



PRÓ-RURAL

SANEAMENTO AMBIENTAL PARA COMUNIDADES RURAIS

BOA VISTA/ NOVA VENÉCIA - ES

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

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

VOLUME II: PROJETO BÁSICO

TOMO I – Memorial Descritivo, Justificativo e de Cálculo

Abril/2012

B-016-005-00-0-MD-0002

VERSÃO FINAL



COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO

PRÓ-RURAL – PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL

BOA VISTA / NOVA VENÉCIA - ES

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

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

RESUMO:

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

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

4	04/2012	C	VERSÃO FINAL	Rodrigo Polizzi	Júlio Cezar de Carvalho	Júlio Cezar de Carvalho	CESAN
3	01/2012	B	3ª ENTREGA	Rodrigo Polizzi	Júlio Cezar de Carvalho	Júlio Cezar de Carvalho	CESAN
2	12/2011	B	2ª ENTREGA	Rodrigo Polizzi	Júlio Cezar de Carvalho	Júlio Cezar de Carvalho	CESAN
1	08/2011	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 Cezar de Carvalho
Engº Rodrigo Polizzi

VOLUME:

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

REFERÊNCIA:

Abril/2012

SUMÁRIO

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

VOLUME I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

VOLUME II – PROJETO BÁSICO:

- TOMO I – MEMORIAL DESCRITIVO, JUSTIFICATIVO E DE CÁLCULO
- TOMO II – DESENHOS
- TOMO II.1 – ANEXOS - DER
- TOMO III – ORÇAMENTO

ÍNDICE

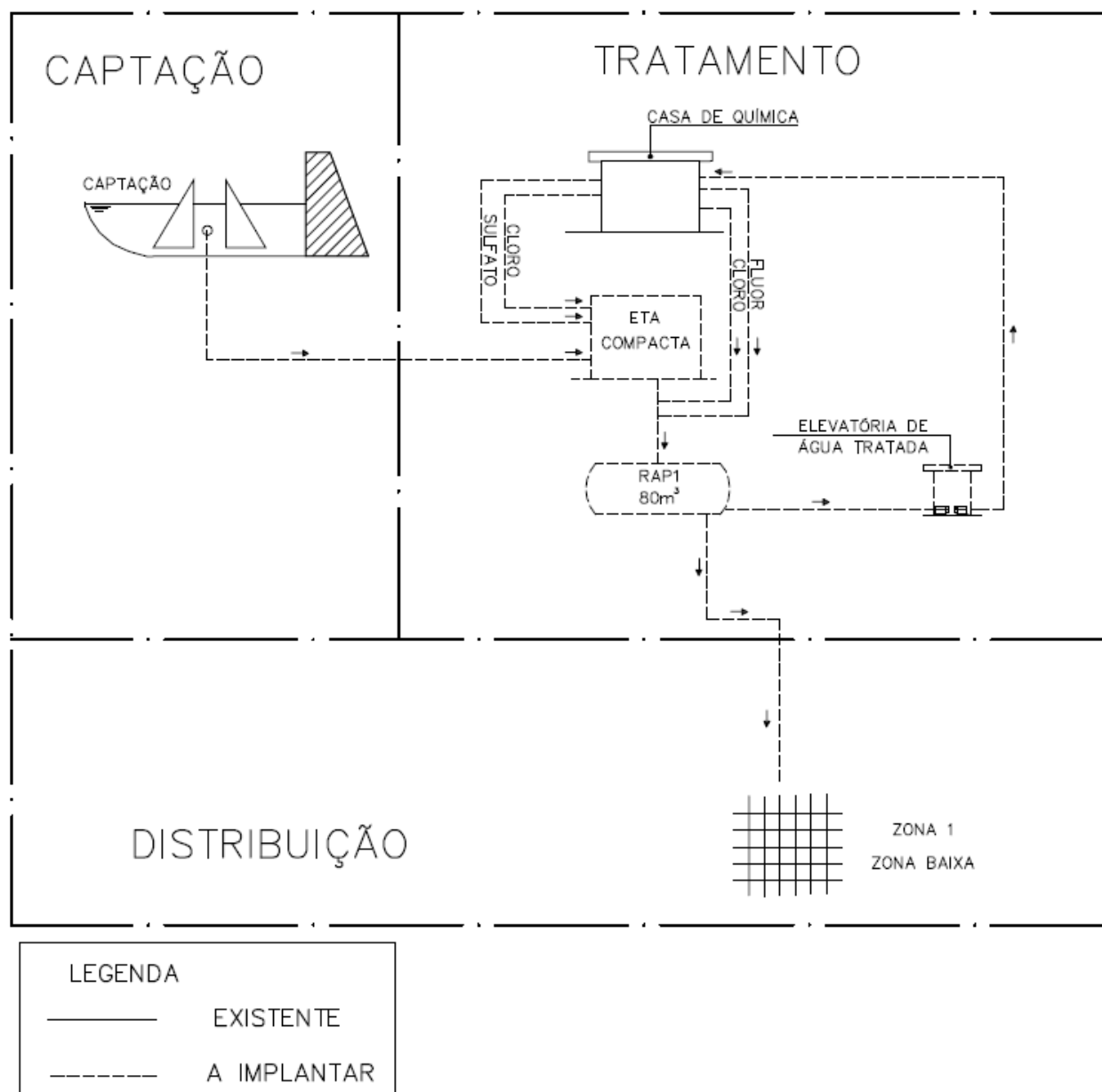
1	SÍNTESE DO PROJETO	6
2	INTRODUÇÃO	9
3	CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE	10
3.1	LOCALIZAÇÃO	11
3.2	ACESSO	14
3.3	MEIO FÍSICO	14
3.4	ECONOMIA	17
3.5	INFRA-ESTRUTURA	17
4	SISTEMA EXISTENTE	19
5	ELEMENTOS E PARÂMETROS PARA O PROJETO – SAA	22
5.1	ALCANCE DE PROJETO	22
6	PROJEÇÃO POPULACIONAL	23
7	DEMANDA DO SAA DE BOA VISTA	25
7.1	ÍNDICE DE ATENDIMENTO	25
7.2	CONSUMO PER CAPITA	25
7.3	TEMPO DE FUNCIONAMENTO	25
7.4	CÁLCULO DAS VAZÕES	25
7.5	DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL E DEMANDAS POR ZONA DE ABASTECIMENTO	28
8	SISTEMA PROPOSTO	29
8.1	INTRODUÇÃO	29
8.2	MANANCIAL/CAPTAÇÃO	30
8.3	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	31
8.3.1	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DA AAB	33
8.3.2	ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA AAB	38
8.3.3	BLOCOS DE ANCORAGEM	38
8.3.4	ÓRGÃOS ACESSÓRIOS	39
8.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	40
8.4.1	TUBULAÇÕES DE INTERLIGAÇÃO ENTRE AS UNIDADES DA ETA	42
8.5	CASA DE QUÍMICA	42
8.5.1	INSTALAÇÃO SANITÁRIA	43
8.5.2	LABORATÓRIO	43
8.5.3	SALA DE DOSAGEM E PRODUTOS UTILIZADOS	44
8.5.4	DEPÓSITO PARA PRODUTOS QUÍMICOS	52
8.5.5	DISPOSIÇÃO DOS PRODUTOS QUÍMICOS	52
8.5.6	MANUAL PARA TREINAMENTO DO OPERADOR DA CASA DE QUÍMICA	53
8.6	ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EAT 1	53
8.6.1	ALTURA MANOMÉTRICA - H _{man}	55
8.6.2	ESPECIFICAÇÃO DO CONJUNTO MOTO-BOMBA	59
8.7	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	60
8.8	CAIXAS DE DESCARGA E PASSAGEM – ÁREA DA ETA	61
8.8.1	CAIXAS DE DESCARGA	61
8.8.2	CAIXAS DE PASSAGEM PARA A CASA DE QUÍMICA	61

8.8.3	CAIXAS DE PASSAGEM – PRODUTOS QUÍMICOS	62
8.8.4	CAIXA DE APLICAÇÃO DE CLORO E FLÚOR	62
8.9	FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO NA ÁREA DA ETA.....	62
8.10	RESERVAÇÃO – ÁREA DA ETA	63
8.10.1	RAP 1	63
8.11	CERCA E PORTÃO DA ÁREA DA ETA	63
8.12	DISPONIBILIDADE ELÉTRICA NA ÁREA DA ETA	63
8.13	REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	64
8.14	LIGAÇÕES PREDIAIS	70
9	ANEXOS.....	71

1 SÍNTESE DO PROJETO

O Projeto Básico tem como objetivo apresentar as unidades ampliadas e reformadas referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Produção e Distribuição, para a localidade de Boa Vista, município de Nova Venécia - ES. A captação existente será mantida, porém, necessita ser protegida do acesso de animais. A barragem existente está em bom estado de conservação e será aproveitada, exceção aos registros de manobra e descarga que serão trocados. Será implantada uma nova adutora de água bruta devido à situação precária da adutora existente e também por não comportar a nova vazão de adução. A estação de tratamento existente não comporta a nova demanda, uma nova ETA compacta será implantada. O reservatório existente está em estado precário, será implantado um reservatório apoiado para uma maior capacidade de reservação e, também, será implantada uma nova elevatória de água tratada. A casa de química atual não será aproveitada. Uma nova casa de química elevada será implantada, a fim de atender os padrões da CESAN e evitar a utilização de bombas dosadoras. A rede de distribuição existente será substituída para a melhoria do abastecimento.

A seguir, um croqui do sistema proposto e na seqüência uma breve descrição das unidades do SAA de Boa Vista.



1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA	
2. LOCALIDADE: Boa Vista	MUNICÍPIO: Nova Venécia
3. PARÂMETROS DO PROJETO	
População de início de plano: 968 habitantes	
População de final de plano: 1.589 habitantes	
Taxa de crescimento: 2,5/1,5/1,0	
Alcance de Projeto: 30 anos	
Capacidade de Atendimento da ETA: 9,00 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: 8,00 l/s	
Tempo de operação da ETA: 10,4 horas/dia - final de plano	
4. FASES DO SISTEMA	
CAPTAÇÃO	Aproveitamento de Barragem de nível existente em concreto com descarga de fundo.
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	Implantação de 59m de tubulação em FºFº DN100 e 407m de tubulação em PVC DEFOFO DN100, ligando a barragem existente à ETA.
TRATAMENTO	Implantação de uma (01) ETA Convencional, melhorias na área da ETA, implantação de casa de química elevada e demais dependências, implantação de fossa séptica e sumidouro.
ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	Redimensionamento e implantação da nova elevatória de água tratada, (02) dois conjuntos moto-bombas, sendo 01 (um) para reserva.
RESERVAÇÃO	Implantação de 01 (um) reservatório apoiado em fibra de vidro com capacidade de 80m³.
REDE DE DISTRIBUIÇÃO	Implantação de 4.542m de tubulação em PVC PBA DN50 Cl12, 1.166m de tubulação em PVC PBA DN75 Cl12 e 478m de tubulação em PVC PBA DN100 Cl12.
LIGAÇÕES PREDIAIS	Implantação de 242 (duzentos e quarenta e dois) ligações domiciliares com hidrometração.

2 INTRODUÇÃO

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

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

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

- Dados fornecidos na visita técnica na localidade;
- Levantamento semi-cadastral da localidade de Boa Vista/ES - YC Engenharia/2011;
- Levantamento topográfico de áreas para o projeto do SAA (captação e estação de tratamento de água) – YC Engenharia/2011;
- Levantamento de faixa para o projeto da adutora de água bruta e adutora de água tratada – YC Engenharia/2011;

O projeto consiste em aproveitamento da barragem existente, implantação da nova adutora de água bruta, estação de tratamento de água, reservatório apoiado, casa de química e rede de distribuição.

3 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE

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

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

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

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

A formação administrativa da localidade segue a seguinte ordem cronológica:

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

3.1 LOCALIZAÇÃO

Boa Vista é uma localidade que está situada no município de Nova Venécia/ES, sendo este localizado a 225 km de Vitória, capital do Espírito Santo.

O município de Nova Venécia está localizado a Noroeste do estado do Espírito Santo, na região Noroeste Espírito - Santense, micro-região Noroeste 2, latitude sul 18º 42' 38" e na longitude oeste de Greenwich 40º24'02".

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

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



Figura 3.1 – Mapa esquemático do Espírito Santo com a localização do município de Nova Venécia – ES

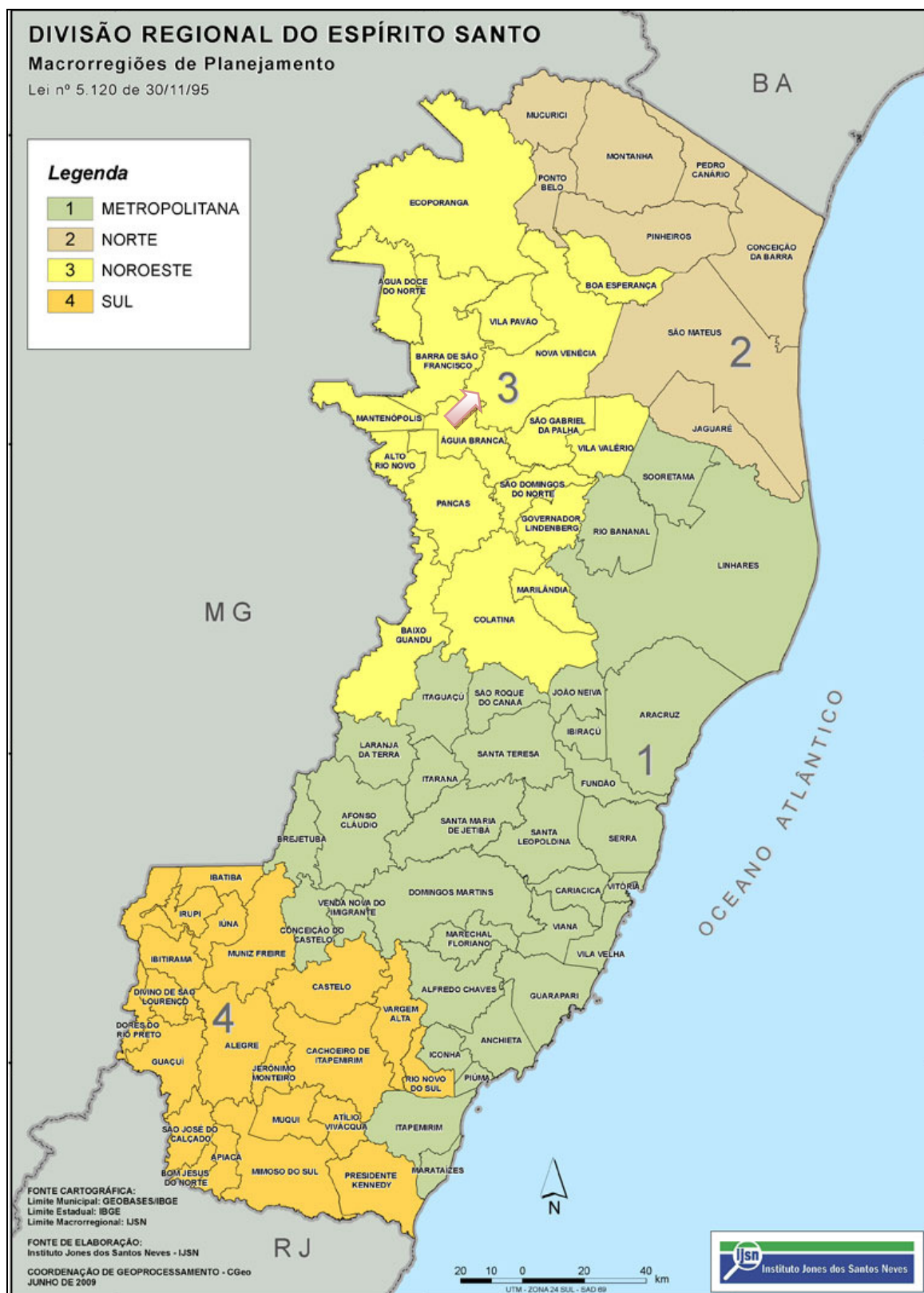


Figura 3.2 – Divisão Regional do Estado do Espírito Santo em Macro regiões.

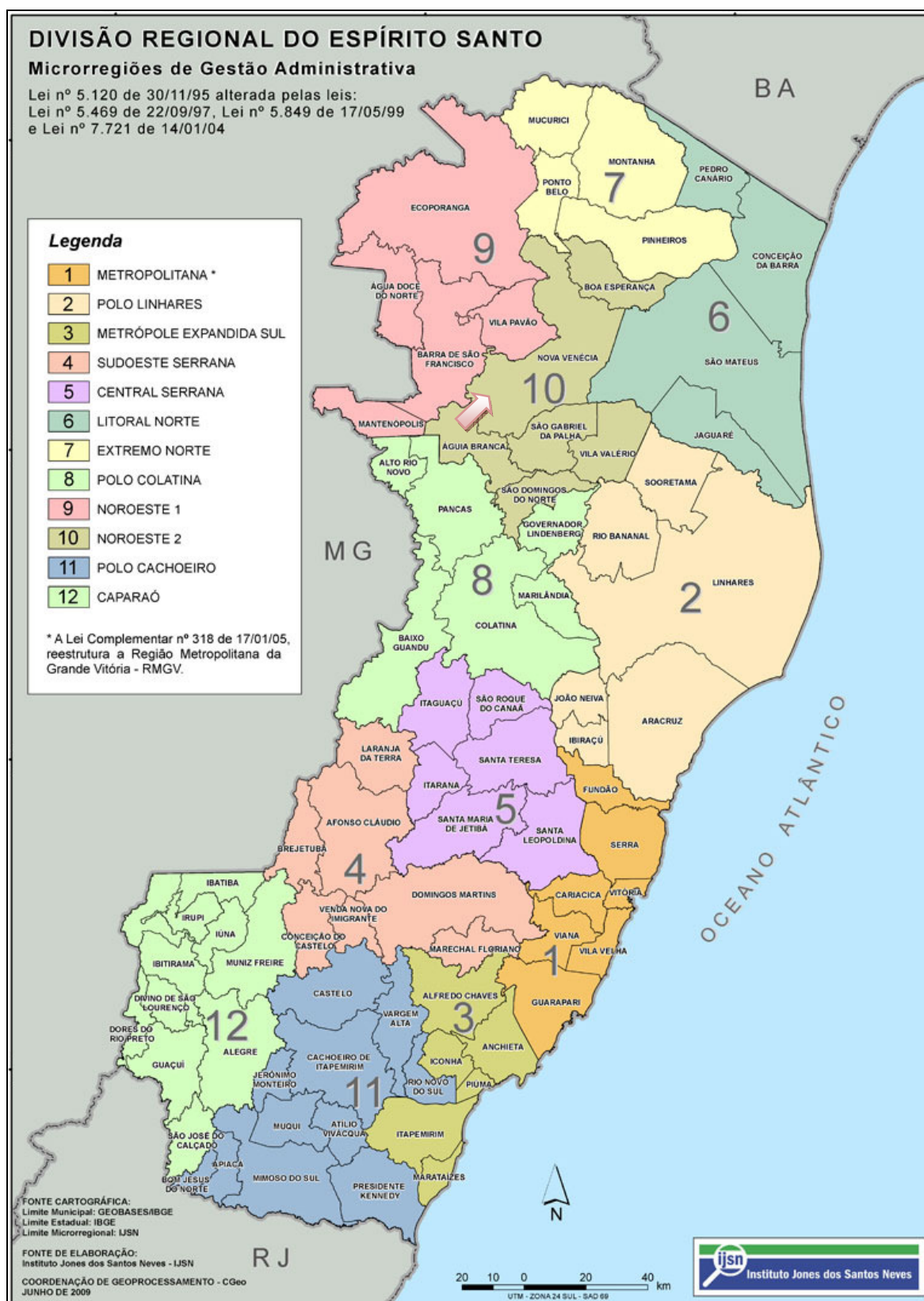


Figura 3.3 – Divisão Regional do Estado do Espírito Santo em Micro regiões

3.2 ACESSO

A localidade de Boa Vista dista 225 km da capital do Estado e, a principal estrada de acesso é a BR-101. Partindo de Vitória, o acesso à localidade será feito pela BR-101, seguindo pela BR-259, ES-341 e, continuando na ES-080 até a localidade. A seguir apresenta-se um mapa com as rodovias de acesso à localidade de Boa Vista.

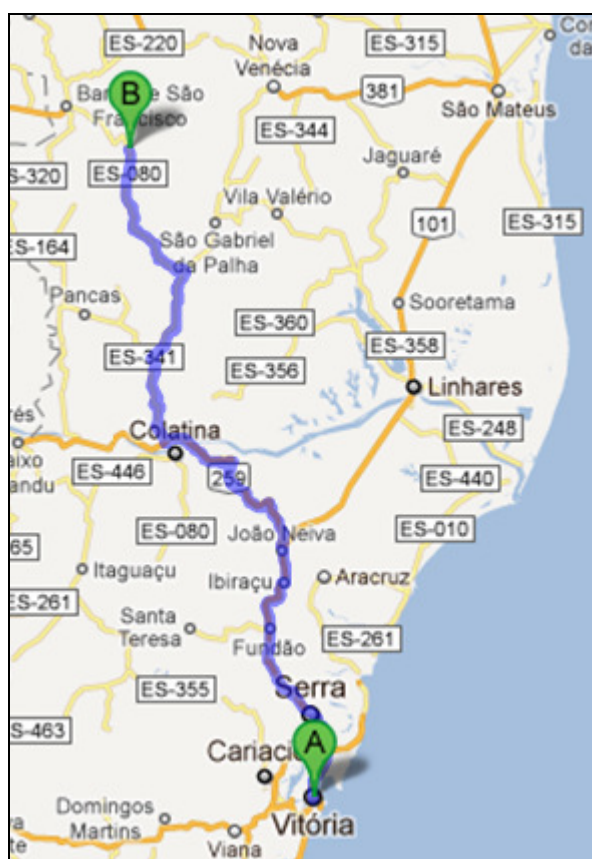


Figura 3.4 – Mapa com rodovias de acesso a localidade de Boa Vista – Espírito Santo

3.3 MEIO FÍSICO

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

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

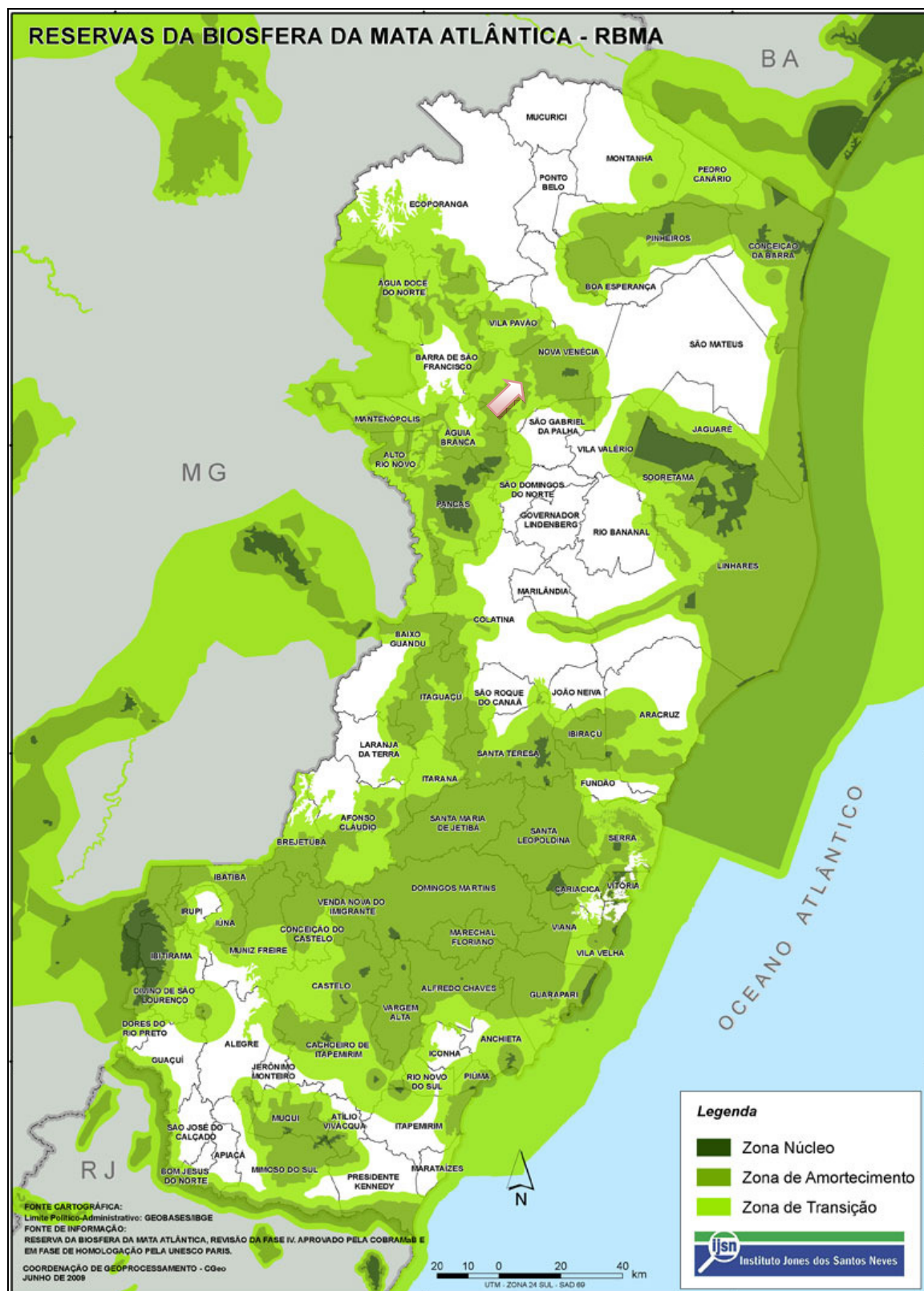


Figura 3.5 – Divisão Regional do Estado do Espírito Santo em Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA)

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

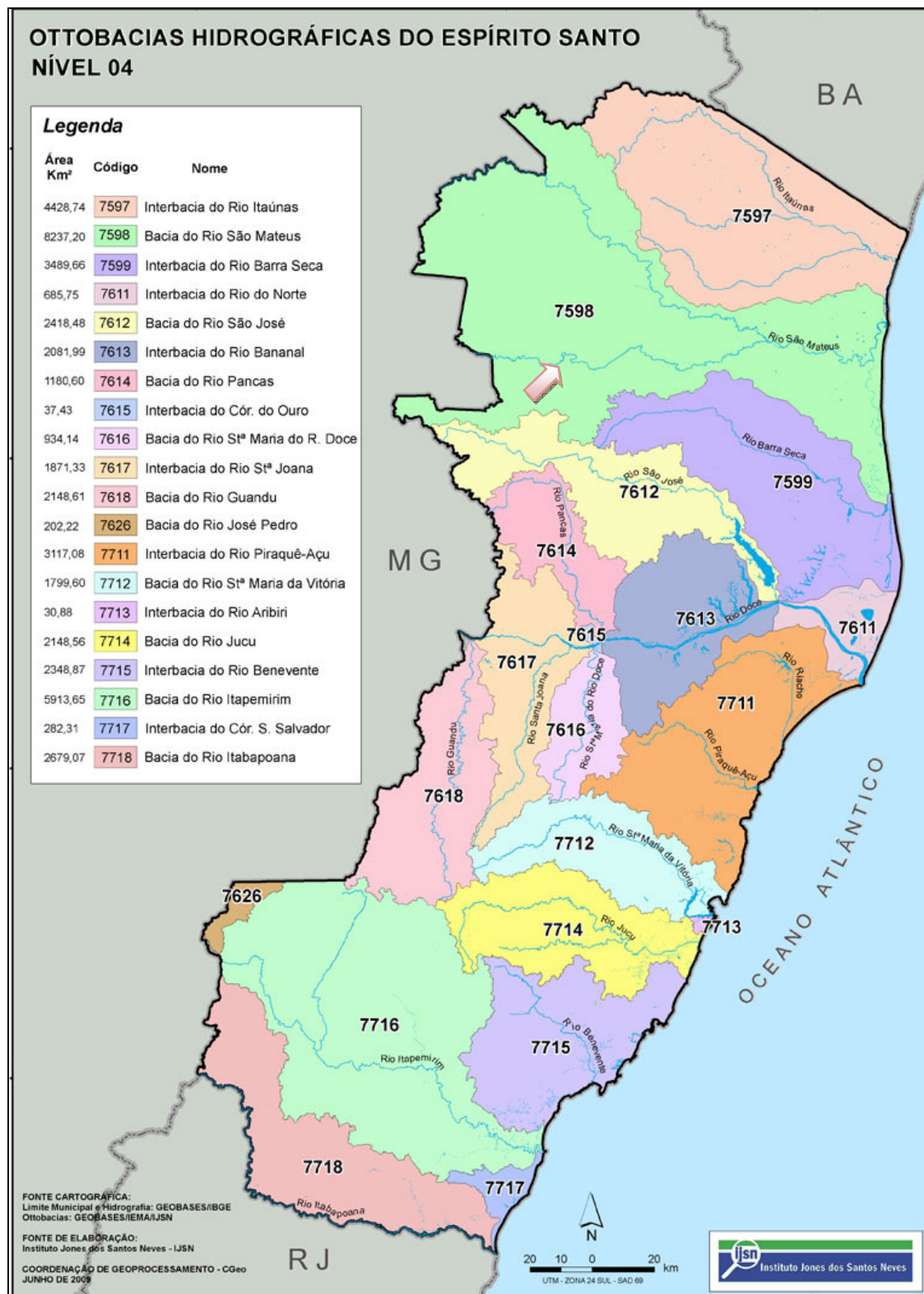


Figura 3.6 – Divisão Regional do Estado do Espírito Santo em Bacias Hidrográficas.

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

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

Os principais problemas da bacia são: desmatamento da cobertura vegetal (incluindo remoção da mata ciliar de rios e nascentes), seca, assoreamento, construção desordenada de barragens, poluição devido à disposição inadequada de efluentes, resíduos sólidos e rejeitos da extração de granito.

3.4 ECONOMIA

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

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

3.5 INFRA-ESTRUTURA

Com relação à infra-estrutura do município de Nova Venécia, no que se tange o saneamento básico, podemos citar a forma do abastecimento de água que é feito pela CESAN, assim como o número de domicílios atendidos, segundo microdados do IBGE do ano de 2000. Assim sendo a estrutura de abastecimento de água do município possui a seguinte configuração, 64,3% em rede geral, 24,5% em poço ou nascente, 0,9% como outras formas de abastecimento e aproximadamente 10% não atendido. Com relação ao esgotamento sanitário, também de responsabilidade da CESAN, os dados do IBGE do ano de 2000, apontam que o município apresenta aproximadamente 53% de rede geral de esgoto ou pluvial, e 32% de fossas rudimentares. Outras formas presentes no município são fossa séptica, vala, rio, lago ou mar. A coleta dos resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade da prefeitura e possui eficiência de 58% do município, segundo dados do IPES. O restante do lixo é queimado ou enterrado(32%), jogado em terreno baldio (8%) lançado ao mar ou à rios e lagos (0,5%) ou possui destinação diferente das citadas anteriormente (1,5%).

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

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

A área da saúde, é composta por hospitais, clínicas médicas, policlínicas, postos de saúde, farmácias e clínicas odontológicas, que possuem atendimento tanto pelo SUS quanto por convênios.

O sistema educacional conta com 84 estabelecimentos estaduais, 14 municipais e 07 privados que atendem ao município nos níveis fundamentais e médios do ensino. No que se relaciona ao ensino superior, estão presentes as faculdades UNIVEN e CREAD, que oferecem os cursos de administração, ciências contábeis, letras, pedagogia e pedagogia à distância.

Com relação à pavimentação tanto para acesso quanto para mobilidade, a localidade de Boa Vista possui 46% de ruas de asfalto, 33% de ruas de terra, 13% de ruas de paralelepípedo e 8% de ruas de pedra. A seguir vista de satélite da localidade.

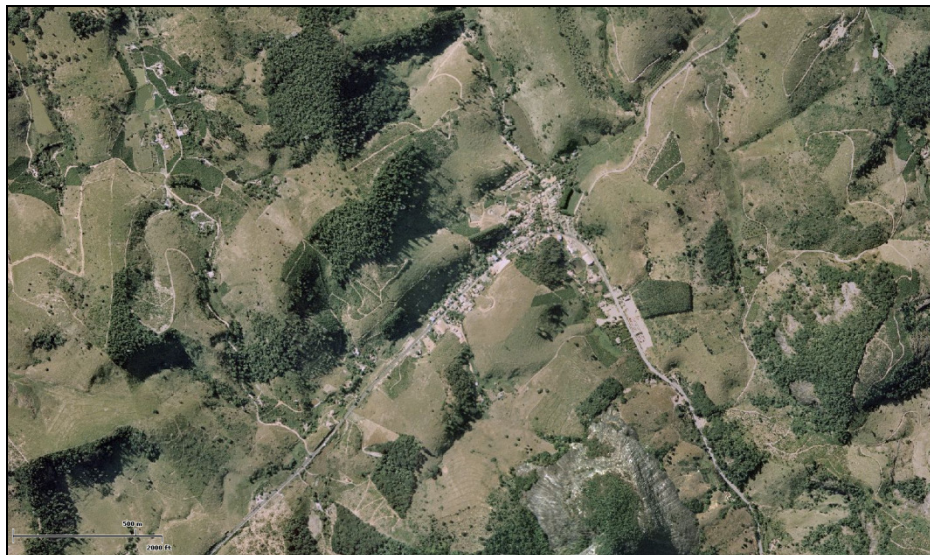


Figura 3.7 – Vista de satélite da localidade de Boa Vista

4 SISTEMA EXISTENTE

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

O sistema de abastecimento de água existente utiliza como manancial o Córrego Boa Vista. No ponto de captação, segundo informações locais, a concentração de ferro e manganês é muito elevada. A captação de água bruta é feita por tomada direta na barragem existente em concreto. Da captação existente a água bruta é encaminhada por gravidade até a área da estação de tratamento através da adutora de água bruta em tubulação de PVC PBA DN 75, com comprimento aproximado de 516 m.

A estação de tratamento existente é composta por um sistema clarificador e filtro com capacidade de tratamento de 2,5 l/s. Na área da ETA existe um reservatório apoiado em concreto armado com capacidade de 50m³ em estado precário. Possui também uma elevatória de água tratada que realiza a lavagem do filtro. Essa elevatória possui dois conjuntos moto-bomba aonde não foi possível identificar as características das bombas.

Possui casa de química para a aplicação de produtos químicos para o tratamento da água. São aplicados os seguintes produtos: sulfato de alumínio (coagulação) e cloro (oxidação, desinfecção). Atualmente o cloro não está sendo utilizado devido à alta concentração de ferro.

A casa de química existente é composta de sala de dosagem, laboratório, depósito de produtos e banheiro.

Do reservatório existente na área da ETA a água tratada é encaminhada por gravidade para o abastecimento à localidade. A localidade possui rede de distribuição em tubulação de PVC PBA DN 50 e DN 32.

A seguir, são apresentadas fotos do Sistema de Abastecimento de água existente na localidade de Boa Vista, município de Nova Venécia.



Foto 4.1 –Córrego Boa Vista – Barragem



Foto 4.2 – Barragem Córrego Boa Vista



Foto 4.3 – Chegada de água bruta na ETA



Foto 4.4 – Estação de Tratamento de Água



Foto 4.5 – Elevatória de Água Tratada



Foto 4.6 – Casa de Química / Laboratório



Foto 4.7 – Casa de Química / Dosagem



Foto 4.8 – RAP 50m³

5 ELEMENTOS E PARÂMETROS PARA O PROJETO – SAA

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

- Dados da localidade de Boa Vista;
- 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 2.011 – Início de Plano;
- Ano 2.041 – Final de Plano.

6 PROJEÇÃO POPULACIONAL

A projeção populacional de Boa Vista 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 Boa Vista, chegando a 242 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 2011, 968 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 2021, 1.239 habitantes. A partir daí até o ano de 2031, utilizou-se a taxa de 1,50% a.a, 1.438 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 1.589 habitantes.

O quadro 6.1 apresenta a projeção populacional definida para Boa Vista do ano de 2011 a 2041.

Quadro 6.1 – Projeção Populacional de Boa Vista/ES

ANO	POPULAÇÃO (hab)	TAXAS (%)
2.011	968	
2.012	992	2,50
2.013	1.017	
2.014	1.042	
2.015	1.068	
2.016	1.095	
2.017	1.123	
2.018	1.151	
2.019	1.179	
2.020	1.209	
2.021	1.239	
2.022	1.258	1,50
2.023	1.277	
2.024	1.296	
2.025	1.315	
2.026	1.335	
2.027	1.355	
2.028	1.375	
2.029	1.396	
2.030	1.417	
2.031	1.438	
2.032	1.452	1,00
2.033	1.467	
2.034	1.482	
2.035	1.496	
2.036	1.511	
2.037	1.527	
2.038	1.542	
2.039	1.557	
2.040	1.573	
2.041	1.589	
TAXA (%) 2.011 - 2.041		1,66

7 DEMANDA DO SAA DE BOA VISTA

7.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO

Será considerado para desenvolvimento do projeto que 100% da população da localidade de Boa Vista 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 Boa Vista é de 10,42 horas em final de plano.

7.4 CÁLCULO DAS VAZÕES

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

- $K_1 = 1,2 \rightarrow$ Coeficiente do dia de maior consumo;
- $K_2 = 1,5 \rightarrow$ 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 as demandas do sistema de abastecimento de água de Boa Vista, utilizando-se da população definida e dos parâmetros de projeto.

Quadro 7.4.1 – Demanda do SAA de Boa Vista/ES

ANO	POPULAÇÃO (hab.)	VAZÃO (l/s)				CONSUMO NA ETA (l/s)	VAZÃO DE PRODUÇÃO (l/s)	TEMPO DE FUNCIONAMENTO (h)	RESERVAÇÃO (m³)
		MÉDIA	DIÁRIA	DIÁRIA (ETA)	HORÁRIA				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		(2)xqxAt / 86400	(3) x K1	(4) x 24 / (9)	(3) x K1 x K2	5% (5)	(5+7)	(4)x24 / (5)	1/3 (4)
2.011	968	1,68	2,02	7,62	3,03	0,38	8,00	6,35	58
2.012	992	1,72	2,07	7,62	3,10	0,38	8,00	6,51	60
2.013	1.017	1,77	2,12	7,62	3,18	0,38	8,00	6,67	61
2.014	1.042	1,81	2,17	7,62	3,26	0,38	8,00	6,84	63
2.015	1.068	1,86	2,23	7,62	3,34	0,38	8,00	7,01	64
2.016	1.095	1,90	2,28	7,62	3,42	0,38	8,00	7,19	66
2.017	1.123	1,95	2,34	7,62	3,51	0,38	8,00	7,37	67
2.018	1.151	2,00	2,40	7,62	3,60	0,38	8,00	7,55	69
2.019	1.179	2,05	2,46	7,62	3,69	0,38	8,00	7,74	71
2.020	1.209	2,10	2,52	7,62	3,78	0,38	8,00	7,93	73
2.021	1.239	2,15	2,58	7,62	3,87	0,38	8,00	8,13	74
2.022	1.258	2,18	2,62	7,62	3,93	0,38	8,00	8,25	75
2.023	1.277	2,22	2,66	7,62	3,99	0,38	8,00	8,38	77
2.024	1.296	2,25	2,70	7,62	4,05	0,38	8,00	8,50	78
2.025	1.315	2,28	2,74	7,62	4,11	0,38	8,00	8,63	79
2.026	1.335	2,32	2,78	7,62	4,17	0,38	8,00	8,76	80
2.027	1.355	2,35	2,82	7,62	4,23	0,38	8,00	8,89	81
2.028	1.375	2,39	2,87	7,62	4,30	0,38	8,00	9,02	83
2.029	1.396	2,42	2,91	7,62	4,36	0,38	8,00	9,16	84
2.030	1.417	2,46	2,95	7,62	4,43	0,38	8,00	9,30	85
2.031	1.438	2,50	3,00	7,62	4,49	0,38	8,00	9,44	86
2.032	1.452	2,52	3,03	7,62	4,54	0,38	8,00	9,53	87
2.033	1.467	2,55	3,06	7,62	4,58	0,38	8,00	9,63	88
2.034	1.482	2,57	3,09	7,62	4,63	0,38	8,00	9,72	89
2.035	1.496	2,60	3,12	7,62	4,68	0,38	8,00	9,82	90
2.036	1.511	2,62	3,15	7,62	4,72	0,38	8,00	9,92	91
2.037	1.527	2,65	3,18	7,62	4,77	0,38	8,00	10,02	92
2.038	1.542	2,68	3,21	7,62	4,82	0,38	8,00	10,12	93
2.039	1.557	2,70	3,24	7,62	4,87	0,38	8,00	10,22	93
2.040	1.573	2,73	3,28	7,62	4,91	0,38	8,00	10,32	94
2.041	1.589	2,76	3,31	7,62	4,96	0,38	8,00	10,42	95

K1: 1,2
 K2: 1,5
 q: 150 l/hab x dia
 At: 100%

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

7.5 DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL E DEMANDAS POR ZONA DE ABASTECIMENTO

Conforme mencionado anteriormente, na localidade de Boa Vista, a área da estação de tratamento de água localiza-se em uma região de cotas topográficas mais elevadas. Na mesma área encontra-se o reservatório existente, em concreto armado de 50m³ e, responsável pelo abastecimento da localidade.

Na nova concepção do sistema de abastecimento de água da localidade de Boa Vista a única zona de abastecimento atual será mantida. Assim sendo, o reservatório a ser implantado na área da ETA (em substituição ao reservatório existente que não será aproveitado) abastecerá por gravidade toda a localidade, definida como ZONA 1.

A área abrangida por uma zona obedece aos limites prefixados na NBR-12.218.

O dimensionamento das redes de distribuição foi feito utilizando-se do programa eletrônico *Água* do professor Emmanuel Tavares de Oliveira.

A partir deste dimensionamento os dados do sistema de distribuição foram inseridos no programa *EPANET* com todas as suas unidades (rede de distribuição, elevatória e reservatório) e, então, feita a sua calibração.

Assim, apresentar-se-á nos capítulos referente à rede de distribuição a descrição do sistema de distribuição de água, bem como o dimensionamento e calibração do mesmo para o ano de 2041, ano de alcance do projeto.

8 SISTEMA PROPOSTO

8.1 INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de água da localidade de Boa Vista, pertencente ao município de Nova Venécia, será implantado através do programa PRÓ-RURAL – Programa de Saneamento Rural.

O projeto para a localidade de Boa Vista 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, Fossa Séptica e Sumidouro, Elevatória de Água Tratada, Adutora de Água Tratada, Reservatório Apoiado e Rede de Distribuição. As unidades serão apresentadas na ordem citada.

Segundo o estudo populacional realizado, a demanda do sistema de abastecimento de água da localidade de Boa Vista é 8,00 l/s, com tempo de funcionamento variando de 6,35 horas em início de plano até 10,42 horas em final de plano.

O ponto de captação atual da localidade de Boa Vista será mantido, a barragem existente no Córrego Boa Vista está em bom estado de conservação e será aproveitada na nova concepção do sistema. Da barragem existente a água bruta segue por gravidade pela adutora de água bruta até a estação de tratamento. Será implantada uma nova adutora de água bruta devido à situação precária da adutora existente e também por não comportar a nova vazão de adução. A estação de tratamento de água existente não atende a nova demanda de projeto e não será aproveitada. Uma ETA compacta será implantada. A casa de química existente não será aproveitada, sendo a mesma demolida e, no mesmo local, será construída uma nova casa de química elevada a fim de atender os padrões da CESAN e evitar a utilização de bombas dosadoras. As tubulações de interligações entre as unidades da ETA serão trocadas. Serão implantados fossa séptica e sumidouro na mesma área.

O reservatório existente na área da ETA está em estado muito precário e não será aproveitado. A elevatória de água tratada existente não atende o novo ponto de operação e, devido ao posicionamento do novo reservatório, não será aproveitada. Uma nova elevatória de água tratada (EAT 1) será implantada para atender o reservatório da casa de química a implantar. Para o abastecimento da localidade será implantado na área da ETA um reservatório (RAP 1) de 80m³. O reservatório RAP 1 abastecerá por gravidade a localidade, definida como ZONA 1.

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 Boa Vista no município de Nova Venécia.

Na sequência serão descritas as unidades do SAA de Boa Vista.

8.2 MANANCIAL/CAPTAÇÃO

Conforme mencionado anteriormente, será mantido o ponto de captação atual na barragem existente do Córrego Boa Vista, localizado nas coordenadas N:7917792,895 e E:313363,634. Conforme informação do operador do sistema local é recorrente o acesso de animais na área da captação, comprometendo a qualidade do manancial. Sendo assim, será implantada uma cerca de proteção ao redor do pequeno lago da barragem, para evitar o acesso de animais. A cerca com mourões de concreto, padrão CESAN, terá 280 metros lineares. Também conforme informação local, não ocorre problema de assoreamento na área, porém, na época de estiagem é evidente a predominância de ferro na água captada. Para combater o problema da alta concentração de ferro, será adotada a pré-cloração na estação de tratamento de água.

A barragem de nível existente em concreto armado, onde é efetuada a tomada d'água, está em bom estado de conservação, não apresentando nenhuma trinca ou rachadura e será aproveitada. A tubulação de tomada d'água e a descarga da barragem estão em bom estado de conservação e serão aproveitadas, exceção feita aos registros de manobra e descarga que serão trocados. Com o aproveitamento da tomada d'água e da descarga não serão necessárias obras civis no maciço da barragem, que poderiam comprometer a mesma ou onerar o sistema. Com o objetivo de proteger a tomada d'água e evitar a entrada de folhas e entre outros, será implantado um pré-filtro em manilha de concreto DN 600 mm (manilha com furos de 2 cm a cada 15 cm), seguido de uma camada de brita e uma camada de pedra de mão (± 20 cm).

O “improvisado” existente na saída da barragem para a utilização complementar da água proveniente da barragem de sacarias a montante será descartado e retirado. Do ponto de captação, a água bruta segue por gravidade até a área da ETA.

A área de drenagem do Córrego Boa Vista no ponto de interesse foi determinada por aproximação com o auxílio da Carta Topográfica elaborada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Principais características da barragem a aproveitar:

- Largura da barragem: 0,55 m;

- Comprimento da barragem: 12,30 m;
- Altura da barragem: 1,90 m;
- Cota da crista da barragem: 201,563 m;
- NA da barragem: 201,505 m;
- Cota da saída da tubulação: 200,300 m;
- Descarga de fundo: DN150 mm;
- Cota da tubulação de descarga: 199,780 m;
- Área da Bacia do Córrego Boa Vista à montante do ponto de Captação: 2,88 km².

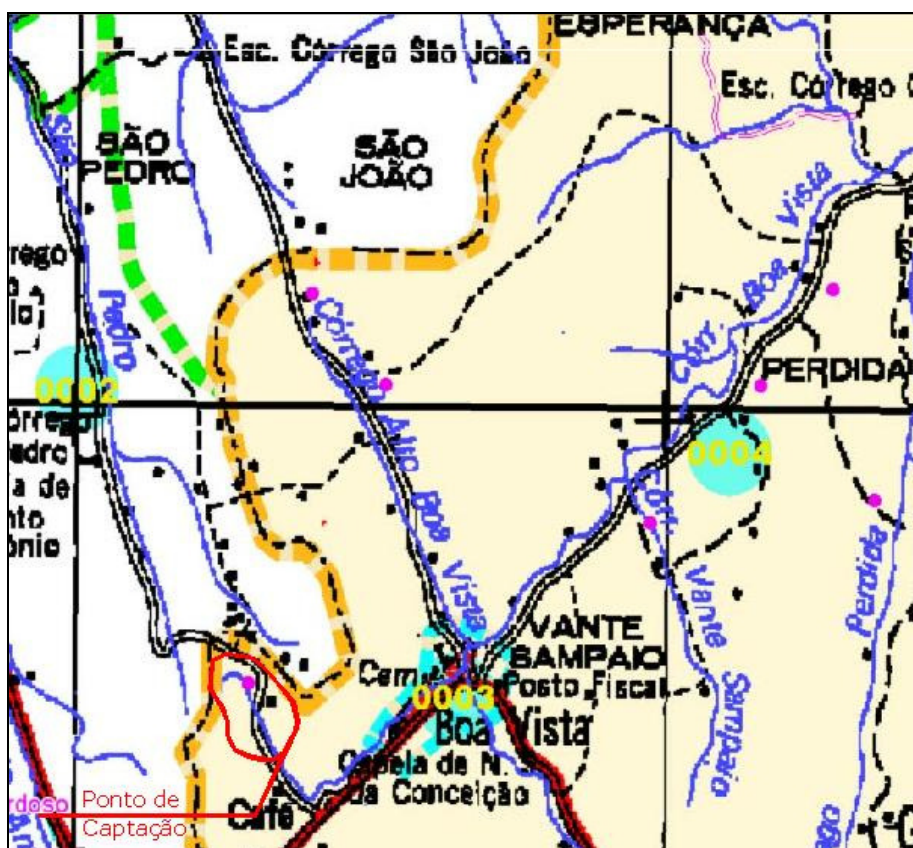


Figura 8.2.1 – Bacia de Drenagem do Córrego Boa Vista a Montante do Ponto de Captação

8.3 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

A adutora de água bruta a ser implantada foi calculada em função da demanda de fim de plano e da capacidade nominal da ETA a ser implantada ($Q=8,00$ 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 Boa Vista, 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 igual ao diâmetro existente da adutora de água bruta, ou seja, DN75.

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 barragem: 201,505 metros;
- Cota chegada na ETA (NA Parshall): 192,504 metros;
- $DG = 201,505 - 192,504 = 9,001$ metros.

Devido à grande presença de rochas, o trecho inicial da adutora será um trecho aéreo, sendo considerado para o cálculo das tubulações o ferro fundido. A extensão da AAB a implantar é de 59 metros neste trecho. Para o trecho seguinte, com 407 metros de extensão, 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:

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

Hf_c = perda de carga contínua;

L = extensão (m) = 59 m + 407 m;

Q = vazão (m^3/s) = 0,00800 m^3/s ;

C = coeficiente adimensional (adotado $C=110$ para F^oF^o e $C=130$ para PVC);

D = diâmetro (m).

Para F^oF^o DN75, o diâmetro interno é de 76 mm e, para PVC PBA CL12 DN75, o diâmetro interno é de 77,20 mm. Dessa forma temos:

$$hf_c = 10,643 \times 59 \times \frac{0,00800^{1,85}}{110} \times 0,076^{-4,87}$$

$Hf_c = 3,91$ m.

$$hf_c = 10,643 \times 407 \times \frac{0,00800}{130}^{1,85} \times 0,0772^{-4,87}$$

$Hf_c = 18,36$ m. Logo $Hf_c = 3,91 + 18,36 = 22,27$ m.

Como a perda de carga foi maior que o desnível geométrico disponível, não irá por gravidade.

O diâmetro comercial nominal imediatamente superior ao DN75 é o DN100. Para o trecho inicial será considerado o FºFº (diâmetro interno de 104 mm) e, para o trecho seguinte, devido à facilidade de conexão com o FºFº, será considerado o PVC DEFOFO (diâmetro interno de 108,4 mm). Para DN100, temos:

$$hf_c = 10,643 \times 59 \times \frac{0,00800}{110}^{1,85} \times 0,104^{-4,87}$$

$Hf_c = 0,84$ m.

$$hf_c = 10,643 \times 407 \times \frac{0,00800}{130}^{1,85} \times 0,1084^{-4,87}$$

$Hf_c = 3,51$ m. Logo $Hf_c = 0,84 + 3,51 = 4,35$ m.

Como a perda de carga foi menor que o desnível geométrico disponível, a adução, com a utilização de tubulações em diâmetro DN100 será por gravidade.

Portanto, a adutora de água bruta por gravidade a ser implantada será em tubulação de FºFº DN 100 com 59 metros de extensão e PVC DEFOFO DN100 com 407 metros de extensão.

A tomada d'água na barragem (saída da tubulação existente) em ferro fundido DN 75, com extensão de 1,0 metros, será mantida com o objetivo de não ocorrer intervenções no maciço da barragem. Logo após a saída da barragem o diâmetro da adutora será ampliado para DN 100. O registro de manobra existente está em estado precário e será trocado.

Devido à grande presença de rocha, após a ampliação da adutora para DN 100, será implantado um trecho apoiado/aéreo em tubulação de ferro fundido com 59 metros de extensão. No trecho final, a adutora será implantada em tubulação de PVC DEFOFO DN 100 com extensão de 407 metros, até a estação de tratamento de água.

8.3.1 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DA AAB

No dimensionamento da Adutora de Água Bruta de Boa Vista, 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 (m³/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:

Trecho 01

- Q (vazão) total: 8,00 l/s;
- Extensão: 1,0 metros;
- Material da tubulação: FºFº;
- Diâmetro Nominal: 75 mm;
- Diâmetro Interno: 76 mm;
- Velocidade: 1,76 m/s;
- Perda de Carga Total (hf): 0,07 m;
- Cota Piezométrica inicial: 201,505;
- Cota Piezométrica final: 201,440;
- Pressão no final do trecho: 1,14 mca;
- Cota da tubulação: 200,300.

Trecho 02

- Q (vazão) total: 8,00 l/s;
- Extensão: 59 metros;
- Material da tubulação: FºFº;
- Diâmetro Nominal: 100 mm;
- Diâmetro Interno: 104 mm;

- Velocidade: 0,94 m/s;
- Perda de Carga Total (hf): 0,84 m;
- Cota Piezométrica inicial: 201,440;
- Cota Piezométrica final: 200,604;
- Pressão no final do trecho: 2,60 mca;
- Cota da tubulação: 198,000.

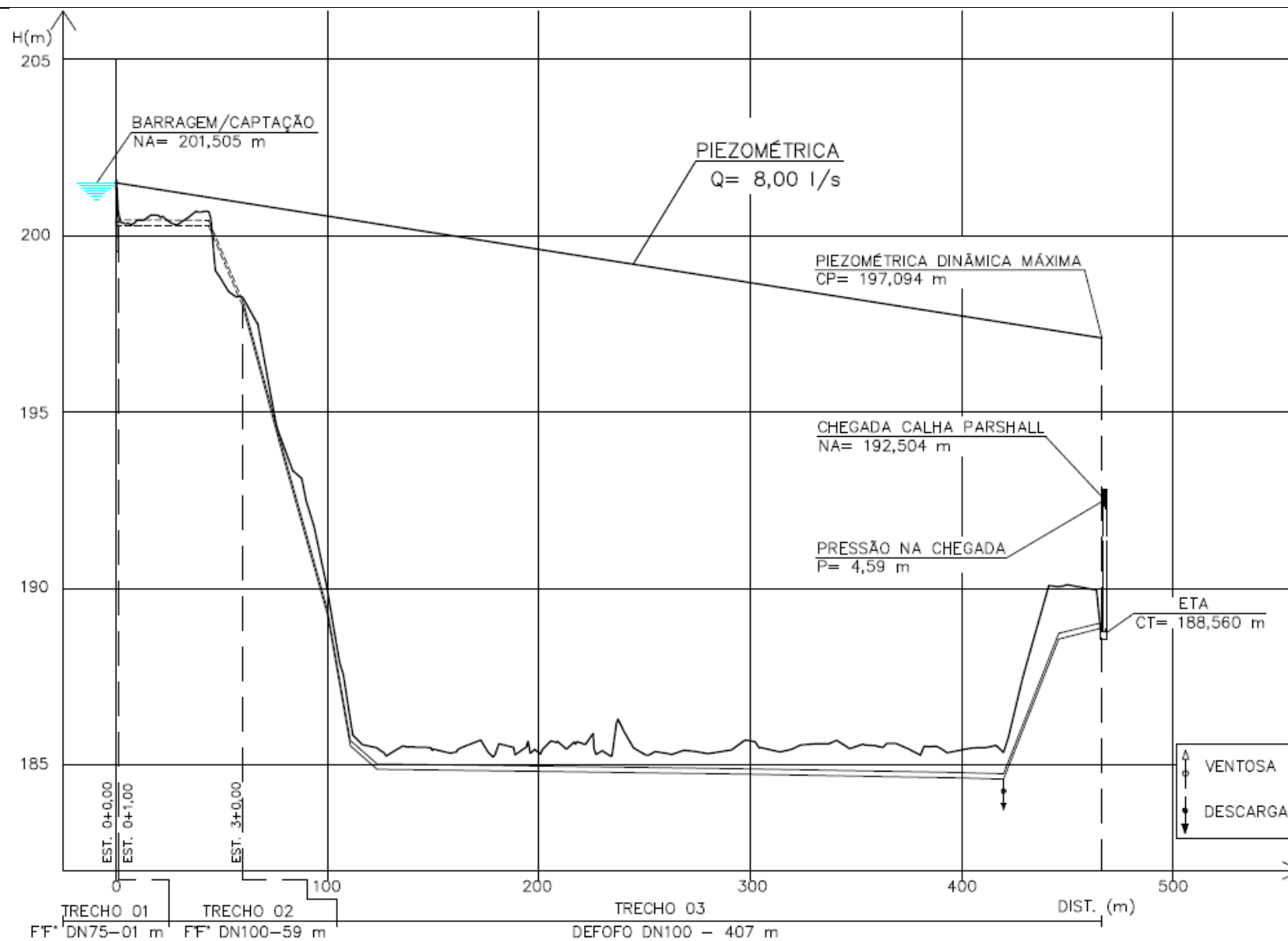
Trecho 03

- Q (vazão) total: 8,00 l/s;
- Extensão: 407 metros;
- Material da tubulação: PVC DEFOFO;
- Diâmetro Nominal: 100 mm;
- Diâmetro Interno: 108,4 mm;
- Velocidade: 0,87 m/s;
- Perda de Carga Total (hf): 3,51 m;
- Cota Piezométrica inicial: 200,604;
- Cota Piezométrica final: 197,094;
- Pressão no final do trecho: 4,59 mca;
- NA da Calha Parshall: 192,504.

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 – Boa Vista

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA												
CÁLCULO - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB - BOA VISTA - NOVA VENÉCIA / 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	1	8,00	FºFº	75	76	1,76	0,07	200,300	200,300	201,505	201,440	1,14
2	59	8,00	FºFº	100	104	0,94	0,84	200,300	198,000	201,440	200,604	2,60
3	407	8,00	PVC DEFOFO	100	108,4	0,87	3,51	198,000	192,504	200,604	197,094	4,59



8.3.2 ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA AAB

A adutora de água bruta, a ser implantada, será executada em tubulação de ferro fundido (trecho apoiado e/ou aéreo) e PVC DEFOFO DN100. 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.

Trecho Apoiado/Aéreo

O trecho inicial da adutora de água bruta, trecho 2, será executado apoiado e/ou sobre pilaretes, entre as estacas 0 a 3,0 com extensão de 60 metros. A tubulação de saída da barragem em ferro fundido DN 75 com 1 metro de extensão (trecho 1) será aproveitada. O trecho 2, com 59 metros de extensão, será todo executado em tubos de FºFº DN 100.

8.3.3 BLOCOS DE ANCORAGEM

Mediante pressões 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).

A partir desses serão estabelecidas as dimensões dos blocos, conforme mostrado no Quadro 8.3.3.1 a seguir:

QUADRO 8.3.3.1 – EMPUXO BLOCOS DE ANCORAGEM

Peça	DN (m)	P (m.c.a)	Alfa (°)	E (Kg)	Dimensões do bloco de ancoragem (cm)				A (cm ²)	Volume calculado (m ³)
					T	H	D	L		
Curva 22°	0,100	16,77	22	50,27	25	30	25	40	50	0,02
Curva 11°	0,100	16,77	11	25,25	20	25	20	30	25	0,01
Curva 22°	0,100	16,77	22	50,27	25	30	25	40	50	0,02
Curva 22°	0,100	16,77	22	50,27	25	30	25	40	50	0,02
Curva 22°	0,100	16,77	22	50,27	25	30	25	40	50	0,02
Curva 22°	0,100	16,77	22	50,27	25	30	25	40	50	0,02
Curva 45°	0,100	16,77	45	100,81	35	40	35	45	101	0,06
Curva 90°	0,100	16,77	90	186,28	40	45	45	50	186	0,09
Curva 90°	0,100	16,77	90	186,28	40	45	45	50	186	0,09

8.3.4 ÓRGÃOS ACESSÓRIOS

Registros de Descarga (DN 100 X DN 80)

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

- Largura: 1,00 m;
- Comprimento: 1,00 m;
- Altura: 1,30 m;
- Número de unidades: 01.

O desenho 03/20 contido no Volume II – Projeto Básico – apresenta o detalhamento da respectiva caixa típica.

Registro para controle de vazão (DN 100)

A estação de tratamento de água foi dimensionada para tratar uma vazão de 8,0 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:

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

DG= desnível geométrico (m) = 201,505 – 192,504 = 9,001 m;

L= extensão (m) = 1 m + 59 m + 407 m = 467 m;

C= coeficiente adimensional (adotado C=110 para FºFº e C=130 para PVC DEFOFO);

D= diâmetro (m) = DN 100 mm;

Q= vazão (m³/s), a determinar.

Para o cálculo da capacidade máxima será considerado um trecho único e a pior situação (maior vazão), ou seja, PVC DEFOFO DN100, diâmetro interno de 108,4 mm e C de 130. Dessa forma temos:

$$9,001 = 10,643 \times 467 \times \frac{Q^{1,85}}{130} \times 0,1084^{-4,87}$$

$Q=0,01234 \text{ m}^3/\text{s} = 12,34 \text{ l/s} > 8,00 \text{ l/s}$.

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 100, 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 8,00 l/s.

8.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

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

Será implantada uma ETA convencional compacta, pré-fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) com capacidade nominal para tratamento de 8 l/s (podendo tratar até 8,8 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: 8,00 l/s;
- Cota de chegada na calha Parshall: 192,360 m;
- NA calha Parshall: 192,504 m;
- NA máx. floculador: 192,433 m;
- NA máx. decantador: 192,299 m;
- NA filtro limpo: 191,267 m;

- Cota de fundo do floculador: 188,760 m;
- Cota de fundo do decantador: 189,010 m;
- Cota de fundo do filtro: 188,660 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 DN150 e DN100 em ferro fundido nos locais em que os tubos forem aéreos e em PVC para os demais trechos. Foi adotado tubulação em ferro fundido (F°F°) por possuir peças adaptadoras da tubulação em F°F° para tubulação em PVC facilmente encontradas no comércio.

8.5 CASA DE QUÍMICA

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

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

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

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

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

A casa de química existente não será aproveitada e será demolida, uma nova casa de química elevada será implantada a fim de atender os padrões da CESAN e evitar a utilização de bombas dosadoras. A edificação padrão contará com dois pavimentos, sendo que no primeiro pavimento encontrar-se-á o depósito de produtos químicos e o banheiro e, no segundo pavimento, encontrar-se-á a sala de dosagem e laboratório. A sala de dosagem abrigará as bombonas de produtos químicos, equipamento de cloro e dosadores.

A alimentação de água potável para a casa de química será feita por meio de um reservatório com capacidade volumétrica de 500 litros a ser instalado sobre o segundo pavimento. O reservatório será alimentado pela elevatória de água tratada localizada junto ao reservatório apoiado.

Para o sistema em estudo apresenta-se o quadro 8.5.1 com os produtos químicos utilizados e a finalidade dos mesmos.

Quadro 8.5.1 – Utilização e finalidade dos produtos químicos da casa de química – PADRÃO CESAN

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

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

8.5.1 INSTALAÇÃO SANITÁRIA

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

8.5.2 LABORATÓRIO

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

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

As paredes internas devem ser revestidas à prova de umidade, piso impermeável e dotado de ralo. Possuirá calha com grelha para escoamento das águas de lavagem e limpeza do laboratório / sala de dosagem direcionada à fossa séptica. Caso ocorra ruptura dos tanques de armazenamento ou preparo, ou vazamento de substâncias químicas, essas deverão ser direcionadas para a calha de produtos químicos e, dessa, para a fossa séptica.

A bancada para a pia tem 0,90 m de altura, 0,60 m de profundidade e 1,50 m de largura.

As paredes internas do laboratório serão azulejadas do piso ao teto.

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



Foto 8.5.2.1 – Laboratórios de casa de química

8.5.3 SALA DE DOSAGEM E PRODUTOS UTILIZADOS

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

As tubulações para condução de produtos químicos não deverão ser embutidos em estruturas de concreto e paredes, devendo ser encamisados quando necessário ultrapassá-los. Os dutos e canalizações devem ter sempre inclinação evitando-se também sifões. As

mudanças de direção de 90° devem ser feitas por meio de cruzetas ou tês, com inspeção nas extremidades.



Foto 8.5.3.1 – 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 8.5.3.1 – Cores sugeridas para identificação das instalações do sistema de dosagem de produtos químicos

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

Próximo ao local de armazenamento, preparo e dosagens 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 8.5.3.2 – Placas de advertência

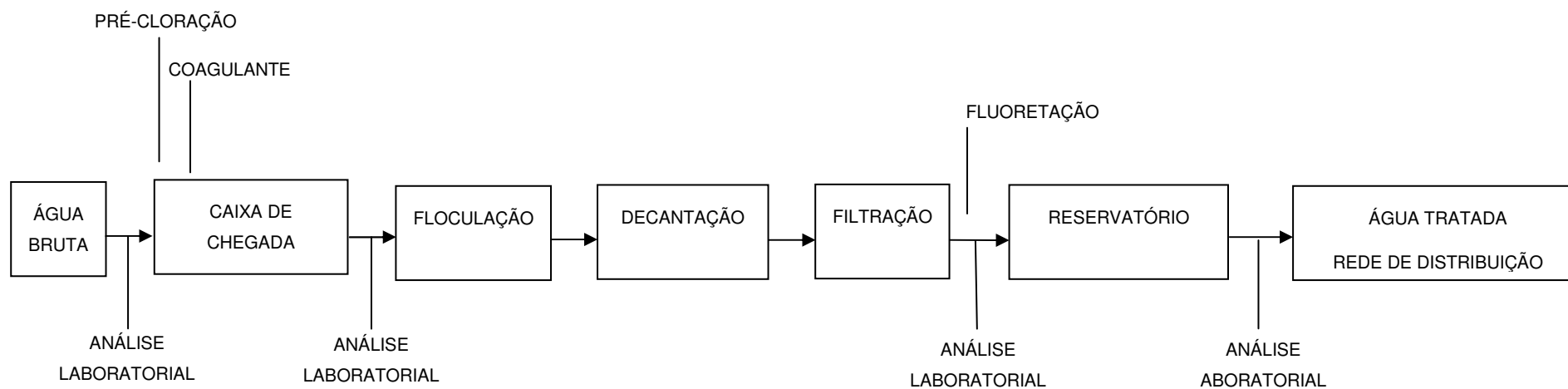
Deve ser colocada escada para acesso à bancada de bombonas e guarda-corpo para proteção, construído de material rígido, capaz de resistir ao esforço horizontal de 800 N/m aplicado no ponto mais desfavorável, e ter altura mínima de 0,90 m acima do nível do piso.



Foto 8.5.3.3 – Sala de dosagem

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

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



8.5.3.1 Sulfato de Alumínio em Solução

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.5.3.2 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 após o filtro (pós-cloração) e, quando necessário, na caixa de chegada de água bruta, no ressalto da calha Parshall (pré-cloração).

Conforme laudo de análise da qualidade da água bruta, realizada no Córrego Boa Vista, o resultado para a concentração de Ferro Total foi de 0,25 mg Fe/L, abaixo do valor máximo permitido de 0,3 mg Fe/L. Apesar dos valores encontrados para a concentração de ferro estarem abaixo do permitido, informações dos técnicos da CESAN e observações in-loco indicam a presença, em alta concentração, de ferro e manganês no ponto de captação na Barragem do Córrego Boa Vista. Desta forma, como os valores do laudo de análise podem estar imprecisos devido à época do ano em que foi realizada a análise, será realizada a pré-cloração.

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

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

- Descarga de fundo em tubulação de PVC roscável com diâmetro de 1 ¼”;

- Saída de solução colocada no fundo do tanque.

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

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

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

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

A aplicação do hipoclorito de sódio será feita por gravidade no ressalto da calha Parshall (pré-cloração) e após o filtro (pós-cloração). Para a pós-cloração, o produto será aplicado na linha, antes da entrada no reservatório da ETA.

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).

8.5.3.3 Ácido Fluossilícico

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

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

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

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

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

Será aplicado por gravidade após o filtro, na linha de abastecimento do reservatório.

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

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

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

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

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

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

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

Por ser substância agressiva, sendo corrosiva, o material das instalações em contato com este ácido devem ser resistentes à ação corrosiva, em geral, material plástico. Será adotado para a tubulação destinada ao transporte do ácido fluossilícico, mangueira de polietileno (PEAD)

flexível diâmetro de ½”, inserida dentro de uma tubulação de PVC esgoto normal DN 50 / DN40 para proteção. As tubulações destinadas à condução do ácido fluossilícico, na qual estarão inseridas as mangueiras, deverão ser pintados externamente na cor sugerida alaranjado segurança.

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

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

8.5.4 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.

8.5.5 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.

8.5.6 MANUAL PARA TREINAMENTO DO OPERADOR DA CASA DE QUÍMICA

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

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

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

8.6 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EAT 1

Na nova concepção do sistema de abastecimento de água de Boa Vista será implantada a estação elevatória de água tratada (EAT 1), na área da ETA, para abastecer o reservatório a ser implantado no topo da casa de química.

A elevatória de água tratada existente está em estado precário de conservação, não atende o novo ponto de operação especificado e, também, outro ponto desfavorável, deve-se ao posicionamento do novo reservatório a implantar que impossibilita o aproveitamento da mesma.

Principais características da casa de bombas padrão a implantar:

- Comprimento: 1,90 m;
- Largura: 1,90 m;
- Área: 3,61 m²;
- Pé direito: 2,60 metros;
- Cota do piso: 188,720;
- Cota do eixo das bombas: 188,904.

A elevatória de água tratada EAT 1 será alimentada por uma derivação na tubulação que abastece o reservatório a implantar na área da ETA em tubulação de PVC PBA DN 50. Para definição da bomba a ser utilizada na estação elevatória de água tratada EAT 1 foi realizado um pré-dimensionamento dessa do qual gerou um estudo técnico e econômico, apresentado no quadro 8.6.1, 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 três bombas estudadas são apresentadas no Anexo II – Planilhas de Custo de Energia.

Quadro 8.6.1 – Estudo Comparativo – EAT 1

RESUMO			
BOA VISTA		EAT1	
RECALQUE: DIÂMETRO		32 / 25	mm
EXTENSÃO		34,00	m
PONTO DE OPERAÇÃO REQUERIDO:			
Q _{MÁX}		0,50 l/s	
H _{MAN}		9,05 mca	
ESPECIFICAÇÕES		HORIZONTAL	
		SCHNEIDER	SCHNEIDER
DADOS DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBA	MODELO	BCR 2000	ASP-56 S
	NÚMERO DE CONJUNTOS	1+1	1+1
	Q _{DA BOMBA} (l/s)	0,50	0,50
	H _{MAN} (m)	10,33	10,83
	VELOCIDADE (m/s)	0,62	0,62
	η _{HIDRÁULICO} (%)	20,64	21,57
	POTÊNCIA (cv)	0,25	0,25
	POT INSTALADA (cv)	0,33	0,33
	ROTAÇÃO (rpm)	3.450	3.500
CUSTO	UNITÁRIO (R\$)	304,60	493,39
	EQUIPAMENTOS (R\$)	609,20	986,78
	INSTALAÇÃO/ OBRA CIVIL (R\$)	2.000,00	2.000,00
	CUSTO ENERGIA 2.011 A 2.041 (R\$)	10.152,20	10.184,69
	TOTAL (R\$)	12.761,40	13.171,47

A Elevatória de Água Tratada EAT 1, na área da ETA, destina-se a abastecer o reservatório da casa de química.

As características dessa elevatória são mostradas a seguir:

- Vazão de projeto: 0,50 l/s;

- Cota do eixo das bombas: 188,904;
- NA mín. de sucção: 188,904;
- Cota de chegada (reservatório da casa de química): 196,760.

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

8.6.1 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)

8.6.1.1 Desnível Geométrico – DG

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

$$DG = DG_{sucção} + DG_{recalque}$$

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

$$DG_{sucção} = 188,904 - 188,904 = 0,00 \text{ m}$$

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

$$DG_{recalque} = 196,760 - 188,904 \Rightarrow DG_{recalque} = 7,86 \text{ m}$$

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

$$DG = 7,86 + 0,00 = 7,86 \text{ m}$$

8.6.1.2 Perdas de Carga na Sucção e no Recalque - hf

Perda de carga é considerada como sendo a dissipação de energia provocada pela resistência do líquido ao escoamento na tubulação. É designada por perda de carga total o somatório das

perdas de carga contínua e localizada. A perda de carga contínua é aquela ocasionada pela resistência da água ao longo dos condutos podendo ser considerada uniforme em qualquer trecho da canalização. A perda de carga localizada é aquela provocada pelas peças especiais de uma instalação. As expressões para cálculo dessas perdas estão colocadas a seguir:

Perda de carga localizada

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

Perda de carga contínua

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

Perda de carga total

$$hf_T = hf_L + hf_C$$

Sendo:

hf_L = perda de carga localizada (m);

hf_C = perda de carga contínua (m);

hf_T = perda de carga total (m);

K = coeficiente adimensional;

v = velocidade (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

L = comprimento da tubulação (m);

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente adimensional;

D = diâmetro da tubulação (m).

Definição do diâmetro

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

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

Sendo:

D= Diâmetro econômico;

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

Q= vazão do projeto.

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

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

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

A seguir, quadro 8.6.1.2.1 com as perdas de carga na EAT 1:

Quadro 8.6.1.2.1 - Perda de Carga – EAT 1 – Boa Vista / Nova Venécia – 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	0,050	CURVA 90	3	0,40	1,20	0,50	0,62	0,08		0,08	-	-
			TÊ, SAÍDA DE LADO	1	1,30	1,30							
			TÊ, PASSAGEM DIRETA	1	0,60	0,60							
			REG. GAVETA ABERTO	2	0,20	0,40							
			REDUÇÃO	2	0,30	0,60							
			TOTAL			4,10							
	BARRILETE RECALQUE	0,050	CURVA 90	6	0,40	2,40			0,14	-	0,14		
			CURVA 45	3	0,20	0,60							
			TÊ, PASSAGEM DIRETA	2	0,60	1,20							
			VÁLVULA RETENÇÃO	1	2,50	2,50							
			REG. GAVETA ABERTO	1	0,20	0,20							
			AMPLIAÇÃO	1	0,30	0,30							
			TOTAL			7,20							
CONT.	BARRILETE	0,050	TUBO (m)	5,29	-	-		-	0,01	0,01			
	RECALQUE	0,032	TUBULAÇÃO (m)	27,50					0,54	0,54			
		0,025		6,50					0,42	0,42			
TOTAL									0,22	0,97	1,19	7,86	9,05

Logo,

$$H_{\text{man máx}} = 7,86 + 1,19 \text{ m} = 9,05 \text{ m}.$$

8.6.2 ESPECIFICAÇÃO DO CONJUNTO MOTO-BOMBA

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

- Líquido a recalcar: Água Tratada;
- Vazão: 0,50 l/s;
- Posição da Sucção: Sucção Positiva;
- Sistema de operação: Individual;
- Altura Manométrica Máxima: 9,05 mca. Para a vazão especificada, a bomba trabalhará com $H_{\text{man}} = 10,33$ devido à impossibilidade de usinagem do rotor;
- Potência: 0,25 cv;
- Rotação: 3500 rpm.

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

$$P = \frac{Q * H_m}{75 * h_{\text{bomba}}} = \frac{0,50 * 10,33}{75 * 0,2064} = 0,33 \text{ cv}$$

Portanto a potência calculada ficou acima dos 0,25 cv fornecidos pela bomba. De acordo com o representante das bombas, para motores com essa potência o fator de serviço é de 1,35, o que significa dizer que o motor fornece até 0,34 cv, atendendo à potência solicitada no sistema.

8.6.2.1 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:

H_m = altura manométrica (10,33 m)

DG = desnível geométrico (7,86 m);

a = coeficiente multiplicador (adimensional);

Q = vazão de recalque (0,50 l/s).

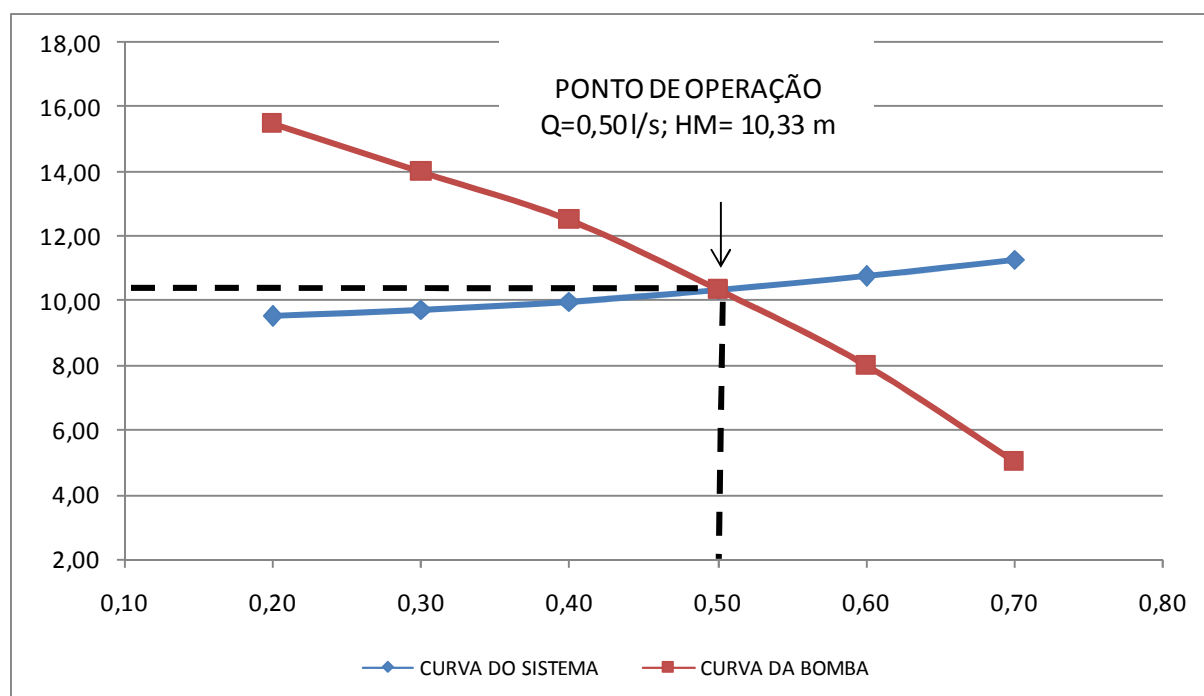
$$a = \frac{10,33 - 7,86}{0,50^2} = 9,88$$

$$H_m = 7,86 + 9,88 Q^2$$

Quadro 8.6.2.1.1 – 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)
0,20	0,72	8,26	0,20	0,72	15,50
0,30	1,08	8,75	0,30	1,08	14,00
0,40	1,44	9,44	0,40	1,44	12,50
0,50	1,80	10,33	0,50	1,80	10,33
0,60	2,16	11,42	0,60	2,16	8,00
0,70	2,52	12,70	0,70	2,52	5,00

É apresentada a seguir, na figura 8.6.2.1.1, o gráfico da curva característica do sistema juntamente com a curva da bomba de referência.

Figura 8.6.2.1.1 – Gráfico das curvas do sistema e da bomba

8.7 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

A adutora de água tratada existente apresenta diâmetro DN 100, muito acima do necessário e, também, devido ao posicionamento da nova elevatória de água tratada fica impossibilitado o seu aproveitamento, sendo a mesma descartada. Será implantada uma nova adutora de água tratada, partindo da EAT1 até o reservatório no topo da casa de química a implantar. A adutora será constituída por uma tubulação em PVC rígido soldável D 32 com uma extensão de 27,50 metros até a casa de química e PVC rígido soldável D 25 com uma extensão de 6,50 metros até a caixa d'água no topo da casa de química.

Principais características da linha de recalque:

- Vazão: 0,50 l/s;
- Material: PVC rígido soldável;
- Diâmetro: 32 mm / 25 mm;
- Extensão total: 27,50 metros / 6,50 metros;
- Velocidade: 0,62 m/s / 1,02 m/s;
- Perda de carga total (hf): 1,19 m;
- Cota de chegada no reservatório: 196,760
- Desnível geométrico: 7,86 m;
- Altura manométrica: 9,05 m / 10,33 m para a bomba estudada.

8.8 CAIXAS DE DESCARGA E PASSAGEM – ÁREA DA ETA

8.8.1 CAIXAS DE DESCARGA

Serão implantadas três caixas de descarga para a área da ETA. Duas caixas receberão o efluente proveniente da lavagem dos filtros e uma caixa receberá o efluente de descarga do reservatório. As principais dimensões internas das caixas de descarga são:

- Largura: 0,60 m;
- Comprimento: 0,60 m;
- Altura interna: 1,00 m;
- Número de unidades: 03.

8.8.2 CAIXAS DE PASSAGEM PARA A CASA DE QUÍMICA

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

- Largura: 0,60 m;
- Comprimento: 0,60 m;
- Altura interna: 0,60 m;

- Número de unidades: 04.

8.8.3 CAIXAS DE PASSAGEM – PRODUTOS QUÍMICOS

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

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

8.8.4 CAIXA DE APLICAÇÃO DE CLORO E FLÚOR

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

- Largura: 0,40 m;
- Comprimento: 0,45 m;
- Altura interna: 0,60 m;
- Número de unidades: 01.

8.9 FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO NA ÁREA DA ETA

Será realizada a 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: 2,05 m;
- 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 RESERVAÇÃO – ÁREA DA ETA

Na área da ETA de Boa Vista, 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 o reservatório apoiado a implantar, de 80m³, RAP 1.

Este reservatório foi dimensionado para o horizonte de projeto, ano de 2041. Suas características principais são apresentadas a seguir.

8.10.1 RAP 1

Será implantado um reservatório apoiado, de 80m³ 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 Boa Vista como ZONA 1. Ele será abastecido por gravidade pela ETA compacta a implantar.

O reservatório apoiado será em fibra de vidro com as seguintes dimensões:

- Diâmetro externo: 3,30 m;
- Diâmetro interno: 3,20 m;
- Comprimento: 9,85 m;
- Altura total: 3,55 m;
- Volume do reservatório: 80,0 m³;
- Volume útil do reservatório: 71,42 m³;
- NA mín.: 187,150 m;
- NA máx.: 189,478 metros.

8.11 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 121 metros lineares.

8.12 DISPONIBILIDADE ELÉTRICA NA ÁREA DA ETA

A estação de tratamento de água de Boa Vista é alimentada por rede trifásica, confirmando a disponibilidade elétrica na área. Existe padrão de energia implantado e transformador. O padrão de energia encontra-se em estado precário de conservação e será trocado. Todos os aspectos específicos da parte elétrica serão detalhados com esmero no projeto elétrico.

8.13 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O dimensionamento das redes de distribuição para a localidade de Boa Vista 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 Boa Vista a única zona de abastecimento atual será mantida. Do

reservatório a implantar na área da estação de tratamento, será abastecida por gravidade toda a zona baixa da localidade, definida como ZONA 1.

ZONA 1

A ZONA 1, zona baixa, corresponde a toda a localidade. Abastecida pelo reservatório a implantar RAP 1 de 80m³, na área da estação de tratamento.

Está compreendida entre as cotas 170,20 m e 154,45 m. A cota da piezométrica estática é 189,48 m e as pressões máxima e mínima são, respectivamente, 28,65 mca e 13,22 mca.

O volume de armazenamento necessário para o atendimento da ZONA 1, no horizonte final do projeto (ano 2.041) é de 95m³, de forma que o reservatório de 80m³ é suficiente para suprir a demanda desta zona, isto verificado na calibração pelo Epanet.

A seguir, apresenta-se a planilha de cálculo da rede de distribuição para a ZONA 1 da localidade de Boa Vista.

AGUA - PLANILHA DE CÁLCULO / CESAN - PRO-RURAL
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE AGUA - BOA VISTA - NOVA VENÉCIA

PTO.FIXO Fluxo Piezom.fixa Vazão
(mca) (l/s)

RAP o--> 189,48 4,96

TRECHOS

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

RAP - 1 394,00 100 PBA12 4,96 0,63 2,00
1 - 2 84,00 100 PBA12 4,92 0,63 0,42
2 - 3 275,00 50 PBA12 0,46 0,19 0,33
3 - 4 35,00 50 PBA12 0,13 0,06 0,00
4 - 5 75,00 50 PBA12 0,03 0,01 0,00
4 - 6 65,00 50 PBA12 0,03 0,01 0,00
3 - 7 115,00 50 PBA12 0,14 0,06 0,01
7 - 7A 42,00 50 PBA12 0,02 0,01 0,00
7 - 8 67,00 50 PBA12 0,03 0,01 0,00
2 - 2A 333,00 75 PBA12 2,65 0,57 1,94
2 - 8A 14,00 75 PBA12 1,51 0,32 0,03
8A - 9 218,00 75 PBA12 1,42 0,30 0,39
9 - 9A 48,00 50 PBA12 0,07 0,03 0,00
9A - 10 59,00 50 PBA12 0,03 0,01 0,00
9 - 11 81,00 75 PBA12 1,20 0,26 0,11
11 - 12 47,00 50 PBA12 0,02 0,01 0,00
11 - 13 35,00 75 PBA12 1,11 0,24 0,04
13 - 14 63,00 50 PBA12 0,03 0,01 0,00
13 - 14A 503,00 50 PBA12 0,82 0,35 1,77
2A - 15 350,00 75 PBA12 2,36 0,51 1,63
15 - 16 58,00 50 PBA12 0,69 0,29 0,15
16 - 17 148,00 50 PBA12 0,06 0,03 0,00
16 - 18 130,00 50 PBA12 0,48 0,20 0,17

NÓS

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

RAP 187,15 2,33
1 160,00 27,48 0,04
2 163,00 24,06 0,30
3 163,33 23,40 0,18
4 161,90 24,83 0,08
5 161,61 25,11 0,03
6 162,11 24,61 0,03
7 163,90 22,81 0,10
7A 170,20 16,51 0,02
8 164,00 22,71 0,03
2A 159,50 25,63 0,29
8A 163,00 24,03 0,09
9 160,42 26,22 0,15
9A 161,50 25,14 0,05
10 163,27 23,37 0,03
11 160,01 26,53 0,07
12 161,49 25,05 0,02
13 159,67 26,83 0,26
14 160,63 25,87 0,03
14A 156,00 28,73 0,28
15 165,58 17,91 0,23
16 156,43 26,92 0,14
17 161,85 21,49 0,06

18	- 19	88,00	50	PBA12	0,04	0,02	0,00	18	155,99	27,18	0,14
18	- 20	46,00	50	PBA12	0,21	0,09	0,01	19	162,88	20,29	0,04
20	- 21	86,00	50	PBA12	0,04	0,02	0,00	20	157,72	25,44	0,10
15	- 22	135,00	75	PBA12	1,44	0,31	0,25	21	161,70	21,46	0,04
22	- 23	146,00	50	PBA12	0,28	0,12	0,07	22	156,57	26,67	0,13
18	- 23	68,00	50	PBA12	0,10	0,04	0,00	23	155,35	27,82	0,10
23	- 24	28,00	50	PBA12	0,28	0,12	0,01	24	155,60	27,56	0,16
20	- 24	98,00	50	PBA12	0,07	0,03	0,00	25	159,75	23,35	0,15
24	- 25	255,00	50	PBA12	0,18	0,08	0,06	25A	170,00	13,09	0,04
25	- 25A	87,00	50	PBA12	0,04	0,02	0,00	26	155,45	27,73	0,11
22	- 26	12,00	50	PBA12	1,03	0,43	0,06	27	155,20	27,78	0,16
26	- 27	166,00	50	PBA12	0,46	0,19	0,20	28	154,75	28,22	0,05
27	- 28	124,00	50	PBA12	0,05	0,02	0,00	29	155,75	27,20	0,14
27	- 29	73,00	50	PBA12	0,25	0,11	0,03	30	154,45	28,49	0,05
29	- 30	108,00	50	PBA12	0,05	0,02	0,00	30A	159,65	23,29	0,06
29	- 30A	150,00	50	PBA12	0,06	0,03	0,00	31	156,00	27,10	0,06
26	- 31	69,00	50	PBA12	0,46	0,19	0,08	32	155,12	27,98	0,03
31	- 32	68,00	50	PBA12	0,03	0,01	0,00	33	156,88	26,21	0,19
31	- 33	14,00	50	PBA12	0,37	0,15	0,01	34	159,59	23,49	0,02
33	- 34	48,00	50	PBA12	0,02	0,01	0,00	34A	160,80	22,22	0,16
33	- 34A	372,00	50	PBA12	0,16	0,07	0,07	35	158,00	26,50	0,16
14A	- 35	138,00	50	PBA12	0,55	0,23	0,23	36	157,50	27,00	0,05
35	- 36	107,00	50	PBA12	0,05	0,02	0,00	37	158,49	25,92	0,15
35	- 37	135,00	50	PBA12	0,34	0,14	0,09	38	156,88	27,53	0,04
37	- 38	103,00	50	PBA12	0,04	0,02	0,00	39	159,90	24,49	0,10
37	- 39	110,00	50	PBA12	0,14	0,06	0,01	40	157,43	26,96	0,02
39	- 40	46,00	50	PBA12	0,02	0,01	0,00	41	160,90	23,49	0,03
39	- 41	67,00	50	PBA12	0,03	0,01	0,00				

TOTAL		6186,00									
4,96											

As tubulações utilizadas na rede de distribuição serão em PVC PBA classe 12 para a ZONA 1. A seguir um quadro com o quantitativo das tubulações existentes a aproveitar e a serem implantadas no SAA de Boa Vista.

Quadro 8.13.1 – Rede de Distribuição – Quantitativo das Tubulações

REDE DE DISTRIBUIÇÃO BOA VISTA - NOVA VENÉCIA/ES			
DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXISTENTE A SER APROVEITADO (m)	IMPLANTAR (m)
50	PVC PBA CL12	-	4.542
75	PVC PBA CL12	-	1.166
100	PVC PBA CL12	-	478
SUB-TOTAL		-	6.186
TOTAL GERAL		6.186	

Caixa de Registro de Descarga (DN 50)

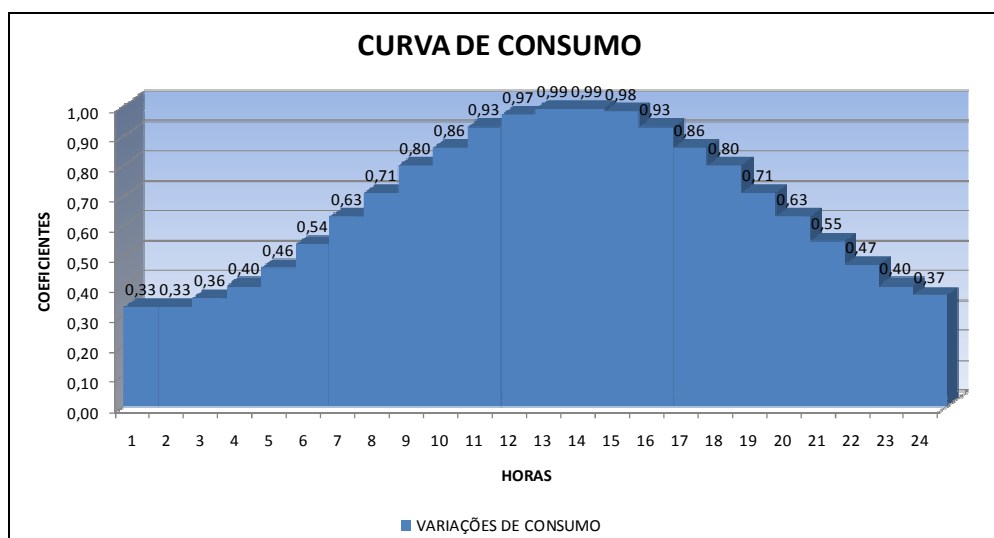
Nos pontos baixos da localidade serão instalados registros de descarga com a finalidade de realização de limpeza da rede. Principais características da caixa de proteção:

- Dimensões internas: 0,60 m x 0,60 m x 0,90 m;
- Número de unidades: 2;
- Padrão: CESAN;

Dimensionamento da rede

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

Figura 8.13.1 – Curva de Consumo



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

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

Figura 8.13.2 – Pressões na Hora de Menor Consumo



Figura 8.13.3 – Pressões na Hora de Maior Consumo



Travessias

Foram previstas cinco travessias sob córrego dentro da localidade, duas travessias em ponte sobre córrego dentro da localidade, duas travessias sob rodovia e duas travessias em ponte sobre córrego na faixa de servidão da rodovia:

- Travessias 1, 2, 3, 4 e 7: Travessia sob córrego do tubo da rede de distribuição em vala própria e ensecadeira para o córrego;
- Travessia 5: Travessia da rede de distribuição em ponte sobre córrego com extensão de, aproximadamente, 3 m em Ferro Galvanizado Ø 2". Tabuleiro da ponte construído com laje de pedra e tubo chumbado no encabeçamento da ponte;
- Travessia 6: Travessia da rede de distribuição em ponte sobre córrego com extensão de, aproximadamente, 6 m em Ferro Galvanizado Ø 2". Ponte em concreto e tubo grampeado na mesma com braçadeira em aço;
- Travessia 8: Travessia da rede de distribuição sob rodovia com extensão de, aproximadamente, 14 m em PEAD DE 90 e, tubo camisa em AÇO Ø 5" com extensão de 13,5 m;
- Travessia 9: Travessia da rede de distribuição sob rodovia com extensão de, aproximadamente, 12 m em PEAD DE 63 e, tubo camisa em AÇO Ø 3" com extensão de 11,5 m;
- Travessia 10: Travessia da rede de distribuição em ponte sobre córrego (em ambos os lados da rodovia) com extensão de, aproximadamente, 10 m em Ferro Galvanizado Ø 2". Ponte em concreto e tubo grampeado na mesma com braçadeira em aço;
- Travessia 11: Travessia da rede de distribuição em ponte sobre córrego (em ambos os lados da rodovia) com extensão de, aproximadamente, 10 m em Ferro Galvanizado Ø 2". Ponte em concreto e tubo grampeado na mesma com braçadeira em aço.

As Travessias 8 e 9, sob rodovia, são duas travessias de difícil execução, visto que são feitas por método não-destrutivo e em rodovia estadual. A travessia é feita por execução de perfuração por método não destrutivo em furo direcional com perfuratriz rotativa para a instalação de tubo camisa em aço de Ø 5" e condutor em PEAD de 90 mm. Este método deve ser executado por empresa especializada, como a ECODRILL.

Para a execução da mesma em área de rodovia estadual, deve-se aprovar no DER-ES o projeto da travessia. Observa-se que a execução da travessia da rede de distribuição sob a rodovia requer uma empresa especializada e projeto específico para aprovação. O custo da travessia é elevado onerando o valor da obra.

8.14 LIGAÇÕES PREDIAIS

Para atendimento em início de plano será necessária a implantação de ligações prediais hidrometradas 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 8.14.1 apresenta o número de ligações prediais de água hidrometradas a serem implantadas para o SAA de Boa Vista. 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 8.14.1 – Estimativa do Número de Ligações Prediais

SAA	POPULAÇÃO (hab)		NÚMERO DE LIGAÇÕES PREDIAIS
	TOTAL	ATENDIDA	
LIGAÇÕES HIDROMETRADAS À IMPLANTAR	968	968	242

Para detalhes construtivos da rede de distribuição ver os desenhos 12/20, 13/20 e 14/20 contidos no Tomo II do Volume II – Projeto Básico.

9 ANEXOS

ANEXO I – LAUDO DE ANÁLISE – Córrego Boa Vista

ANEXO II – PLANILHAS DE CUSTO DE ENERGIA

ANEXO III – PLANILHAS DO SIMULADOR EPANET

ANEXO I – LAUDO DE ANÁLISE - Córrego Boa Vista



Divisão de Controle da Qualidade

Laudo de Análise

Ciente: CESAN / I-DSR - AV Guarapari, S/Nº - Serra
Laboratório: Físico-Química **Id. Pto:** Barragem
Amostra: 27984/11 **Versão:** 0 **Origem da Amostra:** Extra
Data de Coleta: 21/06/2011 **Hora da Coleta:** 10:45 **Data da Chegada:** 22/06/2011
Sistema: Boa Vista **Chuvvas:** Não
Componente: Córrego Guararema **Elemento:** Água Bruta
Município: Nova Venécia **Coletor:** Roberto Bomfin
Bairro: Boa Vista
Ponto de Coleta: Não informado
Org. Reg: Resolução CONAMA 357:2005 - Art. 15 (Classe 2)

Análise	Obs	Data	Resultado	Unidade	Inc.	Método	LDM	LIOR	LSOR	Sala
Alcalinidade Total	-	23/06/11	4,6	mg CaCO ₃ /L	+/-	Potenciométrico	1	-	-	FISQUI
Cloreto	-	23/06/11	7,0	mg Cl/L	-	Argentométrico / SM-21	1	-	250	FISQUI
Cor Aparente	-	22/06/11	16	UC	-	Colorimétrico / SM-21	5	-	-	FISQUI
Dureza de Cálcio	-	22/06/11	4,34	mg CaCO ₃ /L	+/-	Titulométrico do EDTA-Na-SM	0	-	-	FISQUI
Dureza de Magnésio	-	23/06/11	0,20	mg CaCO ₃ /L	+/-	Titulométrico do EDTA-Na-SM	0	-	-	FISQUI
Dureza Total	-	23/06/11	4,5	mg CaCO ₃ /L	+/-	Titulométrico do EDTA-Na-SM	2	-	-	FISQUI
Ferro Total	-	01/07/11	0,25	mg Fe/L	+/-	EAA-SM	0,05	-	-	FISQUI
Fluoreto	-	23/06/11	< 0,2	mg F/L	-	Spadns	0,2	-	1,4	FISQUI
Nitrato	-	23/06/11	0,14	mg N-NO ₃ /L	-	Redução com Cádmi-SM	0,02	-	10	FISQUI
Nitrito	-	23/06/11	<0,01	mg N-NO ₂ /L	+/-	Colorimétrico / SM-21	0,01	-	1	FISQUI
pH	-	23/06/11	7,51		+/-	Potenciométrico	0	6	9	FISQUI
Sólidos Totais	-	24/06/11	48	mg/L	+/-	Gravimétrico-SM	2	-	-	FISQUI
Sulfato	-	23/06/11	<2,0	mg SO ₄ /L	+/-	Turbidimétrico-SM	2	-	250	FISQUI
Turbidez	-	22/06/11	1,40	NTU	+/-	Nefelométrico-SM	0,1	-	100	FISQUI

Endereço das Salas de Ensaio

Via Velha - Cobi de Cima - Rua Francisca Guimarães S/N CEP: 29111-020
 FISQUI - Físico-Química

Legendas / Informações

LEGENDAS:

LDM - Limite de Detecção do Método / LIOR - Limite Inferior do Órgão Regulamentador / LSOR - Limite Superior do Órgão Regulamentador

Inc. - Incerteza de Medição / Data - Data do Ensaio

SM - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20ª Edição, 1998.

EAA - Espectrometria de Absorção Atômica

INFORMAÇÕES:

- Plano de amostragem conforme Portaria N. 518, de 25/03/2004, Ministério da Saúde, para mananciais de captação, saída de tratamento e sistema de distribuição de água, e NBR 9897:1987 Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.

- Procedimento de coleta conforme norma ABNT NBR 9898:1987.



Divisão de Controle da Qualidade

Laudo de Análise

Cliente:	CESAN / I-DSR - AV Guarapari, S/Nº - Serra			Id. Pto:	Barragem
Laboratório:	Físico-Química			Origem da Amostra:	Extra
Amostra:	27984/11	Versão:	0	Data da Chegada:	22/06/2011
Data de Coleta:	21/06/2011	Hora da Coleta:	10:45	Chuvvas:	Não
Sistema:	Boa Vista			Elemento:	Água Bruta
Componente:	Córrego Guararema			Coletor:	Roberto Bomfin
Município:	Nova Venécia				
Bairro:	Boa Vista				
Ponto de Coleta:	Não informado				
Órg. Reg:	Resolução CONAMA 357:2005 - Art. 15 (Classe 2)				

Análise	Obs	Data	Resultado	Unidade	Inc.	Método	LDM	LQOR	LSOR	Sala
Data <u>14/7/11</u> Responsável Data 14/07/2011 Químico Antonio Elias Simões CRQ 03210800 - 3ª Região Chefe de Divisão A-DCQ - Div. Cont. da Qualidade Matr. 27325										



Divisão de Controle da Qualidade

Laudo de Análise

Cliente: CESAN / I-DSR - AV Guarapari, S/Nº - Serra Laboratório: Bacteriologia Amostra: 27984/11 Versão: 0 Data de Coleta: 21/06/2011 Hora da Coleta: 10:45 Sistema: Boa Vista Componente: Córrego Guararema Município: Nova Venécia Bairro: Boa Vista Ponto de Coleta: Não informado Órg. Reg: Resolução CONAMA 357:2005 - Art. 15 (Classe 2)	Id. Pto: Barragem Origem da Amostra: Extra Data da Chegada: 22/06/2011 Chuvvas: Não Elemento: Água Bruta Coletor: Roberto Bomfin
---	---

Análise	Obs	Data	Resultado	Unidade	Inc.	Método	LDM	LIOR	LSOR	Sala
Coliformes Termotolerantes	-	23/06/11	8,3	NMP/100 mL	-	Tubos Múltiplos / SM-21 - 9221	1,8	-	1000	BACTER

Endereço das Salas de Ensaios

Vila Velha - Cobi de Cima - Rua Francisca Guimarães S/N CEP: 29111-020
 BACTER - Bacteriologia

Legendas / Informações

LEGENDAS:

LDM - Limite de Detecção do Método / LIOR - Limite Inferior do Órgão Regulamentador / LSOR - Limite Superior do Órgão Regulamentador

Inc. - Incerteza de Medição / Data - Data do Ensaio

SM - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20ª Edição, 1998.

EAA - Espectrometria de Absorção Atômica

INFORMAÇÕES:

- Plano de amostragem conforme Portaria N. 518, de 25/03/2004, Ministério da Saúde, para mananciais de captação, saída de tratamento e sistema de distribuição de água, e NBR 9897:1987 Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.

- Procedimento de coleta conforme norma ABNT NBR 9896:1987.

- Os resultados analíticos aplicam-se somente a amostra coletada e permanecerão arquivados por 5 anos.

Data 14 / 7 / 11

Data 14/07/2011

Responsável

Químico Antonio Elias Simões
CRQ 032108/0 - 3ª Região
Chefe de Divisão
A-DCQ - Div. Cont. da Qualidade
Matr. 27326

ANEXO II – PLANILHAS DE CUSTO DE ENERGIA

ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EAT1

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\$)
2.011	0,30	25,92	1,80	14,40	0,42	0,42	2.222,36	859,36	0,42	0,00	962,49
2.012	0,31	26,50	1,80	14,72	0,42	0,42	2.271,99	878,56	0,42	0,00	878,56
2.013	0,31	27,08	1,80	15,04	0,42	0,42	2.321,62	897,75	0,42	0,00	801,56
2.014	0,32	27,66	1,80	15,36	0,42	0,42	2.371,26	916,94	0,42	0,00	730,98
2.015	0,33	28,24	1,80	15,69	0,42	0,42	2.420,89	936,13	0,42	0,00	666,32
2.016	0,33	28,81	1,80	16,01	0,42	0,42	2.470,52	955,33	0,42	0,00	607,13
2.017	0,34	29,39	1,80	16,33	0,42	0,42	2.520,15	974,52	0,42	0,00	552,97
2.018	0,35	29,97	1,80	16,65	0,42	0,42	2.569,79	993,71	0,42	0,00	503,44
2.019	0,35	30,55	1,80	16,97	0,42	0,42	2.619,42	1.012,90	0,42	0,00	458,19
2.020	0,36	31,13	1,80	17,29	0,42	0,42	2.669,05	1.032,10	0,42	0,00	416,85
2.021	0,37	31,71	1,80	17,62	0,42	0,42	2.718,68	1.051,29	0,42	0,00	379,11
2.022	0,37	32,29	1,80	17,94	0,42	0,42	2.768,32	1.070,48	0,42	0,00	344,67
2.023	0,38	32,87	1,80	18,26	0,42	0,42	2.817,95	1.089,67	0,42	0,00	313,26
2.024	0,39	33,45	1,80	18,58	0,42	0,42	2.867,58	1.108,87	0,42	0,00	284,62
2.025	0,39	34,02	1,80	18,90	0,42	0,42	2.917,22	1.128,06	0,42	0,00	258,52
2.026	0,40	34,60	1,80	19,22	0,42	0,42	2.966,85	1.147,25	0,42	0,00	234,75
2.027	0,41	35,18	1,80	19,55	0,42	0,42	3.016,48	1.166,44	0,42	0,00	213,10
2.028	0,41	35,76	1,80	19,87	0,42	0,42	3.066,11	1.185,64	0,42	0,00	193,40
2.029	0,42	36,34	1,80	20,19	0,42	0,42	3.115,75	1.204,83	0,42	0,00	175,48
2.030	0,43	36,92	1,80	20,51	0,42	0,42	3.165,38	1.224,02	0,42	0,00	159,17
2.031	0,43	37,50	1,80	20,83	0,42	0,42	3.215,01	1.243,21	0,42	0,00	144,35
2.032	0,44	38,08	1,80	21,15	0,42	0,42	3.264,64	1.262,41	0,42	0,00	130,87
2.033	0,45	38,66	1,80	21,48	0,42	0,42	3.314,28	1.281,60	0,42	0,00	118,62
2.034	0,45	39,23	1,80	21,80	0,42	0,42	3.363,91	1.300,79	0,42	0,00	107,50
2.035	0,46	39,81	1,80	22,12	0,42	0,42	3.413,54	1.319,98	0,42	0,00	97,40
2.036	0,47	40,39	1,80	22,44	0,42	0,42	3.463,17	1.339,18	0,42	0,00	88,23
2.037	0,47	40,97	1,80	22,76	0,42	0,42	3.512,81	1.358,37	0,42	0,00	79,90
2.038	0,48	41,55	1,80	23,08	0,42	0,42	3.562,44	1.377,56	0,42	0,00	72,35
2.039	0,49	42,13	1,80	23,40	0,42	0,42	3.612,07	1.396,75	0,42	0,00	65,50
2.040	0,49	42,71	1,80	23,73	0,42	0,42	3.661,71	1.415,94	0,42	0,00	59,28
2.041	0,50	43,29	1,80	24,05	0,42	0,42	3.711,34	1.435,14	0,42	0,00	53,65
VALOR PRESENTE = R\$											10.152,20

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

386,69 /MWh
179,30 /MWh
44,57 /KW

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

j=12% a.a

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

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\$)
2.011	0,30	25,92	1,80	14,40	0,42	0,42	2.229,47	862,11	0,42	0,00	965,57
2.012	0,31	26,50	1,80	14,72	0,42	0,42	2.279,26	881,37	0,42	0,00	881,37
2.013	0,31	27,08	1,80	15,04	0,42	0,42	2.329,05	900,62	0,42	0,00	804,13
2.014	0,32	27,66	1,80	15,36	0,42	0,42	2.378,85	919,88	0,42	0,00	733,32
2.015	0,33	28,24	1,80	15,69	0,42	0,42	2.428,64	939,13	0,42	0,00	668,45
2.016	0,33	28,81	1,80	16,01	0,42	0,42	2.478,43	958,38	0,42	0,00	609,07
2.017	0,34	29,39	1,80	16,33	0,42	0,42	2.528,22	977,64	0,42	0,00	554,74
2.018	0,35	29,97	1,80	16,65	0,42	0,42	2.578,01	996,89	0,42	0,00	505,06
2.019	0,35	30,55	1,80	16,97	0,42	0,42	2.627,80	1.016,15	0,42	0,00	459,65
2.020	0,36	31,13	1,80	17,29	0,42	0,42	2.677,59	1.035,40	0,42	0,00	418,18
2.021	0,37	31,71	1,80	17,62	0,42	0,42	2.727,39	1.054,65	0,42	0,00	380,32
2.022	0,37	32,29	1,80	17,94	0,42	0,42	2.777,18	1.073,91	0,42	0,00	345,77
2.023	0,38	32,87	1,80	18,26	0,42	0,42	2.826,97	1.093,16	0,42	0,00	314,26
2.024	0,39	33,45	1,80	18,58	0,42	0,42	2.876,76	1.112,41	0,42	0,00	285,53
2.025	0,39	34,02	1,80	18,90	0,42	0,42	2.926,55	1.131,67	0,42	0,00	259,35
2.026	0,40	34,60	1,80	19,22	0,42	0,42	2.976,34	1.150,92	0,42	0,00	235,50
2.027	0,41	35,18	1,80	19,55	0,42	0,42	3.026,13	1.170,18	0,42	0,00	213,79
2.028	0,41	35,76	1,80	19,87	0,42	0,42	3.075,93	1.189,43	0,42	0,00	194,02
2.029	0,42	36,34	1,80	20,19	0,42	0,42	3.125,72	1.208,68	0,42	0,00	176,04
2.030	0,43	36,92	1,80	20,51	0,42	0,42	3.175,51	1.227,94	0,42	0,00	159,68
2.031	0,43	37,50	1,80	20,83	0,42	0,42	3.225,30	1.247,19	0,42	0,00	144,81
2.032	0,44	38,08	1,80	21,15	0,42	0,42	3.275,09	1.266,45	0,42	0,00	131,29
2.033	0,45	38,66	1,80	21,48	0,42	0,42	3.324,88	1.285,70	0,42	0,00	119,00
2.034	0,45	39,23	1,80	21,80	0,42	0,42	3.374,68	1.304,95	0,42	0,00	107,84
2.035	0,46	39,81	1,80	22,12	0,42	0,42	3.424,47	1.324,21	0,42	0,00	97,71
2.036	0,47	40,39	1,80	22,44	0,42	0,42	3.474,26	1.343,46	0,42	0,00	88,51
2.037	0,47	40,97	1,80	22,76	0,42	0,42	3.524,05	1.362,71	0,42	0,00	80,16
2.038	0,48	41,55	1,80	23,08	0,42	0,42	3.573,84	1.381,97	0,42	0,00	72,58
2.039	0,49	42,13	1,80	23,40	0,42	0,42	3.623,63	1.401,22	0,42	0,00	65,71
2.040	0,49	42,71	1,80	23,73	0,42	0,42	3.673,42	1.420,48	0,42	0,00	59,47
2.041	0,50	43,29	1,80	24,05	0,42	0,42	3.723,22	1.439,73	0,42	0,00	53,82
VALOR PRESENTE = R\$										10.184,69	

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

386,69 /MWh
 179,30 /MWh
 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 III – PLANILHA DE SIMULAÇÃO DO EPANET

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Junc 7	163.90	0.10	0.03	186.96	23.06
Junc 7A	170.20	0.02	0.01	186.96	16.76
Junc 3	163.33	0.18	0.06	186.97	23.64
Junc 4	161.90	0.08	0.03	186.96	25.06
Junc 5	161.61	0.03	0.01	186.96	25.35
Junc 6	162.11	0.03	0.01	186.96	24.85
Junc 2	163.00	0.30	0.10	187.03	24.03
Junc 1	160.00	0.04	0.01	187.09	27.09
Junc 9	160.42	0.15	0.05	186.97	26.55
Junc 10	163.27	0.03	0.01	186.97	23.70
Junc 11	160.01	0.07	0.02	186.96	26.95
Junc 12	161.49	0.02	0.01	186.96	25.47
Junc 13	159.67	0.26	0.09	186.95	27.28
Junc 14	160.63	0.03	0.01	186.95	26.32
Junc 16	156.43	0.14	0.05	186.49	30.06
Junc 17	161.85	0.06	0.02	186.48	24.63
Junc 18	155.99	0.14	0.05	186.46	30.47
Junc 19	162.88	0.04	0.01	186.46	23.58
Junc 20	157.72	0.10	0.03	186.45	28.73
Junc 21	161.70	0.04	0.01	186.45	24.75
Junc 22	156.57	0.13	0.04	186.47	29.90
Junc 23	155.35	0.10	0.03	186.46	31.11
Junc 27	155.20	0.16	0.05	186.42	31.22
Junc 28	154.75	0.05	0.02	186.42	31.67
Junc 29	155.75	0.14	0.05	186.42	30.67
Junc 30	154.45	0.05	0.02	186.41	31.96
Junc 25	159.75	0.15	0.05	186.44	26.69
Junc 25A	170.00	0.04	0.01	186.44	16.44
Junc 32	155.12	0.03	0.01	186.44	31.32
Junc 33	156.88	0.19	0.06	186.44	29.56
Junc 34	159.59	0.02	0.01	186.44	26.85
Junc 35	158.00	0.16	0.05	186.55	28.55
Junc 36	157.50	0.05	0.02	186.55	29.05
Junc 37	158.49	0.15	0.05	186.53	28.04
Junc 38	156.88	0.04	0.01	186.53	29.65
Junc 39	159.90	0.10	0.03	186.53	26.63
Junc 40	157.43	0.02	0.01	186.53	29.10
Junc 41	160.90	0.03	0.01	186.53	25.63
Junc 8	164.00	0.03	0.01	186.96	22.96
Junc 44	198.00	0.00	0.00	199.14	1.14
Junc 2A	159.5	0.29	0.10	186.75	27.25
Junc 15	165.58	0.23	0.08	186.51	20.93
Junc 8A	163.00	0.09	0.03	187.03	24.03
Junc 31	156.00	0.06	0.02	186.44	30.44
Junc 34A	160.8	0.16	0.05	186.43	25.63
Junc 14A	156.00	0.28	0.09	186.59	30.59
Junc 24	155.6	0.16	0.05	186.45	30.85
Junc 26	155.45	0.11	0.04	186.46	31.01
Junc 30A	159.65	0.06	0.02	186.41	26.76
Resvr 42	201.505	#N/A	-12.54	201.51	0.00
Tank RAP	187.15	#N/A	10.91	187.35	0.20