,96	0,44	5,87
46	45	46	20	75	1,96	0,44	5,87
47	46	47	30	75	1,96	0,44	5,87
48	47	48	30	75	1,96	0,44	5,87
49	48	49	50	75	1,96	0,44	5,87
50	49	50	32	50	0,14	0,07	0,28
51	50	51	62	50	0,14	0,07	0,28
52	51	52	32	50	0,14	0,07	0,28
53	49	53	20	50	0,84	0,43	9,53
54	53	54	26	50	0,84	0,43	9,53
55	54	55	24	50	0,84	0,43	9,53
56	55	56	40	50	0,84	0,43	9,53
57	56	57	40	50	0,84	0,43	9,53
58	57	58	40	50	0,84	0,43	9,53
59	58	59	60	50	0,84	0,43	9,53
61	59	60	23	50	0,84	0,43	9,53

Tabela 10.115- Característica dos nós da rede de Alemar

CR Alemar - Reservatório Elevado 2x20 m3	NA Máx	NA Mím	Vazão de distribuição (L/s)
	189,50	186,00	1,98

Nº	Cota Terreno (m)	Consumo (L/s)	Carga Hidráulica (m)	Pressão Dinâmica (mca)	Pressão Estática (mca)
1	176,02	0,00	185,99	9,97	13,48
2	176,02	0,00	185,40	9,38	13,48
3	176,02	0,02	185,28	9,26	13,48
4	171,32	0,00	184,69	13,37	18,18
5	166,80	0,00	184,10	17,30	22,70
6	159,54	0,00	183,52	23,98	29,96
7	151,50	0,00	182,93	31,43	38,00
8	157,85	0,00	182,34	24,49	31,65
9	159,18	0,00	182,21	23,03	30,32
10	152,06	0,00	181,64	29,58	37,44
11	150,24	0,00	181,30	31,06	39,26
12	145,84	0,00	181,07	35,23	43,66
13	149,16	0,00	180,76	31,60	40,34
14	147,67	0,00	180,52	32,85	41,83
15	155,92	0,00	180,04	24,12	33,58
16	157,41	0,00	179,52	22,11	32,09
17	156,82	0,00	179,34	22,52	32,68
18	159,83	0,00	178,75	18,92	29,67
19	162,44	0,00	178,49	16,05	27,06
20	162,88	0,00	178,15	15,27	26,62
21	162,41	0,00	178,03	15,62	27,09
22	162,45	0,00	177,87	15,42	27,05
23	160,56	0,00	177,38	16,82	28,94
24	157,36	0,00	176,79	19,43	32,14
25	150,60	0,00	176,21	25,61	38,90
26	142,45	0,00	175,62	33,17	47,05
27	132,97	0,00	175,03	42,06	56,53
28	124,44	0,00	174,56	50,12	65,06
29	133,78	0,00	173,98	40,20	55,72
30	145,60	0,00	173,39	27,79	43,90
31	153,44	0,00	172,80	19,36	36,06
32	154,49	0,00	172,63	18,14	35,01
33	153,86	0,00	172,36	18,50	35,64
34	147,67	0,00	171,78	24,11	41,83
35	150,85	0,00	171,19	20,34	38,65
36	154,68	0,00	170,60	15,92	34,82
37	158,09	0,00	170,14	12,05	31,41
38	156,40	0,00	169,55	13,15	33,10
39	156,35	0,00	169,23	12,88	33,15
40	157,86	0,00	168,84	10,98	31,64
41	158,21	0,00	168,67	10,46	31,29
42	156,77	0,00	168,14	11,37	32,73
43	156,84	0,00	167,91	11,07	32,66
44	154,47	0,00	167,55	13,08	35,03
45	149,83	0,00	166,97	17,14	39,67
46	149,23	0,00	166,85	17,62	40,27
47	149,15	0,00	166,67	17,52	40,35
48	149,31	0,00	166,50	17,19	40,19
49	148,73	0,98	166,21	17,48	40,77
50	151,45	0,00	166,20	14,75	38,05
51	153,66	0,00	166,18	12,52	35,84
52	154,09	0,14	166,17	12,08	35,41
53	149,90	0,00	166,01	16,11	39,60
54	150,01	0,00	165,77	15,76	39,49
55	149,04	0,00	165,54	16,50	40,46
56	150,15	0,00	165,16	15,01	39,35
57	149,90	0,00	164,78	14,88	39,60
58	150,01	0,00	164,39	14,38	39,49
59	148,87	0,00	163,82	14,95	40,63
60	148,71	0,84	163,60	14,89	40,79

11 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

11 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

11.1 – RECOMENDAÇÕES OPERACIONAIS

Este documento apresenta as recomendações operacionais para que o sistema de abastecimento de água possa ser mantido de maneira adequada durante todo o período de vida útil do projeto, indicando procedimentos usuais para que sejam executadas ações preventivas e corretivas nas unidades que compõe o sistema.

É importante destacar que a EMPREITEIRA deverá promover uma pré-operação do sistema, bem como uma operação assistida por um período de 60 dias, sendo que essa operação assistida tem como principal objetivo a transferência de conhecimento para o prestador de serviços regularmente instituído, treinando sua equipe de profissionais para que a mesma possa operar e manter o sistema de maneira adequada.

11.2 – PRÉ-OPERAÇÃO, OPERAÇÃO ASSISTIDA E TESTES DE ACEITAÇÃO

Pré-Operação - inicia-se após a conclusão de todos os trabalhos de construção e montagem, inclusive pintura e operações de limpeza, e compreenderá os testes preliminares dos equipamentos, ajustes e verificação dos sistemas de operação, calibração das seguranças e ajustes dos controles. Destina-se essencialmente à verificação e correção de montagens dos equipamentos e ao preparo destes para o período de Operação Assistida e para os Testes de Aceitação. Nesta fase os operadores do Prestador de Serviços apenas acompanharão os trabalhos que serão desenvolvidos pela EMPREITEIRA e que deverão ser conduzidos por técnicos dos fabricantes de equipamentos.

Operação Assistida – nesta etapa, seguindo-se o período de pré-operação, a Equipe designada pela EMPREITEIRA iniciará as atividades de Operação Assistida, que deverão ocorrer por um período de 60 (sessenta) dias, por meio da qual, i) será promovida a capacitação dos técnicos da Equipe apresentada pelo PRESTADOR DE SERVIÇOS, ii) serão realizadas diversas outras atividades pertinentes ao início de operação do sistema; e, iii) será realizada a operação e manutenção de todos os componentes do sistema de abastecimento de água construído, a ser feita em conjunto com a Equipe do PRESTADOR DE SERVIÇOS, a qual será integralmente assistida e orientada pelos técnicos da EMPREITEIRA.

11.3 – CONSIDERAÇÕES GERAIS DA OPERAÇÃO ASSISTIDA

- a. Promover o treinamento teórico/prático envolvendo as unidades componentes do Sistema de Abastecimento de Água.
- b. Interpretar os projetos e parâmetros de monitoramento do sistema, para início de operação assistida;



REV 5ª GRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- c. Interpretar os manuais dos equipamentos, monitoramento para eficiência dos mesmos e cobrança junto aos fornecedores sobre eventuais defeitos;
- d. Realizar a conservação e limpeza de todas as áreas das Elevatórias, Reservatórios e ETA;
- e. Emitir os relatórios sobre os testes de eficiência dos equipamentos instalados;
- f. Quando for o caso, orientar o PRESTADOR DE SERVIÇOS no atendimento às exigências dos órgãos ambientais, no que concerne às licenças de instalação e de operação, bem como de suas renovações;
- g. Articular com o PRESTADOR DE SERVIÇOS os encaminhamentos para estabelecer os procedimentos e acordo documental com Organismo Especializado, visando à realização de ensaios de laboratório para o monitoramento do desempenho da ETA, podendo ser um SAAE existente em região próxima, a CASAL (Companhia de Água e Esgotos de Alagoas), ou outro órgão que demonstre capacidade para a realização dos serviços;
- h. Confeccionar de forma definitiva, o Manual de Operação e Manutenção do Sistema de Abastecimento de Água, inserindo todas as especificidades observadas nos equipamentos e nas unidades operacionais que comporão o sistema a ser implantado.

Os objetivos gerais serão atendidos dentro das seguintes principais diretrizes:

11.4 – CAPACITAÇÃO

Objetivando fornecer aos técnicos do PRESTADOR DE SERVIÇOS, uma preparação sólida que lhes permita operar e manter de forma mais correta e segura o Sistema de Abastecimento de Água a ser implantado, deverá ser ministrado pela EMPREITEIRA um Curso de Capacitação (treinamento teórico/prático) para operação e manutenção do sistema de Abastecimento de Água implantado.

O referido Curso deverá ser voltado, também, para proporcionar uma relação satisfatória entre a operação e manutenção do empreendimento e o meio ambiente. Da mesma forma, o curso deverá formar a consciência de que o PRESTADOR DE SERVIÇOS terá como responsabilidade a adequada operação e manutenção do sistema, uma vez que o mesmo passará a estar presente na vida dos moradores e que em face de qualquer ocorrência inadequada dos serviços, passarão a exigir do PRESTADOR DE SERVIÇOS a pronta atenção de seus técnicos, para a solução dos problemas surgidos.

O conteúdo detalhado do Curso deverá ser apresentado à FISCALIZAÇÃO antes do final das obras, no período que antecede à fase de pré-operação do sistema, e deverá, no mínimo, tratar sobre:

- (i) noções básicas na área de engenharia sanitária envolvendo os conceitos pertinentes, características da qualidade de água bruta e potável em termos qualitativos e quantitativos, tipos de sistemas de Abastecimento de Água existentes, os elementos constituintes destes sistemas (ligações prediais, rede de distribuição de água, reservação, estações elevatórias, estações de tratamento, adutoras, etc.) e



REV 5ªGRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

suas funções, necessidade de tratamento da água e atendimento à Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, com foco nos principais itens a serem atendidos bem como nas faixas de tolerância existentes, além dos cuidados com a água tratada no intuito de manter sua potabilidade até o domicílio do usuário. O projeto do sistema de Abastecimento de Água implementado deverá ser apresentado aos treinandos, de modo a permitir que estes tenham um perfeito conhecimento do tipo de sistema com que irão trabalhar;

- (ii) noções de segurança relativas a todos os procedimentos que envolvam riscos nas atividades de operação e manutenção do sistema de Abastecimento de Água implantado, em conformidade com as normas de segurança do trabalho;
- (iii) noções básicas de consciência ambiental;
- (iv) e na medida em que haja interação das equipes com a população, as noções de convivência com os clientes do PRESTADOR DE SERVIÇOS, sempre que demandarem seus serviços.

Mais especificamente sobre o sistema, o curso deverá abordar, no mínimo, os temas, como segue.

11.5 – MANUTENÇÃO DA REDE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA, DE LIGAÇÕES PREDIAIS E DE ADUTORAS

Para a realização da manutenção das redes de distribuição de água, são previstas as seguintes atividades:

- Conserto de cavaletes e registros das ligações prediais;
- Limpeza de caixa de registro ou de abrigo de hidrômetro com recuperação;
- Substituição do registro de cavalete;
- Instalação ou substituição de Kit cavalete;
- Remanejamento, desmembramento parcial ou elevação de hidrômetro;
- Ligação de água, remanejamento total ou substituição – padrão;
- Construção de barrilete e retirada de ligação;
- Corte no pé de rede com ou sem pavimentação;
- Corte no ramal com ou sem pavimentação;
- Religação de água – pé de rede ou ramal;
- Conserto de ramal, PEAD, PVC, FoFo e Pé de Rede - Com ou sem pavimentação;
- Conserto de rede de PVC 32 mm a 100 mm, com ou sem pavimentação;
- Conserto de rede de PVC superior a 100 mm, com ou sem pavimentação;
- Conserto de rede de FºFº de 50 mm a 150 mm, com ou sem pavimentação;



REV 5ª GRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- Sondagem em rede de água;
- Interligação de ramal;
- Verificação de falta de água, pressão e vazamentos;
- Conserto de registro de 50 mm a 100 mm;
- Instalação ou substituição de registro de rede;
- Recuperação e reposição de tampa de caixa de registro;
- Revisão e cadastro de registro; dentre outros.

As descrições dessas atividades serão apresentadas em item subsequente e deverão ser ajustados pela EMPREITEIRA, caso haja necessidade. É importante destacar que os ajustes deverão ser previamente aprovados pela CODEVASF.

Deverá ser abordada a importância da reposição e manutenção dos equipamentos utilizados e a prática do uso dos utensílios e equipamentos adequados para cada situação requerida.

Deverá ser explicada sobre a necessidade de não serem improvisadas soluções quando das intervenções nas redes, quando da ocorrência de rompimento de tubulações, devido ao elevado risco de entrada de água do lençol subterrâneo nas redes prejudicando a sua potabilidade, ou mesmo surgimento de vazamentos que proporcionam perdas de água e elevação dos custos operacionais.

Deve-se, ainda, propor a adoção de uma rotina de inspeção que obedeça a intervalos adequados, determinados pela FISCALIZAÇÃO.

Outras tantas informações pertinentes poderão ser acrescidas pela EMPREITEIRA.

11.6 – ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Deverão ser abordados os principais assuntos relativos às estações elevatórias, como segue, além daqueles a serem propostos pela EMPREITEIRA decorrente das especificidades dos equipamentos a serem instalados no sistema:

- Conjuntos motor-bomba: deverão ser operados por pessoal treinado, sendo efetuadas revisões nos motores elétricos a cada ano e recondicionamento a cada 5 anos, ou conforme indicado pelo fabricante.
- Componentes elétricos: transformadores de tensão, geradores e painéis de comando deverão ser analisados, especialmente segundo os parâmetros de avaliação fixadas pelo fabricante.



REV 5ª GRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- Comportas, registros e válvulas deverão ser verificados também, mediante uma rotina a ser estabelecida pela EMPREITEIRA.
- Grades de Limpeza ou Válvulas de Pé com Crivo: deverão ser verificadas, com especial atenção no início da operação, e também estabelecida uma rotina, segundo as necessidades de limpeza, verificadas pela observação dos níveis de ocorrência para cada caso.
- Definições de rotinas: deverão ser discutidas e estabelecidas a priori, para eventuais ajustes no período de Operação Assistida;
- Parâmetros para monitoramento: serão estabelecidos pela EMPREITEIRA, em consonância com aqueles definidos no item subsequente destas especificações, e em comum acordo com a equipe do PRESTADOR DE SERVIÇOS, no período de Operação Assistida.

11.7 – RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

Entre as proposições a serem feitas pela EMPREITEIRA, as seguintes abordagens deverão ser levadas em conta, como sugestão para o conteúdo do curso:

- Início de operação dos reservatórios: a operação dos reservatórios tem como ponto de partida conservar as características pré-estabelecidas em projeto, no que se refere à pressão e à vazão, na entrada de cada reservatório, sendo indispensável ao bom funcionamento do sistema de abastecimento de água, evitando excesso de água em determinada localidade e falta de água em outra;
- Após o estabelecimento do equilíbrio de operação inicial, deverá ser construída rotina operacional a ser utilizada durante toda a vida útil do projeto. Para os reservatórios verifica-se que a definição de atividades rotineiras de manutenção preventiva é de extrema importância para a operação adequada do sistema.
- Unidades de medição e controle de vazão: as atividades periódicas de manutenção das unidades de medição e controle de vazão consistem em limpar os vertedouros e encaixes das comportas dos dispositivos de entrada e saída com auxílio de escovão, para evitar que se formem crostas de espuma; e lubrificar as hastes das comportas com graxa, evitando dificuldades nos seus acionamentos.
- Deverão ser definidas rotinas operacionais para a verificação de vazamentos tanto nos reservatórios, quando nos equipamentos de entrada e saída. Toda vez que algum vazamento for detectado, deverão ser tomadas medidas corretivas no sentido de promover sua extinção.
- Os reservatórios deverão ser limpos periodicamente, em espaço de tempo nunca superior a 6 meses. Quando da limpeza dos reservatórios deverão ser tomados todos os cuidados para evitar a contaminação da água tratada, incluindo-se a utilização de produtos químicos para sua desinfecção. Alerta-se, ainda, que antes de colocar o reservatório novamente em carga, o mesmo deverá ser cheio e colocado produto de desinfecção de água (por exemplo, pastilha de cloro), em quantidade compatível

REV 5ªGRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

com o volume do reservatório e o mesmo somente deverá ser colocado em operação após 30 mm de tempo de contato da água tratada com o produto químico adicionado.

- Manutenção da Área dos Reservatórios: as atividades específicas de manutenção da área dos reservatórios consistem basicamente em:
 - Combater qualquer início de erosão, verificando o estado de conservação dos gramados de proteção;
 - Verificar a integridade das cercas do perímetro dos reservatórios, visando impedir a entrada de animais ou pessoas estranhas;
 - Verificar o estado de conservação e limpeza das calhas coletoras de águas pluviais para absorção das águas de lavagem dos reservatórios, quando existentes;
 - Pintar os reservatórios, cercas e placas de avisos, conferindo um aspecto agradável à área dos reservatórios.
 - Definição das medidas corretivas a serem adotadas para solucionar os problemas operacionais mais frequentes;
 - Definição dos cuidados necessários para a correta conservação das estruturas físicas do sistema.

11.8 – ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Entre as proposições a serem feitas pela EMPREITEIRA, as seguintes abordagens deverão ser levadas em conta, como sugestão para o conteúdo do curso:

- Início de operação das ETA's: a operação das ETA's tem como ponto de partida conservar as características pré-estabelecidas em projeto e indispensáveis ao bom funcionamento do processo, como manutenção das obras e demais dispositivos construídos. Após o estabelecimento do equilíbrio de operação inicial, com a definição dos quantitativos de produtos químicos a serem utilizados, bem como a definição de uma possível variação ao longo do ano decorrente da variação da qualidade de água bruta, a operação ficará limitada a exames de rotina. As análises especiais serão realizadas somente em casos de variação significativa da qualidade de água ou em estudos especiais. A maioria das medidas propostas para o restabelecimento das condições normais de operação confundem-se com as tarefas afetas à manutenção, cujas deficiências ou omissões provocam distúrbios operacionais.
- Controle das unidades de tratamento: embora as unidades principais das ETA's sejam as pré-fabricadas, as mesmas dispõem de dispositivos para recomposição de materiais utilizados no processo (areia, brita, etc.), além de mecanismos que permitem as suas limpezas. Os problemas vigentes nessas unidades de tratamento referem-se ao excesso ou falta de produtos químicos nos pontos de aplicação, além de areia (material filtrante), em caso de velocidades elevadas. O primeiro caso é provocado por variação na qualidade de água decorrente de períodos chuvosos ou de ações imprevistas que ocorrem próximas à captação, afetando a qualidade de água do manancial. O segundo caso decorre da velocidade de escoamento demasiadamente elevada, podendo ser provocada por

REV 5ªGRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

problemas nas unidades de recalque.

- Nas unidades que apresentam caixas de areia deverá ser verificado o arraste de areia no efluente das caixas de desarenação, que por sua vez, tem como causas a velocidade demasiadamente alta do fluxo e o tempo de detenção na câmara demasiadamente curto. As soluções para estes problemas consistem em remover, com maior frequência, a areia acumulada nos depósitos da caixa de desarenação, colocar em funcionamento as duas unidades de desarenação e ampliar a área da seção transversal das caixas de areia. A manutenção da infra-estrutura implantada deverá ficar a cargo do PRESTADOR DE SERVIÇOS local, estando seus custos já previstos no projeto.

Dentre as atividades de manutenção destas infra-estruturas, que geralmente se confundem com as atividades de operação e controle, cita-se:

- Remoção e lavagem do material retido nas grades (quando existentes), o qual após ser escoado, deverá ser enterrado ou armazenado em containeres para recolhimento pelo serviço de limpeza pública;
- Quando existente, fazer a descarga ou a limpeza da caixa de areia sempre que o material acumulado ocupar a metade da altura da câmara de armazenamento ou 2/3 do seu comprimento;
- A areia retirada, bem como o material sedimentado, deve ser transportado para ser enterrado ou coletado pela limpeza pública;
- Caso existam, as unidades de medição e controle de vazão: as atividades periódicas de manutenção das unidades de medição e controle de vazão consistem em limpar os vertedouros e encaixes das comportas dos dispositivos de entrada e saída com auxílio de escovão, para evitar que se formem crostas de espuma; e lubrificar as hastes das comportas com graxa, evitando dificuldades nos seus acionamentos.
- Manutenção da Área da ETA: as atividades específicas de manutenção da área da ETA consistem basicamente em:
 - Combater qualquer início de erosão, verificando o estado de conservação dos gramados de proteção;
 - Verificar a integridade das cercas do perímetro da ETA, visando impedir a entrada de animais ou pessoas estranhas;
 - Verificar o estado de conservação e limpeza das calhas coletoras de águas pluviais, quando existentes;
 - Pintar cercas e placas de avisos, conferindo um aspecto agradável à área da ETA.
- Particularmente sobre o tratamento de água, o curso deverá abordar desde os aspectos que ocorrem na entrada da ETA até a aplicação final de produtos químicos, descrevendo-se a forma de funcionamento de cada unidade operacional, devendo ser detalhados os seguintes tópicos:
 - Definição das responsabilidades no sistema de captação, recalque e tratamento de água, especificando as atividades e tarefas pertinentes a cada técnico;

REV 5ªGRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- Definição das medidas corretivas a serem adotadas para solucionar os problemas operacionais mais freqüentes;
 - Discutir, de modo a solucionar o mais rapidamente possível, os problemas mais comuns que podem perturbar o funcionamento do tipo de ETA implantado;
 - Definição dos métodos visuais e análises laboratoriais para um controle mais criterioso da estação de tratamento;
 - Apresentação de um modelo de ficha para o registro dos dados e informações que permitam aos responsáveis pelo sistema avaliar, em qualquer tempo, a eficiência dos processos de tratamento, e;
 - Definição dos cuidados necessários para a correta conservação das estruturas físicas do sistema.
 - Deve-se, ainda, aproveitar o ensejo para fornecer informações sobre regras de higiene e segurança, esclarecendo aos treinandos sobre os perigos a que ficarão expostos, a necessidade do uso de equipamentos de proteção individual e coletiva, princípios básicos de prevenção de acidentes, segurança no manuseio de produtos químicos e noções de primeiros socorros.
- Quanto à incorporação do enfoque ambiental, o curso deve fornecer informações relativas, principalmente, ao controle da poluição dos recursos hídricos e dos solos, decorrente da utilização de produtos químicos no processo de depuração das águas brutas, com ênfase sobre:
 - Legislação ambiental vigente (enquadramento do manancial, qualidade mínima de tratamento para se ter a potabilidade da água segundo a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e de preservação das áreas contíguas à ETA, etc.),
 - Capacidade de produção de água do manancial em comparação com a quantidade de água a ser captada ao longo do período de operação do sistema;
 - Manejo e disposição adequada dos resíduos gerados nas ETA's (inclusive o lodo) e nas estações elevatórias,
 - Reuso das águas de lavagem e os procedimentos a serem adotados para evitar a geração de impactos ambientais negativos nocivos à saúde da população, de animais ou de vegetais, entre outros problemas.

Ressalta-se que os procedimentos requeridos para a operação e manutenção do sistema de Abastecimento de Água e para o monitoramento da qualidade da água bruta e tratada, bem como da eficiência das ETA's, os quais devem compor o conteúdo programático do Curso de Capacitação ora proposto, são parte integrante do controle do funcionamento do sistema e das medidas de proteção ambiental, conforme será abordado no item sobre as ações de Operação Assistida, adiante descrito.

O curso deverá apresentar uma carga horária mínima de 60 horas/aula e a metodologia a ser adotada no desenvolvimento do mesmo prevê a execução de aulas expositivas e práticas, trabalhos de grupo, discussões e debates, dinâmicas de grupo e pesquisa bibliográfica. Deverá ser fornecido aos treinandos, antecedendo o início das aulas, material didático sobre o conteúdo do curso.

REV 5ª GRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

A EMPREITEIRA deverá verificar se o conteúdo para o curso apresentado nestas especificações oferece a formação básica completa para que os técnicos do PRESTADOR DE SERVIÇOS possam operar e manter adequadamente o sistema implantado. Caso seja identificado na época da realização do curso, pela própria EMPREITEIRA, pelos técnicos do PRESTADOR DE SERVIÇOS, a necessidade de temas complementares ao conteúdo programado, a EMPREITEIRA deverá providenciá-los.

11.9 – OPERAÇÃO ASSISTIDA

Após o evento de capacitação, a EMPREITEIRA promoverá a operação assistida do sistema de Abastecimento de Água das localidades pertencentes ao município de Pão de Açúcar/AL, em que todos os componentes do sistema serão operados e mantidos pela Equipe da EMPREITEIRA, em conjunto com a equipe do PRESTADOR DE SERVIÇOS, de forma que esta seja totalmente assistida e orientada pela EMPREITEIRA. Esta deverá levar em conta na operação e manutenção do sistema, o rigor das boas práticas, mas por outro lado, adequar na medida do necessário, os procedimentos às condições locais do PRESTADOR DE SERVIÇOS.

A partir do início da Operação Assistida a equipe do PRESTADOR DE SERVIÇOS, com os técnicos distribuídos de acordo com as funções designadas para a operação e manutenção do sistema, desenvolverão suas atividades, adequadamente orientada pela equipe da EMPREITEIRA, conforme as seguintes premissas:

- a. Manter a rede de coleta e ramais domiciliares em conformidade com os requisitos apresentados nestas especificações, com o acompanhamento e orientação da EMPREITEIRA.
- b. Operar e manter as estações elevatórias e adutoras (por recalque ou gravidade) em conformidade com os requisitos apresentados nestas especificações. Com relação a essas unidades, deverão ser estabelecidas rotinas para verificação dos seguintes procedimentos e parâmetros de acompanhamento do desempenho dessas unidades operacionais:
 - Limpeza das grades, quando existentes;
 - Partidas dos conjuntos motor-bomba;
 - Paradas dos conjuntos motor-bomba;
 - Tensão elétrica (voltímetro);
 - Corrente elétrica (amperímetro);
 - Pressão (manômetro);
 - Níveis de água do poço de sucção da elevatória de água tratada;
 - Outros procedimentos e parâmetros julgados necessários;
 - Alertar ao supervisor e anotar no livro de controle das elevatórias, as seguintes anormalidades:

REV 5ªGRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- Ruído estranho nos equipamentos;
 - Vibração excessiva;
 - Falta de lubrificação;
 - Aquecimentos excessivos;
 - Faísca de fogo e/ou centelhas na parte elétrica e zumbido no quadro de comando e/ou subestação, gerador;
 - Defeito nas instalações civis, elétricas, hidro-sanitárias e nos equipamentos da estação;
 - Enfim, qualquer anormalidade existente na área da elevatória.
- Zelar, preservar e limpar a área interna da estação, assim como os equipamentos;
- Proibir a permanência de pessoas estranhas aos trabalhos na área da estação;
- Identificar, com o maior número de detalhes possíveis, os defeitos apresentados pelos conjuntos motor-bomba, quadros, painéis, válvulas, subestações e demais dispositivos de controle, antes de avisar ao escritório local.
- C.** Operar e manter as estações de tratamento em conformidade com os requisitos apresentados nos termos de referência, bem como do fabricante de cada um dos equipamentos/unidades operacionais. Com relação a essas unidades, deverão ser apresentadas planilhas de controle com requisitos e parâmetros mínimos de acompanhamento do desempenho dessas unidades operacionais, conforme orientações dos fabricantes.
- Alertar aos supervisores e anotar no livro de controle das ETA's, as seguintes anormalidades:
 - Defeito nas instalações civis, elétricas e hidro-sanitárias;
 - Aspectos anormais nas amostras de água, bem como nas características físicas e organolépticas da água na entrada e na saída da ETA;
 - Quando existirem, funcionamento inadequado nas caixas de areia, medidores de vazão, etc.;
 - Qualquer outra anormalidade existente nas áreas da ETA.

11.9.1 – São requeridos da EMPREITEIRA para o Curso de Capacitação e para a Operação Assistida

a. A seguinte equipe mínima:

- (i) 1 (um) coordenador, preferencialmente engenheiro, com comprovada experiência em operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água, o qual ficará responsável pela condução de toda a Operação Assistida e Capacitação da Equipe do PRESTADOR DE SERVIÇOS e será o profissional da EMPREITEIRA responsável por todos os contatos com PRESTADOR DE SERVIÇOS e com a CODEVASF no que concerne aos procedimentos operacionais, durante esta etapa dos trabalhos;



REV 5ªGRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- (ii) 1 (um) Engenheiro com comprovada experiência em operação e manutenção de unidades eletromecânicas de sistemas de abastecimento de água, envolvendo estações elevatórias de água e sua alimentação elétrica e automação;
 - (iii) 1 (um) profissional com nível superior, com comprovada experiência em treinamento de equipes para operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água, segundo os requisitos apresentados nestas especificações;
 - (iv) 2 (dois) operadores de estações elevatórias de água e estações de tratamento de água do tipo a ser implantado;
 - (v) 2 (dois) serventes para trabalhos diversos em redes de abastecimento de água, adutoras, ligações prediais, estações elevatórias e estações de tratamento do tipo a ser implantado;
- b. Que a equipe da EMPREITEIRA utilize no período de Operação Assistida, uniformes no padrão da área operacional do PRESTADOR DE SERVIÇOS, além dos EPI's, EPC's e EPA's, atendendo aos padrões de segurança em conformidade com as Normas Regulamentadoras – NR, da legislação brasileira.

11.10 – TESTE DE ACEITAÇÃO

Será realizado com a finalidade de verificar o funcionamento dos vários elementos do sistema. Estes testes têm por objetivo a determinação da capacidade, eficiência, regulação e correção das demais condições operacionais dos vários equipamentos, e o confronto destes resultados com os valores e condições garantidos.

Durante o teste será feita inspeção visual com o objetivo de observar o comportamento operacional dos equipamentos e instrumentos.

Os instrumentos necessários à execução dos testes serão de responsabilidade da EMPREITEIRA.

Serão colocados em teste de operação todas as unidades construídas, considerando testes de estanqueidade por um período mínimo de 60 (sessenta) dias, findo os quais, caso não se constate nenhum problema operacional e/ou construtivo, será procedido o recebimento definitivo da obra, através de comissão especificamente designada pelo PRESTADOR DE SERVIÇOS e pela CODEVASF.

Qualquer teste de equipamento ou procedimento fora do objeto das obras deverá ser previamente aceito pela Fiscalização.

Se o resultado de um teste, ajuste, limpeza, lavagem, etc., for considerado pela FISCALIZAÇÃO como “não satisfatório” a EMPREITEIRA deverá repeti-lo sem ônus para o PRESTADOR DE SERVIÇOS.



REV 5ªGRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

O Teste de Aceitação, a critério do PRESTADOR DE SERVIÇOS, e em comum acordo com a EMPREITEIRA, poderá ser feito no período de Operação Assistida, desde que não comprometa a eficácia desta.

11.11 – DESCRIÇÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO DE REDES E LIGAÇÕES PREDIAIS

Neste capítulo apresentam-se as descrições dos serviços que devem ser considerados quando da realização das atividades de manutenção em redes de distribuição de água e ligações prediais.

É importante destacar que essas descrições serão ser observadas quando da realização da Operação Assistida, sendo que seu detalhamento deverá compor o Manual de Operação definitivo para o Sistema de Abastecimento de Água a ser elaborado pela EMPREITEIRA e disponibilizado ao PRESTADOR DE SERVIÇOS. Essas atividades deverão se desenvolvidas tanto em caráter corretivo, quanto em caráter preventivo, sempre com o objetivo de manter de maneira adequada a operação do sistema durante toda a sua vida útil.

A seguir apresenta-se a descrição de cada uma das principais atividades a serem desenvolvidas na manutenção das redes de distribuição de água, bem como das ligações prediais.

11.12 – CONERTO DE CAVALETE E REGISTRO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Refazer juntas com vazamento;
- Substituição de gaxetas, hidrômetros, guarnições e peças que apresentem defeitos;
- Limpeza e desobstrução do filtro do hidrômetro;
- Nivelamento do cavalete;
- Escavação e recomposição com compactação do solo escavado;
- Retirar e transportar para local adequado todo material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Recompôr calçadas, gramados e outros elementos urbanísticos;
- Anotar na ordem de serviços, se o vazamento é antes ou após o hidrômetro, as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local;
- Colocar o lacre e atualizar dados cadastrais;
- Especificar onde começa e termina o cavalete (para os técnicos de manutenção será considerado cavalete as manutenções executadas após o adaptador.

11.13 – LIMPEZA DE CAIXA DE REGISTRO OU DE ABRIGO DE HIDRÔMETRO COM RECUPERAÇÃO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Executar a limpeza das caixas, retirando areia, terra, pedras ou entulhos que estejam dentro das mesmas;
- Executar a limpeza através da escovação do corpo do registro/hidrômetro e tubulações adjacentes;
- Repor novas tampas quando danificadas;
- Retirar e transportar para local indicado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Recompôr calçadas, gramados e outros elementos urbanísticos;
- Anotar na ordem de serviço as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.14 – SUBSTITUIÇÃO DE REGISTRO DE CAVALETE

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Demolir mureta, abrigo ou muro;
- Substituir o registro, reprogramar a construção do abrigo / caixa / reparo;
- Colocar lacre e atualizar dados cadastrais, retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Recompôr calçadas, gramados e outros elementos urbanísticos;
- Anotar na ordem de serviço as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local;
- Colher o número do hidrômetro e assinatura do cliente no verso da OS. (Serviço na maior parte das vezes é cobrado);
- Anotar na OS se o registro foi entregue ao cliente.

11.15 – INSTALAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DE KIT CAVALETE

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:



- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Demolir mureta, abrigo ou muro;
- Substituir / instalar o kit cavalete completamente;
- Instalar novo hidrômetro ou o existente, se necessário restabelecer a conexão do ramal interno;
- Colocar lacre e atualizar dados cadastrais;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Recompôr calçadas, gramados e outros elementos urbanísticos;
- Anotar as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.16 – REMANEJAMENTO, DESMEMBRAMENTO PARCIAL OU ELEVAÇÃO DE HIDRÔMETRO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Deslocar o ramal e o cavalete em uma distância de até 1 (um) metro na horizontal, em relação à posição do colar de tomada;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Colocar lacre quando necessário e atualizar dados cadastrais;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.17 – LIGAÇÃO DE ÁGUA, REMANEJAMENTO TOTAL OU SUBSTITUIÇÃO – PADRÃO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento;



REV 5ª GRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- Executar escoramento;
- Executar nova ligação;
- Desativar a ligação existente;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Colocar lacre e atualizar dados cadastrais;
- Retirar e transportar para local apropriado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.18 – CONSTRUÇÃO DE BARRILETE E RETIRADA DE LIGAÇÃO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Desativar totalmente a ligação existente ou executar o trecho de rede do barrilete;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Atualizar dados cadastrais;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.19 - CORTE NO PÉ DE REDE COM OU SEM PAVIMENTAÇÃO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Executar escoramento;
- Retirar parcialmente ou totalmente o ramal predial junto à rede de água;



REV 5ª GRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- Repor o solo escavado com compactação;
- Atualizar dados cadastrais;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço o local exato do corte amarrando a um ponto de referência, e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.20 – CORTE NO RAMAL COM OU SEM PAVIMENTAÇÃO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Cortar o fornecimento com a interrupção do ramal predial em área pública;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Atualizar dados cadastrais;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço o local exato do corte amarrando a um ponto de referência, e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.21 – RELIGAÇÃO DE ÁGUA – PÉ DE REDE OU RAMAL

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Executar a religação restabelecendo o abastecimento, conectando o ramal à rede de distribuição;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Colocar lacre e atualizar dados cadastrais;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;

REV 5ª GRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- Anotar na ordem de serviço o local exato da religação amarrando a um ponto de referência, e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.22 – CONCERTO DE RAMAL PEAD, PVC, FºFº E PÉ DE REDE – COM OU SEM PAVIMENTAÇÃO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Executar escoramento;
- Consertar a tubulação;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Colocar lacre quando necessário e atualizar dados cadastrais;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Recompôr calçadas, gramados e outros elementos urbanísticos;
- Anotar na ordem de serviço as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local;

Ramal inicia-se no adaptador do pé de rede e vai até o adaptador do cavalete.

11.23 – CONCERTO DE REDE DE PVC 60 MM A 110 MM COM OU SEM PAVIMENTAÇÃO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Executar escoramento;
- Consertar a tubulação;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Atualizar dados cadastrais e o cadastro de rede;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Recompôr calçadas, gramados e outros elementos urbanísticos;



REV 5ª GRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- Anotar na ordem de serviço as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.24 – CONserto DE REDE DE PVC SUPERIOR A 110 MM COM OU SEM PAVIMENTAÇÃO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Executar escoramento;
- Consertar a tubulação;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Atualizar dados cadastrais e o cadastro de rede;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.25 – CONserto DE REDE FºFº OU DEFOFO DE 50 MM A 150 MM COM OU SEM PAVIMENTAÇÃO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Executar escoramento;
- Consertar a tubulação;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Atualizar dados cadastrais e o cadastro de rede;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.



11.26 – SONDAGEM EM REDE DE ÁGUA

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento para identificar a existência ou localização da rede;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Compactar o local;
- Atualizar dados cadastrais e o cadastro de rede;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.27 – INTERLIGAÇÃO DE RAMAL

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Executar escoramento;
- Liberar as extremidades do ramal junto ao cavalete;
- Instalar o novo ramal efetuando descarga de acordo com o procedimento e controle de qualidade de água;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Atualizar dados cadastrais;
- Retirar e transportar para adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço os serviços complementares.

11.28 – VERIFICAÇÃO DE FALTA DE ÁGUA, PRESSÃO E VAZAMENTOS

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:



- Verificar se a falta de água, baixa pressão ou vazamento, ocorre na ligação do cliente, nas demais ligações ou em rede;
- Verificar se na ligação, retirar o hidrômetro verificando o fluxo de água;
- Caso não seja o cavalete, informar ao Posto de Serviço;
- Caso seja na rede de distribuição, providenciar a interrupção do abastecimento e informar ao Posto de Serviço;
- Caso ocorra à execução do conserto, considerar apenas a execução do serviço (conserto em cavalete, ramal ou rede).

11.29 – CONserto DE REGISTRO DE MANOBRA

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Refazer juntas com vazamento;
- Substituição de gaxetas, guarnições e peças que apresentem defeitos;
- Escavação e recomposição compactada do solo escavado;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local;
- Atualizar dados cadastrais e cadastro do registro.

11.30 - INSTALAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DE REGISTRO DE REDE

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Escavar o local com ou sem pavimento;
- Instalar ou substituir o registro;
- Repor o solo escavado com compactação;
- Atualizar dados cadastrais e o cadastro de rede;



REV 5ª GRD/UEP/CODEVASF – JAN 2013

- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.31 – RECUPERAÇÃO E REPOSIÇÃO DE TAMPA DE CAIXA DE REGISTRO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Isolar e sinalizar o local;
- Executar a limpeza das caixas, retirando areia, terra, pedras ou entulhos que estejam dentro das mesmas;
- Recuperar as caixas pré-moldadas ou de alvenaria;
- Repor novas tampas quando danificadas;
- Executar a limpeza através da escovação do corpo do registro/hidrômetro e tubulações adjacentes;
- Retirar e transportar para local adequado todo o material, entulho e detritos decorrentes da execução do serviço;
- Anotar na ordem de serviço as causas prováveis da ocorrência e os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

11.32 – REVISÃO E CADASTRO DE REGISTRO

Os serviços que devem compor essa descrição de atividades são:

- Executar a inspeção do registro e caixa de proteção, anotando suas dimensões (m), diâmetro (mm), material da caixa, tipo de tampa e as medidas horizontais aos pontos ou alinhamentos das vias urbanas e/ou logradouros locais;
- Manobrar o registro (quando possível e viável), verificando sua operacionalidade e a área de fechamento;
- Confeccionar numeração e instalar nos parafusos do flange ou da gaxeta dos registros;
- Anotar na ordem de serviço os serviços complementares, bem como as irregularidades constatadas no local.

12 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 2000. Brasília: DNPM, v.29, 2000. 401p.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria de Minas e Metalurgia; CPRM – Serviço Geológico do Brasil [CD ROM] Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil, Sistema de Informações Geográficas .. SIG. Mapas na escala 1:2.500.000. Brasília: CPRM, 2001. Disponível em 04 CD's

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Geografia do Brasil. Região Nordeste. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. Disponível em 1 CD

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapas Base dos municípios do Estado de Alagoas. Escalas variadas. Inédito.

LEAL, José Menezes Inventário hidrogeológico do Nordeste. Folha nº 20 .. Aracajú NE. Recife: SUDENE, 1970. 150p.

RODRIGUES E SILVA, Fernando Barreto; SANTOS, José Carlos Pereira dos; SILVA, Ademar Barros da et al [CD ROM] Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil: diagnóstico e prognóstico. Recife: Embrapa Solos. Petrolina: Semi-Árido, 2000. Disponível em 1 CD

Projeto Cadastramento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado de Alagoas, /Divisão de Hidrogeologia Exploração-DIHEXP. CPRM, 2005.

Mapa Hidrogeológico do Nordeste, Folha 20. SUDENE, 1972.

www.salttadini.com.br/tech/espec.htm