



PRÓ-RURAL

SANEAMENTO AMBIENTAL PARA COMUNIDADES RURAIS

MONTE CARMELO/ ALTO RIO NOVO - ES

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

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

VOLUME II: PROJETO BÁSICO

TOMO I – Memorial Descritivo, Justificativo e de Cálculo

Fevereiro/2012

B-029-001-00-0-MD-0002

VERSÃO FINAL



COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO

PRÓ-RURAL – PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL

MONTE CARMELO / ALTO RIO NOVO - ES

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

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

RESUMO:

A YC Engenharia apresenta à CESAN o Projeto Básico do Sistema de Abastecimento de Água da localidade de Monte Carmelo, distrito do município de Alto Rio Novo - 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, Elevatória de Água Bruta, Adutora de Água Bruta, Estação de Tratamento de Água, Casa de Química, Elevatória e Adutora de Água Tratada, Reservatório Apoiado e Rede de Distribuição.

FINAL	02/2012	C	ENTREGA FINAL	Rodrigo Polizzi	Júlio César de Carvalho	Júlio César de Carvalho	CESAN
2	12/2011	B	2ª ENTREGA	Rodrigo Polizzi	Júlio César de Carvalho	Júlio César de Carvalho	CESAN
1	08/2011	A	1ª ENTREGA	Rodrigo Polizzi	Júlio César de Carvalho	Júlio César de Carvalho	CESAN
VER	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

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

PROJETISTA:

YC ENGENHARIA Ltda

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



EQUIPE TÉCNICA:

Engº Júlio César de Carvalho
Engº Rodrigo Polizzi

VOLUME:

VOLUME II: Projeto Básico

TOMO I – Memorial Descritivo, Justificativo e de Cálculo

REFERÊNCIA:

Fevereiro/2012

SUMÁRIO

O estudo do Sistema de Abastecimento de Água da localidade de Monte Carmelo, distrito do município de Alto Rio Novo – ES é composto por dois volumes distribuídos segundo a descrição a seguir:

VOLUME I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

VOLUME II – PROJETO BÁSICO:

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

ÍNDICE

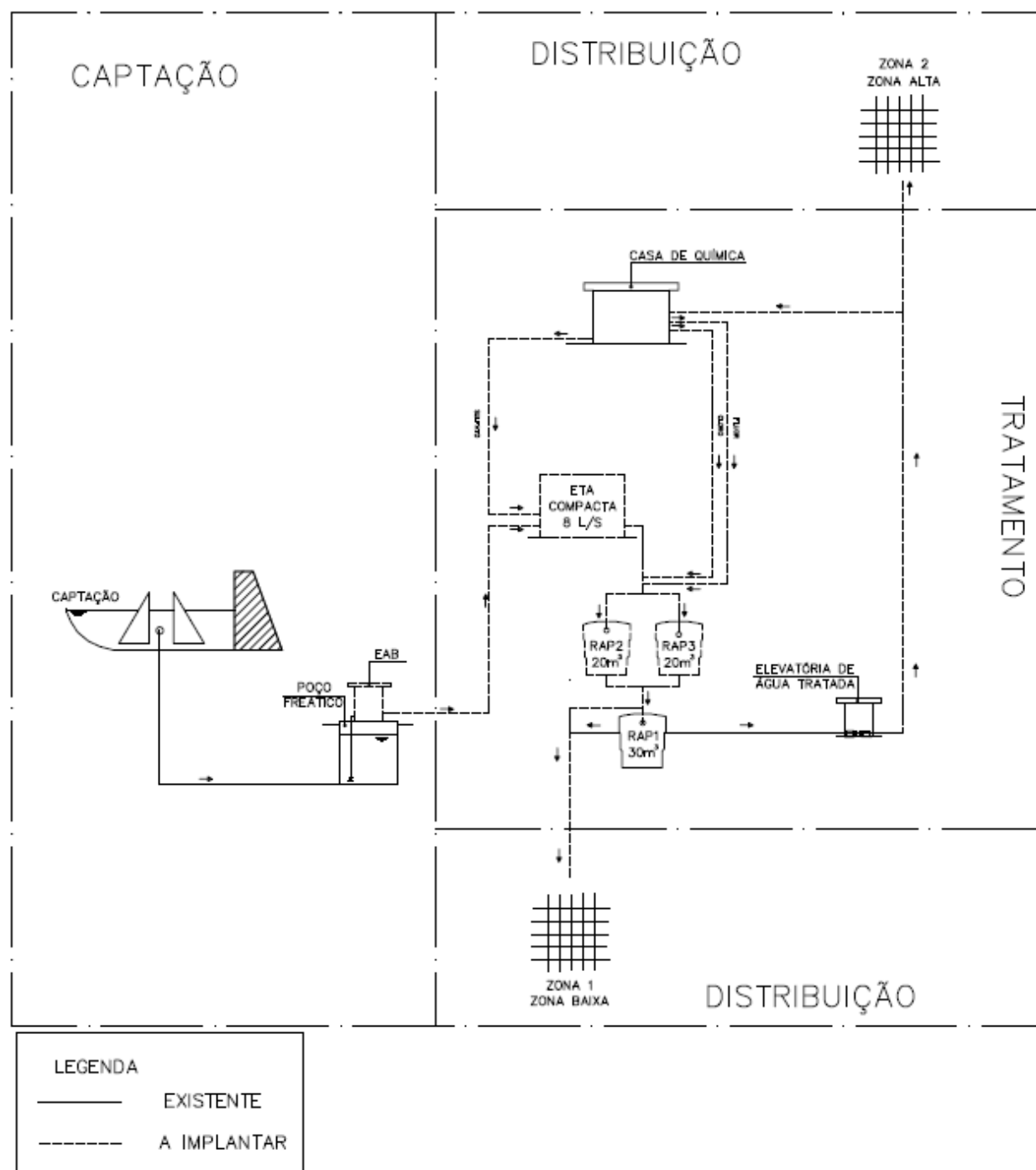
1	SÍNTESE DO PROJETO	6
2	INTRODUÇÃO.....	9
3	CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE	10
3.1	LOCALIZAÇÃO	11
3.2	ACESSO	14
3.3	MEIO FÍSICO	15
3.4	CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONOMICAS.....	19
3.5	INFRA-ESTRUTURA	19
4	SISTEMA EXISTENTE	21
5	ELEMENTOS E PARÂMETROS PARA O PROJETO – SAA	24
5.1	ALCANCE DE PROJETO	24
6	PROJEÇÃO POPULACIONAL	25
7	DEMANDA DO SAA DE MONTE CARMELO	27
7.1	ÍNDICE DE ATENDIMENTO.....	27
7.2	CONSUMO PER CAPITA	27
7.3	TEMPO DE FUNCIONAMENTO	27
7.4	CÁLCULO DAS VAZÕES	27
7.5	DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL E DEMANDAS POR ZONA DE ABASTECIMENTO.....	30
8	SISTEMA PROPOSTO	32
8.1	INTRODUÇÃO	32
8.2	MANANCIAL / CAPTAÇÃO	33
8.2.1	Acesso à Barragem e Elevatória de Água Bruta	35
8.3	ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA – EAB.....	35
8.3.1	Altura Manométrica - Hman	37
8.3.2	Especificação do Conjunto Moto-Bomba.....	41
8.4	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA – AAB.....	43
8.4.1	Estudo de Transiente Hidráulico – Golpe de Aríete	44
8.4.2	Aspectos construtivos da AAB.....	48
8.4.3	Dimensionamento dos Blocos de Ancoragem.....	48
8.4.4	Órgãos Acessórios.....	48
8.5	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)	49
8.5.1	Tubulações de interligação entre as unidades da ETA	50
8.6	CASA DE QUÍMICA	51
8.6.1	Instalação Sanitária.....	52
8.6.2	Laboratório	52
8.6.3	Sala de Dosagem e Produtos Utilizados	53
8.6.4	Depósito para Produtos Químicos	61
8.6.5	Disposição dos produtos químicos	61
8.6.6	Manual para Treinamento de Operador da Casa de Química.....	61
8.7	ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EAT 1	62
8.7.1	Altura Manométrica - Hman	64
8.7.2	Especificação do Conjunto Moto-Bomba.....	67
8.8	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	68
8.9	CAIXAS DE DESCARGA E PASSAGEM – ÁREA DA ETA.....	68

8.9.1	CAIXAS DE DESCARGA	68
8.9.2	CAIXAS DE PASSAGEM PARA A CASA DE QUÍMICA	69
8.9.3	CAIXAS DE PASSAGEM – PRODUTOS QUÍMICOS	69
8.9.4	CAIXA DE APLICAÇÃO DE CLORO E FLÚOR	69
8.10	FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO NA ÁREA DA ETA.....	70
8.11	RESERVAÇÃO – ÁREA DA ETA	70
8.11.1	RAP 1	70
8.11.2	RAP 2	71
8.11.3	RAP 3	71
8.12	CERCA E PORTÃO DA ÁREA DA ETA	72
8.13	REDE DE DISTRIBUIÇÃO	72
8.14	LIGAÇÕES PREDIAIS	78
9	ANEXOS	79

1 SÍNTESE DO PROJETO

O Projeto Básico tem como objetivo apresentar as unidades projetadas referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Produção e Distribuição, para a localidade de Monte Carmelo - Alto Rio Novo/ES. Serão projetadas as seguintes unidades: Captação, Elevatória de Água Bruta, 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.

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



1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA	
2. LOCALIDADE: Monte Carmelo	MUNICÍPIO: Alto Rio Novo
3. PARÂMETROS DO PROJETO	
População de início de plano: 824 habitantes	
População de final de plano: 1.420 habitantes	
Taxa de crescimento: 3,0/1,5/1,0	
Alcance de Projeto: 30 anos	
Capacidade de Atendimento da ETA: 8,00 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: 5,41 horas em início de plano até 9,42 horas em final de plano	
4. FASES DO SISTEMA	
CAPTAÇÃO	Implantação de Barragem de nível em concreto com pré-filtro e descarga de fundo.
ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA	Ampliação da edificação. Redimensionamento e substituição dos conjuntos moto-bombas existentes, por (02) dois conjuntos moto-bombas, sendo 01 (um) para reserva.
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	Implantação de 405,00m de tubulação PVC DEFoFo DN100, ligando a elevatória de água bruta à ETA.
TRATAMENTO	Implantação de uma (01) ETA Convencional, melhorias na área da ETA, implantação de (01) uma casa de química elevada nos padrões CESAN, implantação de (01) uma fossa séptica e (01) um sumidouro.
ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	Reforma da edificação. Redimensionamento e substituição dos conjuntos moto-bombas existentes, por (02) dois conjuntos moto-bombas, sendo 01 (um) para reserva.
RESERVAÇÃO	Reservatório existente de 30m³ a ser aproveitado. Implantação de 02 (dois) reservatórios apoiados em fibra de vidro com capacidade de 20m³.
REDE DE DISTRIBUIÇÃO	Implantação de 199 m de tubulação em PVC PBA DN50 CI12, 1.637 m de tubulação em PVC PBA DN50 CI15, 110 m de tubulação em PVC PBA DN75 CI15 e 220 m de tubulação em PVC PBA DN100 CI15.
LIGAÇÕES PEDIAIS	Implantação de 206 (duzentos e seis) ligações domiciliares com hidrometração.

2 INTRODUÇÃO

O projeto do Sistema de Abastecimento de Água de Monte Carmelo, distrito do município de Alto Rio Novo/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 Monte Carmelo/ES – YC Engenharia/2011;
- Levantamento topográfico de áreas para o projeto do SAA (captação, elevatória de água bruta e estação de tratamento de água) – YC Engenharia/2011;
- Levantamento de faixa para o projeto da adutora de água bruta – YC Engenharia/2011;

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

3 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE

O povoado de Alto Rio Novo teve início em abril de 1921 após ser descoberto por uma expedição de aventureiros em busca de novas fronteiras. A expedição que era liderada por José Marques da Silva e José Ludjério da Silva seguiu a nascente do Rio Bananal e após subir pela Serra da Cangalha, no Alto Beija-Flor, encontrou um rio, chamando-o de Rio Novo. Ali os aventureiros se instalaram com suas famílias e o povoado ganhou o nome de Alto Rio Novo.

Esses primeiros moradores plantaram milho, feijão e arroz. O plantio de café começou em 1925 e até hoje é o principal produto do município. Entretanto, no início dos anos 90, os baixos preços do produto afugentaram muitos moradores, que venderam suas terras e migraram para Estados como Rondônia, Pará e Mato Grosso. O plantio de café continua, mas divide espaço com outras culturas, como arroz, feijão, milho, eucalipto e banana.

Alto Rio Novo foi emancipado de Pancas em 1988. A formação administrativa da localidade segue a seguinte ordem cronológica:

- Distrito criado com a denominação de Alto Rio Novo, pelo decreto-lei estadual nº 9941, de 11-11-1938, desmembrado do distrito de Santa Luzia, subordinado ao município de Colatina.
- Pela lei nº 777, de 29-12-1953, transfere o distrito de Alto Rio Novo do município de Colatina para o novo município de Pancas.
- Por decisão do Supremo Tribunal Federal, em 04-10-1955, foi anulado o ato de criação do município de Pancas, voltando o distrito de Alto Rio Novo à categoria de distrito e a pertencer ao município de Colatina.
- Pela lei estadual nº 1837, de 21-02-1963, desmembra do município de Colatina o distrito de Alto Rio Novo para formar o novo município de Pancas.
- Elevado à categoria de município com a denominação de Alto Rio Novo, pela lei 4071, de 11-05-1988, desmembrado de Pancas. Constituído de 2 distritos: Alto Rio Novo e Palmerino.
- Pela lei municipal nº 065, de 06-12-1991, é criado o distrito de Monte Carmelo do Rio Novo e anexado ao município de Alto Rio Novo.
- Em divisão territorial datada de 1-06-1995, o município é constituído de 3 distritos: Alto Rio Novo, Palmerino e Monte Carmelo do Rio Novo.

3.1 LOCALIZAÇÃO

Monte Carmelo é uma localidade que está situada no município de Alto Rio Novo/ES, sendo este localizado a 213 km de Vitória, capital do Espírito Santo.

O município de Alto Rio Novo está localizado na região Noroeste do estado do Espírito Santo, micro-região Colatina, latitude sul 19° 03' 21" e longitude oeste 41° 01' 01". Possui área equivalente a 0,46% do território estadual, com 227,73 km². Os municípios limítrofes são: Pancas, Mantenópolis, Cuparaque(MG) e Resplendor(MG).

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



Figura 3.1.1 – Mapa esquemático do Espírito Santo com a localização de Alto Rio Novo / ES.

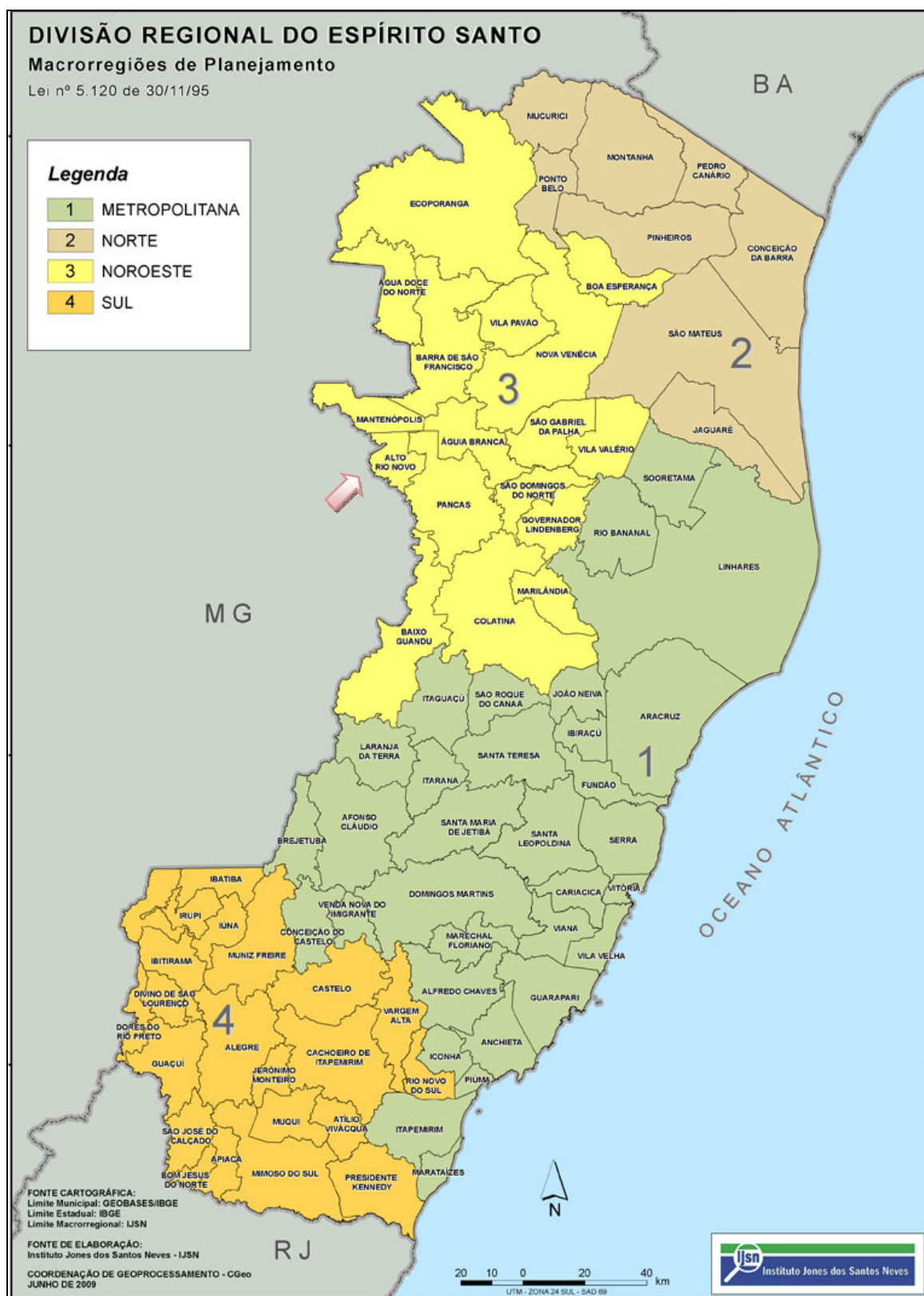


Figura 3.1.2 – Divisão Regional do Estado do Espírito Santo em Macro regiões

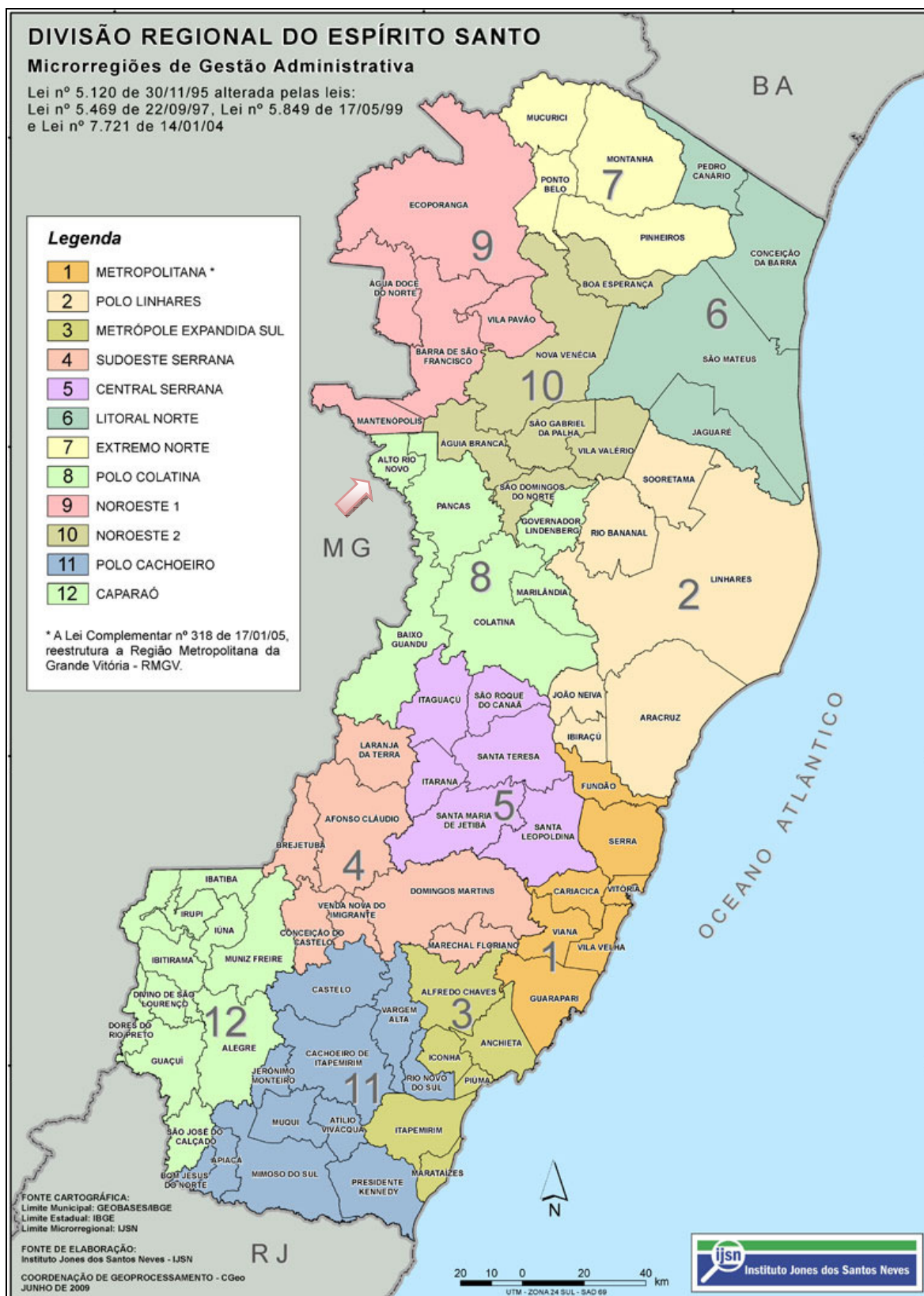


Figura 3.1.3 – Divisão Regional do Estado do Espírito Santo em Micro regiões

3.3 MEIO FÍSICO

É uma localidade que está totalmente inserida no bioma da mata atlântica, onde se observa uma grande zona de amortecimento e transição deste bioma

Possui topografia acidentada, com altitude que varia de 500 a 900 metros. A sede está a 500m. Monte Carmelo e Vila Palmerino são os outros distritos do município ao qual o relevo acidentado dá origem a diversas quedas d'água, entre elas a Cachoeira de Santana - Vila Palmerino (21 km da sede), do Brechó (3 km da sede) e de Monte Carmelo (7 km da sede). A temperatura varia de 12 a 32 graus.

Com relação à bacia hidrográfica, podemos dizer que o município do Alto do Rio Novo, assim como a localidade de Monte Carmelo, estão situados na área correspondente à sub-bacia do Rio São José, bacia do Rio Doce, conforme figura 3.3.1 e 3.3.2.

Em sua totalidade, a Bacia Hidrográfica do Rio Doce possui uma área de drenagem de 83.431 km², sendo cerca de 86% do seu território localizados na região centro-leste do estado de Minas Gerais e cerca de 14% na região centro-norte do Espírito Santo.

No estado do Espírito Santo, a Bacia do Rio Doce possui área de drenagem de 12.000 Km², com uma disponibilidade hídrica de 1.139 m³/s. Compreende aproximadamente 230 municípios, aos quais os mais importantes são: (em Minas Gerais) Aimorés, Belo Oriente, Caratinga, Conselheiro, Pena, Coronel Fabriciano, Ferros, Galiléia, Governador Valadares, Guanhães, Ipaba, Ipatinga, Itabira, João Monlevade, Mariana, Manhuaçu, Ouro Preto, Ponte Nova, Resplendor, Timóteo e Viçosa; (no Espírito Santo) Baixo Guandu, Colatina, Linhares, Marilândia e Alto Rio Novo.

A região da bacia do Rio Doce, a qual pertence o município de Alto Rio Novo, é denominada de baixo Rio Doce que vai do Rio Manhuaçu, divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, Rio Guandu na cidade de Baixo Guandu-ES, até o oceano atlântico. Apesar de ser uma região mais conservada em termos de matas de topos de morros e ciliar (ainda pelo advento do cacau que é plantado nas matas), também é a região que está mais assoreada por receber toda a carga de Minas Gerais (ver figura 3.3.2). Na região está localizada a Represa de Mascarenhas (Usina Hidrelétrica de Mascarenhas), na divisa, que provoca um grande impacto ambiental na ictiofauna (peixes) do rio e, também, pelo regime de funcionamento da Usina, que provoca cheia e vazão muito baixa, quebrando o regime do rio. No Espírito Santo, a consciência ambiental é bem grande, tendo várias ações dos municípios para recuperação do manancial.

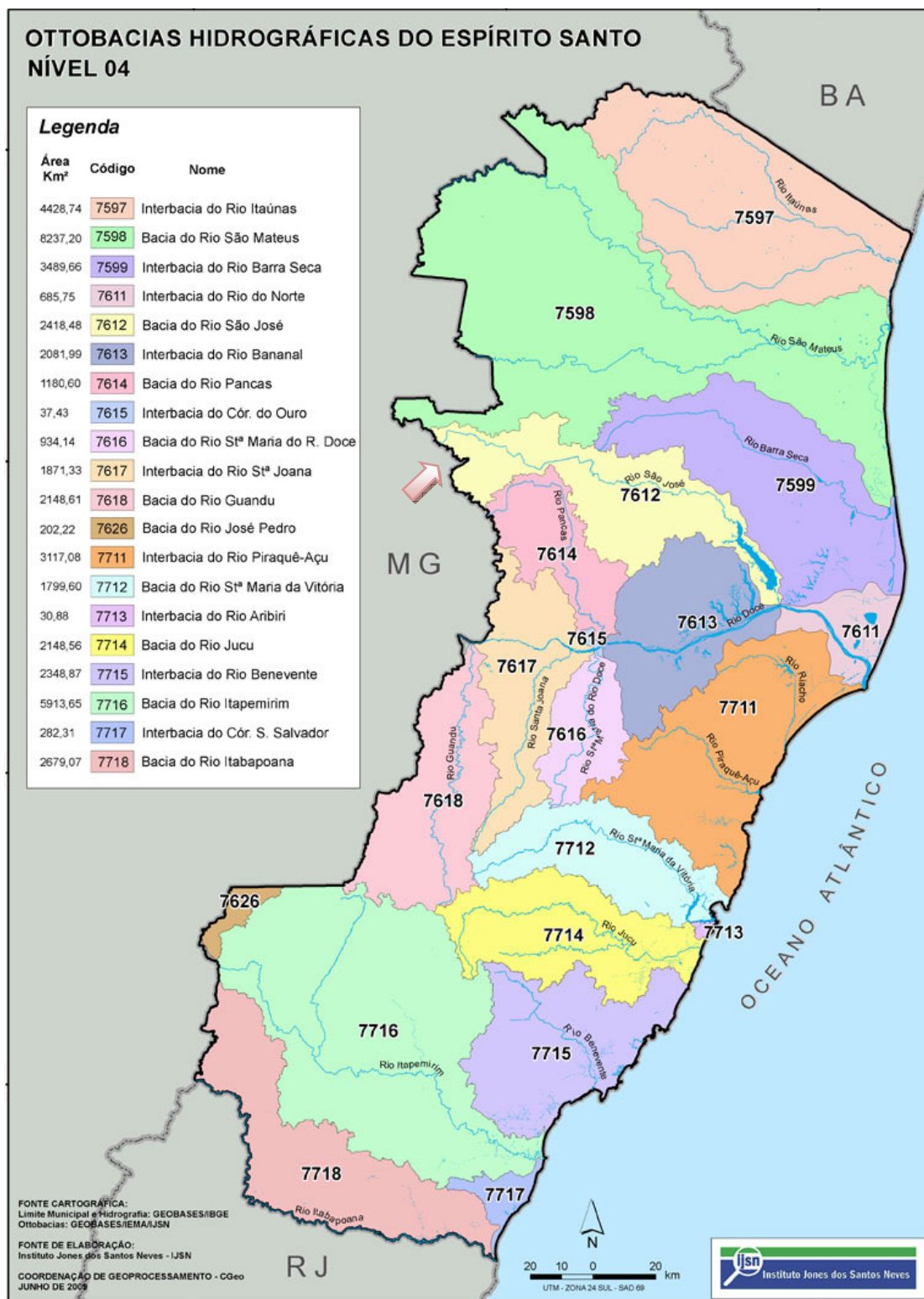


Figura 3.3.2 – Divisão Regional do Estado do Espírito Santo em Bacias Hidrográficas.



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

3.4 CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONOMICAS

O município de Alto Rio Novo tem por base a agropecuária, sendo seu expoente máximo o café do tipo arábico e, em fase de expansão, o café conilon. Contudo, essa cultura sofre com a falta de investimentos na tecnologia de plantio, havendo ocorrências de estiagens prolongadas, além dos problemas de comercialização.

Outra cultura que vem mantendo sua expansão é o eucalipto, por exigir menor uso de mão de obra e estar adequado à capacidade de uso de áreas mais acidentadas. Os demais produtos que possuem alguma expressão comercial são o arroz, o milho, a mandioca, o feijão e a cana-de-açúcar, produção artesanal de rapadura e pecuária, os quais são identificados como parte da agricultura de subsistência.

O fato economicamente mais agravante é a concentração de áreas nas atividades de menor renda bruta/ano como, pecuária de leite e de corte com 53,4% da área de produção municipal, enquanto as de maior renda bruta/ano como coco - verde (água), banana, mandioca e café conilon, ocupam somente 4,05% da área produtiva do município. A pecuária de leite, vinculada a lavouras abandonadas de café, vem crescendo rapidamente apesar de apresentar-se bem próxima da menor média de renda bruta por hectare/ano, já ultrapassando 6.000 litros/dia.

A pecuária de corte abastece o mercado interno, além de fornecer a matéria prima para dois frigoríficos localizados no estado. Vale destacar que é a pior média/ha/ano, além disso, o município não dispõe de matadouro, sendo que o abate é feito de forma clandestina, sem qualquer inspeção sanitária, o que põem em risco a saúde da população.

O comércio é formado por pequenos comerciantes varejistas, onde os gêneros alimentícios se sobressaem, não existindo comércio atacadista. Em relação ao setor de prestação de serviços especializados, o município apresenta um fraco desempenho, levando os habitantes a procurarem esses serviços em municípios vizinhos.

O nível de desemprego aumenta, principalmente, no período de entre safra da cafeicultura e, sobretudo, nos anos em que o nível pluviométrico do município diminui, levando à queda na produção agropecuária.

3.5 INFRA-ESTRUTURA

Com relação à infra-estrutura do município, no que se tange ao saneamento básico, o abastecimento de água é feito pela CESAN. Segundo dados do IBGE do ano de 2000 a estrutura de abastecimento de água do município possui a seguinte configuração: 54,2% em rede geral, 43,1% em poço ou nascente e 2,7% como outras formas de abastecimento. Com

relação ao esgotamento sanitário, os dados do IBGE para o mesmo ano, apontam que o município apresenta 40,1% de rede geral de esgoto ou pluvial, 20,6% de fossas rudimentares e 21,8% dispostos no rio, lago ou mar. Outras formas presentes no município são fossa séptica, vala e outros escoadouros. A coleta dos resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade da prefeitura e possui eficiência de 37,1% do município, segundo dados do IPES. O restante do lixo é queimado ou enterrado(34,8%), jogado em terreno baldio (1,2%) lançado ao mar ou à rios e lagos (27,8%) ou possui destinação diferente das citadas anteriormente (0,3%).

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 8º Batalhão da Polícia Militar do Espírito Santo, que atua em 6 municípios do nordeste do estado, sendo responsável pela segurança da população desde o ano de 1992.

A área da saúde, é composta por hospitais, 3 centros de saúde/unidades básicas de saúde, 1 policlínica e 1 posto de saúde, além farmácias e clínicas odontológicas, que possuem atendimento tanto pelo SUS quanto por convênios.

O sistema educacional conta com 2 estabelecimentos estaduais e 9 municipais que atendem ao município nos níveis pré escolar, fundamental e médio do ensino. No que se relaciona ao ensino superior, não foram encontrados dados sobre a presença de universidades na região.

Com relação à pavimentação tanto para acesso quanto para mobilidade, a localidade de Monte Carmelo possui 14% de ruas de asfalto, 75% de ruas de terra e 11% de ruas de bloquete. A seguir a vista de satélite da localidade.



Figura 3.5.1 – Vista de satélite de Alto Rio Novo – Espírito Santo

4 SISTEMA EXISTENTE

A localidade de Monte Carmelo, distrito do município de Alto Rio Novo, possui o sistema de abastecimento de água implantado através do programa PRÓ-RURAL.

O sistema de abastecimento de água existente utiliza como manancial para captação de água o Córrego Rio Novo, que atravessa a localidade. A água é recalçada pela elevatória de água bruta existente até a área da estação de tratamento existente. A elevatória possui um conjunto moto-bomba de vazão igual a 18,00 l/h e potência de 7,5 cv, a qual não foi possível identificar marca e modelo. A água é aduzida para a ETA existente em tratamento convencional com capacidade para tratar até 4 l/s. Na área da ETA existem dois reservatórios, sendo um apoiado metálico com capacidade de 30m³ e o outro elevado com capacidade de 5m³. Possui também uma elevatória de água tratada para recalcar água para o reservatório elevado de lavagem do filtro.

As interligações entre as unidades da área da ETA são em tubulação de PVC DN 100 e DN 50 e encontram-se em estado precário de conservação por estarem expostas às intempéries. Os registros de descarga do floculador e decantador estão sub-dimensionados. Não possui difusor no filtro provocando avaria no leito filtrante e consequentemente redução da qualidade da água filtrada.

Possui casa de química para a aplicação de produtos químicos para o tratamento da água. São aplicados os seguintes produtos: sulfato de alumínio (coagulação), cloro (oxidação, desinfecção) e flúor (fluoretação).

Dos reservatórios existentes na área da ETA a água tratada é encaminhada por gravidade para o abastecimento à localidade. O reservatório apoiado abastece quase a totalidade da localidade, definida como zona baixa, enquanto o reservatório elevado abastece apenas duas casas localizadas em cotas topográficas acima da ETA, definida como zona alta. A localidade possui rede de distribuição em tubulação de PVC PBA DN 50, DN 32 e DN 20.

A seguir, são apresentadas fotos do Sistema de Abastecimento de Água existente na localidade de Monte Carmelo, distrito do município de Alto Rio Novo.



Foto 4.1 – Elevatória de Água Bruta – Captação



Foto 4.2 – Elevatória de Água Bruta



Foto 4.3 – Estação de Tratamento de Água



Foto 4.4 – ETA – detalhe do Filtro



Foto 4.5 – Elevatória de Água Tratada



Foto 4.6 – Casa de Química e REL de 5 m³



Foto 4.7 – Casa de Química / Sulfato



Foto 4.8 – RAP – Metálico de 30m³

5 ELEMENTOS E PARÂMETROS PARA O PROJETO – SAA

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

- Dados da localidade de Monte Carmelo;
- 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 Monte Carmelo 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 Monte Carmelo, chegando a 206 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, 824 habitantes. A esta população foi aplicada uma taxa de 3,00% a.a, através da formulação descrita, encontrando-se a população de referência até o ano de 2021, 1.107 habitantes. A partir daí até o ano de 2031, utilizou-se a taxa de 1,50% a.a, 1.285 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 1.420 habitantes.

O quadro 6.1 apresenta a projeção populacional definida para Monte Carmelo do ano de 2011 a 2041.

Quadro 6.1 – Projeção Populacional de Monte Carmelo/ES

PROJEÇÃO MONTE CARMELO		
ANO	POPULAÇÃO (hab)	TAXAS (%)
2.011	824	
2.012	849	3,00
2.013	874	
2.014	900	
2.015	927	
2.016	955	
2.017	984	
2.018	1.013	
2.019	1.044	
2.020	1.075	
2.021	1.107	
2.022	1.124	1,50
2.023	1.141	
2.024	1.158	
2.025	1.175	
2.026	1.193	
2.027	1.211	
2.028	1.229	
2.029	1.247	
2.030	1.266	
2.031	1.285	
2.032	1.298	1,00
2.033	1.311	
2.034	1.324	
2.035	1.337	
2.036	1.351	
2.037	1.364	
2.038	1.378	
2.039	1.392	
2.040	1.406	
2.041	1.420	
TAXA (%) 2.011 - 2.041		1,79

7 DEMANDA DO SAA DE MONTE CARMELO

7.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO

Será considerado para desenvolvimento do projeto que 100% da população da localidade de Monte Carmelo 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 Monte Carmelo varia de 5,41 horas em início de plano até 9,32 horas em final de plano.

7.4 CÁLCULO DAS VAZÕES

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

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

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

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

Sendo:

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

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

$At \Rightarrow$ Índice de atendimento;

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

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

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

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

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 Monte Carmelo, utilizando-se da população definida e dos parâmetros de projeto.

Quadro 7.4.1 – Demanda do SAA de Monte Carmelo/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) x 24 / (5)	1/3 (4)
2.011	824	1,43	1,72	7,62	2,58	0,38	8,00	5,41	49
2.012	849	1,47	1,77	7,62	2,65	0,38	8,00	5,57	51
2.013	874	1,52	1,82	7,62	2,73	0,38	8,00	5,74	52
2.014	900	1,56	1,88	7,62	2,81	0,38	8,00	5,91	54
2.015	927	1,61	1,93	7,62	2,90	0,38	8,00	6,09	56
2.016	955	1,66	1,99	7,62	2,99	0,38	8,00	6,27	57
2.017	984	1,71	2,05	7,62	3,07	0,38	8,00	6,46	59
2.018	1.013	1,76	2,11	7,62	3,17	0,38	8,00	6,65	61
2.019	1.044	1,81	2,17	7,62	3,26	0,38	8,00	6,85	63
2.020	1.075	1,87	2,24	7,62	3,36	0,38	8,00	7,05	65
2.021	1.107	1,92	2,31	7,62	3,46	0,38	8,00	7,27	66
2.022	1.124	1,95	2,34	7,62	3,51	0,38	8,00	7,38	67
2.023	1.141	1,98	2,38	7,62	3,57	0,38	8,00	7,49	68
2.024	1.158	2,01	2,41	7,62	3,62	0,38	8,00	7,60	69
2.025	1.175	2,04	2,45	7,62	3,67	0,38	8,00	7,71	71
2.026	1.193	2,07	2,49	7,62	3,73	0,38	8,00	7,83	72
2.027	1.211	2,10	2,52	7,62	3,78	0,38	8,00	7,95	73
2.028	1.229	2,13	2,56	7,62	3,84	0,38	8,00	8,06	74
2.029	1.247	2,17	2,60	7,62	3,90	0,38	8,00	8,19	75
2.030	1.266	2,20	2,64	7,62	3,96	0,38	8,00	8,31	76
2.031	1.285	2,23	2,68	7,62	4,02	0,38	8,00	8,43	77
2.032	1.298	2,25	2,70	7,62	4,06	0,38	8,00	8,52	78
2.033	1.311	2,28	2,73	7,62	4,10	0,38	8,00	8,60	79
2.034	1.324	2,30	2,76	7,62	4,14	0,38	8,00	8,69	79
2.035	1.337	2,32	2,79	7,62	4,18	0,38	8,00	8,78	80
2.036	1.351	2,35	2,81	7,62	4,22	0,38	8,00	8,86	81
2.037	1.364	2,37	2,84	7,62	4,26	0,38	8,00	8,95	82
2.038	1.378	2,39	2,87	7,62	4,31	0,38	8,00	9,04	83
2.039	1.392	2,42	2,90	7,62	4,35	0,38	8,00	9,13	83
2.040	1.406	2,44	2,93	7,62	4,39	0,38	8,00	9,22	84
2.041	1.420	2,46	2,96	7,62	4,44	0,38	8,00	9,32	85

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

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

7.5 DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL E DEMANDAS POR ZONA DE ABASTECIMENTO

Conforme mencionado anteriormente, na localidade de Monte Carmelo, a área da estação de tratamento de água localiza-se em uma região de cotas topográficas mais elevadas. Na mesma área encontram-se dois reservatórios existentes, um reservatório apoiado metálico de 30m³ (RAP 1) e um reservatório elevado do tipo taça metálico de 5 m³. O reservatório RAP 1 abastece quase a totalidade da localidade, definida como zona baixa, enquanto o reservatório elevado do tipo taça abastece apenas duas casas localizadas em cotas topográficas acima da ETA, definida como zona alta.

Na nova concepção do sistema de abastecimento de água da localidade de Monte Carmelo as duas zonas de abastecimento atuais, citadas anteriormente, serão mantidas. A zona baixa, definida como ZONA 1 e, a zona alta, definida como ZONA 2.

Para a determinação da distribuição populacional nas referidas zonas de abastecimento, inicialmente, separou-se as 206 casas existentes nas referidas zonas de abastecimento, sendo: 204 casas para a ZONA 1 e 02 casas para a ZONA 2. Aplicando a estes valores a relação de 4 habitantes/domicílio, teremos para o ano de 2011 a população e demanda de cada zona de abastecimento, conforme quadro 7.5.1.

Para o ano de 2041, da população encontrada para as zonas de abastecimento no ano de 2011 e, aplicando as mesmas taxas do estudo populacional do capítulo 6, teremos para este ano a população e demanda de cada zona de abastecimento, conforme quadro 7.5.2.

Cada 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, elevatórias e reservatórios) 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.

Quadro 7.5.1 – Demanda por Zona de Abastecimento – Ano 2011

ZONAS DE ABASTECIMENTO	POPULAÇÃO (hab)		VAZÕES (l/s)			NECESSIDADE DE RESERVAÇÃO (m³)
			MÉDIA	DIÁRIA	HORÁRIA	
ZONA BAIXA - ZONA 1	816	816	1,42	1,70	2,55	49
ZONA ALTA - ZONA 2	8	8	0,01	0,02	0,03	0
TOTAL	824	824	1,43	1,72	2,58	49

Quadro 7.5.2 – Demanda por Zona de Abastecimento – Ano 2041

ZONAS DE ABASTECIMENTO	POPULAÇÃO (hab)		VAZÕES (l/s)			NECESSIDADE DE RESERVAÇÃO (m³)
			MÉDIA	DIÁRIA	HORÁRIA	
ZONA BAIXA - ZONA 1	1.406	1.406	2,44	2,93	4,39	84
ZONA ALTA - ZONA 2	14	14	0,02	0,03	0,04	1
TOTAL	1.420	1.420	2,46	2,96	4,44	85

8 SISTEMA PROPOSTO

8.1 INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de água da localidade de Monte Carmelo, distrito do município de Alto Rio Novo, será implantado através do programa PRÓ-RURAL – Programa de Saneamento Rural.

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

Segundo o estudo populacional realizado, a demanda do sistema de abastecimento de água da localidade de Monte Carmelo é 8,00 l/s, com tempo de funcionamento variando de 5,41 horas em início de plano até 9,42 horas em final de plano.

O ponto de captação atual da localidade de Monte Carmelo será mantido, porém, a barragem existente, constituída de sacos de concreto, será desativada, devido à sua situação precária. Assim sendo os sacos de concreto serão retirados do local, desconstituindo-a. Será implantada uma nova barragem em concreto armado, próxima a barragem existente. A elevatória de água bruta existente não comporta o tamanho dos novos conjuntos moto-bomba, sendo demolida e, no mesmo local, será implantada a nova elevatória. Uma nova adutora de água bruta será implantada recalcando para a estação de tratamento de água. A estação de tratamento de água existente não atende a nova demanda de projeto e não será aproveitada. Uma ETA compacta será implantada. A casa de química existente será demolida e, em seu lugar será construída uma nova casa de química elevada, nos padrões CESAN, evitando o uso de bombas dosadoras. As tubulações de interligações entre as unidades da ETA serão trocadas. Serão implantados fossa séptica e sumidouro na mesma área.

A elevatória de água tratada EAT 1, existente na área da ETA, será reformada para atender o reservatório da casa de química a ser implantado e, também, abastecer a zona alta da localidade, definida como ZONA 2. O reservatório elevado tipo taça metálica, também existente na área da ETA, não será aproveitado por não atender a demanda de pressão requerida pela zona alta (ZONA 2). Caso o mesmo fosse utilizado para atendimento à zona alta, a pressão disponível com o reservatório cheio (NA máximo) seria de 3 metros e, para a pior situação (NA mínimo) não atenderia as casas situadas na zona alta.

O reservatório apoiado RAP 1, metálico de 30m³ existente na mesma área será reformado e aproveitado, continuando abastecendo a parte baixa da localidade, definida como ZONA 1. Para aumentar o volume de reservação na área da ETA, serão implantados dois reservatórios apoiados de 20m³ padrão CESAN. Os reservatórios RAP 2 e RAP 3 também abastecerão a parte baixa da localidade, definida como ZONA 2.

A nova casa de química a implantar já prevê um novo depósito para armazenamento de materiais e produtos, porém, já existe na área um depósito que também poderá ser aproveitado em uma eventual necessidade.

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 Monte Carmelo no município de Alto Rio Novo.

Na sequência serão descritas as unidades do SAA de Monte Carmelo.

8.2 MANANCIAL / CAPTAÇÃO

O ponto de captação atual no Córrego Rio Novo, que atravessa a localidade, será mantido. Do ponto de captação, a água bruta segue por gravidade até o poço de sucção da elevatória de água bruta.

A barragem existente, constituída de sacos de concreto, será desativada, devido à sua situação precária. Assim sendo os sacos de concreto serão retirados do local. Deverá ser implantada barragem de nível, com pré-filtro, nas coordenadas: margem direita N=7.890.292,73 e E=292.732,16 e margem esquerda N=7.890.296,92 e E=292.740,24.

A barragem de nível onde será efetuada a tomada d'água no córrego Rio Novo, que servirá ao Sistema de Abastecimento de Água da localidade de Monte Carmelo, teve seu projeto básico elaborado com as informações obtidas no local pelo levantamento topográfico. Para execução desta barragem será necessário consultar o projeto executivo (projeto estrutural).

Será implantada uma cerca de proteção ao redor do pequeno lago que a barragem formará, contemplando também a elevatória de água bruta, para evitar o acesso de animais. A cerca com mourões de concreto, padrão CESAN, terá 34 metros lineares.

Para efeito de estimativa de custo previu-se a execução da barragem de nível em concreto armado. A tubulação de tomada d'água será em PVC DEFOFO DN 200 e a descarga da barragem em tubulação de ferro fundido DN 200. 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 (± 15 cm).

A área de drenagem do Córrego Rio Novo 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 implantar:

- Largura da barragem: 0,5 m;
- Comprimento da barragem: 9,10 m;
- Altura da barragem: 1,00 m;
- Cota da crista da barragem: 472,500 m;
- NA mínimo da barragem: 472,100 m;
- Cota da crista do vertedor: 472,100 m;
- Descarga de fundo: DN 200 mm;
- Cota de saída da tubulação: 471,540 m;
- Área da Bacia do Córrego Rio Novo à montante do ponto de Captação: 76,6 km².

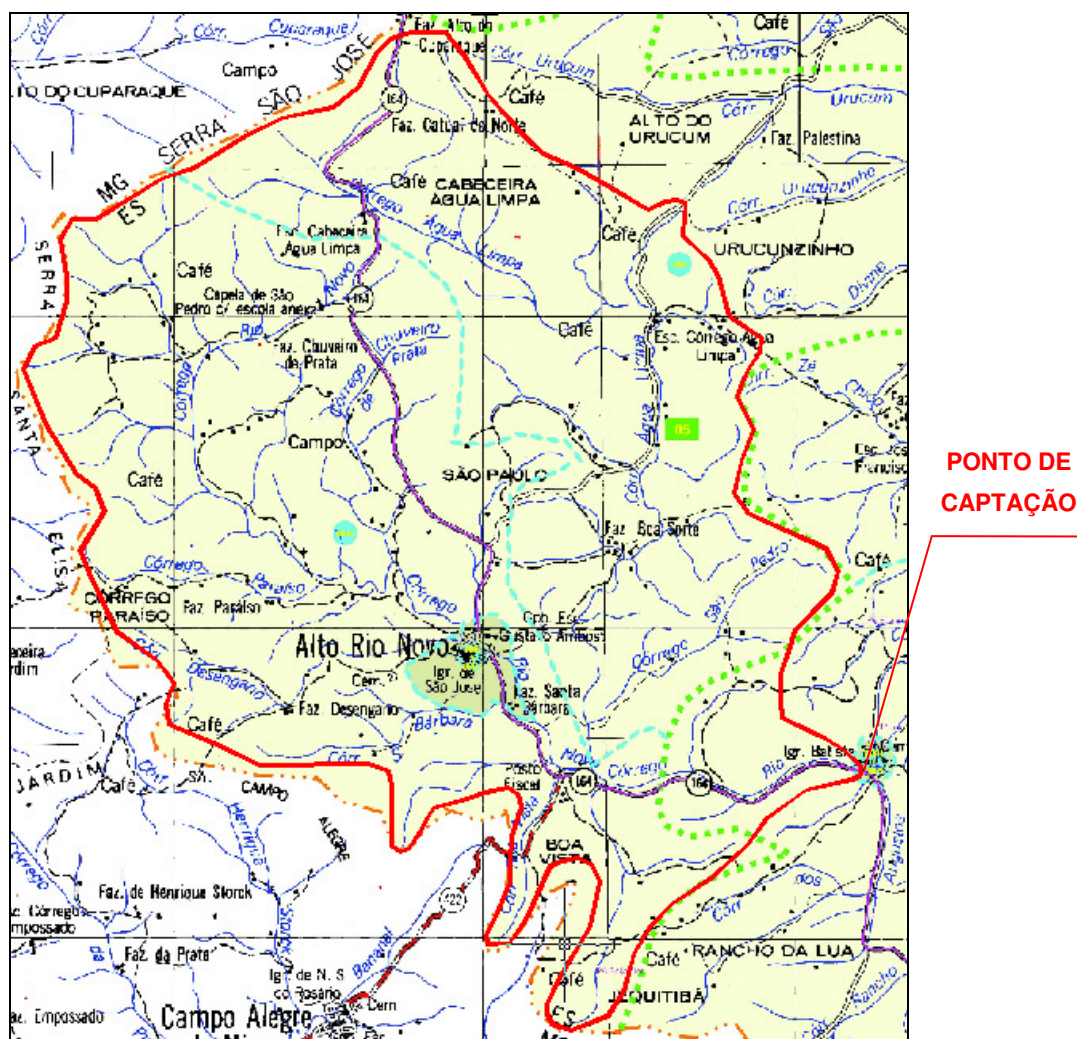


Figura 8.2.1 – Bacia de Drenagem do Córrego Rio Novo

8.2.1 Acesso à Barragem e Elevatória de Água Bruta

Será projetada uma via de acesso de pedestres a área da barragem e elevatória de água bruta em piso de concreto magro e implantado o portão para pedestres.

8.3 ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA – EAB

Na nova concepção do sistema de abastecimento de água de Monte Carmelo, a estação elevatória de água bruta, próximo ao Córrego Rio Novo, será toda reformada. Foi estudado o aproveitamento da elevatória de água bruta existente, porém, o conjunto moto-bomba não atendeu o novo ponto de operação especificado. Em relação ao aproveitamento da edificação, a mesma não comportou o tamanho dos novos conjuntos devido ao seu tamanho reduzido e, uma reforma na unidade implicaria o aproveitamento de apenas uma parede, não justificando este serviço. A edificação existente será demolida e, no mesmo local, será implantada a nova elevatória de água bruta.

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

- Comprimento: 3,80 m;
- Largura: 3,60 m;
- Área: 13,68 m²;
- Pé direito: 3,00 metros;
- Cota do piso: 475,700 metros;
- Cota do eixo das bombas: 476,026 m.

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

- Diâmetro: 1,40 metros;
- Altura total: 4,20 metros;
- Altura útil: 2,40 metros;
- NA mín. de sucção das bombas: 472,100 metros;

Para definição da bomba a ser utilizada na estação elevatória de água bruta (EAB) foi realizado um pré-dimensionamento dessa do qual gerou um estudo técnico e econômico, apresentado no quadro 8.3.1, para verificar quais as condições de operação ideais do sistema. Desta forma, concluiu-se que a opção de utilização da bomba horizontal em operação seria a melhor opção, pois apresenta o melhor custo global de implantação, levando em consideração o custo de energia fornecido pela EDP ESCELSA. Os quadros com os custos de energia anual das três bombas estudadas são apresentadas no Anexo II – Planilhas de Custo de Energia.

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

Quadro 8.3.1 – Estudo Comparativo – Elevatória de Água Bruta

RESUMO				
MONTE CARMELO EAB				
RECALQUE: DIÂMETRO	100	mm		
EXTENSÃO	405,00	m		
PONTO DE OPERAÇÃO REQUERIDO:				
Q _{MAX}	8,00 l/s			
H _{MAN}	71,28 mca			
ESPECIFICAÇÕES		HORIZONTAL		
		IMBIL	KSB	SCHNEIDER
DADOS DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBA	MODELO	BEW 80/4	Meganorm 40-200	ME32150 B
	NÚMERO DE CONJUNTOS	1+1	1+1	1+1
	Q DA BOMBA (l/s)	8,00	8,00	8,00
	H _{MAN} (m)	71,28	71,28	78,84
	VELOCIDADE (m/s)	1,02	1,02	1,02
	η _{HIDRÁULICO} (%)	52,20	52,00	60,30
	POTÊNCIA (cv)	20,00	20,00	15,00
	POT INSTALADA (cv)	20,00	20,00	15,00
	ROTAÇÃO (rpm)	1.750	3.500	3.500
CUSTO	UNITÁRIO (R\$)	6.630,00	6.950,00	5.910,74
	EQUIPAMENTOS (R\$)	13.260,00	13.900,00	11.821,48
	INSTALAÇÃO (R\$)	1.500,00	1.500,00	1.500,00
	CUSTO ENERGIA 2,011 A 2,041 (R\$)	315.926,82	317.141,92	324.610,87
	TOTAL (R\$)	330.686,82	332.541,92	337.932,35

A Elevatória de Água Bruta (EAB) será implantada na área da elevatória de água bruta existente e destina-se a recalcar a água captada até a estação de tratamento. O poço de sucção existente, cilíndrico em concreto, será aproveitado.

As características dessa elevatória são mostradas a seguir:

- Vazão de projeto: 8,00 l/s;
- Cota do eixo das bombas: 476,026 m.
- NA mínimo de sucção: 472,100 m;
- NA de chegada na calha parshall da ETA: 539,144 m.

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

8.3.1 Altura Manométrica - H_{man}

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

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

Sendo:

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

8.3.1.1 Desnível Geométrico – DG

O desnível geométrico será dado pela soma do desnível da sucção e o desnível de recalque através da expressão a seguir: $DG = DG_{sucção} + DG_{recalque}$

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

$$DG_{sucção} = 476,026 - 472,100 \Rightarrow DG_{sucção} = 3,926 \text{ mca}$$

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

$$DG_{recalque} = 539,144 - 476,026 \Rightarrow DG_{recalque} = 63,118 \text{ m}$$

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

$$DG = 3,926 + 63,118 = 67,044 \text{ m}$$

8.3.1.2 Perdas de Carga na Sucção e no Recalque - h_f

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

Perda de carga localizada

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

Perda de carga contínua

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

Perda de carga total

$$hf_T = hf_L + hf_C$$

Sendo:

hf_L = perda de carga localizada (m);

hf_C = perda de carga contínua (m);

hf_T = perda de carga total (m);

K = coeficiente adimensional;

v = velocidade (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

L = comprimento da tubulação (m);

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente adimensional;

D = diâmetro da tubulação (m).

Definição do diâmetro

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

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

Sendo:

D = Diâmetro econômico;

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

Q = vazão do projeto.

$$D = 1,0 \sqrt{8,00/1000} \times 1000$$

$$D = 89,44 \text{ mm}$$

A partir do cálculo do diâmetro econômico, o diâmetro nominal imediatamente superior é o DN100.

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

Quadro 8.3.1.2 - Perda de Carga – Elevatória de Água Bruta – EAB – Monte Carmelo / Alto Rio Novo - ES

QUADRO PERDAS DE CARGAS													
EAB													
TIPO	LOCAL	DIÂMETRO (m)	PEÇAS	QUANT.	COEFICIENTE "K"		VAZÃO (l/s)	VELOC. (m/s)	PERDAS DE CARGAS			DESNÍVEL GEOMÉTRICO (m)	ALTURA MANOMÉTRICA (m)
					UNIT.	TOTAL			LOC.(hfl)	CONT.(hfc)	TOTAL		
									(m)	(m)	(m)		
LOCALIZADA	BARRILETE SUCÇÃO	0,100	VÁLVULA DE PÉ	1	1,75	1,75	8,00	0,87	0,16		0,16	-	-
			CURVA 90	2	0,40	0,80							
			CURVA 45	1	0,20	0,20							
			TÊ, SAÍDA DE LADO	1	1,30	1,30							
			REG. GAVETA ABERTO	1	0,20	0,20							
			TOTAL			4,25							
	BARRILETE RECALQUE	0,100	CURVA 90	8	0,40	3,20			0,39		0,39		
			CURVA 45	2	0,20	0,40							
			CURVA 22 / 11	5	0,10	0,50							
			TÊ, SAÍDA DE LADO	1	1,80	1,80							
			TÊ, PASSAGEM DIRETA	2	0,60	1,20							
			VÁLVULA RETENÇÃO	1	2,50	2,50							
			VÁLVULA BORBOLETA	1	0,20	0,20							
			AMPLIAÇÃO	1	0,30	0,30							
	TOTAL			10,10									
CONT.	BARRILETE	0,104	TUBO (m)	7,95	-	-	-	-	0,11	0,11			
	BARRILETE	0,104	TUBO (m)	5,49							0,08	0,08	
	RECALQUE	0,108	TUBULAÇÃO (m)	0,00							0,00	0,00	
				405,00							3,50	3,50	
TOTAL									0,55	3,69	4,24	67,04	71,28

Logo,

$$H_{\text{man máx}} = 67,04 + 4,24 \text{ m} = 71,28 \text{ m}.$$

8.3.2 Especificação do Conjunto Moto-Bomba

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

- Líquido a recalcar: Água Bruta;
- Vazão: 8,00 l/s;
- Posição da Sucção: Sucção Positiva;
- Sistema de operação: Individual;
- Altura Manométrica Máxima: 71,28 mca;

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

Bomba:

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

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{75 \cdot h_{\text{bomba}}} = \frac{8,00 \cdot 71,28}{75 \cdot 0,522} = 14,57 \text{ cv}$$

Portanto a potência instalada ficou abaixo dos 20,0 cv fornecidos pela bomba.

Motor:

- Potência: 20 CV;
- Rotação: 1750 rpm.

8.3.2.1 Verificação do NPSH disponível:

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

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

Sendo:

- NPSH d: NPSH disponível;
- P_0/γ : pressão atmosférica a 500 metros de altitude (9,73 m);
- h_s : altura de sucção = 3,925 m;
- h_v : pressão de vapor d'água a 30° C = 0,40 m;
- Δh_s : perda de carga na sucção = 0,27 m

Portanto:

$$\text{NPSH d} = 9,73 - (3,925 + 0,40 + 0,27)$$

$$\text{NPSH d} = 5,135 \text{ m.}$$

O NPSH requerido pela bomba, informado pelo fabricante é:

$$\text{NPSH r} = 2,30 \text{ m.}$$

O NPSH requerido pela bomba deverá ser menor que o NPSH disponível no sistema.

8.3.2.2 Curva Característica do Sistema de Recalque

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

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

Sendo:

H_m = altura manométrica (71,28 m)

DG = desnível geométrico (67,04 m);

a = coeficiente multiplicador (adimensional);

Q = vazão de recalque (8,00 l/s).

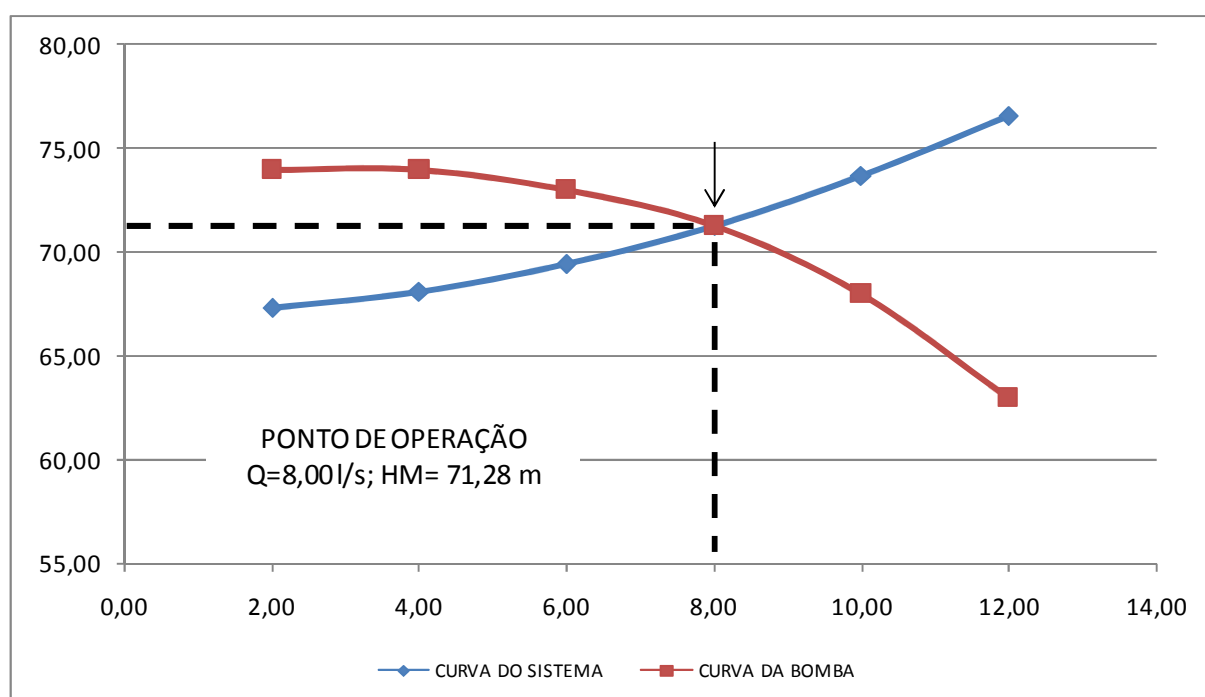
$$a = \frac{71,28 - 67,04}{8,00^2} = 0,06625$$

$$H_m = 67,04 + 0,06625 Q^2$$

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

CURVA SISTEMA			CURVA BOMBA		
Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)	Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)
2,00	7,20	67,31	2,00	7,20	74,00
4,00	14,40	68,10	4,00	14,40	74,00
6,00	21,60	69,43	6,00	21,60	73,00
8,00	28,80	71,28	8,00	28,80	71,28
10,00	36,00	73,67	10,00	36,00	68,00
12,00	43,20	76,58	12,00	43,20	63,00

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

Figura 8.3.2.1 – Gráfico das curvas do sistema e da bomba

8.4 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA – AAB

A adutora de água bruta existente, em tubulação de PVC PBA DN 75, não comporta a nova demanda de projeto e não será aproveitada. Assim sendo, foi prevista a implantação de uma nova adutora de água bruta.

A linha de recalque da adutora de água bruta (AAB) será constituída por uma tubulação a implantar em PVC DEFOFO DN 100 com uma extensão de 405 metros até a estação de tratamento de água compacta a implantar.

Características Hidráulicas da AAB

As principais características da adutora estão descritas a seguir:

- Q (vazão): 8,00 l/s;

- Extensão: 405 m;
- Material: PVC DEFOFO;
- Diâmetro: DN 100;
- Velocidade: 0,87 m/s;
- $\sum h_f$ sucção: 0,27 m;
- $\sum h_f$ recalque: 3,97 m;
- h_f total: 4,24 m;
- Cota do eixo das bombas: 476,026 m.
- NA mínimo de sucção: 472,100 m;
- NA de chegada na calha parshall da ETA: 539,144 m.
- Desnível geométrico de sucção: 3,926 m;
- Desnível geométrico de recalque: 63,118 m;
- Desnível geométrico total: 67,04 m;
- Altura manométrica: 71,28 m.

8.4.1 Estudo de Transiente Hidráulico – Golpe de Aríete

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

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

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

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

De acordo com o gráfico piezométrico apresentado, a pressão máxima que atuará sobre o barrilete e sobre a linha da adutora de água bruta é de 95,92 mca ($9,59 \text{ kgf/cm}^2$), assegurando uma folga, pois o barrilete de PVC DEFOFO DN 100 suporta pressões máximas de até 10 kgf/cm^2 . É importante ressaltar que na situação crítica de projeto, na ocorrência da sobrepressão máxima, a tubulação de PVC DEFOFO irá trabalhar no limite da sua classe de pressão, ou seja, 10 kgf/cm^2 . Por orientação do cliente, devido ao projeto ser destinado para a zona rural aonde o custo deve ser reduzido, optou-se pela utilização da tubulação em PVC DEFOFO em detrimento ao ferro fundido que aumentaria a margem de segurança, porém, oneraria o custo do projeto.

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

Planilha de cálculo do ariete

1-TRECHOS DE TUBOS

Trecho EAB-ETA

Extensão (m) 405,00
 Diâmetro interno (mm) 108
 Qte. tubos em paralelo 1
 Material do tubo PVC
 Espessura do tubo (mm) 4,80
 Velocidade (m/s) 0,87
 Período da linha (s) 1,99
 Celeridade (m/s) 407,47
 Qte. de subtrechos 10
 Compr. unitário (m) 40,50

2-BOMBAS

Trecho CAP-EAB

Qte.bombas efetivas em paralelo 1
 Vazão por bomba 8,00
 Altura manométrica (m) 71,28
 Potência do motor (CV) 20
 Rotação nominal (rpm) 1750
 Rendimento do conjunto (%) 52
 Momento inércia conjunto (kg.m2) 0,12
 Constante da bomba 1,33
 Tipo de válvula no recalque Retenção
 Diâmetro da válvula (mm) 100
 Tempo fechamento da válvula (s) 0,40
 Tempo parada da bomba (s) 3,98

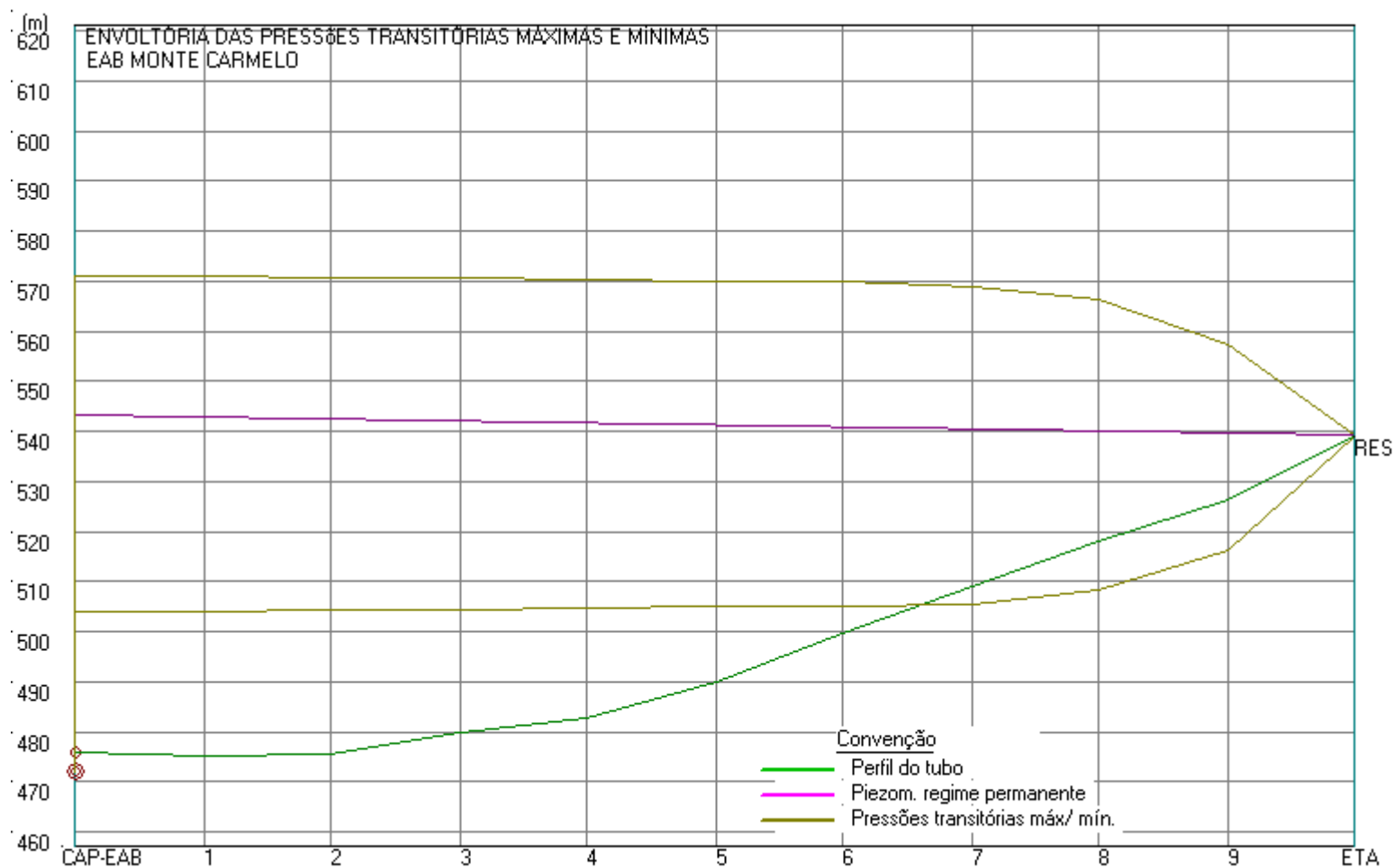
3-TRANSITÓRIOS NA ADUTORA

Intervalo de cálculo: 0,10 s

Período de cálculo :99 s

Ponto	Cota tubo (m)	Cota piezom. (m)	Pressão (mca)	Volume cavidade (litros)
		Máxima Mínima	Máxima Mínima	
CAP	472,10	472,10 472,10	0,000 0,000	0
EAB	476,03	571,17 503,91	95,136 27,882	0
EAB-ETA/1	475,04	570,96 504,12	95,924 29,080	0
EAB-ETA/2	475,70	570,76 504,33	95,062 28,628	0
EAB-ETA/3	479,85	570,56 504,54	90,710 24,686	0
EAB-ETA/4	482,85	570,30 504,81	87,452 21,956	0
EAB-ETA/5	490,10	570,10 505,01	80,000 14,913	0
EAB-ETA/6	499,80	569,90 505,22	70,099 5,421	0
EAB-ETA/7	509,10	568,82 505,43	59,720 -3,672	0
EAB-ETA/8	518,15	566,37 508,16	48,222 -9,992	0
EAB-ETA/9	526,30	557,21 516,31	30,914 -9,991	0
ETA	539,14	539,21 539,14	0,066 0,000	0

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



8.4.2 Aspectos construtivos da AAB

A adutora de água bruta, a ser implantada, será executada em tubulação PVC DEFOFO DN100. Os aparelhos especiais flangeados serão em ferro fundido dúctil, classe de pressão PN10 (100 kgf/cm²). A profundidade média da tubulação será de 1,0 m.

8.4.3 Dimensionamento dos Blocos de Ancoragem

Serão construídos blocos de ancoragem nas deflexões e derivações no trecho da linha de recalque da adutora de água bruta a ser implantada. Os blocos da linha de recalque que transmitirão os esforços para o terreno foram dimensionados segundo uma pressão máxima adotada de 9,59 kg/cm² (95,92 mca). Mediante essa pressão, serão definidos os empuxos que irão agir sobre os blocos de ancoragem. A partir desses serão estabelecidas as dimensões dos blocos, conforme mostrado no quadro 8.4.3.1.

Quadro 8.4.3.1 – Dimensionamento dos Blocos de Ancoragem

Bloco nº	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		
1	0,100	95,92	90	1065,47	70	80	80	90	1065	0,51
2	0,100	95,92	90	1065,47	70	80	80	90	1065	0,51
3	0,100	95,92	11	144,42	40	50	40	50	144	0,09
4	0,100	95,92	22	287,51	45	60	45	60	288	0,14
5	0,100	95,92	90	1065,47	70	80	80	90	1065	0,51
6	0,100	95,92	45	576,63	60	70	60	70	577	0,27
7	0,100	95,92	90	1065,47	70	80	80	90	1065	0,51
8	0,100	95,92	22	287,51	45	60	45	60	288	0,14
9	0,100	95,92	11	144,42	40	50	40	50	144	0,09
10	0,100	95,92	11	144,42	40	50	40	50	144	0,09
11	0,100	95,92	11	144,42	40	50	40	50	144	0,09
12	0,100	95,92	45	576,63	60	70	60	70	577	0,27
13	0,100	95,92	90	1065,47	70	80	80	90	1065	0,51

8.4.4 Órgãos Acessórios

Registros de Descarga (DN 100 X DN 80)

Serão implantadas nos pontos baixos da AAB. As principais dimensões internas da caixa de proteção são:

- Largura: 1,20 m;
- Comprimento: 1,20 m;
- Altura: 1,35 m;
- Número de unidades: 01.

8.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

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

Será implantada uma ETA convencional compacta, pré-fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) com capacidade nominal para tratamento de 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: 539,000 m;
- NA calha Parshall: 539,144 m;
- NA máx. floculador: 539,073 m;
- NA máx. decantador: 538,939 m;
- NA filtro limpo: 537,907 m;
- Cota de fundo do floculador: 535,400 m;
- Cota de fundo do decantador: 535,650 m;
- Cota de fundo do filtro: 535,300 m.

8.5.1 Tubulações de interligação entre as unidades da ETA

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

8.6 CASA DE QUÍMICA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.6.1 Instalação Sanitária

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

8.6.2 Laboratório

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

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

As paredes internas serão revestidas à prova de umidade, o piso impermeável e dotado de ralo. No caso desse padrão o segundo pavimento possuirá canaleta para escoamento das águas de lavagem e limpeza dos tanques de dosagem, com esgotamento, externo à construção, direcionado à fossa séptica.

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

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

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



Foto 8.6.2.1 – Laboratórios de casa de química

8.6.3 Sala de Dosagem e Produtos Utilizados

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

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



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

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

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

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

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



Foto 8.6.3.2 – Placas de advertência

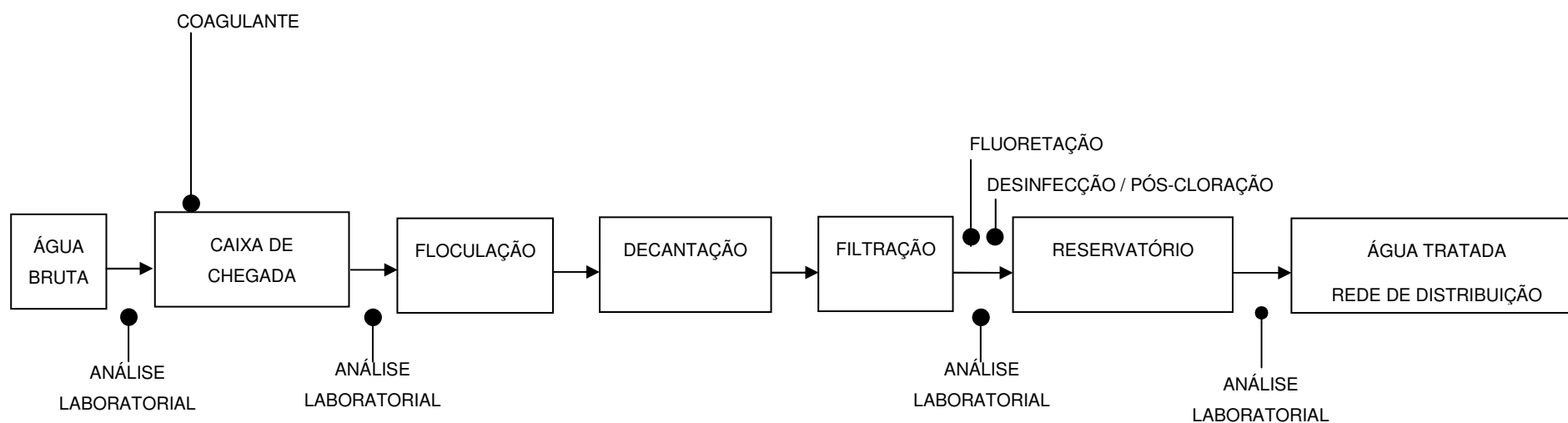
Deve ser colocada escada para acesso à bancada de bombonas e guarda-corpo, para proteção dessa bancada, construídos de material rígido, capaz de resistir ao esforço horizontal de 800 N/m aplicado no ponto mais desfavorável, e ter altura mínima de 0,90 m acima do nível do piso.



Foto 8.6.3.3 – Sala de dosagem

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

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



8.6.3.1 Sulfato de Alumínio em Solução

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.6.3.2 Hipoclorito de Sódio

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

O hipoclorito de sódio será aplicado por gravidade na linha após o filtro (pós-cloração) com a finalidade de desinfecção.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.6.3.3 Ácido Fluossilícico

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

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

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

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

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

Será aplicado por gravidade na linha após o filtro.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.6.4 Depósito para Produtos Químicos

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

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

8.6.5 Disposição dos produtos químicos

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

8.6.6 Manual para Treinamento de Operador da Casa de Química

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

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

- Identificação do produto;

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

8.7 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EAT 1

Na nova concepção do sistema de abastecimento de água de Monte Carmelo será reformada a estação elevatória de água tratada (EAT 1), existente na área da ETA, para abastecer o reservatório (500 litros) a ser implantado no topo da casa de química e, em seguida, as casas localizadas em cotas topográficas acima da ETA, zona alta de abastecimento (ZONA 2).

Principais características da casa de bombas padrão existente:

- Comprimento: 1,90 m;
- Largura: 1,90 m;
- Área: 3,61 m²;
- Pé direito: 2,30 metros;
- Cota do piso: 531,000;
- Cota do eixo das bombas: 531,184.

O poço de sucção da elevatória EAT 1 será o reservatório existente RAP 1, com capacidade de 30 m³, a ser aproveitado na área da ETA, com as seguintes características:

- Diâmetro: 4,00 m;
- Área: 12,56 m²;
- Altura total: 2,90 m;
- Altura útil: 2,32 m;
- Volume útil: 29,15 m³;
- NA mín. de sucção das bombas: 531,384;

- NA máx. de sucção das bombas: 532,996.

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 8.7.1, para verificar quais as condições de operação ideais do sistema. Desta forma, concluiu-se que a opção de utilização da bomba horizontal em operação seria a melhor opção, pois apresenta o melhor custo global de implantação, levando em consideração o custo de energia fornecido pela EDP ESCELSA. Os quadros com os custos de energia anual das três bombas estudadas são apresentadas no Anexo II – Planilhas de Custo de Energia.

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

Quadro 8.7.1 – Estudo Comparativo – EAT 1

RESUMO			
MONTE CARMELO EAT1			
RECALQUE: DIÂMETRO	50	mm	
EXTENSÃO	93,00	m	
PONTO DE OPERAÇÃO REQUERIDO:			
Q _{MÁX}	0,48 l/s		
H _{MAN}	20,55 mca		
ESPECIFICAÇÕES		HORIZONTAL	
		SCHNEIDER	SCHNEIDER
DADOS DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBA	MODELO	BCR 2000 V	ASP-56T
	NÚMERO DE CONJUNTOS	1+1	1+1
	Q _{DA BOMBA} (l/s)	0,48	0,48
	H _{MAN} (m)	22,21	23,31
	VELOCIDADE (m/s)	0,24	0,24
	η _{HIDRÁULICO} (%)	25,36	17,09
	POTÊNCIA (cv)	0,75	1,00
	POT INSTALADA (cv)	0,56	0,87
	ROTAÇÃO (rpm)	3.450	3.500
CUSTO	UNITÁRIO (R\$)	399,90	1.100,00
	EQUIPAMENTOS (R\$)	799,80	2.200,00
	INSTALAÇÃO/ OBRA CIVIL (R\$)	2.000,00	2.000,00
	CUSTO ENERGIA 2.011 A 2.041 (R\$)	13.974,48	22.724,06
	TOTAL (R\$)	16.774,28	26.924,06

A Elevatória de Água Tratada EAT 1 na área da ETA destina-se a abastecer o reservatório da casa de química (500 L) e, em seguida, abastecer em marcha a zona alta da localidade (ZONA 2). O poço de sucção da EAT 1 será o reservatório apoiado (RAP 1).

As características dessa elevatória são mostradas a seguir:

- Vazão de projeto: 0,48 l/s;

- Cota do eixo das bombas: 531,184;
- NA mín. de sucção: 531,384;
- NA máx. de sucção: 532,996;
- Cota de abastecimento (zona alta): $541,700 + 10,0 = 551,700$.

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

8.7.1 Altura Manométrica - Hman

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

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

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

8.7.1.1 Desnível Geométrico – DG

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

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

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

$$DG_{\text{sucção}} = 531,184 - 531,384 = - 0,20 \text{ m}$$

O desnível geométrico de recalque será dado pela diferença de nível entre a cota de abastecimento da zona alta e a cota do eixo da bomba, ou seja:

$$DG_{\text{recalque}} = 551,700 - 531,184 \Rightarrow DG_{\text{recalque}} = 20,516 \text{ m}$$

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

$$DG = 20,516 - 0,20 = 20,316 \text{ m}$$

8.7.1.2 Perdas de Carga na Sucção e no Recalque - h_f

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

Perda de carga localizada

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

Perda de carga contínua

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

Perda de carga total

$$h_{f_T} = h_{f_L} + h_{f_C}$$

Sendo:

h_{f_L} = perda de carga localizada (m);

h_{f_C} = perda de carga contínua (m);

h_{f_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).

A seguir, quadro 8.7.1.2 com as perdas de carga na EAT 1:

Quadro 8.7.1.2 - Perda de Carga – EAT 1 – Monte Carmelo / Alto Rio Novo – 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	ENTRADA DE BORDA	1	1,00	1,00	0,48	0,24	0,01		0,01	-	-
			COTOVELO 90	2	0,90	1,80							
			TÊ, SAÍDA DE LADO	1	1,30	1,30							
			REG. GAVETA ABERTO	1	0,20	0,20							
			REDUÇÃO	1	0,30	0,30							
			TOTAL			4,60							
	BARRILETE RECALQUE	0,050	CURVA 90	5	0,40	2,00			0,02	-	0,02		
			COTOVELO 90	2	0,90	1,80							
			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			8,00							
CONT.	BARRILETE	0,050	TUBO (m)	2,20	-	-	-	0,00	0,00				
	RECALQUE	0,050	TUBULAÇÃO (m)							0,00	0,00		
				93,00						0,19	0,19		
TOTAL									0,03	0,19	0,22	20,33	20,55

Logo $\rightarrow H_{\text{man máx}} = 20,33 + 0,22 \text{ m} = 20,55 \text{ m}.$

8.7.2 Especificação do Conjunto Moto-Bomba

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

- Líquido a recalcar: Água Tratada;
- Vazão: 0,48 l/s;
- Posição da Sucção: Sucção Positiva;
- Sistema de operação: Individual;
- Altura Manométrica Máxima: 20,55 mca. Para a vazão especificada, a bomba trabalhará com $H_{\text{man}} = 22,21$ devido à impossibilidade de usinagem do rotor.

Bomba:

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

$$P = \frac{Q * H_m}{75 * h_{\text{bomba}}} = \frac{0,48 * 22,21}{75 * 0,2536} = 0,56 \text{ cv}$$

Portanto a potência instalada ficou abaixo dos 0,75 cv fornecidos pela bomba.

Motor:

- Potência: 0,75 cv;
- Rotação: 3500 rpm.

8.7.2.1 Curva Característica do Sistema de Recalque

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

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

Sendo:

H_m = altura manométrica (22,21 m)

DG = desnível geométrico (20,33 m);

a = coeficiente multiplicador (adimensional);

Q = vazão de recalque (0,48 l/s).

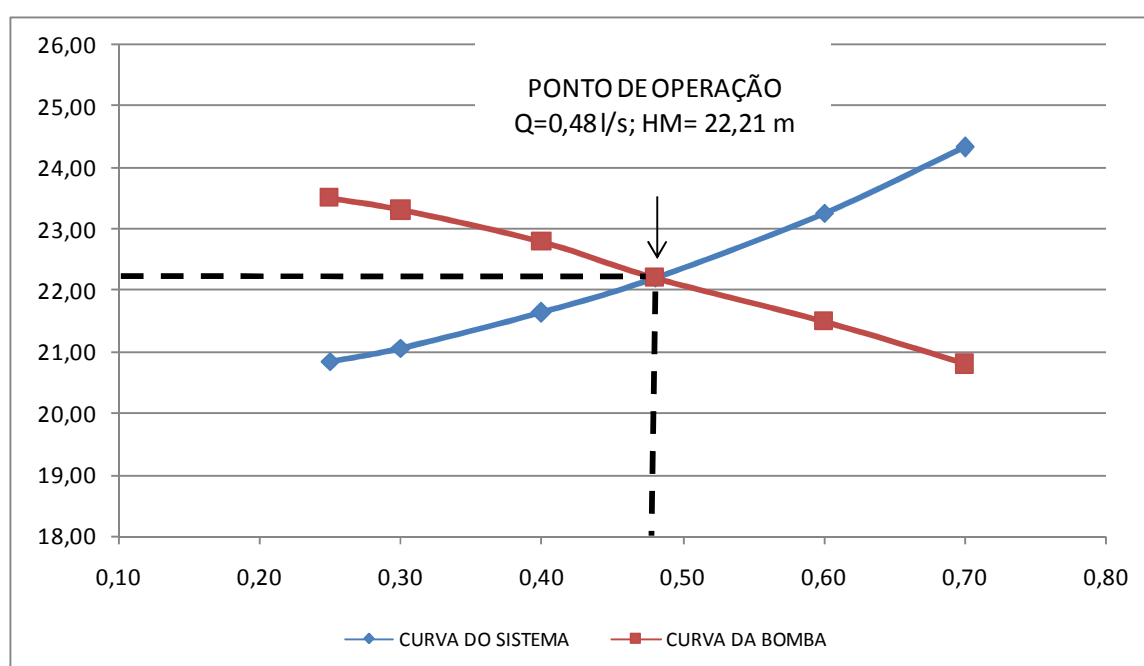
$$a = \frac{22,21 - 20,33}{0,48^2} = 8,151042$$

$$H_m = 20,33 + 8,151042 Q^2$$

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

CURVA SISTEMA			CURVA BOMBA		
Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)	Q (l/s)	Q (m³/h)	HM (m)
0,25	0,90	20,84	0,25	0,90	23,50
0,30	1,08	21,07	0,30	1,08	23,30
0,40	1,44	21,64	0,40	1,44	22,80
0,48	1,73	22,21	0,48	1,73	22,21
0,60	2,16	23,27	0,60	2,16	21,50
0,70	2,52	24,33	0,70	2,52	20,80

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

Figura 8.7.2.1 – Gráfico das curvas do sistema e da bomba

8.8 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

A elevatória de água tratada EAT1, após abastecer o reservatório da casa de química, abastece em marcha a rede de distribuição da zona alta de Monte Carmelo, definida como ZONA 2. Desta forma não foi considerado o cálculo e desenhos para a linha de recalque, sendo o mesmo, contemplado na rede de distribuição da referida zona.

8.9 CAIXAS DE DESCARGA E PASSAGEM – ÁREA DA ETA

8.9.1 CAIXAS DE DESCARGA

Serão implantadas duas caixas de descarga para a área da ETA que receberão o efluente proveniente da lavagem dos filtros. 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: 02.

8.9.2 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: 02.

8.9.3 CAIXAS DE PASSAGEM – PRODUTOS QUÍMICOS

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

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

8.9.4 CAIXA DE APLICAÇÃO DE CLORO E FLÚOR

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

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

8.10 FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO NA ÁREA DA ETA

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

As principais dimensões da fossa séptica são:

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

As principais dimensões do sumidouro são:

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

8.11 RESERVAÇÃO – ÁREA DA ETA

Em Monte Carmelo, na área da ETA, a reservação será constituída por três reservatórios que serão responsáveis pelo abastecimento da localidade, sendo: o reservatório existente RAP 1, apoiado metálico de 30 m³ e dois reservatórios apoiados a implantar, padrão CESAN, de 20 m³ cada, RAP 2 e RAP 3. Estes reservatórios foram dimensionados para o horizonte de projeto, ano de 2041. Suas características principais são apresentadas a seguir:

8.11.1 RAP 1

Será aproveitado o reservatório apoiado circular em aço de 30 m³ na área da estação de tratamento e, que será responsável por abastecer, juntamente com os reservatórios a implantar RAP 2 e 3, a parte baixa e a parte alta da localidade, definida na nova concepção do Sistema de Abastecimento de Água de Monte Carmelo. O reservatório metálico existente RAP 1 necessita de uma reforma para ser aproveitado, sendo assim, será previsto um tratamento com pintura anti-corrosiva no mesmo. Ele será abastecido por gravidade pelos reservatórios a implantar RAP 2 e 3.

Principais características do reservatório existente:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| • Situação: Existente | • Diâmetro: 4,00 m |
| • Tipo: Apoiado | • Altura total: 2,90 m |
| • Material: Aço | • Altura útil (NA): 2,32 m |

- Cota de fundo: 530,676 m
- Volume útil: 29,15 m³
- NA máximo: 532,996 m
- NA mínimo: 531,268 m

8.11.2 RAP 2

Será implantado um reservatório apoiado, padrão CESAN, de 20m³ na área da estação de tratamento e, que será responsável por abastecer, juntamente com o reservatório existente RAP 1 e o reservatório a implantar RAP 3, a parte baixa e a parte alta da localidade, definida na nova concepção do Sistema de Abastecimento de Água de Monte Carmelo. Ele será abastecido por gravidade pela ETA compacta a implantar.

Principais características do reservatório a implantar:

- Tipo: Apoiado
- Material: Fibra
- Cota de fundo: 531,600 m
- NA máximo: 534,580 m
- Diâmetro: 2,50 m
- Diâmetro do topo: 2,80 m
- Altura do reservatório: 3,73 m
- Altura útil do reservatório: 3,43 m
- Volume do reservatório: 20,0 m³
- Volume útil do reservatório: 18,98 m³

8.11.3 RAP 3

Será implantado um reservatório apoiado, padrão CESAN, de 20m³ na área da estação de tratamento e, que será responsável por abastecer, juntamente com o reservatório existente RAP 1 e o reservatório a implantar RAP 2, a parte baixa e a parte alta da localidade, definida na nova concepção do Sistema de Abastecimento de Água de Monte Carmelo. Este reservatório poderá ser implantado na segunda fase do projeto (2025), onde o sistema requer uma necessidade maior de reservação. Ele será abastecido por gravidade pela ETA compacta a implantar.

Principais características do reservatório a implantar:

- Tipo: Apoiado
- Material: Fibra
- Cota do terreno: 531,600 m
- NA máximo: 534,580 m
- Diâmetro: 2,50 m
- Diâmetro do topo: 2,80 m
- Altura do reservatório: 3,73 m
- Altura útil do reservatório: 3,43 m
- Volume do reservatório: 20,0 m³
- Volume útil do reservatório: 18,98 m³

8.12 CERCA E PORTÃO DA ÁREA DA ETA

Não serão aproveitados a cerca nem o portão existentes no entorno da área da ETA devido ao estado precário em que estes se encontram. Serão implantados cerca mista e portão de acordo com o padrão CESAN. A cerca mista terá 147 metros lineares e o portão tem largura total de 4,0 metros.

8.13 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O dimensionamento das redes de distribuição para a zona baixa de Monte Carmelo 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 Monte Carmelo as duas zonas de abastecimento atuais serão mantidas. A zona baixa, definida como ZONA 1 e, a zona alta, definida como ZONA 2. A zona baixa corresponde a quase totalidade da localidade, abastecida pelo reservatório existente RAP 1, na área da ETA, juntamente com os reservatórios a implantar RAP 2 e 3. A zona alta corresponde às casas localizadas em cotas topográficas acima da ETA, abastecida em marcha pela elevatória EAT 1, existente na área da ETA.

ZONA 1

A ZONA 1 corresponde à zona baixa da localidade. Abastecida pelo reservatório existente RAP 1 de 30m³, na área da estação de tratamento, juntamente com os reservatórios a implantar RAP 2 e 3, padrão CESAN, de 20m³.

Está compreendido entre as cotas 527,00 m e 473,41 m. A cota da piezométrica estática é 534,58 m e as pressões máxima e mínima são, respectivamente, 59,84 mca e 7,40 mca.

O volume de armazenamento necessário para o atendimento da ZONA 1, no horizonte final do projeto (ano 2.041) é de 84m³, de forma que os reservatórios de 30m³, 20m³ e 20m³ são suficientes 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 Monte Carmelo.

CESAN

SAA - MONTE CARMELO - ES - ZONA 1 - ZONA BAIXA

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

```
RAP          o-->          534,58          4,39
*****
```

T R E C H O S

TRECHO	COMPR.	DIÂM.-MAT.	VAZÃO	VELOC.	PERDA CARGA
--------	--------	------------	-------	--------	----------------

```

          (m)      (mm)              (l/s)  (m/s)  (mcl)
*****

```

RAP	- 1	41,00	100	PBA15	4,39	0,58	0,18
1	- 2	29,00	50	PBA15	0,01	0,01	0,00
1	- 3	33,00	100	PBA15	4,34	0,58	0,14
3	- 4	33,00	50	PBA15	0,02	0,01	0,00
3	- 5	33,00	100	PBA15	4,28	0,57	0,14
5	- 6	31,00	50	PBA15	0,02	0,01	0,00
5	- 7	76,00	100	PBA15	4,19	0,56	0,31
7	- 8	37,00	100	PBA15	2,43	0,32	0,05
8	- 9	72,00	50 E	PBA15	0,94	0,43	0,39
9	- 10	38,00	50 E	PBA15	0,90	0,41	0,18
10	- 11	58,00	50	PBA15	0,03	0,01	0,00
10	- 12	87,00	50 E	PBA15	0,78	0,36	0,34
12	- 13	15,00	50 E	PBA15	0,73	0,33	0,05
13	- 14	13,00	50 E	PBA15	0,35	0,16	0,01
14	- 16	116,00	25 E	PredS	0,29	0,76	5,96
16	- 17	231,00	25 E	PredS	0,12	0,30	2,15
13	- 19	21,00	50 E	PBA15	0,35	0,16	0,02
19	- 20	194,00	50 E	PBA15	0,24	0,11	0,09
20	- 22	61,00	50 E	PBA15	0,12	0,05	0,01
22	- 23	85,00	50 E	PBA15	0,04	0,02	0,00
7	- 25	110,00	75	PBA15	1,65	0,36	0,28
25	- 26	105,00	50	PBA15	0,86	0,39	0,48
26	- 27	42,00	50	PBA15	0,02	0,01	0,00
26	- 28	30,00	50	PBA15	0,75	0,34	0,11
28	- 29	123,00	50	PBA15	0,67	0,30	0,36
30	- 29	109,00	50	PBA15	0,25	0,11	0,05
31	- 30	65,00	50 E	PBA15	1,26	0,57	0,61
25	- 31	109,00	50	PBA15	0,63	0,29	0,28
32	- 31	7,00	50 E	PBA15	0,72	0,33	0,02
8	- 32A	23,00	50 E	PBA15	1,42	0,64	0,27
32A	- 32	61,00	50 E	PBA15	0,75	0,34	0,22
33	- 32	51,00	50	PBA15	0,03	0,01	0,00
33A	- 33	61,00	50 E	PBA15	0,48	0,22	0,10
32A	- 33A	50,00	50	PBA15	0,60	0,27	0,12
33A	- 9	51,00	50 E	PBA15	0,04	0,02	0,00
33	- 34	51,00	50	PBA15	0,16	0,07	0,01
34	- 35	52,00	50	PBA15	0,03	0,01	0,00
34	- 36	47,00	50	PBA15	0,02	0,01	0,00
34	- 37	34,00	50	PBA15	0,02	0,01	0,00
33	- 38	72,00	50	PBA15	0,17	0,08	0,02
38	- 39	53,00	50	PBA15	0,11	0,05	0,00
39	- 40	22,00	50	PBA15	0,01	0,00	0,00
39	- 41	61,00	50	PBA15	0,03	0,01	0,00
30	- 42	107,00	50 E	PBA15	0,87	0,39	0,50
29	- 43	124,00	50	PBA15	0,74	0,34	0,43
43	- 42	34,00	50 E	PBA15	0,25	0,11	0,02
43	- 44	316,00	50 E	PBA15	0,26	0,12	0,16
44	- 45	36,00	50 E	PBA15	0,02	0,01	0,00
44	- 46	61,00	50	PBA15	0,03	0,01	0,00
42	- 47	487,00	50 E	PBA15	0,24	0,11	0,23
42	- 48	81,00	50 E	PBA15	0,52	0,23	0,15
48	- 49	188,00	50 E	PBA15	0,09	0,04	0,01
48	- 50	5,00	50	PBA15	0,29	0,13	0,00
50	- 51	67,00	50	PBA15	0,03	0,01	0,00
50	- 52	32,00	50	PBA15	0,20	0,09	0,01
52	- 53	86,00	50	PBA15	0,04	0,02	0,00
52	- 54	23,00	50	P			

TOTAL	4417,00
-------	---------

N Ó S

NÓ	ELEVAÇÃO	PRESSÃO	DEMANDA
	TUBO		

```

          (m)      (mcl)      (1/s)
*****

```

RAP	531,60	2,98	
1	523,48	10,92	0,03
2	527,00	7,40	0,01
3	516,30	17,95	0,05
4	520,94	13,31	0,02
5	508,83	25,29	0,07
6	510,73	23,38	0,02
7	490,24	43,57	0,11
8	483,31	50,44	0,07
9	476,75	56,61	0,08
10	477,04	56,13	0,09
11	474,76	58,40	0,03
12	478,58	54,25	0,05
13	480,86	51,92	0,02
14	480,57	52,20	0,06
16	478,37	48,43	0,17
17	482,66	42,00	0,12
19	481,05	51,71	0,11
20	475,15	57,52	0,13
22	476,76	55,90	0,07
23	474,20	58,46	0,04
25	478,04	55,48	0,16
26	478,43	54,61	0,09
27	478,56	54,48	0,02
28	479,66	53,27	0,08
29	477,35	55,23	0,18
30	476,55	56,08	0,14
31	475,06	58,18	0,09
32	475,13	58,13	0,06
32A	477,76	55,72	0,07
33	474,40	58,87	0,12
33A	475,50	57,86	0,08
34	473,63	59,62	0,09
35	473,64	59,61	0,03
36	473,63	59,62	0,02
37	473,41	59,84	0,02
38	475,52	57,73	0,06
39	480,47	52,77	0,07
40	473,76	59,48	0,01
41	477,01	56,23	0,03
42	488,32	43,81	0,36
43	487,99	44,16	0,24
44	491,47	40,51	0,21
45	495,88	36,10	0,02
46	492,17	39,81	0,03
47	493,52	38,38	0,24
48	503,75	28,23	0,14
49	494,26	37,71	0,09
50	503,76	28,22	0,05
51	503,60	28,38	0,03
52	509,33	22,64	0,07
53	518,52	13,45	0,04
54	513,60	18,37	0,05
55	521,00	10,97	0,02
56	518,77	13,20	0,02

4.39

ZONA 2

A ZONA 2 corresponde à zona alta da localidade. Abastecida em marcha pela elevatória existente na área da estação de tratamento, EAT 1, após abastecer o reservatório da casa de química. A EAT 1 utiliza como poço de sucção o reservatório RAP 1.

Está compreendido entre as cotas 540,20 m e 528,50 m. A cota da piezométrica estática é 533,00 m e as pressões máxima e mínima são, respectivamente, 26,72 mca e 13,52 mca.

O volume de armazenamento necessário para o atendimento a ZONA 2, no horizonte final do projeto (ano 2.041) é de 1 m³, de forma que o reservatório RAP 1 de 30 m³ 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 2 da localidade de Monte Carmelo.

AGUA - PLANILHA DE CÁLCULO									
CESAN									
SAA MONTE CARMELO - ZONA 2 - ZONA ALTA									

PTO.FIXO	Fluxo	Piezom.fixa	Vazão	ELEVATÓRIA			Vazão	AMT	Potência
		(mca)	(l/s)				(l/s)	(mca)	(kW)

EAT1	o-->	533,00	0,48	EAT1 - B			(x1)	0,48	22,28 0,2

T R E C H O S				N Ó S					

TRECHO	COMPR.	DIÂM.-MAT.	VAZÃO	VELOC.	PERDA	NÓ	ELEVAÇÃO	PRESSÃO	DEMANDA
	(m)	(mm)	(l/s)	(m/s)	CARGA		TUBO		
					(mcl)		(m)	(mcl)	(l/s)

EAT1 - B	Bomba	****	0,48			EAT1	531,17	1,83	
B - 1	48,00	50	PBA12	0,48	0,20	0,06	B	531,49	23,79
1 - CX	6,00	40	PredS	0,44	0,46	0,06	1	535,75	19,47
1 - 2	18,00	50	PBA12	0,04	0,02	0,00	CX	540,20	14,95 0,44
2 - 3	42,00	50	PBA12	0,01	0,00	0,00	2	537,00	18,22 0,02
2 - 4	54,00	50	PBA12	0,01	0,00	0,00	3	541,70	13,52 0,01
2 - 5	37,00	50	PBA12	0,01	0,00	0,00	4	528,50	26,72 0,01
-							5	536,40	18,82 0,01

TOTAL	205,00								0,48

As tubulações utilizadas na rede de distribuição serão em PVC PBA classe 12 para a ZONA 2 e PVC PBA classe 15 para a ZONA 1.

A seguir um quadro com o quantitativo das tubulações a serem implantadas no SAA de Monte Carmelo.

Quadro 8.13.1 – Rede de Distribuição – Quantitativo das Tubulações

REDE DE DISTRIBUIÇÃO MONTE CARMELO - ALTO RIO NOVO/ES			
DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXISTENTE A SER APROVEITADO (m)	IMPLANTAR (m)
25	PVC PBA CL12	347	-
40	PVC SOLDÁVEL	-	6
50	PVC PBA CL12	-	199
50	PVC PBA CL15	2.103	1.637
75	PVC PBA CL15	-	110
100	PVC PBA CL15	-	220
SUB-TOTAL		2.450	2.172
TOTAL GERAL		4.622	

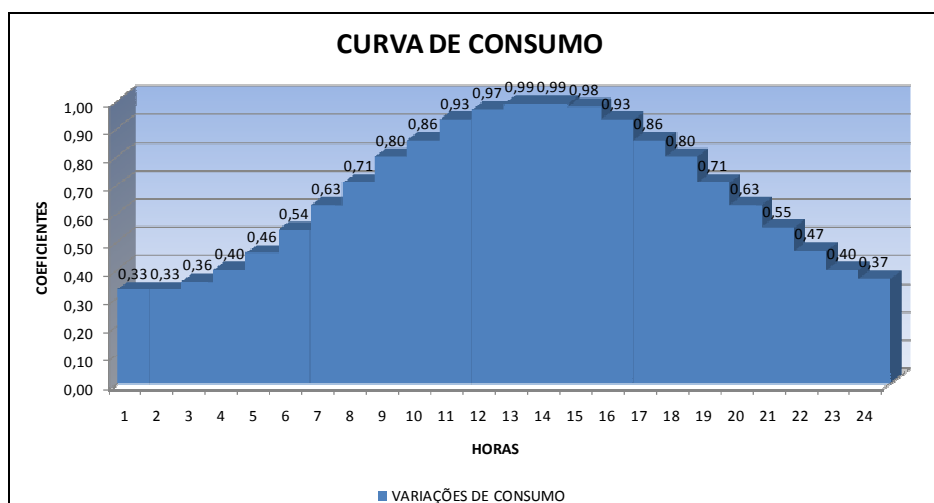
Caixa de Registro de Descarga (DN 50)

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

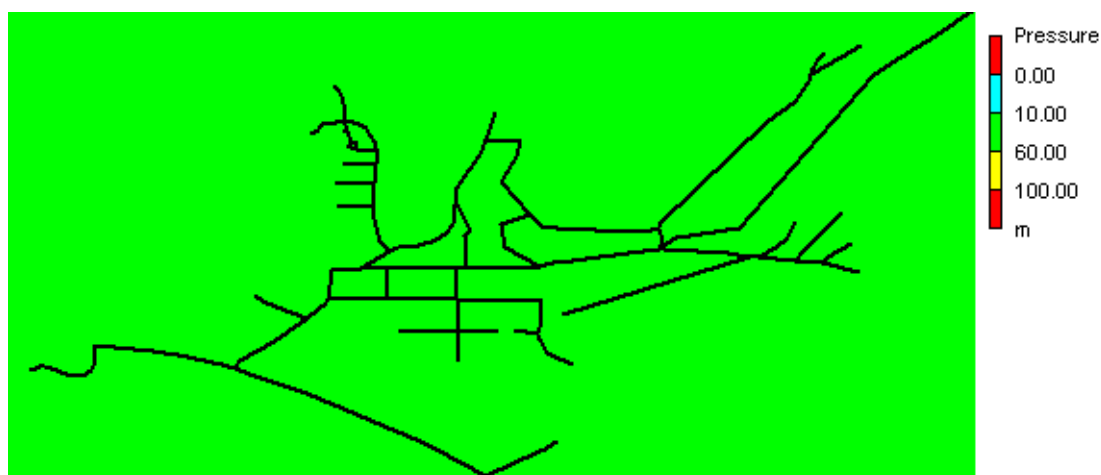
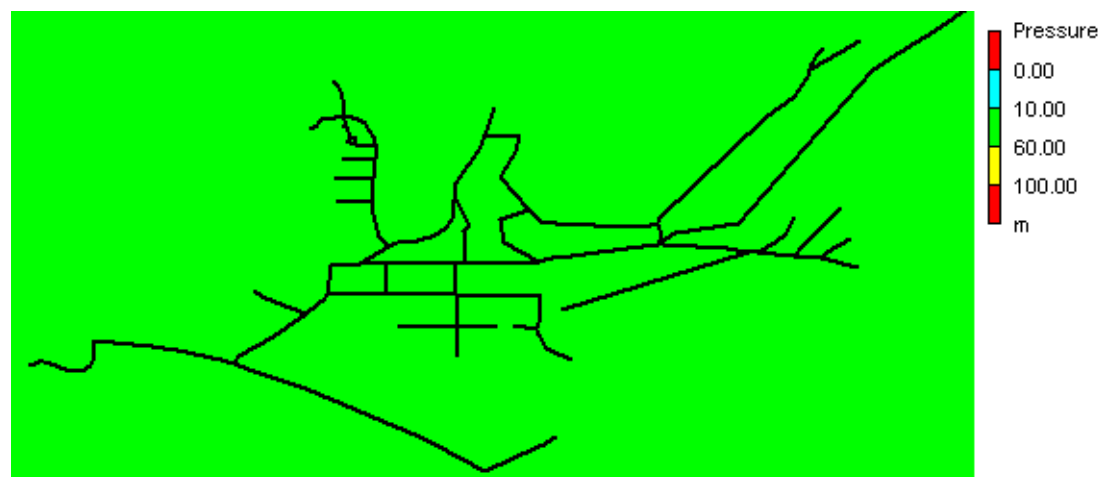


Figura 8.13.3 – Pressões na Hora de Maior Consumo



8.14 LIGAÇÕES PREDIAIS

Para atendimento em início de plano será necessária a implantação de ligações prediais para a rede de distribuição a ser implantada. Para a estimativa do número de ligações prediais de água utilizou-se dos dados do levantamento topográfico realizado na localidade com a contagem das edificações existentes. O quadro 8.14.1 apresenta uma estimativa do número de ligações prediais de água a serem implantadas para o SAA de Monte Carmelo. Considerou-se a falta de hidrometração nas ligações da rede da localidade para se estabelecer a 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	824	824	206

Para detalhes construtivos da rede de distribuição ver os desenhos 12/15 e 13/15 contidos no Tomo II do Volume II – Projeto Básico.

9 ANEXOS

ANEXO I – LAUDO DE ANÁLISE – Córrego Rio Novo

ANEXO II – PLANILHAS DE CUSTO DE ENERGIA

ANEXO III – PLANILHAS DO SIMULADOR EPANET

ANEXO I – LAUDO DE ANÁLISE - CÓRREGO DO RECREIO



Divisão de Controle da Qualidade

Laudo de Análise

Cliente: CESAN / I-DSR - AV Guarapari, S/Nº - Serra
Laboratório: Físico-Química
Amostra: 27980/11 **Versão:** 0 **Id. Pto:** Barragem
Data de Coleta: 14/06/2011 **Hora da Coleta:** 11:20 **Origem da Amostra:** Extra
Sistema: Monte Carmelo **Chuvvas:** Não
Componente: Barragem **Elemento:** Água Bruta
Município: Alto Rio Novo **Coletor:** Cliente
Bairro: Monte Carmelo
Ponto de Coleta: Não informado Nova barragem
Org. Reg: Resolução CONAMA 357-2005 - Art. 15 (Classe 2)

Análise	Obs	Data	Resultado	Unidade	Inc.	Método	LDM	LIOR	LSOR	Sala
Alcalinidade Total	-	16/06/11	2,5	mg CaCO ₃ /L	+/-	Potenciométrico	1	-	-	FISQUI
Cloreto	-	22/06/11	5,5	mg Cl/L	-	Argentométrico / SM-21	1	-	250	FISQUI
Cor Aparente	-	16/06/11	22	UC	-	Colorimétrico / SM-21	5	-	-	FISQUI
Dureza de Cálcio	-	22/06/11	2,07	mg CaCO ₃ /L	+/-	Titulométrico do EDTA-Na-SM	0	-	-	FISQUI
Dureza de Magnésio	-	22/06/11	9,76	mg CaCO ₃ /L	+/-	Titulométrico do EDTA-Na-SM	0	-	-	FISQUI
Dureza Total	-	22/06/11	12	mg CaCO ₃ /L	+/-	Titulométrico do EDTA-Na-SM	2	-	-	FISQUI
Ferro Total	-	01/07/11	0,30	mg Fe/L	+/-	EAA-SM	0,05	-	-	FISQUI
Fluoreto	-	15/06/11	< 0,2	mg F/L	-	Spadns	0,2	-	1,4	FISQUI
Nitrato	-	23/06/11	0,06	mg N-NO ₃ /L	-	Redução com Cádmi-SM	0,02	-	10	FISQUI
Nitrato	-	23/06/11	<0,01	mg N-NO ₂ /L	+/-	Colorimétrico / SM-21	0,01	-	1	FISQUI
pH	-	16/06/11	7,24		+/-	Potenciométrico	0	6	9	FISQUI
Sólidos Totais	-	17/06/11	22	mg/L	+/-	Gravimétrico-SM	2	-	-	FISQUI
Sulfato	-	21/06/11	<2,0	mg SO ₄ /L	+/-	Turbidimétrico-SM	2	-	250	FISQUI
Turbidez	-	16/06/11	2,60	NTU	+/-	Nefelométrico-SM	0,1	-	100	FISQUI

Endereço das Salas de Ensaios

Vila 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.

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

Análise		Obs	Data	Resultado	Unidade	Inc.	Método	LDM	LIOR	LSOR	Sala
 Divisão de Controle da Qualidade Laudo de Análise											
Cliente: CESAN / I-DSR - AV Guarapari, S/Nº - Serra Laboratório: Físico-Química Amostra: 27980/11 Versão: 0 Data de Coleta: 14/06/2011 Hora da Coleta: 11:20 Sistema: Monte Carmelo Componente: Barragem Município: Alto Rio Novo Bairro: Monte Carmelo Ponto de Coleta: Não informado Nova barragem Org. Reg: Resolução CONAMA 357/2005 - Art. 15 (Classe 2)											
Id. Pto: Barragem Origem da Amostra: Extra Data da Chegada: 14/06/2011 Chuvvas: Não Elemento: Água Bruta Coletor: Cliente											
Data <u>14/7/11</u> Data 14/07/2011											
Responsável											
Químico Antonio Elias Simões CRO 03210800 - 3ª Região Chefe de Divisão A-DCQ - Div. Cont. de Qualidade Matr. 27326											



Divisão de Controle da Qualidade

Laudo de Análise

Cliente: CESAN / I-DSR - AV Guarapari, S/Nº - Serra
Laboratório: Bacteriologia
Amostra: 27980/11 **Versão:** 0
Data de Coleta: 14/06/2011 **Hora da Coleta:** 11:20
Sistema: Monte Carmelo
Componente: Barragem
Município: Alto Rio Novo
Bairro: Monte Carmelo
Ponto de Coleta: Não informado Nova barragem
Org. Reg: Resolução CONAMA 357:2005 - Art. 15 (Classe 2)

Id. Pto: Barragem
Origem da Amostra: Extra
Data da Chegada: 14/06/2011
Chuvvas: Não
Elemento: Água Bruta
Coletor: Cliente

Análise	Obs	Data	Resultado	Unidade	Inc.	Método	LDM	LIOR	LSOR	Sala
Coliformes Termotolerantes	-	16/06/11	<1,8	NMP/100 mL	-	Tubos Múltiplos / SM-21 - 9221	1,8	-	1000	BACTER

Endereço das Salas de Ensaios

Via 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 9096:1987.

- 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 Antônio Elias Simões
 CRQ 03210800 - 3ª Região
 Chefe de Divisão
 A-DCQ - Div. Cont. da Qualidade
 Matr. 27326

ANEXO II – PLANILHAS DE CUSTO DE ENERGIA

ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA – EAB

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\$)
2.010	5,41	467,42	28,80	16,23	12,17	12,17	72.071,96	27.869,51	12,17	0,00	31.213,85
2.011	5,50	474,88	28,80	16,49	12,17	12,17	73.221,65	28.314,08	12,17	0,00	28.314,08
2.012	5,58	482,34	28,80	16,75	12,17	12,17	74.371,34	28.758,65	12,17	0,00	25.677,37
2.013	5,67	489,79	28,80	17,01	12,17	12,17	75.521,02	29.203,22	12,17	0,00	23.280,63
2.014	5,76	497,25	28,80	17,27	12,17	12,17	76.670,71	29.647,80	12,17	0,00	21.102,72
2.015	5,84	504,71	28,80	17,52	12,17	12,17	77.820,40	30.092,37	12,17	0,00	19.124,25
2.016	5,93	512,16	28,80	17,78	12,17	12,17	78.970,09	30.536,94	12,17	0,00	17.327,48
2.017	6,01	519,62	28,80	18,04	12,17	12,17	80.119,77	30.981,52	12,17	0,00	15.696,20
2.018	6,10	527,07	28,80	18,30	12,17	12,17	81.269,46	31.426,09	12,17	0,00	14.215,57
2.019	6,19	534,53	28,80	18,56	12,17	12,17	82.419,15	31.870,66	12,17	0,00	12.872,03
2.020	6,27	541,99	28,80	18,82	12,17	12,17	83.568,84	32.315,23	12,17	0,00	11.653,20
2.021	6,36	549,44	28,80	19,08	12,17	12,17	84.718,52	32.759,81	12,17	0,00	10.547,78
2.022	6,45	556,90	28,80	19,34	12,17	12,17	85.868,21	33.204,38	12,17	0,00	9.545,47
2.023	6,53	564,36	28,80	19,60	12,17	12,17	87.017,90	33.648,95	12,17	0,00	8.636,85
2.024	6,62	571,81	28,80	19,85	12,17	12,17	88.167,59	34.093,52	12,17	0,00	7.813,36
2.025	6,70	579,27	28,80	20,11	12,17	12,17	89.317,27	34.538,10	12,17	0,00	7.067,18
2.026	6,79	586,73	28,80	20,37	12,17	12,17	90.466,96	34.982,67	12,17	0,00	6.391,20
2.027	6,88	594,18	28,80	20,63	12,17	12,17	91.616,65	35.427,24	12,17	0,00	5.778,95
2.028	6,96	601,64	28,80	20,89	12,17	12,17	92.766,34	35.871,82	12,17	0,00	5.224,53
2.029	7,05	609,09	28,80	21,15	12,17	12,17	93.916,03	36.316,39	12,17	0,00	4.722,57
2.030	7,14	616,55	28,80	21,41	12,17	12,17	95.065,71	36.760,96	12,17	0,00	4.268,20
2.031	7,22	624,01	28,80	21,67	12,17	12,17	96.215,40	37.205,53	12,17	0,00	3.856,98
2.032	7,31	631,46	28,80	21,93	12,17	12,17	97.365,09	37.650,11	12,17	0,00	3.484,88
2.033	7,39	638,92	28,80	22,18	12,17	12,17	98.514,78	38.094,68	12,17	0,00	3.148,24
2.034	7,48	646,38	28,80	22,44	12,17	12,17	99.664,46	38.539,25	12,17	0,00	2.843,73
2.035	7,57	653,83	28,80	22,70	12,17	12,17	100.814,15	38.983,82	12,17	0,00	2.568,34
2.036	7,65	661,29	28,80	22,96	12,17	12,17	101.963,84	39.428,40	12,17	0,00	2.319,31
2.037	7,74	668,74	28,80	23,22	12,17	12,17	103.113,53	39.872,97	12,17	0,00	2.094,16
2.038	7,83	676,20	28,80	23,48	12,17	12,17	104.263,21	40.317,54	12,17	0,00	1.890,63
2.039	7,91	683,66	28,80	23,74	12,17	12,17	105.412,90	40.762,11	12,17	0,00	1.706,68
2.040	8,00	691,11	28,80	24,00	12,17	12,17	106.562,59	41.206,69	12,17	0,00	1.540,44
VALOR PRESENTE = R\$											315.926,82

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

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

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

j=12% a.a

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

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\$)
2.010	5,41	467,42	28,80	16,23	12,21	12,21	72.349,16	27.976,70	12,21	0,00	31.333,90
2.011	5,50	474,88	28,80	16,49	12,21	12,21	73.503,27	28.422,98	12,21	0,00	28.422,98
2.012	5,58	482,34	28,80	16,75	12,21	12,21	74.657,38	28.869,26	12,21	0,00	25.776,13
2.013	5,67	489,79	28,80	17,01	12,21	12,21	75.811,49	29.315,54	12,21	0,00	23.370,17
2.014	5,76	497,25	28,80	17,27	12,21	12,21	76.965,60	29.761,83	12,21	0,00	21.183,88
2.015	5,84	504,71	28,80	17,52	12,21	12,21	78.119,71	30.208,11	12,21	0,00	19.197,80
2.016	5,93	512,16	28,80	17,78	12,21	12,21	79.273,82	30.654,39	12,21	0,00	17.394,13
2.017	6,01	519,62	28,80	18,04	12,21	12,21	80.427,93	31.100,67	12,21	0,00	15.756,57
2.018	6,10	527,07	28,80	18,30	12,21	12,21	81.582,04	31.546,96	12,21	0,00	14.270,24
2.019	6,19	534,53	28,80	18,56	12,21	12,21	82.736,15	31.993,24	12,21	0,00	12.921,53
2.020	6,27	541,99	28,80	18,82	12,21	12,21	83.890,26	32.439,52	12,21	0,00	11.698,02
2.021	6,36	549,44	28,80	19,08	12,21	12,21	85.044,36	32.885,81	12,21	0,00	10.588,35
2.022	6,45	556,90	28,80	19,34	12,21	12,21	86.198,47	33.332,09	12,21	0,00	9.582,18
2.023	6,53	564,36	28,80	19,60	12,21	12,21	87.352,58	33.778,37	12,21	0,00	8.670,07
2.024	6,62	571,81	28,80	19,85	12,21	12,21	88.506,69	34.224,65	12,21	0,00	7.843,41
2.025	6,70	579,27	28,80	20,11	12,21	12,21	89.660,80	34.670,94	12,21	0,00	7.094,36
2.026	6,79	586,73	28,80	20,37	12,21	12,21	90.814,91	35.117,22	12,21	0,00	6.415,78
2.027	6,88	594,18	28,80	20,63	12,21	12,21	91.969,02	35.563,50	12,21	0,00	5.801,18
2.028	6,96	601,64	28,80	20,89	12,21	12,21	93.123,13	36.009,78	12,21	0,00	5.244,62
2.029	7,05	609,09	28,80	21,15	12,21	12,21	94.277,24	36.456,07	12,21	0,00	4.740,73
2.030	7,14	616,55	28,80	21,41	12,21	12,21	95.431,35	36.902,35	12,21	0,00	4.284,61
2.031	7,22	624,01	28,80	21,67	12,21	12,21	96.585,46	37.348,63	12,21	0,00	3.871,81
2.032	7,31	631,46	28,80	21,93	12,21	12,21	97.739,57	37.794,91	12,21	0,00	3.498,28
2.033	7,39	638,92	28,80	22,18	12,21	12,21	98.893,68	38.241,20	12,21	0,00	3.160,35
2.034	7,48	646,38	28,80	22,44	12,21	12,21	100.047,79	38.687,48	12,21	0,00	2.854,67
2.035	7,57	653,83	28,80	22,70	12,21	12,21	101.201,90	39.133,76	12,21	0,00	2.578,21
2.036	7,65	661,29	28,80	22,96	12,21	12,21	102.356,01	39.580,04	12,21	0,00	2.328,23
2.037	7,74	668,74	28,80	23,22	12,21	12,21	103.510,12	40.026,33	12,21	0,00	2.102,22
2.038	7,83	676,20	28,80	23,48	12,21	12,21	104.664,23	40.472,61	12,21	0,00	1.897,91
2.039	7,91	683,66	28,80	23,74	12,21	12,21	105.818,34	40.918,89	12,21	0,00	1.713,24
2.040	8,00	691,11	28,80	24,00	12,21	12,21	106.972,45	41.365,17	12,21	0,00	1.546,37
VALOR PRESENTE = R\$											317.141,92

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

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

OPÇÃO 3

ANO	Q _{méd} (l/s)	Q _{méd} (m³/d)	Q _{BOMBA} (m³/h)	HORAS MÉDIAS DE OPERAÇÃO (h)	POTÊNCIA ÚTIL (kW)	POTÊNCIA CONSUMIDA (kW)	CONSUMO ANUAL DE ENERGIA (kW.h)	DESPESA COM ENERGIA CONSUMIDA (R\$)	DEMANDA (kW)	DESPESA ANUAL COM DEMANDA (R\$)	DESPESA VALOR PRESENTE (R\$)
2.010	5,41	467,42	28,80	16,23	12,50	12,50	74.053,04	28.635,57	12,50	0,00	32.071,84
2.011	5,50	474,88	28,80	16,49	12,50	12,50	75.234,33	29.092,36	12,50	0,00	29.092,36
2.012	5,58	482,34	28,80	16,75	12,50	12,50	76.415,62	29.549,16	12,50	0,00	26.383,18
2.013	5,67	489,79	28,80	17,01	12,50	12,50	77.596,91	30.005,95	12,50	0,00	23.920,56
2.014	5,76	497,25	28,80	17,27	12,50	12,50	78.778,20	30.462,74	12,50	0,00	21.682,78
2.015	5,84	504,71	28,80	17,52	12,50	12,50	79.959,49	30.919,54	12,50	0,00	19.649,92
2.016	5,93	512,16	28,80	17,78	12,50	12,50	81.140,78	31.376,33	12,50	0,00	17.803,77
2.017	6,01	519,62	28,80	18,04	12,50	12,50	82.322,07	31.833,12	12,50	0,00	16.127,65
2.018	6,10	527,07	28,80	18,30	12,50	12,50	83.503,36	32.289,91	12,50	0,00	14.606,32
2.019	6,19	534,53	28,80	18,56	12,50	12,50	84.684,65	32.746,71	12,50	0,00	13.225,85
2.020	6,27	541,99	28,80	18,82	12,50	12,50	85.865,94	33.203,50	12,50	0,00	11.973,51
2.021	6,36	549,44	28,80	19,08	12,50	12,50	87.047,23	33.660,29	12,50	0,00	10.837,71
2.022	6,45	556,90	28,80	19,34	12,50	12,50	88.228,52	34.117,09	12,50	0,00	9.807,85
2.023	6,53	564,36	28,80	19,60	12,50	12,50	89.409,81	34.573,88	12,50	0,00	8.874,25
2.024	6,62	571,81	28,80	19,85	12,50	12,50	90.591,10	35.030,67	12,50	0,00	8.028,13
2.025	6,70	579,27	28,80	20,11	12,50	12,50	91.772,39	35.487,46	12,50	0,00	7.261,44
2.026	6,79	586,73	28,80	20,37	12,50	12,50	92.953,68	35.944,26	12,50	0,00	6.566,88
2.027	6,88	594,18	28,80	20,63	12,50	12,50	94.134,97	36.401,05	12,50	0,00	5.937,80
2.028	6,96	601,64	28,80	20,89	12,50	12,50	95.316,26	36.857,84	12,50	0,00	5.368,14
2.029	7,05	609,09	28,80	21,15	12,50	12,50	96.497,55	37.314,64	12,50	0,00	4.852,38
2.030	7,14	616,55	28,80	21,41	12,50	12,50	97.678,84	37.771,43	12,50	0,00	4.385,52
2.031	7,22	624,01	28,80	21,67	12,50	12,50	98.860,13	38.228,22	12,50	0,00	3.963,00
2.032	7,31	631,46	28,80	21,93	12,50	12,50	100.041,42	38.685,01	12,50	0,00	3.580,67
2.033	7,39	638,92	28,80	22,18	12,50	12,50	101.222,70	39.141,81	12,50	0,00	3.234,78
2.034	7,48	646,38	28,80	22,44	12,50	12,50	102.403,99	39.598,60	12,50	0,00	2.921,90
2.035	7,57	653,83	28,80	22,70	12,50	12,50	103.585,28	40.055,39	12,50	0,00	2.638,93
2.036	7,65	661,29	28,80	22,96	12,50	12,50	104.766,57	40.512,19	12,50	0,00	2.383,06
2.037	7,74	668,74	28,80	23,22	12,50	12,50	105.947,86	40.968,98	12,50	0,00	2.151,72
2.038	7,83	676,20	28,80	23,48	12,50	12,50	107.129,15	41.425,77	12,50	0,00	1.942,60
2.039	7,91	683,66	28,80	23,74	12,50	12,50	108.310,44	41.882,57	12,50	0,00	1.753,59
2.040	8,00	691,11	28,80	24,00	12,50	12,50	109.491,73	42.339,36	12,50	0,00	1.582,78
VALOR PRESENTE = R\$											324.610,87

CONSUMO EM BAIXA TENSÃO (BT)

386,69 /MWh

CONSUMO EM ALTA TENSÃO (CAT)

179,30 /MWh

DEMANDA EM ALTA TENSÃO (DAT)

44,57 /KW

Referência: EDP ESECLSA

Tarifa convencional, subgrupo B3

Demais classes, TUSD+TE + 30% de impostos

j=12% a.a

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

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\$)
2.010	0,29	25,06	1,73	14,50	0,58	0,58	3.070,92	1.187,50	0,58	0,00	1.330,00
2.011	0,30	25,60	1,73	14,82	0,58	0,58	3.137,64	1.213,29	0,58	0,00	1.213,29
2.012	0,30	26,14	1,73	15,13	0,58	0,58	3.204,35	1.239,09	0,58	0,00	1.106,33
2.013	0,31	26,69	1,73	15,45	0,58	0,58	3.271,06	1.264,89	0,58	0,00	1.008,36
2.014	0,32	27,23	1,73	15,76	0,58	0,58	3.337,78	1.290,69	0,58	0,00	918,68
2.015	0,32	27,78	1,73	16,08	0,58	0,58	3.404,49	1.316,48	0,58	0,00	836,65
2.016	0,33	28,32	1,73	16,39	0,58	0,58	3.471,20	1.342,28	0,58	0,00	761,65
2.017	0,33	28,87	1,73	16,71	0,58	0,58	3.537,92	1.368,08	0,58	0,00	693,11
2.018	0,34	29,41	1,73	17,02	0,58	0,58	3.604,63	1.393,87	0,58	0,00	630,52
2.019	0,35	29,95	1,73	17,34	0,58	0,58	3.671,34	1.419,67	0,58	0,00	573,38
2.020	0,35	30,50	1,73	17,65	0,58	0,58	3.738,06	1.445,47	0,58	0,00	521,25
2.021	0,36	31,04	1,73	17,97	0,58	0,58	3.804,77	1.471,27	0,58	0,00	473,71
2.022	0,37	31,59	1,73	18,28	0,58	0,58	3.871,48	1.497,06	0,58	0,00	430,37
2.023	0,37	32,13	1,73	18,60	0,58	0,58	3.938,20	1.522,86	0,58	0,00	390,88
2.024	0,38	32,68	1,73	18,91	0,58	0,58	4.004,91	1.548,66	0,58	0,00	354,91
2.025	0,38	33,22	1,73	19,23	0,58	0,58	4.071,62	1.574,46	0,58	0,00	322,16
2.026	0,39	33,77	1,73	19,54	0,58	0,58	4.138,34	1.600,25	0,58	0,00	292,36
2.027	0,40	34,31	1,73	19,86	0,58	0,58	4.205,05	1.626,05	0,58	0,00	265,24
2.028	0,40	34,85	1,73	20,17	0,58	0,58	4.271,76	1.651,85	0,58	0,00	240,58
2.029	0,41	35,40	1,73	20,49	0,58	0,58	4.338,48	1.677,64	0,58	0,00	218,16
2.030	0,42	35,94	1,73	20,80	0,58	0,58	4.405,19	1.703,44	0,58	0,00	197,78
2.031	0,42	36,49	1,73	21,12	0,58	0,58	4.471,90	1.729,24	0,58	0,00	179,26
2.032	0,43	37,03	1,73	21,43	0,58	0,58	4.538,61	1.755,04	0,58	0,00	162,45
2.033	0,43	37,58	1,73	21,75	0,58	0,58	4.605,33	1.780,83	0,58	0,00	147,17
2.034	0,44	38,12	1,73	22,06	0,58	0,58	4.672,04	1.806,63	0,58	0,00	133,31
2.035	0,45	38,66	1,73	22,38	0,58	0,58	4.738,75	1.832,43	0,58	0,00	120,72
2.036	0,45	39,21	1,73	22,69	0,58	0,58	4.805,47	1.858,23	0,58	0,00	109,31
2.037	0,46	39,75	1,73	23,01	0,58	0,58	4.872,18	1.884,02	0,58	0,00	98,95
2.038	0,47	40,30	1,73	23,32	0,58	0,58	4.938,89	1.909,82	0,58	0,00	89,56
2.039	0,47	40,84	1,73	23,64	0,58	0,58	5.005,61	1.935,62	0,58	0,00	81,04
2.040	0,48	41,39	1,73	23,95	0,58	0,58	5.072,32	1.961,42	0,58	0,00	73,32
VALOR PRESENTE = R\$											13.974,48

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 ESELSA
Tarifa convencional, subgrupo B3
Demais classes, TUSD+TE + 30% de impostos

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

OPÇÃO 2

ANO	Q _{méd} (l/s)	Q _{méd} (m³/d)	Q _{BOMBA} (m³/h)	HORAS MÉDIAS DE OPERAÇÃO (h)	POTÊNCIA ÚTIL (kW)	POTÊNCIA CONSUMIDA (kW)	CONSUMO ANUAL DE ENERGIA (kW.h)	DESPESA COM ENERGIA CONSUMIDA (R\$)	DEMANDA (kW)	DESPESA ANUAL COM DEMANDA (R\$)	DESPESA VALOR PRESENTE (R\$)
2.010	0,29	25,06	1,73	14,50	0,94	0,94	4.993,67	1.931,00	0,94	0,00	2.162,72
2.011	0,30	25,60	1,73	14,82	0,94	0,94	5.102,15	1.972,95	0,94	0,00	1.972,95
2.012	0,30	26,14	1,73	15,13	0,94	0,94	5.210,63	2.014,90	0,94	0,00	1.799,02
2.013	0,31	26,69	1,73	15,45	0,94	0,94	5.319,12	2.056,85	0,94	0,00	1.639,71
2.014	0,32	27,23	1,73	15,76	0,94	0,94	5.427,60	2.098,80	0,94	0,00	1.493,88
2.015	0,32	27,78	1,73	16,08	0,94	0,94	5.536,08	2.140,75	0,94	0,00	1.360,48
2.016	0,33	28,32	1,73	16,39	0,94	0,94	5.644,56	2.182,70	0,94	0,00	1.238,52
2.017	0,33	28,87	1,73	16,71	0,94	0,94	5.753,05	2.224,65	0,94	0,00	1.127,07
2.018	0,34	29,41	1,73	17,02	0,94	0,94	5.861,53	2.266,60	0,94	0,00	1.025,29
2.019	0,35	29,95	1,73	17,34	0,94	0,94	5.970,01	2.308,54	0,94	0,00	932,38
2.020	0,35	30,50	1,73	17,65	0,94	0,94	6.078,50	2.350,49	0,94	0,00	847,61
2.021	0,36	31,04	1,73	17,97	0,94	0,94	6.186,98	2.392,44	0,94	0,00	770,30
2.022	0,37	31,59	1,73	18,28	0,94	0,94	6.295,46	2.434,39	0,94	0,00	699,83
2.023	0,37	32,13	1,73	18,60	0,94	0,94	6.403,95	2.476,34	0,94	0,00	635,62
2.024	0,38	32,68	1,73	18,91	0,94	0,94	6.512,43	2.518,29	0,94	0,00	577,13
2.025	0,38	33,22	1,73	19,23	0,94	0,94	6.620,91	2.560,24	0,94	0,00	523,88
2.026	0,39	33,77	1,73	19,54	0,94	0,94	6.729,40	2.602,19	0,94	0,00	475,41
2.027	0,40	34,31	1,73	19,86	0,94	0,94	6.837,88	2.644,14	0,94	0,00	431,32
2.028	0,40	34,85	1,73	20,17	0,94	0,94	6.946,36	2.686,09	0,94	0,00	391,21
2.029	0,41	35,40	1,73	20,49	0,94	0,94	7.054,84	2.728,04	0,94	0,00	354,75
2.030	0,42	35,94	1,73	20,80	0,94	0,94	7.163,33	2.769,99	0,94	0,00	321,61
2.031	0,42	36,49	1,73	21,12	0,94	0,94	7.271,81	2.811,94	0,94	0,00	291,50
2.032	0,43	37,03	1,73	21,43	0,94	0,94	7.380,29	2.853,89	0,94	0,00	264,15
2.033	0,43	37,58	1,73	21,75	0,94	0,94	7.488,78	2.895,84	0,94	0,00	239,32
2.034	0,44	38,12	1,73	22,06	0,94	0,94	7.597,26	2.937,78	0,94	0,00	216,77
2.035	0,45	38,66	1,73	22,38	0,94	0,94	7.705,74	2.979,73	0,94	0,00	196,31
2.036	0,45	39,21	1,73	22,69	0,94	0,94	7.814,23	3.021,68	0,94	0,00	177,75
2.037	0,46	39,75	1,73	23,01	0,94	0,94	7.922,71	3.063,63	0,94	0,00	160,90
2.038	0,47	40,30	1,73	23,32	0,94	0,94	8.031,19	3.105,58	0,94	0,00	145,63
2.039	0,47	40,84	1,73	23,64	0,94	0,94	8.139,68	3.147,53	0,94	0,00	131,78
2.040	0,48	41,39	1,73	23,95	0,94	0,94	8.248,16	3.189,48	0,94	0,00	119,23
VALOR PRESENTE = R\$										22.724,06	

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

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

ANEXO III – PLANILHA DE SIMULAÇÃO DO EPANET

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Junc ZA.2	537.00	0.02	0.01	559.77	22.77
Junc ZA.5	536.40	0.01	0.00	559.77	23.37
Junc ZA.3	541.70	0.01	0.00	559.77	18.07
Junc ZA.4	528.50	0.01	0.00	559.77	31.27
Junc 1	523.48	0.03	0.01	530.98	7.50
Junc 2	527.00	0.01	0.00	530.98	3.98
Junc 3	516.30	0.05	0.02	530.97	14.67
Junc 4	520.94	0.02	0.01	530.97	10.03
Junc 5	508.83	0.07	0.02	530.95	22.12
Junc 6	510.73	0.02	0.01	530.95	20.22
Junc 7	490.24	0.11	0.04	530.91	40.67
Junc 8	483.31	0.07	0.02	530.91	47.60
Junc 9	476.75	0.08	0.03	530.84	54.09
Junc 10	477.04	0.09	0.03	530.81	53.77
Junc 11	474.76	0.03	0.01	530.81	56.05
Junc 12	478.58	0.05	0.02	530.76	52.18
Junc 13	480.86	0.02	0.01	530.75	49.89
Junc 14	480.57	0.06	0.02	530.75	50.18
Junc 16	478.37	0.17	0.06	530.40	52.03
Junc 17	482.66	0.12	0.04	530.27	47.61
Junc 19	481.05	0.11	0.04	530.75	49.70
Junc 20	475.15	0.13	0.04	530.73	55.58
Junc 22	476.76	0.07	0.02	530.73	53.97
Junc 23	474.20	0.04	0.01	530.73	56.53
Junc 25	478.04	0.16	0.05	530.87	52.83
Junc 26	478.43	0.09	0.03	530.79	52.36
Junc 27	478.56	0.02	0.01	530.79	52.23
Junc 28	479.66	0.08	0.03	530.78	51.12
Junc 29	477.35	0.18	0.06	530.72	53.37
Junc 30	476.55	0.14	0.05	530.73	54.17
Junc 31	475.06	0.09	0.03	530.83	55.77
Junc 32	475.13	0.06	0.02	530.83	55.70
Junc 32.A	477.76	0.07	0.02	530.86	53.10
Junc 33	474.40	0.12	0.04	530.83	56.43
Junc 33.A	475.50	0.08	0.03	530.84	55.34
Junc 34	473.63	0.09	0.03	530.83	57.20
Junc 35	473.64	0.03	0.01	530.83	57.19
Junc 36	473.63	0.02	0.01	530.83	57.20
Junc 37	473.41	0.02	0.01	530.83	57.42
Junc 38	475.52	0.06	0.02	530.83	55.31
Junc 39	480.47	0.07	0.02	530.83	50.36
Junc 40	473.76	0.01	0.00	530.83	57.07
Junc 41	477.01	0.03	0.01	530.83	53.82
Junc 42	488.32	0.36	0.12	530.64	42.32
Junc 43	487.99	0.24	0.08	530.64	42.65
Junc 44	491.47	0.21	0.07	530.62	39.15
Junc 45	495.88	0.02	0.01	530.62	34.74
Junc 46	492.17	0.03	0.01	530.62	38.45
Junc 47	493.52	0.24	0.08	530.61	37.09
Junc 48	503.75	0.14	0.05	530.62	26.87
Junc 49	494.26	0.09	0.03	530.62	36.36
Junc 50	503.76	0.05	0.02	530.62	26.86
Junc 51	503.60	0.03	0.01	530.62	27.02
Junc 52	509.33	0.07	0.02	530.62	21.29
Junc 53	518.52	0.04	0.01	530.62	12.10
Junc 54	513.60	0.05	0.02	530.62	17.02
Junc 55	521.00	0.02	0.01	530.62	9.62
Junc 56	518.77	0.02	0.01	530.62	11.85
Junc B	530.676	0	0.00	559.78	29.10
Junc ZA.1	535.75	0	0.00	559.77	24.02
Junc CX	540.20	0.44	0.15	559.73	19.53
Resvr ETA	535	#N/A	-41.54	535.00	0.00
Tank RAP	530.676	#N/A	39.93	531.01	0.33