



PRÓ-RURAL

SANEAMENTO AMBIENTAL PARA COMUNIDADES RURAIS

SÃO MIGUEL/ GUARAPARI - ES

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BENEVENTE

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

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

VOLUME II: PROJETO BÁSICO

TOMO I – Memorial Descritivo, Justificativo e de Cálculo

Maio/2013

A-052-000-00-0-MD-0004

VERSÃO 3



COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO

PRÓ-RURAL – PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL

SÃO MIGUEL / GUARAPARI- ES

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

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

RESUMO:

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

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

3	05/2013	A	3ª ENTREGA	Lucas Vassale	Júlio Cezar de Carvalho	Júlio Cezar de Carvalho	CESAN
2	07/2012	A	2ª ENTREGA	Rodrigo Polizzi	Júlio Cezar de Carvalho	Júlio Cezar de Carvalho	CESAN
1	03/2012	A	1ª ENTREGA	Rodrigo Polizzi	Júlio Cezar de Carvalho	Júlio Cezar de Carvalho	CESAN
VER	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

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

PROJETISTA:

YC ENGENHARIA Ltda

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



EQUIPE TÉCNICA:

Engº Júlio César de Carvalho
Engº Lucas Vassale

VOLUME:

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

REFERÊNCIA:

Maior/2013

SUMÁRIO

O estudo do Sistema de Abastecimento de Água da localidade de São Miguel distrito do município de Guarapari – ES é composto por dois volumes distribuídos segundo a descrição a seguir:

VOLUME I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

VOLUME II – PROJETO BÁSICO:

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

ÍNDICE

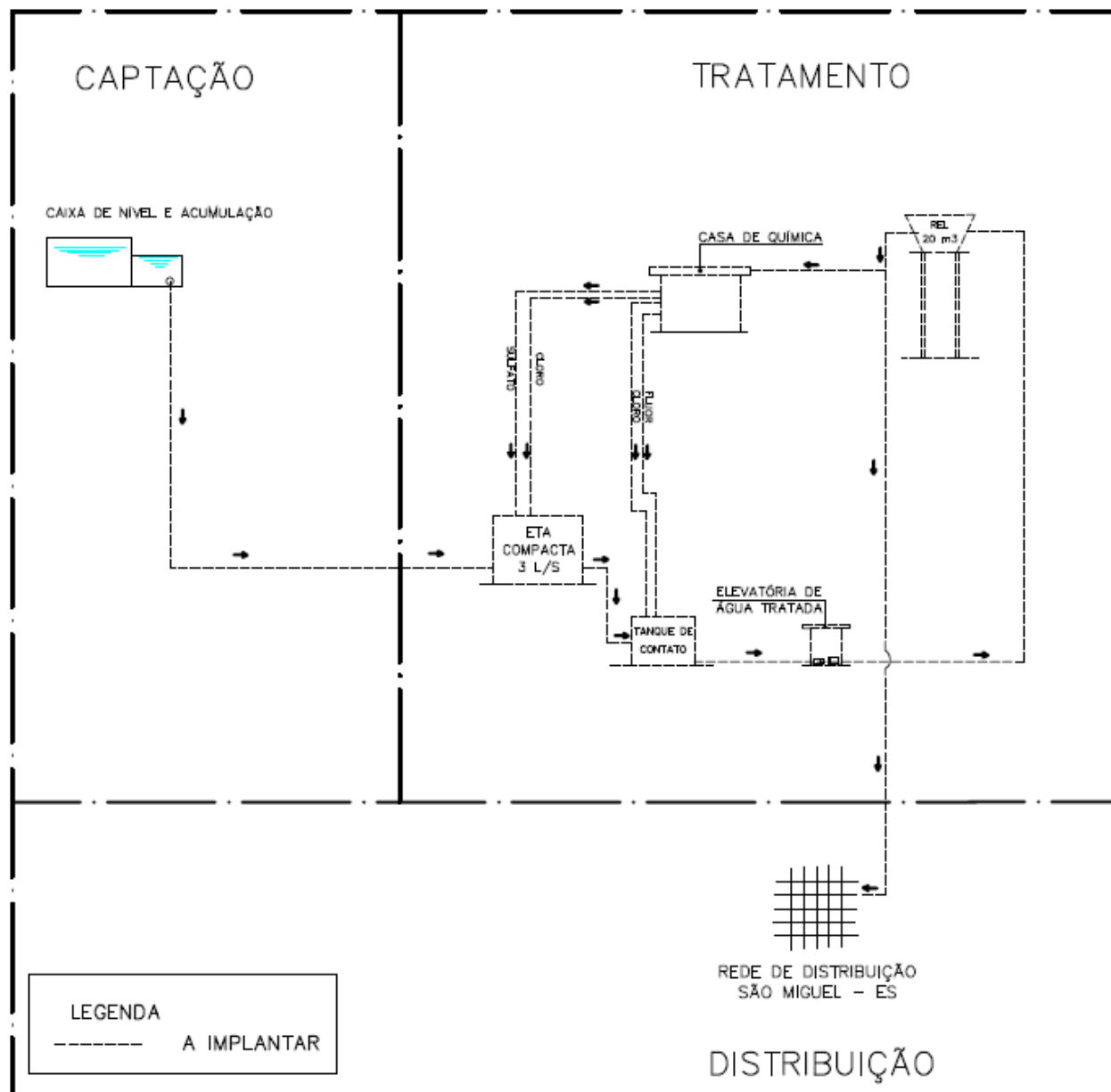
1	SÍNTESE DO PROJETO	6
2	INTRODUÇÃO	9
3	CARACTERIZAÇÃO	10
3.1	LOCALIZAÇÃO	11
3.2	ACESSO	12
3.3	MEIO FÍSICO	13
3.4	CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONOMICAS	14
3.5	INFRA-ESTRUTURA	14
4	SISTEMA EXISTENTE	16
5	ELEMENTOS E PARÂMETROS PARA O PROJETO – SAA	18
5.1	ALCANCE DE PROJETO	18
6	PROJEÇÃO POPULACIONAL	19
7	DEMANDA DO SAA DE SÃO MIGUEL	21
7.1	ÍNDICE DE ATENDIMENTO	21
7.2	CONSUMO PER CAPITA	21
7.3	TEMPO DE FUNCIONAMENTO	21
7.4	CÁLCULO DAS VAZÕES	21
8	SISTEMA PROPOSTO	24
8.1	INTRODUÇÃO	24
8.2	MANANCIAL / CAPTAÇÃO	26
8.3	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA – AAB	27
8.3.1	Características hidráulicas da AAB	28
8.3.2	Aspectos construtivos da AAB	31
8.3.3	Blocos de ancoragem	31
8.3.4	Órgãos acessórios	32
8.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)	33
8.4.1	Tubulações de interligação entre as unidades da ETA	35
8.5	TANQUE DE CONTATO (TC)	35
8.6	CASA DE QUÍMICA	37
8.6.1	Instalação sanitária	38
8.6.2	Laboratório	38
8.6.3	Sala de dosagem e produtos utilizados	39
8.6.4	Depósito para produtos químicos	47
8.6.5	Disposição dos produtos químicos	47
8.6.6	Alimentação de Água Potável para a Casa de Química	47
8.7	ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	48
8.7.1	Altura manométrica - Hman	49
8.7.2	Especificação do conjunto moto-bomba	53
8.8	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	55
8.8.1	Estudo de Transiente Hidráulico – Golpe de Aríete	55
8.8.2	Blocos de ancoragem	58
8.9	FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO NA ÁREA DA ETA	59
8.10	CAIXAS PASSAGEM E DESCARGA	60
8.10.1	Caixas de Passagem – Produtos Químicos	60

8.10.2	Caixas de descarga	60
8.10.3	Caixas de Descarga 1 e 2 para a Casa de Química	60
8.10.4	Caixa de Descarga 6 para Estação de Tratamento de Água.	60
8.10.5	Caixa de Descarga 3,4,5,7 e 8 para o REL e ETA	61
8.11	RESERVAÇÃO – ÁREA DA ETA	61
8.11.1	Reservatório Elevado	61
8.12	CERCA E PORTÃO DA ÁREA DA ETA	62
8.13	DISPONIBILIDADE ELÉTRICA NA ÁREA DA ETA	62
8.14	REDE DE DISTRIBUIÇÃO	62
8.15	LIGAÇÕES PREDIAIS	67
9	ANEXOS	68

1 SÍNTESE DO PROJETO

O Projeto Básico tem como objetivo apresentar as unidades projetadas referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Produção e Distribuição, para a localidade de São Miguel – Guarapari / ES. Serão projetadas as seguintes unidades: Captação, Adutora de Água Bruta, Estação de Tratamento de Água, Casa de Química, Elevatória de Água Tratada, Adutora de Água Tratada, Reservatório Elevado e Rede de Distribuição.

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



1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA	
2. LOCALIDADE: São Miguel	MUNICÍPIO: Guarapari
3. PARÂMETROS DO PROJETO	
População de início de plano: 340 habitantes	
População de final de plano: 558 habitantes	
Taxa de crescimento: 2,5/1,5/1,0	
Alcance de Projeto: 30 anos	
Capacidade de Atendimento da ETA: 3,00 l/s	
Consumo per capita: 150 l/hab/dia	
Coeficiente do dia de maior consumo: 1,2 (K1)	
Coeficiente do dia de menor consumo: 1,5 (K2)	
Vazão de Projeto: 2,44 l/s	
Tempo de operação da ETA: 12 horas/dia - final de plano	
4. FASES DO SISTEMA	
CAPTAÇÃO	Manutenção da atual captação feita através de caixas de nível e acumulação. Inserção de um pré-filtro em meia manilha de concreto, além de melhorias com realção ao acesso, cercamento, acabamento e pintura.
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	Implantação de 532,00m de tubulação PVC CL 12 DN50, ligando a captação à ETA.
TRATAMENTO	ETA existente, desativada, a ser demolida. Implantação de uma (01) ETA convencional compacta com capacidade para 3,0 l/s, melhorias na área da ETA (acesso, cercamento e urbanização), implantação de (01) uma casa de química nos padrões CESAN, implantação de (01) uma fossa séptica e (01) um sumidouro.
ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	Implantação da edificação. Dimensionamento de (02) dois conjuntos moto-bombas, sendo (01) um para reserva, com o intuito de alimentar o REL que abastecerá a localidade e o reservatório da casa de química.
RESERVAÇÃO	Reservatório existente será desativado e demolido. Implantação de (01) um reservatório elevado (REL) em fibra de vidro com capacidade de 20m³.
REDE DE DISTRIBUIÇÃO	Implantação de 3.058 m de tubulação em PVC PBA DN50 CI12 e 244 m de tubulação em PVC PBA DN75 CI12 .
LIGAÇÕES PREDIAIS	Implantação de 85 (oitenta e cinco) ligações domiciliares com hidrometração.

2 INTRODUÇÃO

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

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

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

- Dados fornecidos na visita técnica na localidade;
- Levantamento semi-cadastral da localidade de São Miguel / ES – YC Engenharia/2012;
- Levantamento topográfico de áreas para o projeto do SAA (elevatória de água tratada e estação de tratamento de água) – YC Engenharia/2012;
- Levantamento de faixa para o projeto da adutora de água bruta – YC Engenharia/2012;

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

3 CARACTERIZAÇÃO

Guarapari teve seu núcleo inicial de povoação instaurado em uma antiga taba goitacás, onde o Padre José de Anchieta ergueu uma capela em honra a Sant'Ana, e a residência dos missionários. Em 1677, o donatário Francisco Gil de Araújo levantou a igreja de Nossa Senhora da Conceição. A vila foi criada em 1679, com o nome da padroeira, cuja festa se comemora em 8 de dezembro. Tornou-se cidade em 1891. “Guara” “Parim” (garça manca, em linguagem indígena), a antiga vila fundada pelo Padre José de Anchieta em 1585 é hoje o principal pólo turístico do Espírito Santo.

No final do século XIX, colonos europeus (italianos, em sua maioria, que aportaram no Rio Benevente) se instalaram no interior do município, fundando as localidades de Todos os Santos, Rio Calçado, São Miguel, entre outras. A principal atividade econômica dessas famílias era o café além do plantio que faziam para a própria subsistência.

O município passou a ser atração turística em meados dos anos 60 devido à presença das areias monazíticas, que possuem propriedades medicinais.

Segundo o IBGE, a formação administrativa de Guarapari segue a seguinte ordem cronológica:

- Elevada à categoria de freguesia (ou paróquia) com a denominação de Aldeia dos Índios, pelo Alvará de 11 de janeiro de 1655;
- Elevado à categoria de vila com a denominação de Vila de Guarapari, pela Provisão de 01-01-1679. Instalada em 01-03-1679;
- Pela lei estadual n.º 26, de 24-12-1878, delimitou a área municipal;
- Pela lei estadual nº 578, de 05-12-1908, é criado o distrito de Todos os Santos e anexado ao município de Guarapari.
- Em divisão administrativa referente ao ano de 1933, o município é constituído de 3 distritos: Guarapari, Sagrada Família e Todos os Santos.
- Pelo decreto-lei estadual nº 15177, de 31-12-1943, o distrito de Sagrada Família foi desmembrado do município de Guarapari, passando a pertencer ao município de Alfredo Chaves.
- Em divisão territorial datada de 01-07-1960, o município é constituído de 3 distritos: Guarapari, Rio Calçado e Todos os Santos.
- Assim permanecendo em divisão territorial datada de 2005.

3.1 LOCALIZAÇÃO

São Miguel é uma localidade que está situada no município de Guarapari/ES, nas coordenadas 20° 35' 26.32" de latitude Sul e 40° 38' 15.94" de longitude Oeste.

O município de Guarapari está localizado a 51 km de Vitória, capital do Espírito Santo, na região Metropolitana do estado, na micro-região Metropolitana, latitude sul 20° 39' 28" e longitude oeste 40° 30' 39". Possui área equivalente a 1,19% do território estadual, com 592,23 km². Os municípios limítrofes são: Vila Velha, Anchieta, Alfredo Chaves, Viana, Domingos Martins e Marechal Floriano.

A seguir será apresentada uma série de mapas esquemáticos do estado do Espírito Santo com a localização do município de Guarapari, situando-o na sua micro e macro-regiões e sua reserva de biosfera da mata atlântica.

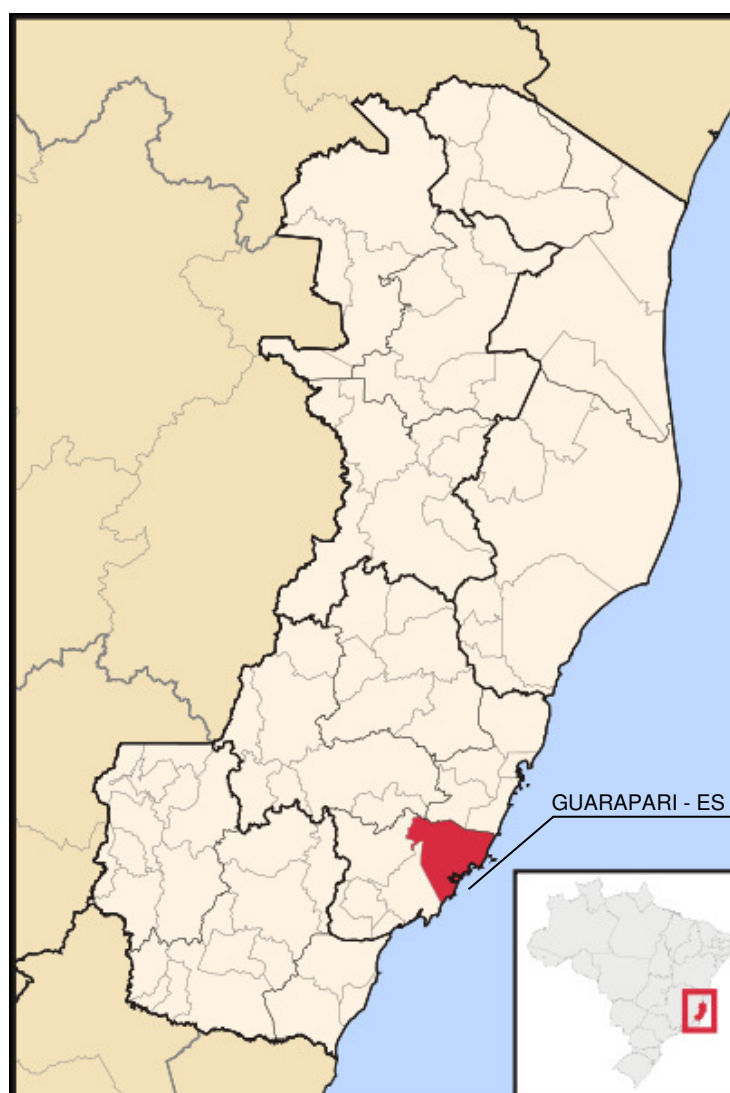


Figura 3.1.1 – Mapa esquemático do Espírito Santo com a localização de Guarapari / ES.

3.2 ACESSO

A localidade de São Miguel dista aproximadamente 85 km da capital do Estado sendo, a principal estrada de acesso a ES-060. Partindo de Vitória, o acesso á localidade será feito pela ES-060, seguindo pela ES-476 e, continuando na BR-101 até a localidade.

Dista 9 Km de Olivânia, 18 Km de Cabeça Quebrada e 11 Km de Boa Esperança, que são distritos de Anchieta. A seguir é apresentado um mapa com as rodovias de acesso a localidade de São Miguel.

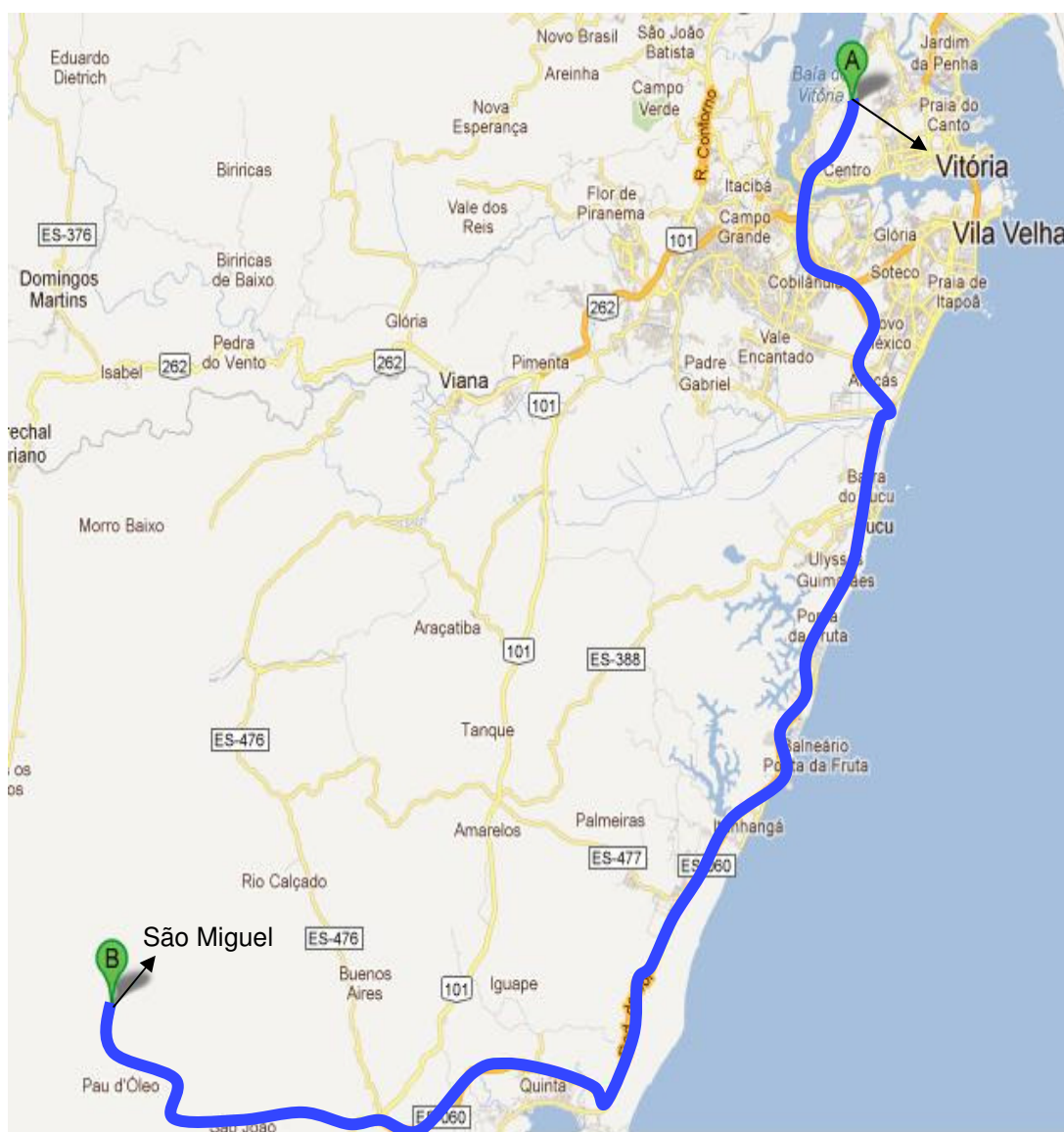


Figura 3.2.1 – Mapa com rodovias de acesso a localidade de São Miguel – Espírito Santo

3.3 MEIO FÍSICO

A localidade está totalmente inserida do bioma da mata atlântica, onde se observa uma grande zona de amortecimento e transição deste bioma.

Possui topografia pouco acidentada, com altitude que varia de 80 a 30 metros.

Com relação à bacia hidrográfica, podemos dizer que o município de Guarapari assim como a localidade de São Miguel, estão situados na área correspondente à bacia do Rio Benevente, conforme figura 3.3.1 e 3.3.2.

A bacia do rio Benevente localiza-se no sul do estado do Espírito Santo abrange totalmente o município de Alfredo Chaves, e parte dos municípios de Anchieta, Iconha, Guarapari e Piúma. O rio Benevente tem sua principal nascente na Serra do Tamanco entre os municípios de Alfredo Chaves e Vargem Alta no distrito de Urânia, com sua foz localizada na cidade de Anchieta. A bacia do rio Benevente está inserida na Unidade Hidrográfica Benevente que inclui as bacias da Lagoa Mãe-bá e do rio Meaípe, em Guarapari (IEMA, 2008). Possui uma área de drenagem de, aproximadamente, 1.090 km² e sua geologia é considerada como bem representativa do estado, uma vez que é composta, em sua maior parte, por rochas cristalinas Pré-Cambrianas (granito-gnaisses). Essas rochas fazem parte do Escudo Cristalino Brasileiro e se apresentam na forma de cadeias de montanhas pertencentes a Serra da Mantiqueira. O restante da área é formado por sedimentos Terciários (Grupo Barreiras) e Quaternários (Aluviões e Sedimentos Marinhos). Das rochas Pré-Cambrianas, a maior parte pertence ao Complexo Paraíba do Sul e, em menor parte, à Suíte Intrusiva Espírito Santo (Radambrasil, 1983).

A pluviosidade, maior nas regiões mais altas, varia de 1.860 a 2.020 mm anuais e diminui em direção ao litoral, onde varia de 1.160 a 1.300 mm.

A sua localização no estado do Espírito Santo é estratégica, em função da proximidade do mar (porto), da capital (Vitória) e de grandes indústrias. As principais atividades econômicas da Região do Rio Benevente são a pecuária e monoculturas como banana, café e olerícolas. Também são características da região as atividades relacionadas ao turismo e a pesca. Predomina a pequena e a média propriedade rural, com áreas inferiores a 100 ha.

BACIA DO RIO BENEVENTE



Figura 3.3.1 – Bacia Hidrográfica do Rio Benevente / Espírito Santo

3.4 CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONOMICAS

O município de Guarapari, no que se refere à formação da renda nota-se que a composição setorial de sua economia na área urbana está predominantemente ligada às atividades de comércio e prestação e de serviços (76,20%), seguida das atividades industriais (21,56%), vinculadas em sua maior parte ao segmento da construção civil. O setor agropecuário, presente principalmente nas áreas rurais tem pouca influência na economia municipal (2,24%).

A localidade de São Miguel está inserida na área rural do município de Guarapari, assim possui sua economia baseada no setor agropecuário e de subsistência.

Com relação ao setor agropecuário da localidade, destaca-se o cultivo da banana, café, mandioca, maracujá, laranja, seringueira, coco verde, pecuária de corte e leiteira.

3.5 INFRA-ESTRUTURA

Com relação à infra-estrutura do município, segundo dados do IBGE do ano de 2000 a estrutura de abastecimento de água da área rural possui a seguinte configuração: 44,9% em rede geral, 3,6% em poço ou nascente e 51,5% como outras formas de abastecimento.

A área da saúde presente na localidade de São Miguel, é composta por um posto de saúde, além de farmácias. O sistema educacional conta com dois estabelecimentos. No que se relaciona ao ensino superior, não foram encontrados dados sobre a presença de universidades na região.

Com relação à pavimentação tanto para acesso quanto para mobilidade, a localidade possui 42% de ruas de asfalto e 58% de ruas de terra. A seguir a vista de satélite da localidade.



Figura 3.5.1 – Vista de satélite de São Miguel – Espírito Santo

4 SISTEMA EXISTENTE

A localidade de São Miguel, distrito do município de Guarapari, possui o sistema de abastecimento de água implantado através do programa PRÓ-RURAL.

O sistema de abastecimento de água existente utiliza como manancial para captação de água bruta um afluente do rio Corindiba, o Córrego Sem Nome situado nas coordenadas N = 7.721.967,99 e E = 329.060,57. A captação é feita através de uma tubulação em PVC DN 100 que encaminha a água captada até as caixas de acumulação e nível. Das caixas a água segue por gravidade por aproximadamente 500 m em tubulação de PVC DN 32 até o reservatório existente situado na área da estação de tratamento, nas coordenadas N = 7.722.255,391 e E = 328.693,355 e, que se encontra desativada. Na área da estação de tratamento encontra-se a edificação inacabada e em estado precário de uma casa de dosagem, que, portanto não apresenta condições de aproveitamento. Sem qualquer tipo de tratamento a água é encaminhada para o abastecimento da localidade. A seguir, são apresentadas fotos do Sistema de Abastecimento de água existente na localidade de São Miguel, distrito do município de Guarapari.



Foto 4.1 – Tubulação de Tomada d'água



Foto 4.2 – Caixas de Acumulação e Nível



Foto 4.3 – ETA desativada



Foto 4.4 – Reservatório apoiado existente

5 ELEMENTOS E PARÂMETROS PARA O PROJETO – SAA

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

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

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

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

5.1 ALCANCE DE PROJETO

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

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

6 PROJEÇÃO POPULACIONAL

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

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

Sendo:

$Y \Rightarrow$ População para o ano t ;

$Y_0 \Rightarrow$ População base;

$i \Rightarrow$ Taxa de crescimento;

$t \Rightarrow$ Intervalo de tempo em anos.

Primeiramente foi realizada a contagem de casas existentes na localidade de São Miguel, chegando a 85 casas. Do número existente de casas, aplicou-se a taxa de 4 habitantes por domicílio. Sendo assim, a projeção populacional empregou como população inicial, referenciada para o ano de 2012, 340 habitantes. A esta população foi aplicada uma taxa de 2,50% a.a, através da formulação descrita, encontrando-se a população de referência até o ano de 2022, 435 habitantes. A partir daí até o ano de 2032, utilizou-se a taxa de 1,50% a.a, 505 habitantes. E para o período final do horizonte de projeto foi utilizada a taxa de 1,0% a.a, chegando-se a uma população para final de plano de 558 habitantes.

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

Quadro 6.1 – Projeção Populacional de São Miguel/ES

**PROJEÇÃO
SÃO MIGUEL - GUARAPARI/ES**

ANO	POPULAÇÃO (hab)	TAXAS (%)
2.012	340	
2.013	349	2,50
2.014	357	
2.015	366	
2.016	375	
2.017	385	
2.018	394	
2.019	404	
2.020	414	
2.021	425	
2.022	435	
2.023	442	1,50
2.024	448	
2.025	455	
2.026	462	
2.027	469	
2.028	476	
2.029	483	
2.030	490	
2.031	498	
2.032	505	
2.033	510	1,00
2.034	515	
2.035	520	
2.036	526	
2.037	531	
2.038	536	
2.039	542	
2.040	547	
2.041	552	
2.042	558	
TAXA (%) 2.012 - 2.042		1,66

7 DEMANDA DO SAA DE SÃO MIGUEL

7.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO

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

7.2 CONSUMO PER CAPITA

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

7.3 TEMPO DE FUNCIONAMENTO

O tempo de funcionamento para o sistema de abastecimento de água de São Miguel foi de 12 horas para final de plano. O tempo de operação aumenta gradativamente desde o início ao fim de plano.

7.4 CÁLCULO DAS VAZÕES

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

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

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

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

Sendo:

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

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

$\text{At} \Rightarrow$ Índice de atendimento;

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

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

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

$$Q_{\text{PROD}} = Q_{\text{máx diária}}$$

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

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

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

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

O quadro 7.4.1 apresenta a demanda do sistema de abastecimento de água de São Miguel utilizando-se da população definida e dos parâmetros de projeto.

Quadro 7.4.1 – Demanda do SAA de São Miguel/ES

ANO	POPULAÇÃO (hab.)	VAZÃO (l/s)				CONSUMO NA ETA (l/s)	VAZÃO DE PRODUÇÃO (l/s)	TEMPO DE FUNCIONAMENTO (horas)	RESERVAÇÃO (m³)
		MÉDIA	DIÁRIA	DIÁRIA 12 HS	HORÁRIA				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		(2)xqxAt / 86400	(3) x K1	(3) x K1*24/8	(3) x K1 x K2	5% (5)	(5+7)	(4)*24/(Vazão de produção no final de plano)	1/3 (8)
2.012	340	0,59	0,71	1,42	1,06	0,07	1,49	7	20
2.013	349	0,61	0,73	1,45	1,09	0,07	1,52	7	21
2.014	357	0,62	0,74	1,49	1,12	0,07	1,56	7	21
2.015	366	0,64	0,76	1,53	1,14	0,08	1,60	8	22
2.016	375	0,65	0,78	1,56	1,17	0,08	1,64	8	23
2.017	385	0,67	0,80	1,60	1,20	0,08	1,68	8	23
2.018	394	0,68	0,82	1,64	1,23	0,08	1,73	8	24
2.019	404	0,70	0,84	1,68	1,26	0,08	1,77	8	24
2.020	414	0,72	0,86	1,73	1,29	0,09	1,81	9	25
2.021	425	0,74	0,88	1,77	1,33	0,09	1,86	9	25
2.022	435	0,76	0,91	1,81	1,36	0,09	1,90	9	26
2.023	442	0,77	0,92	1,84	1,38	0,09	1,93	9	27
2.024	448	0,78	0,93	1,87	1,40	0,09	1,96	9	27
2.025	455	0,79	0,95	1,90	1,42	0,09	1,99	9	27
2.026	462	0,80	0,96	1,92	1,44	0,10	2,02	10	28
2.027	469	0,81	0,98	1,95	1,47	0,10	2,05	10	28
2.028	476	0,83	0,99	1,98	1,49	0,10	2,08	10	29
2.029	483	0,84	1,01	2,01	1,51	0,10	2,11	10	29
2.030	490	0,85	1,02	2,04	1,53	0,10	2,14	10	29
2.031	498	0,86	1,04	2,07	1,56	0,10	2,18	10	30
2.032	505	0,88	1,05	2,10	1,58	0,11	2,21	11	30
2.033	510	0,89	1,06	2,13	1,59	0,11	2,23	11	31
2.034	515	0,89	1,07	2,15	1,61	0,11	2,25	11	31
2.035	520	0,90	1,08	2,17	1,63	0,11	2,28	11	31
2.036	526	0,91	1,10	2,19	1,64	0,11	2,30	11	32
2.037	531	0,92	1,11	2,21	1,66	0,11	2,32	11	32
2.038	536	0,93	1,12	2,23	1,68	0,11	2,35	11	32
2.039	542	0,94	1,13	2,26	1,69	0,11	2,37	11	32
2.040	547	0,95	1,14	2,28	1,71	0,11	2,39	11	33
2.041	552	0,96	1,15	2,30	1,73	0,12	2,42	12	33
2.042	558	0,97	1,16	2,32	1,74	0,12	2,44	12	33

K1: 1,2
K2: 1,5
q: 150
At: 100%

l/hab x dia

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

8 SISTEMA PROPOSTO

8.1 INTRODUÇÃO

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

O projeto para a localidade de São Miguel contemplará a implantação do sistema de produção e do sistema de distribuição compostos por: Captação, Adutora de Água Bruta, Estação de Tratamento de Água, Casa de Química, Elevatória de Água Tratada, Adutora de Água Tratada, Reservatório Elevado, Fossa Séptica, Sumidouro e Rede de Distribuição de Água. As unidades serão apresentadas a seguir.

Segundo o estudo populacional realizado, a demanda atual do sistema de abastecimento de água da localidade de São Miguel está em torno de 1,49 l/s. A projeção para o alcance de projeto exigirá uma demanda de aproximadamente 2,44 l/s, com tempo de funcionamento de 12 horas.

O ponto de captação atual da localidade de São Miguel, no afluente do rio Corindiba será mantido. A atual captação do sistema de abastecimento de água de São Miguel é constituída por duas caixas, de nível e acumulação. Estas caixas, serão aproveitadas, contudo melhorias serão previstas, como a implantação de um pré-filtro para proteger a tomada d'água, além da pintura e reboco das mesmas. Uma nova adutora de água bruta será implantada aduzindo por gravidade a água para a estação de tratamento.

A estação de tratamento de água existente é composta por uma edificação em precário estado de conservação e atualmente está desativada, sendo assim será demolida.

O reservatório apoiado existente na área da ETA também se encontra em estado crítico de conservação e assim como a estação de tratamento não será aproveitado na nova concepção.

Uma ETA compacta e um reservatório elevado, para fins de abastecimento da rede, serão implantados. A rede existente (DN32) não será aproveitada, pois não atende a vazão de final de plano, deverá ser implantada nova rede de distribuição.

Será implantada uma casa de química de um pavimento, nos padrões CESAN, evitando o uso de bombas dosadoras. Serão implantados fossa séptica e sumidouro na mesma área.

Uma elevatória de água tratada EAT será implantada na área da ETA para alimentar o reservatório elevado que abastecerá a localidade e o reservatório da casa de química.

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

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

Na sequência serão descritas as unidades do SAA de São Miguel.

8.2 MANANCIAL / CAPTAÇÃO

O manancial de captação da localidade de São Miguel é um córrego Sem Nome, afluente do Rio Corindiba e está situado nas coordenadas N = 7.721.963,540 e E = 329.071,822.

A atual captação do sistema de abastecimento de água de São Miguel é constituída por duas caixas, de nível e acumulação situadas nas coordenadas N = 7.721.963,387 e E = 329.068,278 e N = 7.721.963,710 e E = 329.066,828 respectivamente. Estas caixas, em concreto, serão aproveitadas, contudo melhorias nesta região serão previstas, como a implantação de um pré-filtro, com o objetivo de proteger a tomada d'água. O pré-filtro será constituído em meia manilha de concreto DN 300 mm (manilha com furos de 2 cm a cada 15 cm), seguido de uma camada de brita e uma camada de pedra de mão (± 15 cm). Será prevista também a inserção de cerca com a finalidade de proteção da captação para evitar o acesso de animais, além do reboco e pintura das caixas. O desenho 02/20 contido no Volume II – Projeto Básico – apresenta o detalhamento da captação.

A atual tomada d'água é feita no Córrego Sem Nome através de uma adutora com tubulação de diâmetro DN100 que será aproveitada até as caixas de acumulação e nível. Das caixas a água segue por gravidade até a estação de tratamento compacta a ser implantada. As características das caixas usadas para captação estão explicitadas a seguir.

Caixa de acumulação:

- Comprimento: 2,0 m;
- Largura: 2,0 m;
- Altura: 0,96 m;
- N.A caixa: 85,56 m.

Caixa de nível com pré-filtro:

- Comprimento: 1,45 m
- Largura: 0,75 m
- Altura: 0,96 m
- N.A caixa: 85,56 m.

A seguir serão apresentadas fotos da atual captação:



Foto 8.2.1 – Caixa de Acumulação



Foto 8.2.2 – Caixa de Nível

8.3 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA – AAB

Partindo das caixas de acumulação e nível uma nova adutora de água bruta será implantada, já que a adutora existente (DN 32) não atende a vazão de final de plano. A adutora de água bruta foi calculada em função da demanda de fim de plano e da capacidade nominal da ETA a ser implantada ($Q=3,00$ l/s), tendo o diâmetro definido através de estudo econômico.

Definição do diâmetro

O cálculo do diâmetro econômico é usualmente utilizado para tubulações que funcionarão sobre recalque. No caso específico de São Miguel, como existe um desnível grande entre a captação e a área da ETA a implantar, será estudado um diâmetro que permita a adução da água bruta por gravidade.

Para início dos cálculos será utilizado o diâmetro nominal DN50.

Para que a adução ocorra por gravidade é necessário que a perda de carga seja inferior ao desnível geométrico entre as unidades.

O desnível geométrico entre a captação e a ETA a implantar é:

- Cota do NA da caixa de acumulação: 85,56 metros;
- Cota chegada na ETA (NA Parshall): 59,22 metros;
- $DG = 85,56 - 59,22 = 26,34$ metros.

A extensão da AAB a implantar é de 532 metros, será considerado para o cálculo das tubulações o PVC PBA CL12. Para o cálculo da perda de carga será utilizada a fórmula de Hazen-Williams:

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

Hf_c = perda de carga contínua;

L = extensão (m) = 532 m;

Q = vazão (m^3/s) = 0,00300 m^3/s ;

C = coeficiente adimensional (adotado $C=130$ para PVC);

D = diâmetro (m).

Para PVC PBA CL12 DN50, o diâmetro interno é de 54,60 mm. Dessa forma temos:

$$Hf_c = 10,643 \times 532 \times \frac{0,00300^{1,85}}{130} \times 0,0546^{-4,87} \longrightarrow Hf_c = 21,12 \text{ m.}$$

Conclui-se que, como a perda de carga foi menor que o desnível geométrico disponível, a adução será feita por gravidade. Será utilizada tubulação em PVC PBA CL12 com o diâmetro nominal de 50mm com 532 metros de extensão.

8.3.1 Características hidráulicas da AAB

No dimensionamento da Adutora de Água Bruta de São Miguel, para o cálculo das perdas de cargas contínuas utilizou-se a fórmula de Hazen-Williams:

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

Sendo:

- $hf_c \Rightarrow$ Perda de carga contínua (m);
- $Q \Rightarrow$ Vazão (m^3/s);
- $C \Rightarrow$ Coeficiente de rugosidade;
- $D \Rightarrow$ Diâmetro (mm);
- $L \Rightarrow$ Comprimento de trecho (m).

As principais características da adutora de água bruta estão descritas a seguir:

AAB

- | | |
|--|---|
| • Q (vazão) total: 3,00 l/s; | • Perda de Carga Total (hf): 21,12 m; |
| • Extensão: 532,0 metros; | • Cota Piezométrica inicial: 85,56; |
| • Material da tubulação: PVC PBA CL 12 | • Cota Piezométrica final: 67,14 |
| • Diâmetro Nominal: 50 mm; | • Pressão no final do trecho: 7,92 mca; |
| • Diâmetro Interno: 54,60 mm | • Velocidade: 1,28 m/s; |

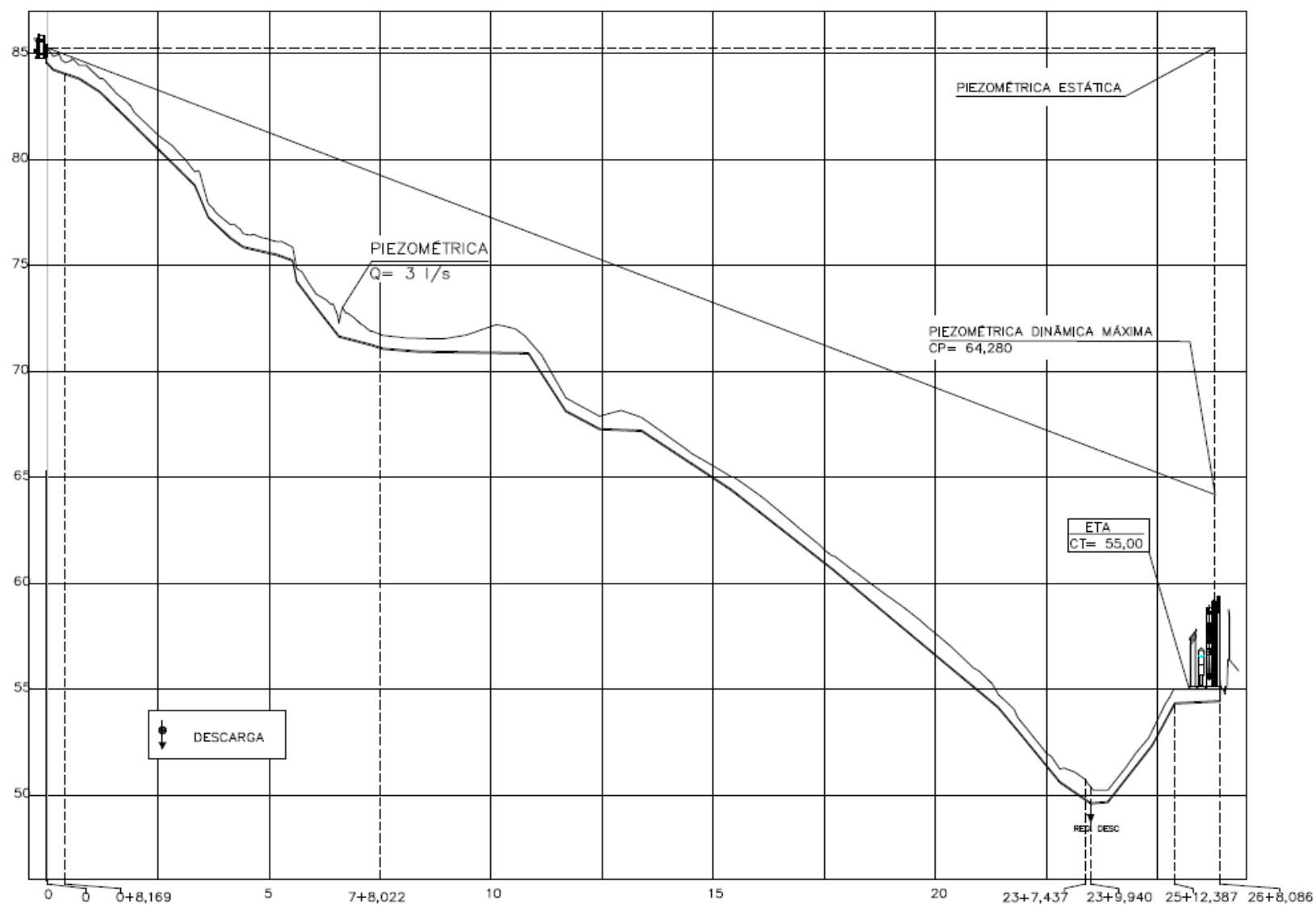
A seguir, é apresentado um quadro com o cálculo e o perfil piezométrico da AAB, em que podem ser observadas as pressões atuantes ao longo da adutora.

Quadro 8.3.1.1 – Resumo dos Dados Relativos à Adutora de Água Bruta – São Miguel

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

CÁLCULO - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB - SÃO MIGUEL - GUARAPARI / ES

TRECHO	EXTENSÃO	VAZÃO	MATERIAL	DIÂMETRO NOMINAL	DIÂMETRO INTERNO	VELOC.	PERDA DE CARGA	COTA GI TUBO INICIAL	COTA GI TUBO FINAL	COTA PIEZOMÉTRICA MÁXIMA (m)		PRESSÃO NO FINAL DO TRECHO
	(m)	(l/s)	-	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	MONTANTE	JUSANTE	(m)
1	532	3,00	PVC CL 12	50	54,6	1,28	21,12	84,570	59,220	85,370	64,248	5,03



8.3.2 Aspectos construtivos da AAB

A adutora de água bruta, a ser implantada, será executada em tubulação de PVC PBA CL 12 DN50. Os aparelhos especiais flangeados serão em ferro fundido dúctil, classe de pressão PN 10 (100 kgf/cm²). A profundidade média da tubulação será de 1,0 m.

8.3.3 Blocos de ancoragem

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

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

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

Sendo:

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

O cálculo do volume solicitado será dado pela fórmula:

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

Sendo:

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

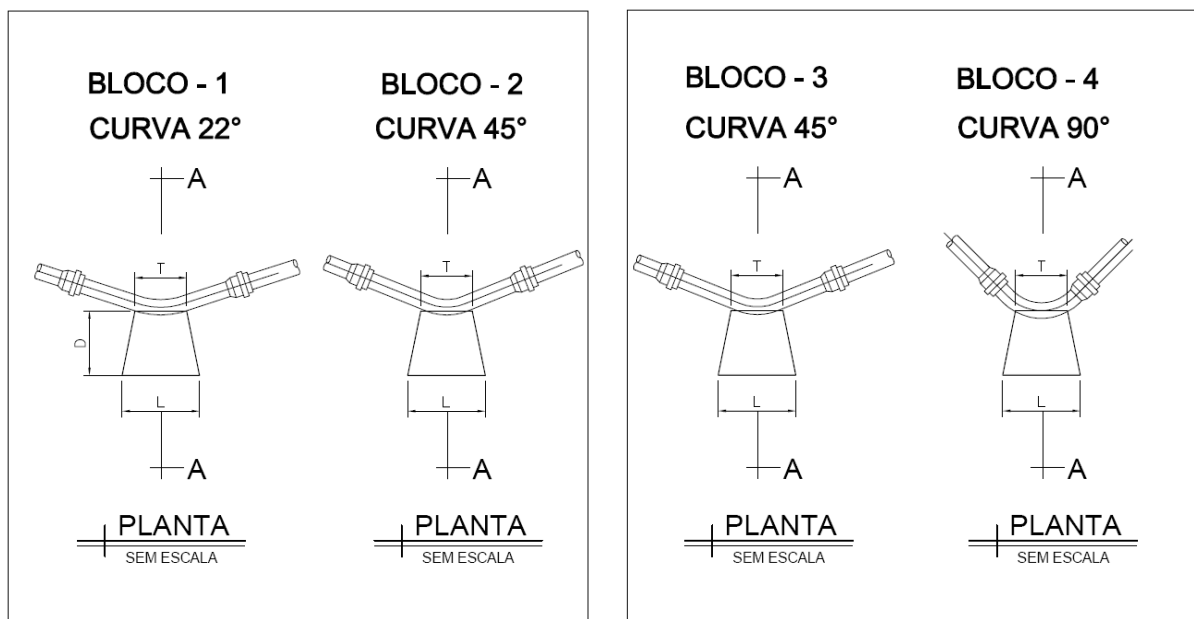
A partir desses dados serão estabelecidas as dimensões dos blocos.

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

Quadro 8.3.3.1 – Dimensões dos blocos de ancoragem para DN50

Bloco nº	CURVA	DN (mm)	Dimensões do bloco de ancoragem (cm)			
			T	H	D	L
1	22°	50	25	30	25	30
2	45°	50	25	30	25	30
3	45°	50	25	30	25	30
4	90°	50	30	35	35	40

Quadro 8.3.3.2 – Esquema dos blocos de ancoragem



8.3.4 Órgãos acessórios

Registros de Descarga (DN 50)

Será implantado no único ponto baixo da adutora. As principais dimensões internas da caixa de proteção são:

- Largura: 0,90 m;
- Comprimento: 0,90 m;
- Altura: 1,20 m;
- Número de unidades: 01.

O desenho 04/20 contido no Volume II – Projeto Básico – apresenta o detalhamento da respectiva caixa típica.

Registro para controle de vazão (DN 50)

A estação de tratamento de água foi dimensionada para tratar uma vazão de 3,0 l/s, correspondente a vazão de produção do sistema. Como a adutora de água bruta a implantar é por gravidade, é necessário calcular a capacidade máxima da mesma, em função do desnível geométrico e do diâmetro, para garantir que a ETA não receba uma vazão acima da qual foi dimensionada.

Para o cálculo da capacidade máxima da adutora de água bruta, será igualado o desnível geométrico à perda de carga, sendo utilizada a seguinte fórmula:

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

$$DG - \text{desnível geométrico} = 85,56 - 59,22 = 26,34 \text{ metros.}$$

$$L = \text{extensão (m)} = 532 \text{ m}$$

$$C = \text{coeficiente adimensional (adotado } C=130 \text{ para PVC PBA CL12);}$$

$$D = \text{diâmetro (m)} = \text{DN 50 mm};$$

$$Q = \text{vazão (m}^3/\text{s)}, \text{ a determinar.}$$

Para o cálculo da capacidade máxima utilizaremos o material PVC PBA CL12 DN50, que possui diâmetro interno de 54,60 mm e C de 130. Dessa forma temos:

$$26,34 = 10,643 \times 532 \times \left(\frac{Q}{130}\right)^{1,85} \times 0,0546^{-4,87}$$

$$Q = 0,0033802 \text{ m}^3/\text{s} = 3,380 \text{ l/s} > 3,00 \text{ l/s.}$$

Os estudos da AAB apontaram uma necessidade de controle da vazão de água que se destina à ETA. Assim sendo, será implantado um registro DN 50, para que não se exceda a demanda da estação de tratamento através do estrangulamento da passagem de água no registro. A vazão deve ser confirmada na calha Parshall da ETA. A vazão de chegada na estação de tratamento de água deverá ser de 3,00 l/s.

8.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

Para a definição da tecnologia de tratamento a ser utilizada para a potabilização da água para abastecimento público devem ser considerados os parâmetros estabelecidos na Portaria nº2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. O tratamento da água consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias nocivas ao homem. Dentre outros pontos que devem ser considerados

no projeto estão os custos de implantação, manutenção e operação, além da flexibilidade operacional.

Será implantada uma ETA convencional compacta, pré-fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) com capacidade nominal para tratamento de 3 l/s (podendo tratar até 3,3 l/s) na área de ampliação da ETA existente.

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

- **Medição de Vazão e Mistura Rápida:** medição de vazão afluente e aplicação de produtos químicos (alcalinizante e coagulante / floculante) e mistura rápida em caixa e canal de entrada com canal Parshall com escala para leitura direta da vazão em mangueira cristal transparente;
- **Sistema de Floculação:** sistema de floculação hidráulica com tempo de detenção mínimo de 20 minutos para a capacidade máxima da vazão, subdividido câmaras em séries, capaz de aplicar à água em tratamento 3 gradientes de velocidade decrescentes de montante para jusante, sendo que o valor máximo não excede a 70 s^{-1} e mínimo não inferior a 10 s^{-1} , incluindo descarga de lodo com diâmetro mínimo de 150 mm;
- **Sistema de Decantação Laminar:** sistema de decantação de fluxo laminar ascendente constituído por placas planas paralelas ou similares com espaçamento perpendicular de 40 mm, comprimento mínimo de 700 mm no sentido do fluxo da água e ângulo de inclinação igual a 60° com relação ao fundo, de forma a assegurar a remoção de flocos cuja velocidade de sedimentação seja igual ou superior a 1,73 cm/min, com fundo para deposição de lodo;
- **Sistema de Filtração de Fluxo Descendente:** sistema de filtros de taxa declinante variável, de fluxo descendente, auto-laváveis, com leito filtrante duplo de areia (espessura= 20cm; T.E.= 0,55 a 0,65mm e C.U.= 1,4 a 1,7) e antracito (espessura= 40cm; T.E.= 0,8 a 1,0mm e C.U.= 1,4 a 1,7) sendo suportado por camada de seixos rolados com espessura mínima de 30 centímetros. O número mínimo de filtros será de 04 (quatro) unidades. Os fundos dos filtros se intercomunicarão através de um barrilete de água filtrada e conduzida a um vertedor único. As válvulas de entrada de água decantada e as de saída de água de lavagem serão do tipo borboletas e serão manobradas independentemente. O barrilete de água filtrada irá dispor de válvula para descarga do barrilete e dos filtros. Na amplitude máxima da capacidade de tratamento, a taxa de filtração da estação não excederá a $360 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$ com todas as unidades operando e com uma unidade sendo lavada excederá a $480 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$.

A velocidade ascensional da água de lavagem nos filtros, não será menor que 70 cm/min nem maior que 90 cm/min. Durante a operação de lavagem será desejável que a máxima vazão da estação seja utilizada no filtro que estiver sendo lavado, sendo praticamente nula a vazão no dispositivo geral de saída do sistema de filtros.

- **Vertedor de Saída de Água Filtrada:** constituído de canalização vertical ascendente, com saída posicionada na parte superior e horizontal, que garanta carga hidráulica para que o Sistema de Filtração seja auto-lavável. Este sistema permitirá que, caso um filtro seja retirado de operação para ser lavado utilize, para este fim, a água filtrada pelas Unidades Filtrantes mantidas em operação normal.

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

As principais características da ETA são descritas a seguir:

- | | |
|---------------------------------|--|
| • Vazão: 3,00 l/s; | • Cota de fundo do floculador: 55,349 m; |
| • NA calha Parshall: 59,220 m; | • Cota de fundo do decantador: 55,500 m; |
| • NA máx. floculador: 59,176 m; | • Cota de fundo do filtro: 55,200 m. |
| • NA máx. decantador: 58,296 m; | • Cota de chegada na calha Parshall: |
| • NA filtro limpo: 57,252 m; | 58,948 m. |

8.4.1 Tubulações de interligação entre as unidades da ETA

As tubulações de interligação entre as unidades da ETA serão implantadas em tubulação de diâmetro DN100 em ferro galvanizado.

O desenho 07/20 contido no Volume II – Projeto Básico – Tomo II – Desenhos, apresenta a interligação das unidades da ETA.

8.5 TANQUE DE CONTATO (TC)

O tanque de contato é o dispositivo final na Estação de Tratamento de Água destinado a homogeneizar os produtos químicos aplicados. Geralmente é o local em que se processa a desinfecção final com aplicação de produtos a base de cloro e a fluoretação da água com aplicação de produtos a base de flúor. Suas dimensões e características permitem que todas as parcelas de água no sistema entrem em contato com os produtos químicos aplicados.

O tanque de contato a implantar para o SAA de São Miguel será utilizado também como poço de sucção para a EAT. O tanque de contato será em fibra de vidro (PRFV).

Para o dimensionamento do tanque de contato o tempo de detenção hidráulico (TDH) deve variar entre 20 a 30 minutos para que os produtos químicos reajam. Logo,

$$TDH = \frac{V}{Q}$$

Sendo:

V = volume do tanque de contato (m³);

Q = vazão de projeto (m³/s).

Será realizado cálculo do volume do tanque de contato para o tempo mínimo e tempo máximo.

ETA: Para TDH = 20 minutos (1.200 segundos)

$$TDH = \frac{V}{Q} \Rightarrow 1.200 \text{ s} = \frac{V}{0,00300 \text{ m}^3/\text{s}} \Rightarrow V = 3,6 \text{ m}^3$$

ETA 1: Para TDH = 30 minutos (1.800 segundos)

$$TDH = \frac{V}{Q} \Rightarrow 1.800 \text{ s} = \frac{V}{0,00300 \text{ m}^3/\text{s}} \Rightarrow V = 5,4 \text{ m}^3$$

Será implantado um tanque de contato de 5 m³, em PRFV. O tanque de contato a implantar para a ETA será apoiado, e terá as seguintes características:

- Diâmetro superior: 2,35 metros;
- Diâmetro inferior: 1,85 metros;
- Altura útil: 1,41 metros;
- Cota de fundo: 55,150 m;
- NA Max: 56,560 m;
- Volume útil: 5 m³.

O volume útil, de 5 m³, está dentro do intervalo necessário para o TDH entre 20 e 30 minutos.

O desenho 13/20 contido no Volume II – Projeto Básico – Tomo II – Desenhos apresenta o detalhamento do tanque de contato.

8.6 CASA DE QUÍMICA

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

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

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

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

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

Será implantada uma casa de química, padrão CESAN de um pavimento. Os produtos a serem utilizados são: sulfato de alumínio, cloro (hipoclorito de sódio) e ácido fluossilícico. Os produtos químicos serão aplicados por gravidade, evitando a utilização de bombas dosadoras. A edificação terá uma sala de dosagem, depósito e banheiro. A sala de dosagem abrigará as bombonas de produtos químicos, equipamento de cloro, dosadores e um laboratório simplificado. A alimentação de água potável para a casa de química será feita por meio de um reservatório de 500 litros a ser instalado na casa de química. As tubulações para água tratada serão em PVC diâmetro 3/4" e registro de 1/2" em PVC para o equipamento de cloro.

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

Quadro 8.6.1 – Fins e produtos químicos da casa de química – Padrão CESAN

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

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

8.6.1 Instalação sanitária

De acordo com a norma ABNT NBR 12216, faz parte das dependências mínimas da casa de química instalação sanitária com chuveiro, para que num eventual acidente o operador tenha possibilidade de se lavar o mais rápido possível, principalmente quando são utilizados ácidos ou álcalis fortes. As dimensões mínimas do banheiro serão: 1,20 x 2,50 m. As paredes serão azulejadas do piso ao teto.

8.6.2 Laboratório

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

No caso de estações de tratamento de porte pequeno o laboratório pode estar na mesma área da sala de dosagem sendo o que será adotado para esse padrão. A área mínima é de 8 m² para estações de tratamento de pequeno porte, capacidade inferior a 10.000 m³/dia, e dispensadas da realização de ensaios bacteriológicos. O pé direito mínimo é de 3,0 metros.

As análises e os ensaios físicos e químicos que, no mínimo, devem ser realizados compreendem pH, alcalinidade, turbidez, cor, cloro, flúor, alumínio residual e coagulação.

As paredes internas devem ser revestidas à prova de umidade, o piso impermeável e dotado de ralo. No caso desse padrão, possuirá calha com grelha para escoamento das águas de lavagem e limpeza do laboratório / sala de dosagem direcionada à fossa séptica.

A bancada para a pia terá 0,90 m de altura e 0,63 m de profundidade e 1,85 m de largura. Sob a bancada, armário modulado para abrigar materiais utilizados na casa de química.

A parede interna, acima da bancada da pia será revestida com azulejo. Nos locais em que não for instalado azulejo será realizada pintura.

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



Foto 8.6.2.1 – Laboratórios de casa de química

8.6.3 Sala de dosagem e produtos utilizados

No caso de São Miguel será adotada a sala de dosagem juntamente com o laboratório.

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

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



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

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

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

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

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



Foto 8.6.3.2– Placas de advertência

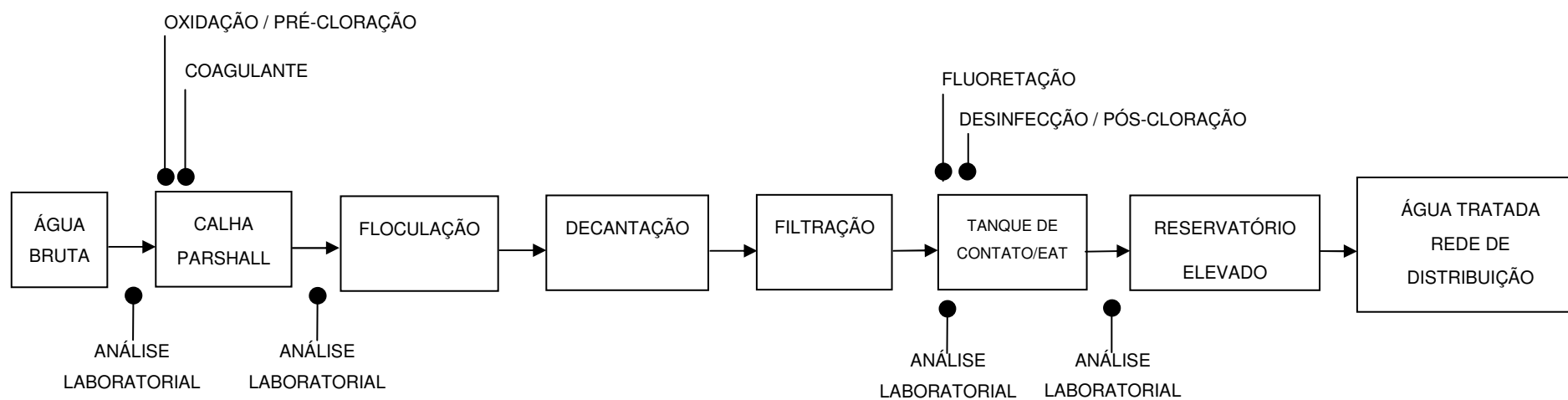
Deve ser colocada escada para acesso à bancada de bombonas e guarda-corpo para proteção da circulação nessa bancada. O guarda-corpo será construído de material rígido, capaz de resistir ao esforço horizontal de 800 N/m aplicado no ponto mais desfavorável, e ter altura mínima de 0,90 m acima do nível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



Foto 8.6.3.3 – Sala de dosagem

Na seqüência, um fluxograma dos pontos de aplicação de produtos químicos e a indicação dos pontos a serem realizadas análises laboratoriais. Após, descrição dos produtos a serem utilizados no sistema de São Miguel.

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



8.6.3.1 Sulfato de Alumínio em Solução

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

Em altas temperaturas pode produzir gases irritantes e o contato com essa substância causa alergia na pele e olhos, pode ser nocivo se inalado.

O local de armazenamento deve ser seco e a temperatura ambiente. O recipiente deve ser mantido bem fechado e mantido separado de substâncias incompatíveis, pois na presença de metais pode produzir gás hidrogênio.

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

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

Os recipientes para conter solução de sulfato de alumínio devem ser de material resistente à corrosão e não devem transmitir toxicidade à água. As bombonas geralmente possuem capacidade volumétrica para 40 kg. Para o sistema em estudo deverão ser armazenadas pelo menos 11 bombonas e deverão ser acondicionadas em prateleiras no depósito. As bombonas não devem ser reutilizadas para outro fim. Deve ser afixada placa indicativa de produto corrosivo no depósito e na sala de dosagem.

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

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

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

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

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

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

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

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

8.6.3.2 Hipoclorito de Sódio

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

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

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

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

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

- Descarga de fundo em tubulação de PVC roscável com diâmetro de 1 1/4";

- Saída de solução colocada no fundo do tanque.

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

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

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

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

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

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

8.6.3.3 Ácido Fluossilícico

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

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

No projeto em estudo o ácido fluossilícico será dosado bruto. A aplicação de água diretamente no ácido fluossilícico resulta numa violenta reação exotérmica, podendo lançar o material à

distância. Portanto, devem-se manter os recipientes bem fechados não permitindo entrada de água nos mesmos.

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

É aplicado por gravidade após o filtro, no tanque de contato.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.6.4 Depósito para produtos químicos

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

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

8.6.5 Disposição dos produtos químicos

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

8.6.6 Alimentação de Água Potável para a Casa de Química

A alimentação de água potável para a casa de química será realizada através do reservatório elevado de 20m³ a ser implantado na área da ETA. Será implantada uma derivação na saída do REL em tubulação de PVC Soldável DN 25 / Roscável DN 20 com extensão de 16 metros,

com implantação de uma caixa com registro (70x60x80cm). Principais características da rede alimentadora:

- Material: PVC Soldável / Roscável;
- Diâmetro: DN25 / DN20;
- Extensão: 16 metros;
- NA mín REL 20m³: 66,54 m;
- Cota chegada caixa d'água: 64,10 m;
- Desnível geométrico: 2,44 m.

8.7 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

Na nova concepção do sistema de abastecimento de água de São Miguel será implantada a estação elevatória de água tratada (EAT), na área da ETA, para abastecer o reservatório elevado a ser implantado.

Principais características da casa de bombas padrão a implantar:

- Comprimento: 2,00 m;
- Largura: 2,00 m;
- Área: 4,00 m²;
- Pé direito: 2,30 metros;
- Cota do piso: 55,250;
- Cota do eixo das bombas: 55,430.

O poço de sucção da elevatória EAT será o tanque de contato em fibra de vidro, com capacidade de 5 m³, a ser implantado na área da ETA. Para definição da bomba a ser utilizada na estação elevatória de água tratada, EAT, foi realizado um pré-dimensionamento desta do qual gerou um estudo técnico e econômico, apresentado no quadro 8.7.1, para verificar quais as condições de operação ideais do sistema.

Desta forma, concluiu-se que a opção de uma única bomba horizontal em operação (e uma bomba reserva) é a melhor opção, pois apresenta o melhor custo global de implantação, levando em consideração o custo de energia fornecido pela EDP ESCELSA. Os quadros com os custos de energia anual das bombas estudadas são apresentadas no Anexo II – Planilhas de Custo de Energia.

Quadro 8.7.1 – Estudo Comparativo – EAT

RESUMO				
São Miguel		EAT		
RECALQUE: DIÂMETRO	50	mm		
EXTENSÃO	25,00	m		
PONTO DE OPERAÇÃO REQUERIDO:				
Q _{MAX}	2,36 l/s			
H _{MAN}	15,54 mca			
ESPECIFICAÇÕES		HORIZONTAL		
		KSB	SCHNEIDER	SCHNEIDER
DADOS DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBA	MODELO	MEGANORM 32-200.1	BC 92 1 1/4	BC-21 R
	NÚMERO DE CONJUNTOS	1+1	1+1	1+1
	Q DA BOMBA (l/s)	2,36	2,36	2,36
	H _{MAN} (m)	16,22	18,39	16,80
	VELOCIDADE (m/s)	1,20	1,20	1,20
	ηHIDRÁULICO (%)	36,50	51,19	44,22
	POTÊNCIA (cv)	2,00	1,00	1,50
	POT INSTALADA (cv)	2,00	1,13	1,50
CUSTO	ROTAÇÃO (rpm)	1.750	3.500	3.500
	UNITÁRIO (R\$)	3.375,00	632,00	2.001,00
	EQUIPAMENTOS (R\$)	6.750,00	1.264,00	4.002,00
	INSTALAÇÃO/ OBRA CIVIL (R\$)	2.000,00	2.000,00	2.000,00
	CUSTO ENERGIA 2.012 A 2.042 (R\$)	20.852,34	12.479,46	15.639,26
	TOTAL (R\$)	29.602,34	15.743,46	17.639,26

As características dessa elevatória são mostradas a seguir:

- Vazão de projeto: 2,36 l/s (Q diária + Q reservatório casa de química);
- Cota do eixo das bombas: 55,430;
- NA mín. de sucção: 56,000;
- Cota de chegada (REL a implantar): 69,950.

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

8.7.1 Altura manométrica - H_{man}

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

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

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

8.7.1.1 Desnível Geométrico – DG

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

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

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

$$DG_{\text{sucção}} = 56,000 - 55,430 = 0,57 \text{ m}$$

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

$$DG_{\text{recalque}} = 69,950 - 55,430 \Rightarrow DG_{\text{recalque}} = 14,52 \text{ m}$$

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

$$DG = 14,52 - 0,57 = 13,95 \text{ m}$$

8.7.1.2 Perdas de Carga na Sucção e no Recalque - hf

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

Perda de carga localizada

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

Perda de carga contínua

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

Perda de carga total

$$hf_T = hf_L + hf_C$$

Sendo:

- hf_L = perda de carga localizada (m)
- hf_C = perda de carga contínua (m)
- hf_T = perda de carga total (m)
- K = coeficiente adimensional
- v = velocidade (m/s)
- g = aceleração da gravidade (m/s^2);
- L = comprimento da tubulação (m);
- Q = vazão (m^3/s);
- C = coeficiente adimensional;
- D = diâmetro da tubulação (m).

Definição do diâmetro

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

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

Sendo:

D= Diâmetro econômico;

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

Q= vazão do projeto.

$$D = 1,0 \times \sqrt{2,36/1000} \times 1000$$

$$D = 48,57 \text{ mm}$$

A partir do cálculo do diâmetro econômico, o diâmetro nominal imediatamente superior é o DN50.

Desta forma, conclui-se que a estação elevatória de água tratada terá como características:

Sucção:

- Tubulação: DN 75
- Extensão: 6,00 metros

Recalque

- Tubulação: DN 50
- Extensão: 27,96 metros

A seguir, quadro 8.7.1.2.1 com as perdas de carga na EAT:

Quadro 8.7.1.2.1 - Perda de Carga – EAT 1 – São Miguel / Guarapari – ES

QUADRO PERDAS DE CARGAS													
EAT1													
TIPO	LOCAL	DIÂMETRO (m)	PEÇAS	QUANT.	COEFICIENTE "K"		VAZÃO (l/s)	VELOC. (m/s)	PERDAS DE CARGAS			DESNÍVEL GEOMÉTRICO (m)	ALTURA MANOMÉTRICA (m)
					UNIT.	TOTAL			LOC.(hfl)	CONT.(hfc)	TOTAL		
									(m)	(m)	(m)		
LOCALIZADA	BARRILETE SUCÇÃO	0,075	CURVA 90	1	0,40	0,40	2,36	1,20	0,18		0,18	-	-
			TÊ, SAÍDA DE LADO	1	1,30	1,30							
			TÊ, PASSAGEM DIRETA	0	0,60	0,00							
			REG. GAVETA ABERTO	1	0,20	0,20							
			REDUÇÃO	2	0,30	0,60							
			TOTAL			2,50							
	BARRILETE RECALQUE	0,050	CURVA 90	7	0,40	2,80			0,50	-	0,50		
			CURVA 45	1	0,20	0,20							
			TÊ, PASSAGEM DIRETA	1	0,60	0,60							
			VÁLVULA RETENÇÃO	1	2,50	2,50							
			REG. GAVETA ABERTO	2	0,20	0,40							
			REDUÇÃO	1	0,30	0,30							
			TOTAL			6,80							
CONT.	BARRILETE	0,075	TUBO (m)	6,00	-	-	-	0,03	0,03				
	RECALQUE	0,050	TUBULAÇÃO (m)							0,00	0,00		
				27,96						1,09	1,09		
TOTAL									0,68	1,12	1,80	13,95	15,75

8.7.2 Especificação do conjunto moto-bomba

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

- Líquido a recalcar: Água Tratada;
- Vazão: 2,36 l/s;
- Posição da Sucção: Sucção Negativa;
- Sistema de operação: Individual;
- Altura Manométrica Máxima: 15,75 mca. → Para a vazão especificada, a bomba trabalhará com $H_{man} = 18,21$ devido à impossibilidade de usinagem do rotor.
- Potência: 1,00 cv;
- Rotação: 3500 rpm.

Sucção:

- Tubulação: DN 75
- Extensão: 6,00 metros

Recalque

- Tubulação: DN 50
- Extensão: 27,96 metros

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

$$P = \frac{Q \times H_m}{75 \times h_{bomba}} = \frac{2,36 \times 18,21}{75 \times 0,5119} = 1,12 \text{ cv}$$

Portanto a potência calculada ficou acima dos 1,00 cv fornecidos pela bomba. De acordo com o representante das bombas, para motores com essa potência o fator de serviço é de 1,40, o que significa dizer que o motor fornece até 1,40 cv, atendendo à potência solicitada no sistema.

8.7.2.1 Curva Característica do Sistema de Recalque

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

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

Sendo:

Hm = altura manométrica (18,21 m)

DG = desnível geométrico (13,95 m);

a = coeficiente multiplicador (adimensional);

Q = vazão de recalque (2,36 l/s).

$$a = \frac{18,21 - 13,95}{2,36^2} = 0,764$$

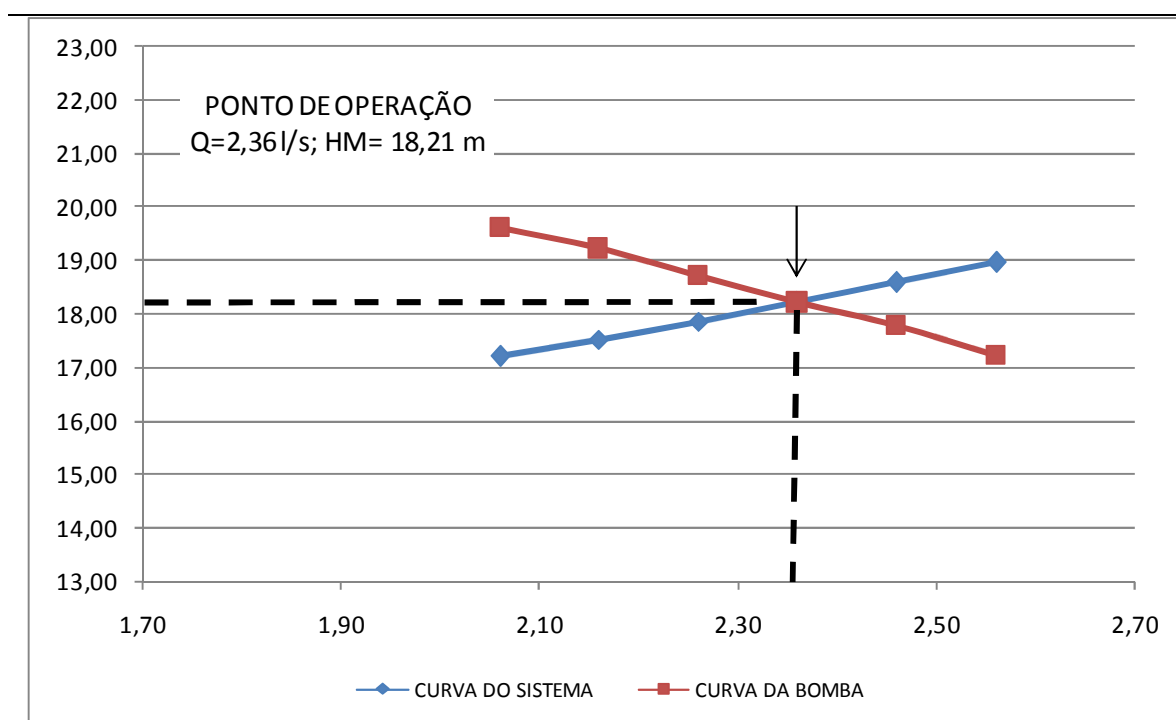
$$Hm = 13,95 + 0,764 Q^2$$

Quadro 8.7.2.1.1 – Planilha dos pontos da curva do sistema e curva da bomba

CURVA SISTEMA			CURVA BOMBA		
Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)	Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)
2,06	7,42	17,20	2,06	7,42	19,62
2,16	7,78	17,52	2,16	7,78	19,22
2,26	8,14	17,86	2,26	8,14	18,71
2,36	8,50	18,21	2,36	8,50	18,21
2,46	8,86	18,58	2,46	8,86	17,78
2,56	9,22	18,96	2,56	9,22	17,21

É apresentada a seguir, na figura 8.7.2.1.1, o gráfico da curva característica do sistema juntamente com a curva da bomba de referência.

Figura 8.7.2.1.1 – Gráfico das curvas do sistema e da bomba



8.8 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

Será implantada uma nova adutora de água tratada, partindo da EAT até o reservatório elevado a implantar. A adutora será constituída por uma tubulação em PVC rígido soldável DN 50 mm com uma extensão de 27,96 metros.

8.8.1 Estudo de Transiente Hidráulico – Golpe de Aríete

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

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

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

A planilha de dados de dimensionamento e o gráfico das pressões transitórias máximas e mínimas são apresentados a seguir.

De acordo com o gráfico piezométrico apresentado, a pressão máxima na tubulação é de 23,82 m (2,382 kgf/cm²), sendo que as tubulações de PVC DN 50 CI12 suportam pressões máximas de até 6,0 kgf/cm².

Analisando o gráfico quanto às pressões resultantes na linha de recalque, nota-se houve a ocorrência de trechos com pressão negativa, contudo não há problemas de cavitação o que nos garante ausência de problemas nesta linha.

Planilha de cálculo do ariete

EAT Linha de Recalque

1-TRECHOS DE TUBOS

Trecho	EAT-REL
--------	---------

Extensão	(m)	27,96
Diâmetro interno	(mm)	50
Qte. tubos em paralelo		1
Material do tubo		PVC
Espessura do tubo	(mm)	2,70
Velocidade	(m/s)	1,18
Período da linha	(s)	0,13
Celeridade	(m/s)	446,21
Qte. de subtrechos		4
Compr. unitário	(m)	5,50

2-BOMBAS

Trecho	TC-EAT
--------	--------

Qte.bombas efetivas em paralelo	1
Vazão por bomba	2,36
Altura manométrica	(m) 18,21
Potência do motor	(CV) 1,40
Rotação nominal	(rpm) 3500
Rendimento do conjunto	(%) 52
Momento inércia conjunto(kg.m2)	0,00
Constante da bomba	2,74
Tipo de válvula no recalque	Retenção
Diâmetro da válvula	(mm) 50
Tempo fechamento da válvula	(s) 0,32
Tempo parada da bomba	(s) 2,59

3-TRANSITÓRIOS NA ADUTORA

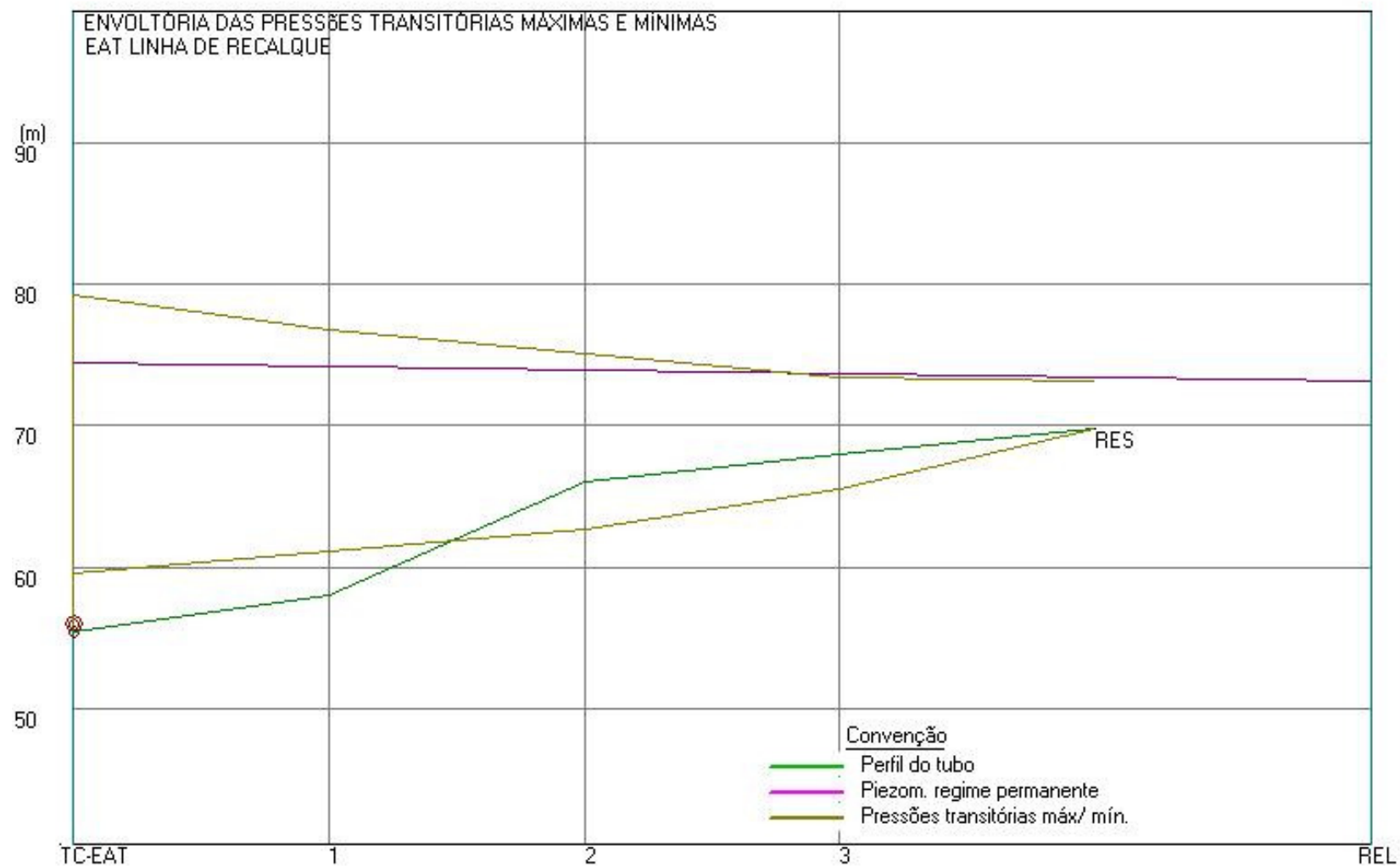
Intervalo de cálculo: 0,01 s

Período de cálculo :11643 s

Ponto	Cota tubo	Cota piezom. (m)		Pressão (mca)		Volume cavidade
	(m)	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	(litros)

TC	56,00	56,00	56,00	0,000	0,000	0
EAT	55,43	79,25	59,52	23,818	4,093	0
EAT-REL/1	58,00	76,73	61,14	18,728	3,144	0
EAT-REL/2	66,10	75,06	62,65	8,965	-3,450	0
EAT-REL/3	68,00	73,45	65,59	5,455	-2,414	0
REL	69,85	73,14	69,85	3,293	0,000	0

Transiente Hidráulico: Golpe de Ariete – Adutora de Água Tratada – AAT 1



8.8.2 Blocos de ancoragem

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

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

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

Sendo:

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

O cálculo do volume solicitado será dado pela fórmula:

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

Sendo:

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

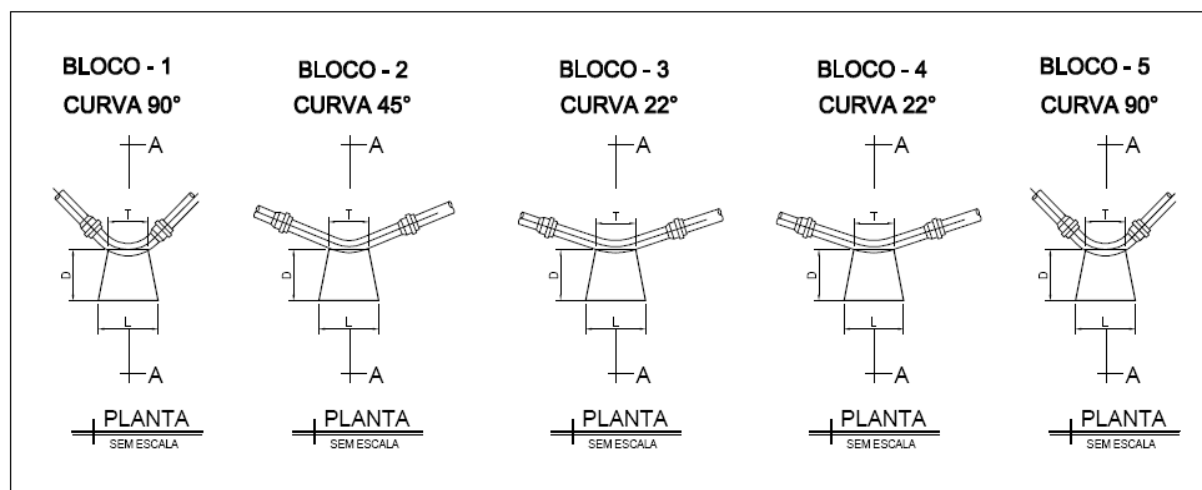
A partir desses dados serão estabelecidas as dimensões dos blocos.

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

Quadro 8.8.2.1 – Dimensões dos blocos de ancoragem para DN50

Bloco nº	DN (mm)	Curva	Dimensões do bloco de ancoragem (cm)			
			T	H	D	L
1	50	90º	25	30	30	35
2	50	45º	25	30	25	30
3	50	22º	25	30	25	30
4	50	22º	25	30	25	30
5	50	90º	25	30	30	35

Figura 8.8.2.1 – Esquema dos blocos de ancoragem



8.9 FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO NA ÁREA DA ETA

Será realizada implantação de fossa séptica e sumidouro na área da ETA. A fossa séptica e o sumidouro são padrão CESAN.

As principais dimensões da fossa séptica são:

- Diâmetro: 1,50 m;
- Altura: variável;
- Número de unidades: 01.

As principais dimensões do sumidouro são:

- Diâmetro: 1,50 m;
- Altura interna: 2,00 m;
- Número de unidades: 01.

8.10 CAIXAS PASSAGEM E DESCARGA

8.10.1 Caixas de Passagem – Produtos Químicos

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

- Largura: 0,40 m;
- Comprimento: 0,40 m;
- Altura interna: 0,40 m;
- Número de unidades: 05

8.10.2 Caixas de descarga

Será necessário implantar caixas de descarga na área da ETA.

8.10.3 Caixas de Descarga 1 e 2 para a Casa de Química

Serão implantadas duas caixas de descarga para a casa de química, padrão CESAN. Essas caixas receberão o efluente da casa de química, e depois irão para a fossa e sumidouro. As principais dimensões internas das caixas de descarga são:

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

CAIXA Nº	ALTURA (m)
1	0,60
2	0,70

8.10.4 Caixa de Descarga 6 para Estação de Tratamento de Água.

Será implantada uma caixa de descarga para a ETA, padrão CESAN. O caminhamento desta caixa levará o efluente para a caixa de descarga 7. As principais dimensões internas da caixa de descarga são

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

8.10.5 Caixa de Descarga 3,4,5,7 e 8 para o REL e ETA

Serão implantadas cinco caixas de descarga para o Reservatório Elevado e para a ETA, padrão CESAN. O caminhamento destas caixas levará o efluente para a caixa de descarga 8 e daí para a ala de lançamento. As principais dimensões internas da caixa de descarga são:

- Largura: 0,60 m;
- Comprimento: 0,60 m;
- Altura: variável;
- Número de unidades: 05.

CAIXA Nº	ALTURA (m)
3	0,70
4	0,60
5	0,70
7	0,70
8	0,80

O desenho 07/20 contido no Volume II – Projeto Básico – Tomo II – Desenhos apresenta o detalhamento das caixas a serem implantadas na área da ETA.

8.11 RESERVAÇÃO – ÁREA DA ETA

Na área da ETA de São Miguel, conforme mencionado, o reservatório existente está em estado muito precário e não será aproveitado. A reservação será constituída por um reservatório que será responsável pelo abastecimento da localidade, sendo este elevado a implantar, de 20m³.

Este reservatório foi dimensionado para o horizonte de projeto, ano de 2042. Suas características principais são apresentadas a seguir.

8.11.1 Reservatório Elevado

Será implantado um reservatório elevado, de 20m³ na área da estação de tratamento e, que será responsável por abastecer a localidade, definida na nova concepção do Sistema de Abastecimento de Água de São Miguel. O REL será alimentado pela EAT a ser implantada também na área da ETA.

Principais características do reservatório a ser implantado:

- Situação: Implantar
- Tipo: Elevado
- Material: Fibra de Vidro
- Cota do terreno: 60,10 m
- NA máximo: 69,54 m
- Diâmetro: 2,50 m
- Altura total: 4,60 m
- Altura útil (NA): 3,20 m
- Volume útil: 15,70 m³
- NA mínimo: 66,54 m

8.12 CERCA E PORTÃO DA ÁREA DA ETA

Serão implantados cerca mista e portão para veículos padrão CESAN no entorno da área da ETA. A cerca mista terá 116 metros lineares.

8.13 DISPONIBILIDADE ELÉTRICA NA ÁREA DA ETA

A atual configuração do sistema de abastecimento de água de São Miguel não apresenta disponibilidade de energia elétrica na área da ETA. Será necessária a implantação de um padrão de energia, a ser detalhado no projeto elétrico, a fim de atender a demanda do sistema.

8.14 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

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

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

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

Sendo:

- $hf \Rightarrow$ Perda de carga contínua (m);
- $Q \Rightarrow$ Vazão máxima horária (m³/s);
- $C \Rightarrow$ Coeficiente de rugosidade (adotado de 130 para PVC);
- $D \Rightarrow$ Diâmetro (mm);
- $L \Rightarrow$ Comprimento de trecho (m).

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

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

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

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

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

Conforme mencionado anteriormente, na nova concepção do sistema de abastecimento de água da localidade de São Miguel a única zona de abastecimento atual será mantida. Do reservatório a implantar na área da estação de tratamento, será abastecida por gravidade toda a localidade.

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

ÁGUA - PLANILHA DE CÁLCULO

CESAN

Sistema de Abastecimento de Água de São Miguel - São Miguel

```

*****
PTO.FIXO  Fluxo    Piezom.fixa  Vazão
              (mca)      (l/s)
*****
RES      o-->      69,00      1,75
*****

```

T R E C H O S

TRECHO	COMPR.	DIÂM.-MAT.	VAZÃO	VELOC.	PERDA
	(m)	(mm)	(l/s)	(m/s)	CARGA (mcl)

RES - 1	51,00	75	PBA12	1,75	0,37	0,13
1 - 1A	61,00	50	PBA12	0,02	0,01	0,00
1 - 2	193,00	75	PBA12	1,66	0,36	0,47
2 - 3	39,00	50	PBA12	0,55	0,23	0,06
3 - 4	85,00	50	PBA12	0,05	0,02	0,00
4 - 5	58,00	50	PBA12	0,02	0,01	0,00
3 - 6	50,00	50	PBA12	0,25	0,11	0,02
6 - 7	42,00	50	PBA12	0,01	0,00	0,00
6 - 6A	38,00	50	PBA12	0,01	0,00	0,00
6 - 8	142,00	50	PBA12	0,16	0,07	0,02
8 - 9	146,00	50	PBA12	0,04	0,02	0,00
8 - 10	21,00	50	PBA12	0,04	0,02	0,00
10 - 10A	20,00	50	PBA12	0,01	0,00	0,00
10 - 11	36,00	50	PBA12	0,01	0,00	0,00
3 - 12	253,00	50	PBA12	0,13	0,05	0,02
12 - 12A	57,00	50	PBA12	0,02	0,01	0,00
12 - 13	50,00	50	PBA12	0,01	0,01	0,00
2 - 14	56,00	50	PBA12	1,04	0,44	0,30
14 - 15	112,00	50	PBA12	0,12	0,05	0,01
15 - 16	93,00	50	PBA12	0,02	0,01	0,00
15 - 17	80,00	50	PBA12	0,02	0,01	0,00
14 - 18	678,00	50	PBA12	0,69	0,29	1,71
18 - 19	203,00	50	PBA12	0,05	0,02	0,01
18 - 20	101,00	50	PBA12	0,37	0,16	0,08
20 - 21	22,00	50	PBA12	0,01	0,00	0,00
20 - 22	162,00	50	PBA12	0,29	0,12	0,08
22 - 23	176,00	50	PBA12	0,05	0,02	0,00
22 - 24	57,00	50	PBA12	0,02	0,01	0,00
22 - 25	19,00	50	PBA12	0,11	0,05	0,00
25 - 26	84,00	50	PBA12	0,02	0,01	0,00
25 - 27	117,00	50	PBA12	0,03	0,01	0,00

TOTAL	3302,00					
-------	---------	--	--	--	--	--

N Ó S

NÓ	ELEVAÇÃO TUBO	PRESSÃO	DEMANDA
	(m)	(mcl)	(l/s)

RES	66,00	3,00	
1	50,23	18,64	0,07
1A	57,00	11,86	0,02
2	38,62	29,78	0,08
3	37,52	30,81	0,11
4	42,88	25,45	0,04
5	47,90	20,43	0,02
6	34,64	33,67	0,07
7	38,28	30,03	0,01
6A	36,56	31,75	0,01
8	25,64	42,65	0,08
9	31,67	36,62	0,04
10	26,10	42,19	0,02
10A	26,24	42,05	0,01
11	22,18	46,11	0,01
12	27,67	40,64	0,10
12A	29,55	38,76	0,02
13	22,49	45,82	0,01
14	36,15	31,95	0,23
15	34,33	33,76	0,08
16	41,22	26,87	0,02
17	28,96	39,13	0,02
18	21,18	45,20	0,26
19	25,52	40,86	0,05
20	27,29	39,01	0,08
21	27,45	38,85	0,01
22	35,71	30,51	0,11
23	25,42	40,79	0,05
24	37,58	28,64	0,02
25	37,37	28,85	0,06
26	43,44	22,78	0,02
27	35,00	31,22	0,03

1,75

As tubulações utilizadas na rede de distribuição serão em PVC PBA classe 12.

A seguir um quadro com o quantitativo das tubulações existentes a aproveitar e a serem implantadas no SAA de São Miguel.

Quadro 8.14.1 – Rede de Distribuição – Quantitativo das Tubulações

REDE DE DISTRIBUIÇÃO SÃO MIGUEL - GUARAPARI/ES		
DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	IMPLANTAR (m)
50	PVC PBA CL12	3.058
75	PVC PBA CL12	244
TOTAL GERAL		3.302

Caixa de Registro de Descarga (DN 50)

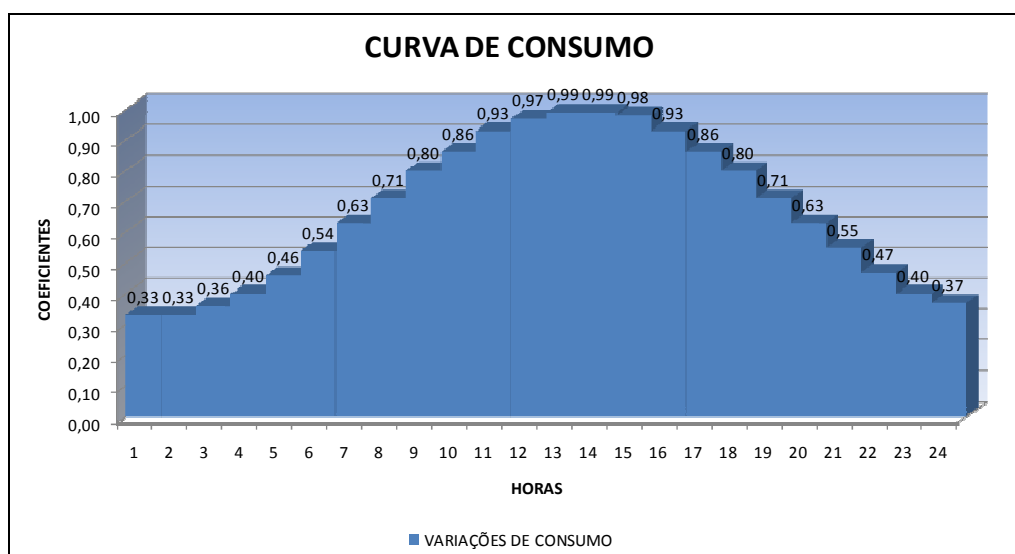
Nos pontos baixos da localidade serão instalados registros de descarga com a finalidade de realização de limpeza da rede. Principais características da caixa de proteção:

- Dimensões internas: 0,60 m x 0,60 m x 0,90 m;
- Número de unidades: 4;
- Padrão: CESAN;

Dimensionamento da rede

O projeto da rede de distribuição foi elaborado a partir da “calibração” da rede atual em simulador hidráulico, no caso o EPANET. Tem-se como objetivo que a curva de consumo durante o dia comporte-se como uma senóide, (Figura 8.14.1) conforme proposto por Yassuda no Capítulo 12 “Reservatório de Distribuição de Água” do livro “Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água” publicado pela CETESB (YASSUDA, 1976).

Figura 8.14.1 – Curva de Consumo



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

Na figura 8.14.2 é apresentado um gráfico de pressões atuantes na rede no horário de menor consumo, enquanto que na figura 8.14.3 é apresentado o mesmo gráfico, na situação de maior consumo. Estes gráficos foram obtidos através do modelo de simulação hidráulica EPANET.

Figura 8.14.2 – Pressões na Hora de Menor Consumo

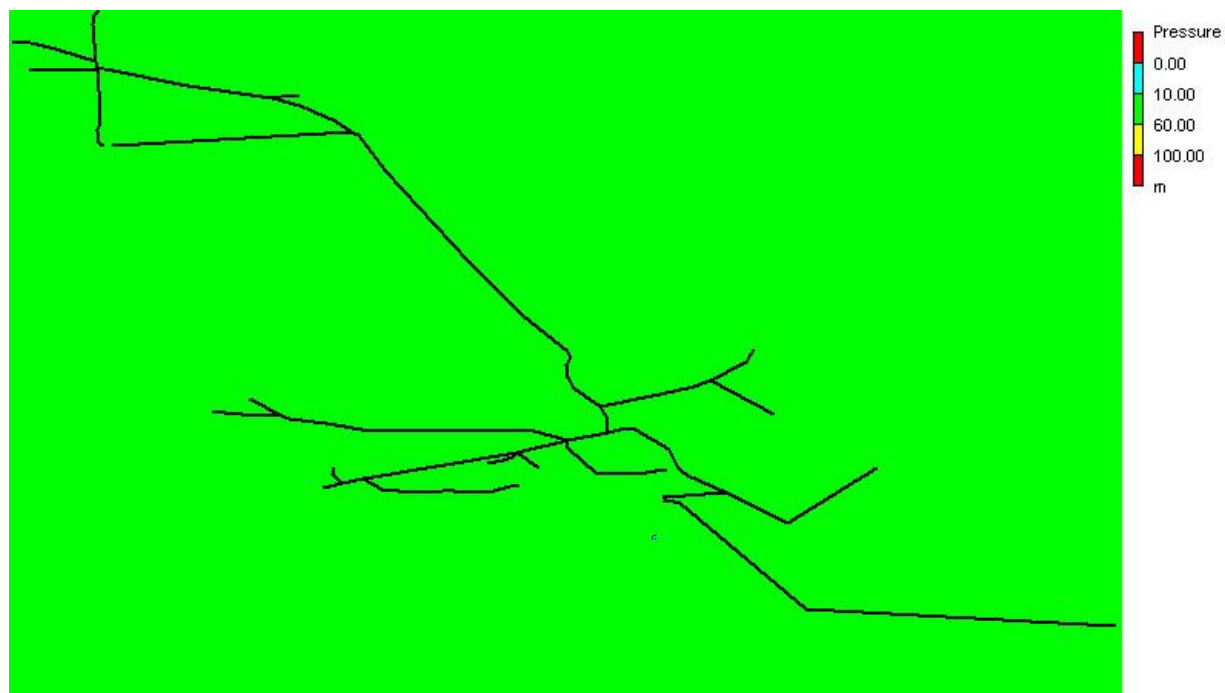
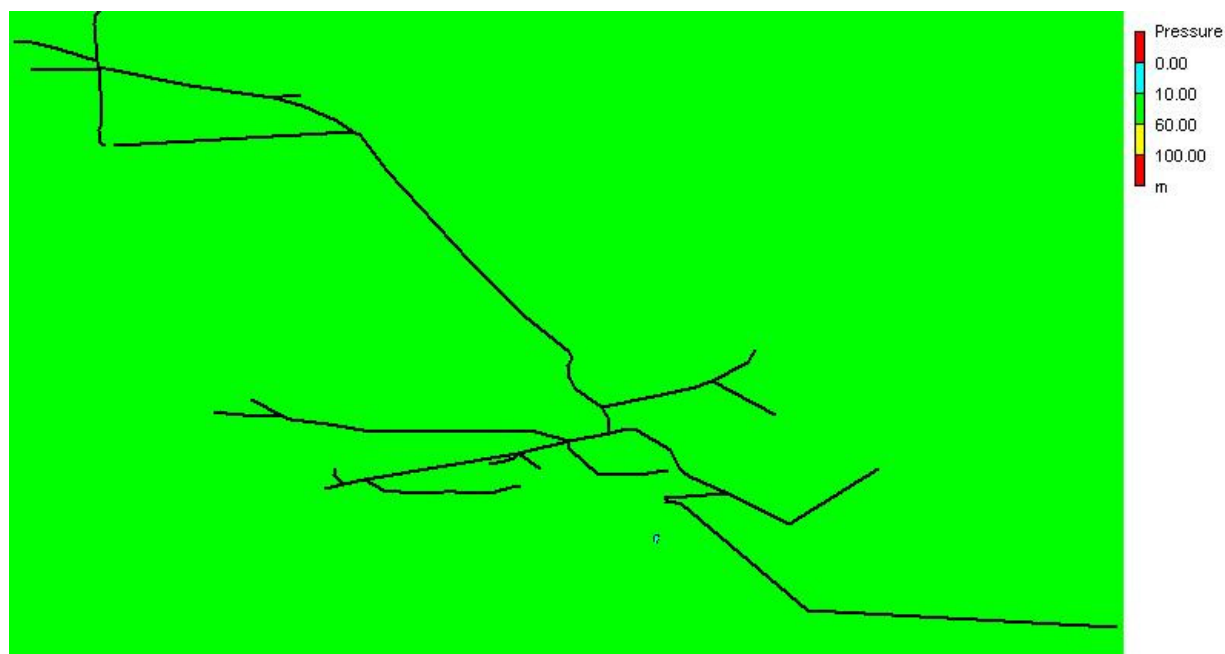


Figura 8.14.3 – Pressões na Hora de Maior Consumo



Travessia

Foi prevista uma travessia sobre córrego dentro da localidade:

- Travessia: Travessia da rede de distribuição sobre córrego com extensão de, aproximadamente, 5 m em Ferro Galvanizado Ø 2”;

8.15 LIGAÇÕES PREDIAIS

Para atendimento em início de plano será necessária a implantação de ligações prediais para a rede de distribuição a ser implantada. Para a estimativa do número de ligações prediais de água utilizou-se dos dados do levantamento topográfico realizado na localidade com a contagem das edificações existentes. O quadro 8.15.1 apresenta uma estimativa do número de ligações prediais de água a serem implantadas para o SAA de São Miguel. Considerou-se a falta de hidrometração nas ligações da rede da localidade para se estabelecer à estimativa. Serão executadas ligações prediais padrão CESAN para tubulações DN50 e DN75, atendendo individualmente cada edificação.

Quadro 8.15.1 – Estimativa do Número de Ligações Prediais

SAA	POPULAÇÃO (hab)		NÚMERO DE LIGAÇÕES PREDIAIS
	TOTAL	ATENDIDA	
LIGAÇÕES HIDROMETRADAS À IMPLANTAR	340	340	85

Para detalhes construtivos da rede de distribuição ver os desenhos 16/20, 17/20 e 18/20 contidos no Tomo II do Volume II – Projeto Básico.

9 ANEXOS

ANEXO I – PLANILHAS DE CUSTO DE ENERGIA

ANEXO II – PLANILHAS DO SIMULADOR EPANET

ANEXO I – PLANILHAS DE CUSTO DE ENERGIA

ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EAT**OPÇÃO - 1**

ANO	Q _{méd} (l/s)	Q _{méd} (m³/d)	Q _{BOMBA} (m³/h)	HORAS MÉDIAS DE OPERAÇÃO (h)	POTÊNCIA ÚTIL (kW)	POTÊNCIA CONSUMIDA (kW)	CONSUMO ANUAL DE ENERGIA (kW.h)	DESPESA COM ENERGIA CONSUMIDA (R\$)	DEMANDA (kW)	DESPESA ANUAL COM DEMANDA (R\$)	DESPESA VALOR PRESENTE (R\$)
2.012	0,59	50,98	8,50	6,00	2,04	2,04	4.471,25	1.774,19	2,04	0,00	1.987,10
2.013	0,60	52,07	8,50	6,13	2,04	2,04	4.567,50	1.812,38	2,04	0,00	1.812,38
2.014	0,62	53,17	8,50	6,26	2,04	2,04	4.663,74	1.850,57	2,04	0,00	1.652,30
2.015	0,63	54,27	8,50	6,39	2,04	2,04	4.759,99	1.888,76	2,04	0,00	1.505,71
2.016	0,64	55,37	8,50	6,52	2,04	2,04	4.856,23	1.926,95	2,04	0,00	1.371,57
2.017	0,65	56,46	8,50	6,65	2,04	2,04	4.952,48	1.965,14	2,04	0,00	1.248,88
2.018	0,67	57,56	8,50	6,77	2,04	2,04	5.048,72	2.003,33	2,04	0,00	1.136,75
2.019	0,68	58,66	8,50	6,90	2,04	2,04	5.144,97	2.041,52	2,04	0,00	1.034,30
2.020	0,69	59,75	8,50	7,03	2,04	2,04	5.241,21	2.079,71	2,04	0,00	940,76
2.021	0,70	60,85	8,50	7,16	2,04	2,04	5.337,46	2.117,90	2,04	0,00	855,39
2.022	0,72	61,95	8,50	7,29	2,04	2,04	5.433,71	2.156,09	2,04	0,00	777,51
2.023	0,73	63,05	8,50	7,42	2,04	2,04	5.529,95	2.194,28	2,04	0,00	706,50
2.024	0,74	64,14	8,50	7,55	2,04	2,04	5.626,20	2.232,47	2,04	0,00	641,78
2.025	0,76	65,24	8,50	7,68	2,04	2,04	5.722,44	2.270,67	2,04	0,00	582,82
2.026	0,77	66,34	8,50	7,81	2,04	2,04	5.818,69	2.308,86	2,04	0,00	529,13
2.027	0,78	67,44	8,50	7,94	2,04	2,04	5.914,93	2.347,05	2,04	0,00	480,25
2.028	0,79	68,53	8,50	8,07	2,04	2,04	6.011,18	2.385,24	2,04	0,00	435,77
2.029	0,81	69,63	8,50	8,20	2,04	2,04	6.107,42	2.423,43	2,04	0,00	395,31
2.030	0,82	70,73	8,50	8,32	2,04	2,04	6.203,67	2.461,62	2,04	0,00	358,52
2.031	0,83	71,82	8,50	8,45	2,04	2,04	6.299,92	2.499,81	2,04	0,00	325,07
2.032	0,84	72,92	8,50	8,58	2,04	2,04	6.396,16	2.538,00	2,04	0,00	294,68
2.033	0,86	74,02	8,50	8,71	2,04	2,04	6.492,41	2.576,19	2,04	0,00	267,06
2.034	0,87	75,12	8,50	8,84	2,04	2,04	6.588,65	2.614,38	2,04	0,00	241,99
2.035	0,88	76,21	8,50	8,97	2,04	2,04	6.684,90	2.652,57	2,04	0,00	219,21
2.036	0,89	77,31	8,50	9,10	2,04	2,04	6.781,14	2.690,76	2,04	0,00	198,55
2.037	0,91	78,41	8,50	9,23	2,04	2,04	6.877,39	2.728,95	2,04	0,00	179,79
2.038	0,92	79,51	8,50	9,36	2,04	2,04	6.973,63	2.767,14	2,04	0,00	162,77
2.039	0,93	80,60	8,50	9,49	2,04	2,04	7.069,88	2.805,33	2,04	0,00	147,34
2.040	0,95	81,70	8,50	9,62	2,04	2,04	7.166,13	2.843,52	2,04	0,00	133,34
2.041	0,96	82,80	8,50	9,75	2,04	2,04	7.262,37	2.881,71	2,04	0,00	120,66
2.042	0,97	83,89	8,50	9,87	2,04	2,04	7.358,62	2.919,90	2,04	0,00	109,16
VALOR PRESENTE = R\$											20.852,34

CONSUMO EM BAIXA TENSÃO (BT)
 CONSUMO EM ALTA TENSÃO (CAT)
 DEMANDA EM ALTA TENSÃO (DAT)

396,8 /MWh
 179,30 /MWh
 44,57 /KW

Referência: EDP ESCELSA
 Tarifa convencional, subgrupo B3
 Demais classes, TUSD+TE + 30% de
 impostos

$$j=12\% \text{ a.a} \quad k = \frac{1}{(1+j)^{(n-1)}}$$

OPÇÃO - 2

ANO	Q _{méd} (l/s)	Q _{méd} (m³/d)	Q _{BOMBA} (m³/h)	HORAS MÉDIAS DE OPERAÇÃO (h)	POTÊNCIA ÚTIL (kW)	POTÊNCIA CONSUMIDA (kW)	CONSUMO ANUAL DE ENERGIA (kW.h)	DESPESA COM ENERGIA CONSUMIDA (R\$)	DEMANDA (kW)	DESPESA ANUAL COM DEMANDA (R\$)	DESPESA VALOR PRESENTE (R\$)
2.012	0,59	50,98	8,50	6,00	1,22	1,22	2.675,90	1.061,80	1,22	0,00	1.189,21
2.013	0,60	52,07	8,50	6,13	1,22	1,22	2.733,50	1.084,65	1,22	0,00	1.084,65
2.014	0,62	53,17	8,50	6,26	1,22	1,22	2.791,10	1.107,51	1,22	0,00	988,85
2.015	0,63	54,27	8,50	6,39	1,22	1,22	2.848,70	1.130,36	1,22	0,00	901,12
2.016	0,64	55,37	8,50	6,52	1,22	1,22	2.906,30	1.153,22	1,22	0,00	820,84
2.017	0,65	56,46	8,50	6,65	1,22	1,22	2.963,90	1.176,08	1,22	0,00	747,42
2.018	0,67	57,56	8,50	6,77	1,22	1,22	3.021,50	1.198,93	1,22	0,00	680,31
2.019	0,68	58,66	8,50	6,90	1,22	1,22	3.079,10	1.221,79	1,22	0,00	619,00
2.020	0,69	59,75	8,50	7,03	1,22	1,22	3.136,70	1.244,64	1,22	0,00	563,01
2.021	0,70	60,85	8,50	7,16	1,22	1,22	3.194,30	1.267,50	1,22	0,00	511,92
2.022	0,72	61,95	8,50	7,29	1,22	1,22	3.251,90	1.290,35	1,22	0,00	465,31
2.023	0,73	63,05	8,50	7,42	1,22	1,22	3.309,50	1.313,21	1,22	0,00	422,82
2.024	0,74	64,14	8,50	7,55	1,22	1,22	3.367,10	1.336,06	1,22	0,00	384,09
2.025	0,76	65,24	8,50	7,68	1,22	1,22	3.424,70	1.358,92	1,22	0,00	348,80
2.026	0,77	66,34	8,50	7,81	1,22	1,22	3.482,30	1.381,78	1,22	0,00	316,67
2.027	0,78	67,44	8,50	7,94	1,22	1,22	3.539,90	1.404,63	1,22	0,00	287,42
2.028	0,79	68,53	8,50	8,07	1,22	1,22	3.597,50	1.427,49	1,22	0,00	260,80
2.029	0,81	69,63	8,50	8,20	1,22	1,22	3.655,10	1.450,34	1,22	0,00	236,58
2.030	0,82	70,73	8,50	8,32	1,22	1,22	3.712,70	1.473,20	1,22	0,00	214,56
2.031	0,83	71,82	8,50	8,45	1,22	1,22	3.770,30	1.496,05	1,22	0,00	194,55
2.032	0,84	72,92	8,50	8,58	1,22	1,22	3.827,90	1.518,91	1,22	0,00	176,36
2.033	0,86	74,02	8,50	8,71	1,22	1,22	3.885,50	1.541,77	1,22	0,00	159,83
2.034	0,87	75,12	8,50	8,84	1,22	1,22	3.943,10	1.564,62	1,22	0,00	144,82
2.035	0,88	76,21	8,50	8,97	1,22	1,22	4.000,70	1.587,48	1,22	0,00	131,19
2.036	0,89	77,31	8,50	9,10	1,22	1,22	4.058,30	1.610,33	1,22	0,00	118,82
2.037	0,91	78,41	8,50	9,23	1,22	1,22	4.115,90	1.633,19	1,22	0,00	107,60
2.038	0,92	79,51	8,50	9,36	1,22	1,22	4.173,50	1.656,04	1,22	0,00	97,41
2.039	0,93	80,60	8,50	9,49	1,22	1,22	4.231,10	1.678,90	1,22	0,00	88,18
2.040	0,95	81,70	8,50	9,62	1,22	1,22	4.288,70	1.701,75	1,22	0,00	79,80
2.041	0,96	82,80	8,50	9,75	1,22	1,22	4.346,30	1.724,61	1,22	0,00	72,21
2.042	0,97	83,89	8,50	9,87	1,22	1,22	4.403,90	1.747,47	1,22	0,00	65,33
VALOR PRESENTE = R\$										12.479,46	

CONSUMO EM BAIXA TENSÃO (BT)
 CONSUMO EM ALTA TENSÃO (CAT)
 DEMANDA EM ALTA TENSÃO (DAT)

396,8 /MWh
 179,30 /MWh
 44,57 /KW

Referência: EDP ECELISA
 Tarifa convencional, subgrupo B3
 Demais classes, TUSD+TE + 30% de
 impostos

$$j=12\% \text{ a.a} \quad k = \frac{1}{(1+j)^{(n-1)}}$$

OPÇÃO – 3

ANO	Q _{méd} (l/s)	Q _{méd} (m³/d)	Q _{BOMBA} (m³/h)	HORAS MÉDIAS DE OPERAÇÃO (h)	POTÊNCIA ÚTIL (kW)	POTÊNCIA CONSUMIDA (kW)	CONSUMO ANUAL DE ENERGIA (kW.h)	DESPESA COM ENERGIA CONSUMIDA (R\$)	DEMANDA (kW)	DESPESA ANUAL COM DEMANDA (R\$)	DESPESA VALOR PRESENTE (R\$)
2.012	0,59	50,98	8,50	6,00	1,53	1,53	3.353,44	1.330,64	1,53	0,00	1.490,32
2.013	0,60	52,07	8,50	6,13	1,53	1,53	3.425,62	1.359,29	1,53	0,00	1.359,29
2.014	0,62	53,17	8,50	6,26	1,53	1,53	3.497,81	1.387,93	1,53	0,00	1.239,22
2.015	0,63	54,27	8,50	6,39	1,53	1,53	3.569,99	1.416,57	1,53	0,00	1.129,28
2.016	0,64	55,37	8,50	6,52	1,53	1,53	3.642,17	1.445,21	1,53	0,00	1.028,68
2.017	0,65	56,46	8,50	6,65	1,53	1,53	3.714,36	1.473,86	1,53	0,00	936,66
2.018	0,67	57,56	8,50	6,77	1,53	1,53	3.786,54	1.502,50	1,53	0,00	852,56
2.019	0,68	58,66	8,50	6,90	1,53	1,53	3.858,73	1.531,14	1,53	0,00	775,72
2.020	0,69	59,75	8,50	7,03	1,53	1,53	3.930,91	1.559,79	1,53	0,00	705,57
2.021	0,70	60,85	8,50	7,16	1,53	1,53	4.003,09	1.588,43	1,53	0,00	641,54
2.022	0,72	61,95	8,50	7,29	1,53	1,53	4.075,28	1.617,07	1,53	0,00	583,13
2.023	0,73	63,05	8,50	7,42	1,53	1,53	4.147,46	1.645,71	1,53	0,00	529,88
2.024	0,74	64,14	8,50	7,55	1,53	1,53	4.219,65	1.674,36	1,53	0,00	481,34
2.025	0,76	65,24	8,50	7,68	1,53	1,53	4.291,83	1.703,00	1,53	0,00	437,12
2.026	0,77	66,34	8,50	7,81	1,53	1,53	4.364,02	1.731,64	1,53	0,00	396,85
2.027	0,78	67,44	8,50	7,94	1,53	1,53	4.436,20	1.760,28	1,53	0,00	360,19
2.028	0,79	68,53	8,50	8,07	1,53	1,53	4.508,38	1.788,93	1,53	0,00	326,83
2.029	0,81	69,63	8,50	8,20	1,53	1,53	4.580,57	1.817,57	1,53	0,00	296,48
2.030	0,82	70,73	8,50	8,32	1,53	1,53	4.652,75	1.846,21	1,53	0,00	268,89
2.031	0,83	71,82	8,50	8,45	1,53	1,53	4.724,94	1.874,85	1,53	0,00	243,81
2.032	0,84	72,92	8,50	8,58	1,53	1,53	4.797,12	1.903,50	1,53	0,00	221,01
2.033	0,86	74,02	8,50	8,71	1,53	1,53	4.869,30	1.932,14	1,53	0,00	200,30
2.034	0,87	75,12	8,50	8,84	1,53	1,53	4.941,49	1.960,78	1,53	0,00	181,49
2.035	0,88	76,21	8,50	8,97	1,53	1,53	5.013,67	1.989,43	1,53	0,00	164,41
2.036	0,89	77,31	8,50	9,10	1,53	1,53	5.085,86	2.018,07	1,53	0,00	148,91
2.037	0,91	78,41	8,50	9,23	1,53	1,53	5.158,04	2.046,71	1,53	0,00	134,84
2.038	0,92	79,51	8,50	9,36	1,53	1,53	5.230,23	2.075,35	1,53	0,00	122,08
2.039	0,93	80,60	8,50	9,49	1,53	1,53	5.302,41	2.104,00	1,53	0,00	110,50
2.040	0,95	81,70	8,50	9,62	1,53	1,53	5.374,59	2.132,64	1,53	0,00	100,01
2.041	0,96	82,80	8,50	9,75	1,53	1,53	5.446,78	2.161,28	1,53	0,00	90,49
2.042	0,97	83,89	8,50	9,87	1,53	1,53	5.518,96	2.189,92	1,53	0,00	81,87
VALOR PRESENTE = R\$											15.639,26

CONSUMO EM BAIXA TENSÃO (BT)

396,8 /MWh

CONSUMO EM ALTA TENSÃO (CAT)

179,30 /MWh

DEMANDA EM ALTA TENSÃO (DAT)

44,57 /KW

Referência: EDP ESCELSA

Tarifa convencional, subgrupo B3

Demais classes, TUSD+TE + 30% de impostos

j=12% a.a

$$k = \frac{1}{(1+j)^{(n-1)}}$$

ANEXO II – PLANILHA DE SIMULAÇÃO DO EPANET

Node ID	Elevation	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Junc 1	50.23	0.05	0.05	69.37	19.14
Junc 2	38.62	0.08	0.08	68.81	30.19
Junc 3	37.52	0.12	0.12	68.71	31.19
Junc 4	42.88	0.04	0.04	68.71	25.83
Junc 5	47.90	0.02	0.02	68.71	20.81
Junc 6	34.64	0.07	0.07	68.68	34.04
Junc 6A	36.56	0.01	0.01	68.68	32.12
Junc 7	38.28	0.01	0.01	68.68	30.40
Junc 8	25.64	0.08	0.08	68.64	43.00
Junc 9	31.67	0.04	0.04	68.64	36.97
Junc 10	26.10	0.02	0.02	68.64	42.54
Junc 10A	26.24	0.01	0.01	68.64	42.40
Junc 11	22.18	0.01	0.01	68.64	46.46
Junc 12	27.67	0.10	0.10	68.67	41.00
Junc 12A	29.55	0.02	0.02	68.67	39.12
Junc 13	22.49	0.01	0.01	68.67	46.18
Junc 14	36.15	0.23	0.23	68.75	32.60
Junc 15	34.33	0.06	0.06	68.73	34.40
Junc 16	41.22	0.05	0.05	68.72	27.50
Junc 17	28.96	0.02	0.02	68.73	39.77
Junc 18	21.18	0.27	0.27	65.98	44.80
Junc 19	25.52	0.06	0.06	65.97	40.45
Junc 20	27.29	0.08	0.08	65.85	38.56
Junc 21	27.45	0.01	0.01	65.85	38.40
Junc 22	35.71	0.11	0.11	65.72	30.01
Junc 23	25.42	0.05	0.05	65.72	40.30
Junc 24	37.58	0.02	0.02	65.72	28.14
Junc 25	37.37	0.06	0.06	65.72	28.35
Junc 26	43.44	0.02	0.02	65.72	22.28
Junc 27	35.61	0.03	0.03	65.72	30.11
Junc CASA	57.00	0.01	0.01	69.37	12.37
Junc 1B	57.00	0.01	0.01	69.37	12.37
Junc nó	57.00	0.00	0.00	63.74	6.74
Junc 31	57.00	0.00	0.00	71.99	14.99
Resvr captação	85.00	#N/A	-2.53	85.00	0.00
Tank REL20	66	#N/A	1.79	69.53	3.53
Tank ETA	60	#N/A	-1.03	63.85	3.85