

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

**COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO
GRANDE DO NORTE - CAERN**

**ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO
(SISTEMA ADUTOR AGRESTE/TRAIRI/POTENGI)**

PROJETO BÁSICO DA SUBADUTORA JAPI

**VOLUME I
MEMORIAL DESCRITIVO DA OBRA, QUANTITATIVOS E CUSTOS,
MEMÓRIA DE CÁLCULO E O DETALHAMENTO DOS NÓS**



MARÇO/2004

APRESENTAÇÃO

Este relatório tem a finalidade de apresentar a CAERN o Projeto Básico da Subadutora Japi, projetada a partir de uma derivação da Adutora Monsenhor Expedito na EB-16.

Esta subadutora possui a finalidade de suprir de água potável a zona urbana da cidade de Japi, situada na região agreste do estado do Rio Grande do Norte, e as comunidades de Sítio Jurema, Sítio Tanque, Cacimba dos Carreiros e Barra do Japi através de chafarizes alimentados por derivação na subadutora.

O presente relatório está dividido em três volumes, a saber:

- Volume I - Memorial Descritivo da Obra, Quantitativos e Custos, Memória de Cálculo e o Detalhamento dos Nós;
- Volume II - Especificações Técnicas de Obras Civas, Fornecimento e Montagem de Materiais e Equipamentos Hidroeletrônicos;
- Volume III - Desenhos do Projeto.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	1
1. FICHA TÉCNICA DA SUBADUTORA JAPI.....	4
2. ESTUDOS ANTECEDENTES.....	5
3. SISTEMA ADUTOR	6
3.1 INTRODUÇÃO.....	6
3.2 VAZÃO DE PROJETO.....	6
3.3 DEFINIÇÃO DO DIÂMETRO ECONÔMICO.....	8
3.4 DESCRIÇÃO DO SISTEMA ADUTOR	11
3.4.1 Derivação da Adutora Monsenhor Expedito.....	11
3.4.2 Estação de Bombeamento.....	11
3.4.3 Linha Adutora.....	12
3.4.4 Derivação para Chafarizes.....	13
3.4.5 Equipamentos de Proteção.....	13
3.4.6 Obras Cíveis	14
4. ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS	16
4.1 DIAGNÓSTICO DO FENÔMENO.....	16
4.2 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	18
5. SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO E DE AUTOMAÇÃO	20
5.1 SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO	20
5.1.1 Dados Básicos.....	20
5.1.2 Critérios de Projeto	20
5.1.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico	20
5.1.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos	20
5.1.5 Finalidade	21
5.1.6 Potência Instalada.....	21
5.1.7 Subestação Principal.....	22
5.1.8 Condições Operacionais	25
5.2 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO	26
5.2.1 Características do Sistema de Transmissão de Sinais Via Rádio.....	29
6. QUANTITATIVOS E CUSTOS	34

TABELAS

Tabela 3.1 - Subadutora Japi - Evolução das Demandas para Tempo de Operação de 20 Horas	8
Tabela 3.2 - Cálculo do Diâmetro Econômico da Subadutora Japi	9
Tabela 4.1 - Variações das Pressões na Saída das Bombas Após a Paralisação do Fornecimento de Energia Elétrica - Sistema Sem Proteção.....	17
Tabela 5.1 - Apresentação das Potências Instaladas em Motores e Outras Cargas.....	22
Tabela 5.2 - Determinação das Potências Efetivas	22
Tabela 5.3 - Resumo do Ramal de Ligação Aéreo	23
Tabela 5.4 - Disjuntores Tripolar	24
Tabela 5.5 - Sistema de Aterramento	24
Tabela 5.6 - Cabos Condutores da Estação Elevatória	25
Tabela 5.7 - Características do Ramal dos Motores.....	26

FIGURAS

Figura 3.1 - Situação Geográfica da Subadutora Japi e Demais Subadutoras que Estão Sendo Incorporadas a Adutora Monsenhor Expedito	7
Figura 4.1 - Estudo de Transientes Hidráulicos - Perfil Reduzido e Envolvimentos de Pressão.....	19
Figura 5.1 - Diagrama Funcional Simplificado	28
Figura 5.2 - Desenho Esquemático do Pannel Microprocessador da EB-16/1	30
Figura 5.3 - Desenho Esquemático da Transmissão de Dados Entre as Estações de Bombeamento e a Central de Supervisão e Controle.....	31

GRÁFICOS

Gráfico 3.1 - Curva do Diâmetro Econômico da Subadutora Japi	10
Gráfico 4.1 - Variação de Pressão x Tempo - Adutora Japi	17

ANEXOS

Anexo 1 - Memória de Cálculo	
Anexo 2 - Detalhamento dos Nós	
Anexo 3 - Proposição para Modernização do Sistema de Automação da Adutora Monsenhor Expedito	

1. FICHA TÉCNICA DA SUBADUTORA JAPI

- **Comunidades Atendidas:** . Japi, Sítio Jurema, Sítio Tanque, Cacimba dos Carreiros e Barra do Japi
- **População Humana Atendida no Final de Plano:**
 - Japi: 4.206 hab.
 - Sítio Jurema: 51 hab.
 - Sítio Tanque: 86 hab.
 - Cacimba dos Carreiros: 129 hab.
 - Barra do Japi: 8 hab.
- **Vazão Requerida no Final de Plano:** 9,45 l/s
- **Adutora:**
 - Extensão da Tubulação: 30.179 m
 - Diâmetro / Material Empregado: DN 150 / FºFº Dúctil Classe K-7
 - Tipo de Assentamento: Aéreo: 6.360 m
Enterrado: 23.819 m
 - Derivações: 04 Derivações para as Comunidades de Sítio Jurema, Sítio Tanque, Cacimba dos Carreiros e Barra do Japi
 - Diâmetro / Material das Derivações: DN 50 / PVC PBA - P_{serviço} = 50 m
- **Bombeamento:**
 - Número / Nome da Estação de Bombeamento: 1 / EB-16/1
 - Número / Tipo de Bombas: 1+1R / Centrífugas de Eixo Horizontal
 - Potência: 60 cv
 - Alimentação Elétrica: Subestação Aérea (12.800/380V), instalada em poste com Potência de 75 kVA
 - Automação: A partir de transmissão de dados e de comunicação de voz via rádio com gerenciamento a partir de controlador lógico programável (PLC) instalado na Estação de Bombeamento. O Dispositivo PLC a ser instalado, possibilita a comunicação do status da operação da EB para uma Central de Operação de toda a Adutora Monsenhor Expedito (Sistema Adutor Agreste/Tairi/Potengi).

2. ESTUDOS ANTECEDENTES

Por solicitação da CAERN, foi elaborado pela TECHNE Engenheiros Consultores S/C Ltda., em Novembro de 2003, o Estudo de Concepção para a Ampliação da Adutora Monsenhor Expedito (Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi).

O estudo acima referido constatou que, para o atendimento adicional das cidade de Japi, a partir da EB-16, de Serra de São Bento e Monte das Gameleiras, a partir da EB-06, e de São Bento do Trairi, Coronel Ezequiel, Campo Redondo e Jaçanã, a partir da EB-17, o alcance do projeto, como concebido originalmente, reduzir-se-ia de 2016 para 2008, considerando a vazão máxima de projeto fixada em 452,32 l/s.

Tendo em vista a necessidade de ampliar a oferta de água pela Adutora Monsenhor Expedito, com a inclusão de novos usuários inicialmente não previstos, e a restrição operacional e também judicial de utilização da Lagoa do Bonfim, a TECHNE desenvolveu um estudo intitulado “Estudo do Reforço Hídrico, pela Incorporação de Novos Mananciais, da Adutora Monsenhor Expedito”, onde são apresentados as opções disponíveis para ampliar a atual oferta de água.

A alternativa recomendada é implantar, em uma primeira etapa, o Sistema Poços Canjoão (vazão máxima de projeto fixada em 480 l/s) e, em seguida, o Sistema Poços Boacica. Com isso, seria possível restabelecer, primeiro, o horizonte de alcance de atendimento do sistema adutor até 2010 e, posteriormente, o horizonte de 2016 (alcance do projeto original da Adutora Monsenhor Expedito).

Ambos os estudos acima citados fazem parte do escopo do mesmo contrato do presente Projeto Básico da Subadutora Japi.

Contudo, para ampliar de 2010 para 2016 o horizonte do projeto, não basta implantar suplementarmente ao Sistema Poços Canjoão o Sistema Poços Boacica; será também necessária a implantação de novas linhas adutoras paralelas, entre as EBs, com os diâmetros indicados na Tabela 6.1 do Relatório do Estudo do Reforço Hídrico, já referido.

Desse modo, dada a dificuldade, sobretudo devida aos custos de implantação, da duplicação das linhas adutoras de praticamente toda a 1ª Etapa do Sistema Adutor Monsenhor Expedito, optou-se, no âmbito do presente projeto, a limitar-se o horizonte de atendimento da Subadutora Japi a 2010, como horizonte último do Projeto Básico ora apresentado.

3. SISTEMA ADUTOR

3.1 INTRODUÇÃO

O Sistema Adutor, que promoverá o suprimento de água potável da cidade de Japi, possui os seguintes elementos:

- a) Derivação da EB-16/Santa Cruz da Adutora Monsenhor Expedito;
- b) Estação de Bombeamento associada a Reservatório que confere ao Sistema uma autonomia operacional de cerca de 1 hora;
- c) Linha Adutora dotada de tubulação, peças acessórios e equipamentos de proteção, com extensão aproximada de 30,2 km.

Nos capítulos seguintes serão apresentadas as descrições dos elementos componentes do Sistema Adutor de Japi.

A Figura 3.1, a seguir, apresenta a situação geográfica da Subadutora japi, assim como as demais novas Subadutoras que estão sendo incorporadas ao Sistema Adutor Monsenhor Expedito.

3.2 VAZÃO DE PROJETO

A vazão de projeto da subadutora foi obtida para o ano 2010, ano de alcance do projeto do Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi, considerando-se a retirada da vazão de suprimento para Japi e demais cidades/comunidades vinculadas à expansão da Adutora Monsenhor Expedito.

O estudo efetuado pela TECHNE Engenheiros Consultores S/C Ltda., encaminhado a CAERN através de Relatório e Nota Técnica de Novembro/2003 e Janeiro/2004, mostrou que o alcance do projeto da Adutora Monsenhor Expedito foi reduzido de 2016 para 2008. Posteriormente este alcance foi ampliado para 2010 (ver Capítulo 2).

Foram utilizados os parâmetros comumente utilizados pelo BIRD/PROÁGUA em projetos de sistemas adutores (vide Projeto do Sistema Adutor Mossoró), que foi posteriormente ajustado para o Projeto da Adutora Monsenhor Expedito.

Desta forma a vazão de projeto da adutora foi obtida através da seguinte expressão:

$$Q = \frac{P \times K_1 \times q}{72.000 \times ef}$$

Onde:

Q = Vazão máxima diária

P = População em habitantes

Taxa de crescimento populacional = Definida através de ajustamento de curva com base nos censos do IBGE nos anos de 1970, 1980, 1991 e 2000

$$q = \text{Consumo per capita} \Rightarrow \begin{cases} 301/\text{hab.dia} - \text{População Rural Servida por Chafariz;} \\ 1001/\text{hab.dia} - \text{População Rural Servida por Rede;} \\ 1201/\text{hab.dia} - \text{População Urbana.} \end{cases}$$

ef = Eficiência de adução $\Rightarrow 95\%$

K₁ = Coeficiente de máximo consumo diário $\Rightarrow 1,2$

Figura 3.1 - Situação Geográfica da Subadutora Japi e Demais Subadutoras que Estão Sendo Incorporadas a Adutora Monsenhor Expedito

A3

Na Tabela 3.1 observa-se a evolução das demandas da cidade de Japi até o ano de alcance do projeto.

Tabela 3.1 - Subadutora Japi - Evolução das Demandas para Tempo de Operação de 20 Horas

Ano	População (Hab.)		Demanda (l/s)
	Urbana	Rural	
2004	3.995	331	9,00
2005	4.036	335	9,08
2006	4.075	337	9,17
2007	4.112	341	9,24
2008	4.145	344	9,31
2009	4.177	348	9,38
2010	4.206	352	9,45

3.3 DEFINIÇÃO DO DIÂMETRO ECONÔMICO

A Subadutora Japi teve o seu diâmetro definido através de um estudo que considerou a possível utilização de tubulações componentes da linha adutora nos diâmetros 100 mm, 150 mm e 200 mm. Foi escolhido o diâmetro econômico resultante do estudo, de 150 mm.

No estudo econômico foram considerados para cada um dos diâmetros estudados os custos de fornecimento das tubulações e das Estações de Bombeamento.

Foram também considerados os custos anuais de energia elétrica, que devidamente convertidos para valores atuais, foram combinados com os custos de investimento (construção).

Da combinação dos custos de investimentos e dos operacionais foi gerada uma curva que definiu o diâmetro econômico da subadutora apresentado no Gráfico 3.1 (Valores retirados da Tabela 3.2).

- Obs.: 1) Os custos de fornecimento das tubulações em ferro fundido dúctil de diâmetros 100, 150 e 200 mm foram obtidos diretamente com um fabricante;
- 2) As potências das estações de bombeamento foram avaliadas considerando-se um rendimento médio das bombas centrífugas de 70% e dos motores elétrico de 90%;
- 3) Os custos das estações de bombeamento foram obtidos de curvas paramétricas que correlacionam as potências estimadas em cv, aos custos por unidade de potência, em R\$/cv. Essas curvas foram apresentadas no Estudo de Ampliação do Sistema Adutor Monsenhor Expedito - Estudo de Concepção, elaborado pela TECHNE, para a CAERN, em Novembro de 2003;
- 4) Os custos de consumo de energia correspondem aos praticados pela concessionária COSERN.

Tabela 3.2 - Cálculo do Diâmetro Econômico da Subadutora Japi

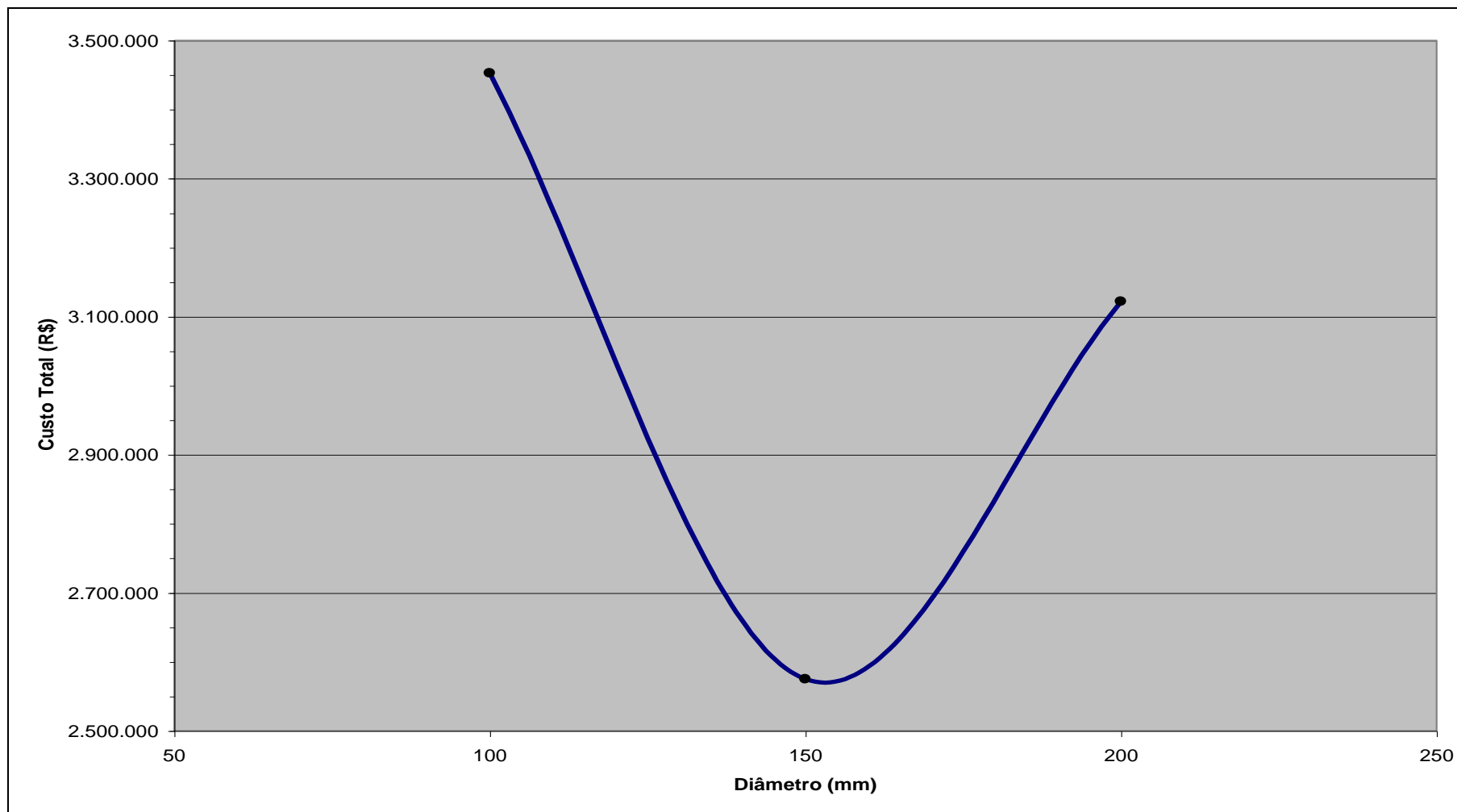
DN	Q (m³/s)	Extensão (m)				R	K (m)	G (m/s²)	f	A (=1)	Hg ₁ (m)	Hg ₂ (m)	Hg ₃ (m)
		Total	L ₁	L ₂	L ₃								
100	0,00945	30.179	9.400	10.000	10.779	120.382,1656	0,00020	9,81	0,0248	0,99995	87,00	28,00	-20,00
150	0,00945	30.179	30.179	0	0	80.254,7771	0,00020	9,81	0,0237	0,99999	73,06	0,00	0,00
200	0,00945	30.179	30.179	0	0	60.191,0828	0,00020	9,81	0,0235	1,00100	73,06	0,00	0,00

DN	J (m/m)	Hm ₁ (m)	Hm ₂ (m)	Hm ₃ (m)	n (anos)	Nº de Horas de Bombeamento	Potência (cv)			Custo (R\$)			Custo Anual de Energia
							EB1	EB2	EB3	EB1	EB2	EB3	
100	0,01834587	259,45	211,46	177,75	5,00	20	51,89	42,29	35,55	447.645,00	425.348,00	407.292,00	31.470,63
150	0,00230312	143,59	0,00	0,00	5,00	20	28,78	0,00	0,00	386.359,00	0,00	0,00	6.981,79
200	0,0005421	90,76	0,00	0,00	5,00	20	18,15	0,00	0,00	344.338,00	0,00	0,00	4.403,34

DN	Consumo (R\$/kWh)	Custo Adutora		i (%)	Fator	Valor Atual Custo Energia (R\$)	TOTAL (R\$)
		R\$/m	Total R\$				
100	0,04515	68,22	2.058.811,38	12,00	3,60	113.444,59	3.452.541,00
150	0,04515	71,69	2.163.532,51	12,00	3,60	25.167,80	2.575.059,00
200	0,04515	91,50	2.761.378,50	12,00	3,60	15.873,07	3.121.590,00

	Diâmetro Econômico da Adutora.
--	--------------------------------

Gráfico 3.1 - Curva do Diâmetro Econômico da Subadutora Japi



3.4 DESCRIÇÃO DO SISTEMA ADUTOR

O Sistema Adutor da Subadutora Japi é constituído dos seguintes elementos:

- Derivação da Adutora Monsenhor Expedito;
- Estação de Bombeamento - EB-16/1;
- Linha Adutora;
- Derivações para Comunidades Situadas ao Longo do seu Trajeto para Alimentação de Chafarizes.

Apresenta-se a seguir uma descrição de cada um desses elementos.

3.4.1 Derivação da Adutora Monsenhor Expedito

A derivação da Adutora Monsenhor Expedito será feita a partir do poço de sucção da EB-16. Promover-se-á uma comunicação do poço de sucção da Estação de Bombeamento de Japi (EB-16/1) com o da EB-16, existente, do tipo “vasos comunicantes”, através de uma tubulação de diâmetro de 200 mm de DEF^oF^o Dúctil.

3.4.2 Estação de Bombeamento

Para promover a elevação mecânica da água, o projeto prevê uma Estação de Bombeamento a ser construída em local adjacente a EB-16 da Adutora Monsenhor Expedito, dentro da área da EB-16, em terreno de propriedade da CAERN.

No ponto de derivação foi instalado um “by-pass” para captação direta na Adutora Monsenhor Expedito, em caso de parada da EB-16 para lavagem do poço de sucção.

O sistema de recalque terá uma autonomia de operação de cerca de 1 hora, assegurada por um reservatório de compensação, a ser implantado ao lado da Estação, com volume útil de cerca de 36 m³.

A Estação de Bombeamento terá sua obra civil constituída de dois compartimentos.

O primeiro, interligado ao reservatório de compensação, funcionará como poço de sucção, abrigando dois conjuntos moto-bombas associados em paralelo (um efetivo e outro de reserva) que serão alimentados pelas tubulações de sucção, de diâmetro 200 mm, dotadas de juntas de montagens e válvulas gavetas para possibilitar a retirada dos conjuntos moto-bombas.

As bombas funcionarão afogadas pelos níveis d’água do poço de sucção em qualquer circunstância.

O recalque será feito por linhas de descarga verticais, através de tubulações de diâmetro 100 mm, dotadas de válvulas de retenção e controladora de bomba, do tipo Bermad ou similar, e registro de gaveta.

As linhas de descarga serão interligadas através de um barrilete de diâmetro de 150 mm, onde será instalado um medidor de vazão do tipo eletromagnético e manômetro, na saída, em ponto próximo à interligação do barrilete com a adutora.

O segundo compartimento é composto de sala de comando, depósito, escritório e banheiro.

Os dados operacionais do conjunto moto-bomba da EB são:

- Vazão: 9,45 l/s
- Altura Manométrica Máxima: 143,59 m
- Rotação: 3.500 rpm
- Potência: 60 cv
- N.º de Unidades: 2 (1+1R) Operação sob forma de rodízio

As válvulas previstas no sistema de descarga das bombas, que operarão sob uma pressão de serviço de ordem de 150 m, foram especificadas com classe de pressão PN-16. As tubulações de descarga, bem como o barrilete, foram especificados com classe de pressão PN-16, que, em se tratando de tubos, peças e acessórios de ferro fundido dúctil, segundo informações do fabricante, admitem para a pressão máxima de serviço os seguintes valores:

- DN 100 3,0 MPa;
- DN 150 3,0 MPa.

A operação da Estação de Bombeamento será supervisionada e controlada em função do nível d'água do reservatório, através de automação a partir de transmissão de dados dos níveis d'água do reservatório. No Capítulo 5, apresenta-se a descrição do Sistema de Automação previsto.

Os Desenhos PJ-PB-HD-EB-001-R0 a PJ-PB-HD-EB-002-R0 mostram as características das instalações da Estação de Bombeamento, localização e urbanização; os Desenhos PJ-PB-EL-EB-001-R0 a PJ-PB-EL-EB-009-R0 os projetos de suprimento elétrico.

3.4.3 Linha Adutora

O projeto da adutora foi realizado a partir de levantamento topográfico, fornecido pela CAERN, constando de planta com cadastro e perfil longitudinal, na escala 1:2.000 (H) e 1:200 (V).

No trecho compreendido entre a EB-16 (existente) e o trevo rodoviário de acesso a Japi, o projeto foi elaborado a partir do levantamento topográfico do Projeto da Adutora Monsenhor Expedito “as built”.

A Linha Adutora que suprirá a cidade de Japi funciona por recalque e terá uma extensão de cerca de 30.179 m, sendo 23.819 m com assentamento enterrado e 6.360 m aéreo, apoiado em pilares de concreto, sendo constituída de tubulações de ferro fundido dúctil, classe K-7, de diâmetro 150 mm.

As travessias dos rios Trairi e Japi serão feitas através das longarinas das pontes e dos talvegues através de tubulação “envelopada”. (ver Desenho PJ-PB-HD-AD-023-R0)

O posicionamento da linha adutora em relação ao terreno foi projetado de acordo com o topo rochoso, inferido a partir do levantamento geológico-geotécnico. A partir dessas informações foram definidos os trechos de assentamento enterrado e aéreo.

Os parâmetros operacionais da adutora são:

- Vazão:9,45 l/s
- Diâmetro: 150 mm
- Perda de Carga Unitária: 2,30 m/km
- Velocidade:0,54 m/s

Os Desenhos PJ-PB-HD-AD-001-R0 a PJ-PB-HD-AD-021-R0 apresentam a planta e o perfil da adutora.

O detalhamento ponto a ponto se encontra no Anexo 2 - Detalhamento dos Nós.

3.4.4 Derivação para Chafarizes

Para suprimento das comunidades de Sítio Jurema, Sítio Tanque, Cacimba dos Carreiros e Barra do Japi foram previstas, ao longo da linha adutora, 04 (quatro) pontos de derivação onde serão instalados válvulas redutoras de pressão e limitadoras de vazão, válvulas de gaveta e placa de orifício, cujas classes de pressão serão definidas no campo, quando da instalação.

Os chafarizes serão alimentados através de linhas adutoras de 50 mm de diâmetro.

O Desenho PJ-PB-HD-AD-023-R0 apresenta a referida obra tipo.

3.4.5 Equipamentos de Proteção

3.4.5.1 Ventosas

Ao longo da linha adutora foram previstas ventosas para permitir a admissão e expulsão de ar durante a operação normal e durante os períodos de enchimento e esvaziamento da mesma.

Estes equipamentos impedem a formação de bolsões de ar na tubulação que causariam redução de seção de escoamento, com conseqüente redução de vazão.

Utilizou-se apenas ventosas de tríplex função pelo fato destes aparelhos minimizarem os efeitos de eventuais transientes ao longo da linha adutora.

O posicionamento das ventosas, baseou-se nos seguintes critérios:

- Pontos altos da adutora;
- Longos trechos horizontais; neste caso a cada 500 m.

Conhecida a vazão da linha, e adotando-se um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento do enchimento ou esvaziamento da canalização (geralmente adota-se 3,5 m.c.a.), obtém-se um ponto que dará a dimensão da ventosa utilizada.

Foi definido desta forma o diâmetro de 50 mm.

Os detalhes das caixas de ventosas estão no Desenho PJ-PB-HD-AD-022-R0.

3.4.5.2 Descargas de Fundo

Nos locais mais baixos da linha adutora foram previstos pontos de drenagem, destinados a esgotar a água dos tubos por ocasião de reparos e limpeza. Foi adotado o diâmetro de 100 mm para as descargas.

Os detalhes das descargas de fundo estão no Desenho PJ-PB-HD-AD-022-R0.

3.4.5.3 Válvulas de Bloqueio

Foi prevista a instalação de uma válvula de bloqueio na linha adutora de forma a subdividi-la em duas partes, facilitando o esvaziamento da linha quando da operação de manutenção. A válvula de bloqueio será instalada na estaca 840. (ver Desenho PJ-PB-HD-AD-022-R0)

3.4.6 Obras Civis

3.4.6.1 Assentamento da Tubulação

a) Assentamento Enterrado

As tubulações serão enterradas a uma profundidade mínima de 0,8 m acima da geratriz superior do tubo. A esta profundidade, a maioria dos veículos pode trafegar sem afetar o tubo.

O material de reaterro da vala deverá estar isento de pedregulhos e deverá ser compactado a 90% do Proctor Normal.

O assentamento da adutora em valas será realizado sobre berço de areia e o reaterro em material de 1ª categoria.

b) Assentamento Aéreo

Nos trechos com afloramento rochoso, ou de ocorrência de rocha a pequena profundidade, a adutora será assentada em pilaretes de concreto com abraçadeiras na razão de uma por tubo. O pilarete sempre se localizará nas proximidades das bolsas dos tubos. (ver Desenho PJ-PB-ET-AD-001-R0)

Nas travessias de talvegues, na entrada de propriedades, no cruzamento com estradas e na área de perímetro urbano, a adutora deverá ser enterrada.

O detalhe dos blocos de ancoragem da adutora com assentamento aéreo e enterrado, bem como a transição aérea-enterrada se encontra no Desenho PJ-PB-ET-AD-002-R0.

3.4.6.2 Caixas de Proteção

Os dispositivos que serão instalados em caixas de proteção serão:

- Ventosas;
- Descargas de fundo.

As caixas serão em alvenaria de tijolo e terão função apenas de proteger os dispositivos acima referidos.

Para a drenagem, foi previsto um colchão de brita de 20 cm no fundo da caixa que não será dotada de laje de fundo. A tampa será em concreto para garantir a proteção dos equipamentos.

3.4.6.3 Blocos de Ancoragem

São estruturas em concreto ciclópico ou armado com a função de absorver os impactos causados pelas variações de fluxo na adutora. Estão localizados nas seguintes peças:

- Tês de derivação;
- Reduções;
- Curvas.

3.4.6.4 Derivação para Chafarizes

Na derivação para os chafarizes foram previstas caixas que abrigarão as válvulas de controle do tipo “Bermad” ou similar que possuem as seguintes funções:

- Reduzir a pressão de montante a um valor pré-determinado a jusante;
- Manter a pressão de jusante constante independente da variação de pressão de montante;
- Ter mecanismo de fechamento automático quando a pressão a montante cair abaixo de um determinado valor, impedindo assim que seja retirada água da tubulação quando a bomba da EB estiver desligada;
- Definir a vazão derivada.

As tubulações de alimentação dos chafarizes terão extensões variáveis e diâmetro de 50mm.

Os seus traçados serão definidos no campo, por ocasião da implantação dos chafarizes.

No Desenho PJ-PB-HD-AD-024-R0 pode ser observado o chafariz tipo.

4. ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

4.1 DIAGNÓSTICO DO FENÔMENO

Para a Subadutora Japi, que se constitui na linha de recalque da Estação de Bombeamento EB-16/1, foi elaborado o cálculo das máxima e mínima pressões na saída da bomba, quando do evento da interrupção do fornecimento de energia elétrica, visando a verificação da ocorrência do fenômeno da separação da coluna líquida.

Para tal finalidade foi utilizada a metodologia recomendada pela Norma P-NB-591/77 em seu Anexo J.

Foram adotados os seguintes dados, para elaboração dos cálculos:

$$H_0 = 143,59 \text{ m}$$

$$Q_0 = 0,00945 \text{ m}^3/\text{s}$$

Equação da curva da bomba:

$$H_0 = AN_0^2 + BN_0Q_0 + CQ_0^2$$

Onde,

- | | |
|---|--|
| - $A = 0,041763$ | - $a = 1.202 \text{ m/s}$ |
| - $B = 12,6756$ | - $\Delta h = 74,10 \text{ m}$ |
| - $C = -59.084$ | - $f = 0,023$ |
| - $Z_G = 74,40 \text{ m}$ | - $D = 0,15 \text{ m}$ |
| - $N_0 = 58,33$ | - Potência da Bomba (kgm.s) = 3.759,50 |
| - $Q_b = 0,0093$ | - Potência Total (cv) = 50 |
| - $n = \text{Número de Bombas} = 1$ | - Rotação (rpm) = 3.500 |
| - $(s) = 0,00014415$ | - Número de Pólos = 2 |
| - $H_e = 0,10 \text{ m}$ | - Cota do Eixo da Bomba = 255,92 m |
| - Inércia = $0,30 \text{ kg} \times \text{m}^2$ | |

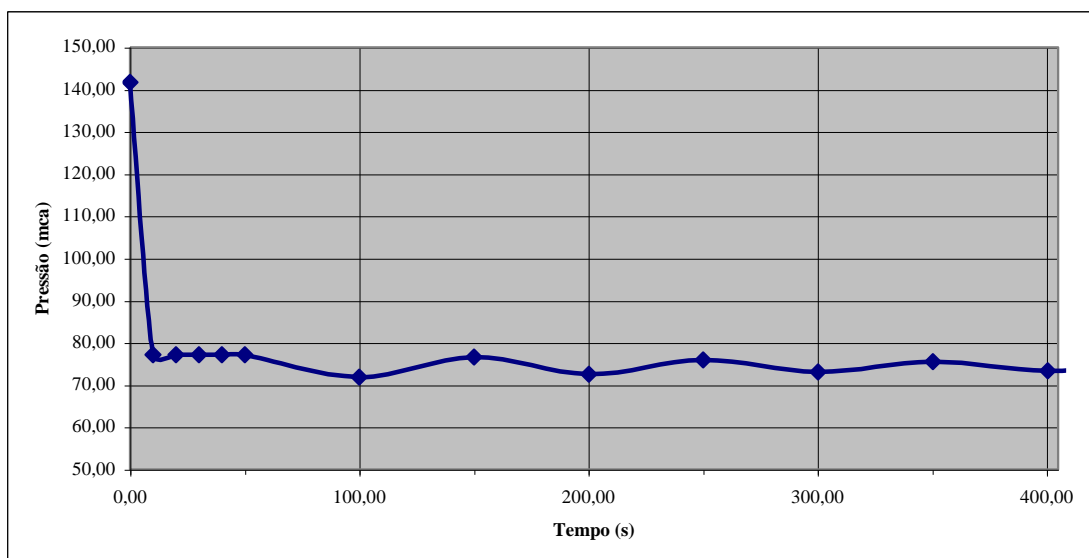
Na Tabela 4.1 apresenta-se a variação das pressões na saída da bomba após a paralisação do fornecimento de energia elétrica ao motores, com o sistema de recalque (linha adutora), sem contar com qualquer equipamento de proteção.

No Gráfico 4.1 é ilustrado esta a variação de pressão em relação ao tempo de operação (segundos) da Adutora Japi.

Tabela 4.1 - Variações das Pressões na Saída das Bombas Após a Paralisação do Fornecimento de Energia Elétrica - Sistema Sem Proteção

T (s)	N (T)		Q(m³/s)	Pressão (m)	Cota Piez. (m)
	(rps)	(rpm)			
0,00	58,33	3500,00	0,01	143,59	399,42
10,01	5,75	344,95	0,00	77,11	333,65
20,02	3,02	181,42	0,00	77,11	333,65
30,03	2,05	123,07	0,00	77,11	333,65
40,04	1,55	93,12	0,00	77,11	333,65
50,05	1,25	74,90	0,00	77,11	333,65
100,10	0,63	37,85	0,00	71,92	328,46
150,14	0,42	25,33	0,00	76,58	333,12
200,19	0,32	19,03	0,00	72,53	329,07
250,24	0,25	15,24	0,00	75,99	332,53
300,29	0,21	12,71	0,00	73,05	329,59
350,34	0,18	10,90	0,00	75,54	332,08
400,39	0,16	9,54	0,00	73,43	329,97
450,43	0,14	8,48	0,00	75,24	331,78
500,48	0,13	7,64	0,00	73,68	330,22
550,53	0,12	6,94	0,00	75,03	331,57
600,58	0,11	6,37	0,00	73,85	330,39
650,63	0,10	5,88	0,00	74,89	331,43
700,68	0,09	5,46	0,00	73,96	330,50
750,72	0,08	5,09	0,00	74,79	331,33
800,77	0,08	4,78	0,00	74,05	330,59
850,82	0,07	4,50	0,00	74,72	331,26
900,87	0,07	4,25	0,00	74,11	330,65
950,92	0,07	4,02	0,00	74,66	331,20
1000,97	0,06	3,82	0,00	74,16	330,70
1051,01	0,06	3,64	0,00	74,62	331,16
1101,06	0,06	3,48	0,00	74,20	330,74

Gráfico 4.1 - Variação de Pressão x Tempo - Adutora Japi



4.2 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos da Tabela 4.1, conduziu à seguinte conclusão básica:

- Verificou-se um rebaixamento de pressão até um valor de 77,11 m, partindo de 143,59 m;
- Não se registrou a ocorrência de subpressão na seção de saída da bomba;
- A análise das envoltórias de subpressões e sobrepressões que são apresentadas na Figura 4.1 mostrou que não há necessidade da instalação de qualquer equipamento de proteção contra os efeitos de transientes hidráulicos.
- Para as operações rotineiras de ligação e desligamento da bomba prevê-se, para a proteção das bombas, a instalação, nas linhas de descarga das mesmas, de válvulas protetoras de bombas. Este tipo de válvula evita golpes de ariete quando a bomba liga e desliga, fechando imediatamente quando há quebra de corrente, também funcionando como válvula de retenção.

Figura 4.1 - Estudo de Transientes Hidráulicos - Perfil Reduzido e Envoltórias de Pressão

(A3)

5. SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO E DE AUTOMAÇÃO

5.1 SISTEMA DE SUPRIMENTO ELÉTRICO

5.1.1 Dados Básicos

Para a elaboração do Projeto Básico do sistema elétrico, foram consultados, preliminarmente, os seguintes projetos e documentos:

- Planejamento Físico da Área do Projeto;
- Projeto Hidráulico e Civil das Estações Elevatórias de Água Bruta;
- Oferta de Energia Elétrica na Região Operada pela Concessionária Local;

5.1.2 Critérios de Projeto

O critério do projeto elétrico foi baseado estritamente nas normas da ABNT, Normas Internacionais para equipamentos, e nas normas específicas das Concessionárias CAERN e COSERN.

5.1.3 Descrição do Sistema de Suprimento Elétrico

Na região, predomina a oferta de energia derivada de sistema de distribuição primária em 13.800 Volt, e secundária em 380/220V, operados pela COSERN, para atendimento a cargas de alimentação comercial, domiciliar, iluminação, pública. A concessionária COSERN desenvolverá estudos para atendimento das cargas acima, definindo, dessa forma, os respectivos PDE's/Pontos de Ligação.

Em função da capacidade instalada nos pontos de consumo, e de acordo com o prescrito nas diretrizes do órgão regulador ANEEL. - Agencia Nacional de Energia Elétrica, e nos critérios da Concessionária, este projeto levou em consideração a existência de condições que garantem a alimentação das cargas recebendo energia no nível de tensão primária, (média tensão) 13.800-380/220V.

5.1.4 Premissas para Desenvolvimento de Estudos

- As potências instaladas foram calculadas a partir da necessidade total, em kW, das cargas de motores e serviços auxiliares, (considerando o rendimento dos motores e o fator de potência corrigido para 95%) e, subseqüentemente, convertida em potência equivalente em kVA, e a seguir, compatibilizadas com o normativo da COSERN;
- No presente projeto, por orientação do corpo técnico da CAERN, os motores com potência menor ou igual a 5CV deverão ser acionados por partida direta à plena tensão. Acima dessa potência os motores deverão ser acionados pelo método de redução de tensão mediante o emprego de chave de partida suave (Chave Estática);

- Os motores trifásicos serão alimentados no nível de tensão de 380V;
- As cargas dos serviços auxiliares (iluminação e tomadas para eventual serviço de manutenção), deverão ser alimentadas em 380/220V;
- Os condutores elétricos foram dimensionados levando em conta a capacidade de condução em condições de regime das cargas, da condição de curto circuito e, queda de tensão na partida dos motores;
- Nas condições acima, foram realizadas simulações para determinação das condições técnicas de projeto para o dimensionamento da rede de alimentação dos motores, a fim de assegurar níveis aceitáveis de queda de tensão, em regime, conforme preconiza a NBR-5410/97. Foi considerado, também como premissa, o limite de 10% para a queda de tensão, no ramal do motor em relação ao PDE, no ato de partida do mesmo;
- Para assegurar maior confiabilidade ao sistema de MPCC, (medição, proteção, comando e controle), deverá ser prevista, para alimentação dos circuitos de comando dos equipamentos, a instalação de estabilizador de tensão, a fim de garantir tensão estabilizada (220V) e imune aos transientes decorrentes das partidas dos motores;
- O projeto de iluminação, interna e externa, foi desenvolvido propondo uma solução simples, porém bastante confiável e eficiente, sob o ponto de vista da luminotécnica;
- Foi considerado para cálculo, o nível de iluminância de 250lux para a iluminação interna e de 12lux para as áreas externas;
- O projeto de sistema de aterramento das estações, subestações e dos equipamentos elétricos, foi desenvolvido observando o critério de segurança física para o pessoal de operação e, de proteção dos equipamentos quanto a eventuais surtos de tensão decorrentes de manobras, e/ou, descargas atmosféricas;
- O SPDA foi desenvolvido com base no modelo eletro-geométrico e em função de informações estatísticas quanto ao nível cerâmico da região;
- Em virtude da legislação tarifária, o Fator de Potência da instalação deverá situar-se, no mínimo, em 92%, entretanto, no presente projeto foi considerada a correção para 95%. A compensação será feita mediante a injeção de reativos com o uso de capacitores trifásicos, para correção em grupo (transformador e motores).

5.1.5 Finalidade

O presente projeto destina-se ao suprimento de energia elétrica para atendimento das cargas principais (motores elétricos de acionamento de bombas hidráulicas para abastecimento d'água) e demais cargas auxiliares (pontes rolantes, iluminação interna e externa, e tomadas de energia para eventuais pequenos serviços de manutenção) da Estação Elevatória EB-16/1.

5.1.6 Potência Instalada

As cargas elétricas instaladas na Estação estão demonstradas na Tabela 5.1 a seguir correspondente ao apresentado na respectiva memória de cálculo.

Tabela 5.1 - Apresentação das Potências Instaladas em Motores e Outras Cargas

Estação Elevatória - EEAB 13,8 - 0,38kV				
Carga 3Ø	Quant.	Potência		Total kW Instalado
		cv	kW(*)	
Motor trifásico	2	60,00	53,57	107,14
Motor trifásico	1	1,00	0,94	0,94
Iluminação Interna/Externa			5,00	5,00
Tomada 3Ø p/manutenção	1		10,53	10,53
Tomada 1Ø p/manutenção	1		2,19	2,19

(*) potência em kW considerando o rendimento elétrico dos motores;

(**) em decorrência das condições operacionais, dos motores instalados, um se constituirá em RESERVA TÉCNICA.

Observa-se, entretanto, que as cargas aqui indicadas não representam a demanda efetiva a ser requerida pela Estação (conforme dito acima) em virtude do regime de operação das bombas que ocorrerá sempre com um dos conjuntos de moto-bomba como reserva operacional.

Como consequência, a demanda efetiva a ser requerida ao sistema alimentador da Concessionária deverá atender ao quadro de cargas representado pelas grandezas apresentadas na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Determinação das Potências Efetivas

Estação Elevatória - EEAB TRAFO - 13,8 - 0,38kV				
Carga 3Ø	Quant.	Potência		Total kW Instalado
		cv	kW	
Motor trifásico	1	60,00	53,57	53,57
Motor trifásico	1	1,00	0,94	0,94
Iluminação Interna/Externa			5,00	5,00
Tomada 3Ø p/manutenção	1		10,53	10,53
Tomada 1Ø p/manutenção	1		2,19	2,19
POTÊNCIA REQUERIDA (**) - kVA				64,95
POTÊNCIA INSTALADA EM TRAFO - kVA				75,00

(*) considerando: f.p.=0,95 (corrigido) e o rendimento do motor;

(**) considerando fator de demanda = 0,75.

5.1.7 Subestação Principal

A subestação será do tipo aérea, com potência instalada conforme mostrado acima, e localizada, nas proximidades da edificação da Estação Elevatória, e será alimentada na tensão de 13.800 V por meio de conexão à rede de distribuição da COSERN.

5.1.7.1 Entrada de Serviço

Para a instalação acima, a entrada de serviço será constituída por, Ramal de Ligação e Ramal de Entrada, aéreo conforme mostrado nos desenhos de referência.

Serão empregados materiais elétricos de comprovada qualidade e fabricados em estrita obediência ao preconizado pelas Normas da CAERN, COSERN, ABNT e Normas Internacionais quando aplicáveis.

O ramal de ligação aéreo será projetado e executado pela COSERN.

A Tabela 5.3 abaixo resume a situação para a Estação aqui considerada.

Tabela 5.3 - Resumo do Ramal de Ligação Aéreo

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - RAMAL DE LIGAÇÃO	
TIPO	Aéreo
CONDUTOR	Dimensionado para COSERN
POSTE AUXILIAR	300/10

5.1.7.2 Proteção Primária

a) **Contra Sobre-Tensão**

A subestação será protegida contra sobre-tensão mediante o emprego de pára-raios de 12kV, para rede de distribuição, (sistema de 13.800 Volts com neutro aterrado), com capacidade de descarga, mínima, de 10 kA, cabo de escomaneto em cobre nu de seção de 50mm², instalados na estrutura do PDE.

b) **Contra Sobre-Corrente - Proteção Primária**

A Subestação será protegida mediante o emprego de corta-circuito fusível, classe de tensão de 15kV corrente nominal de 100 A com elos fusíveis a serem dimensionados pela COSERN.

5.1.7.3 Proteção Secundária

a) **Contra Sobre-Tensão**

A instalação será protegida contra sobre-tensão mediante o emprego de pára-raios de 380V, para sistema de alimentação secundário, (sistema de 380 Volts com neutro aterrado), com capacidade de descarga, mínima, de 5 kA, instalados na barra geral do QGDFC.

b) **Contra Inversão/Falta de Tensão**

A instalação será protegida contra inversão/falta de tensão mediante o emprego de relê supervisor trifásico, de 380V, instalado na barra geral do QGDFC.

c) Contra Sobre-Corrente

Será obtida mediante a instalação de disjuntor geral na barra de entrada do QGDFC bem como, para cada ramal de motor.

Os disjuntores serão dotados de disparador eletrônico de sobrecorrente para proteção contra sobrecarga e curto-circuito, demais características conforme Tabela 5.4 abaixo e mostrado no diagrama unifilar.

Tabela 5.4 - Disjuntores Tripolar

PROTEÇÃO SECUNDÁRIA DISJUNTOR TRIPOLAR	SUBESTAÇÃO	
	GERAL	MOTORES
TENSÃO DE ISOLAMENTO	500V	500V
CAPACIDADE NOMINAL	160 A	95 A
CAPAC. DE INTERRUPÇÃO	$\geq 5\text{kA}$	$\geq 5\text{kA}$

5.1.7.4 Aterramento

A instalação terá todos os equipamentos: para-ráios, carcaça e neutro do transformador, quadro de medição, CCM's e demais partes metálicas (não energizadas), devidamente aterradas, mediante o emprego de cabo de cobre nu, flexível, têmpera mole, conforme descrito na memória de cálculo.

O sistema de aterramento consistirá de cabo e eletrodos de aterramento com as seguintes características:

- sistema único, interligado e sem emendas;
- condutor de escoamento em cabo de cobre nu, têmpera mole protegido mecanicamente por eletroduto de PVC rígido;
- haste de aterramento, em aço com revestimento de cobre;
- posição de enterramento na vertical, em formação de malha.

A resistência final do sistema de aterramento não deverá ser superior a 10 ohms em qualquer época do ano.

Tabela 5.5 - Sistema de Aterramento

SISTEMA DE ATERRAMENTO	
COND. ESCOAMENTO (mm ²)	35
HASTE DE TERRA (Ø" x m)	3/4" x 3
ELETRODUTO PROTEÇÃO (PVC)	1"

5.1.7.5 Medição de Faturamento

Considerando as potências instaladas na subestação, a medição será feita no lado do circuito de baixa tensão (380V), à montante do disjuntor geral de entrada (proteção secundária) conforme preconizam as Normas da COSERN.

Será feita a medição de: energia ativa (kW-h), demanda (kW) e à critério da COSERN, a energia reativa (kVAr-h).

a) Cabos de Alta Tensão

No trecho aéreo da entrada os cabos de alta tensão serão em alumínio de 1/0AWG.

b) Cabos de Baixa Tensão - 380 V

Seção - Os cabos condutores de energia que serão empregados na instalação serão compostos de fios de cobre, têmpera mole, com isolamento de composto termofixo (EPR/XLPE), cobertura de PVC, tipo unipolar, classe de tensão de 0,6/1 kV e fabricados de acordo com as Normas da ABNT.

Tabela 5.6 - Cabos Condutores da Estação Elevatória

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EEAT	
CABOS CONDUTORES	mm ²
SECUND. TRANSFORMADOR PRINCIPAL	50
RAMAL DO MOTOR	35
SERV. AUXILIARES	6 - 4 - 2,5 e 1,5

Instalação - Os cabos (alimentação dos motores, iluminação, etc.) serão instalados de forma mista (canaleta, eletrocalha, duto flexível, etc.) conforme mostrado nos detalhes do projeto.

5.1.7.6 Conexões Elétricas

Todas as conexões elétricas serão do tipo “a parafuso/cavilhada” com arruela de pressão.

Não serão empregadas conexões soldadas (com exceção das conexões especiais do sistema de aterramento que deverão ser do tipo solda exotérmica).

5.1.7.7 Proteção Contra Incêndio

Foi previsto extintor de incêndio, Classe "C", de pó químico seco, de 6kg instalado do lado de fora da edificação da Estação Elevatória e próximo à subestação.

5.1.8 Condições Operacionais

5.1.8.1 Proteção dos Motores

A proteção contra curto-circuito será obtida mediante a instalação de disjuntor-motor de proteção do ramal do respectivo motor.

O dimensionamento desses disjuntores acha-se conforme a respectiva memória de cálculo.

Os disjuntores serão dotados de disparador eletrônico de sobrecorrente para proteção contra sobrecarga e curto-circuito, demais características conforme Tabela 5.7 abaixo.

Tabela 5.7 - Características do Ramal dos Motores

RAMAL DOS MOTORES PRINCIPAIS	
PROTEÇÃO SECUNDÁRIA	EEAT
TENSÃO DE ISOLAMENTO	500V
CAPACIDADE NOMINAL	95 A
CAPAC. DE INTERRUPÇÃO	$\geq 5\text{kA}$

A proteção contra sobrecarga, sub-carga, inversão ou falta de fase, será provida pelo sistema de proteção incorporado na Chave de Partida (soft-starter).

5.1.8.2 Partida de Motores

Os estudos demonstrados no capítulo da Memória de Cálculo relativo às condições de partida desses motores, concluem pela necessidade do emprego de método de partida com limitação da corrente em razão dos valores encontrados para a Queda de Tensão decorrente da partida dos mesmos.

Dessa forma torna-se necessária a adoção de dispositivos atenuadores de corrente de partida, resultando na aplicação de acionadores de partida tipo Chave Estática, com valores calculados para as quedas de tensão dentro dos limites preconizados pela NBR-5410/97.

5.1.8.3 Alternância dos Motores das Bombas

O conjunto de bombas para a formação da sequência da ordem de entrada em operação deverá levar em conta a bomba que estava na posição de RESERVA OPERACIONAL.

Para a realização dessa configuração, seguindo os critérios apresentados pela CAERN, foi projetado sistema de comando/controle para alternância das bombas baseado em configuração a ser efetuada, automaticamente, pelo sistema de comando/controle da Estação.

5.2 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

A operação da Estação de Bombeamento da Subadutora Japi será supervisionada e controlada em função do nível de água do reservatório a jusante da cidade de Japi (operado pela CAERN), o qual será abastecido pela operação da bomba da EB-16/1, bem como pelo nível d'água no reservatório de montante (supridor).

O gerenciamento das ordens de partida/parada das bombas será feito por Controlador Lógico Programável - PLC instalado na Estação de Bombeamento.

Os sinais analógicos/digitais necessários à operação/interpretação do PLC serão transmitidos por meio de ondas de rádio VHF/UHF.

O Controlador Lógico Programável efetuará o rodízio da sequência de entrada em operação das bombas, sempre que for iniciado um novo ciclo de trabalho.

Por novo ciclo de trabalho, entende-se o ciclo seguinte a cada vez que o reservatório encher, ou seja, ao ser desligada a bomba que se encontrava em operação encerra-se um ciclo de trabalho, ao ser necessário novo bombeamento para reposição do reservatório, será iniciado novo ciclo de trabalho. Nessa situação será realizado inicialmente o rodízio das bombas (a efetiva e a reserva), para novo ciclo de operação das mesmas.

O PLC além de prever situações de contingências decorrentes de anormalidades operacionais, quer de naturezas elétrica, hidráulica ou mecânica, deverá realizar as seguintes funções relativas aos equipamentos elétricos:

- ordem de partida dos grupos;
- sequência de religação dos grupos;
- segurança dos grupos;
- segurança da estação;
- sinalização e sequência de alarmes.

O PLC deverá levar em conta a integridade das informações que deverão ser supervisionadas/controladas. O PLC deverá ser dimensionado para o equipamento completo da Estação (para todos os dois grupos).

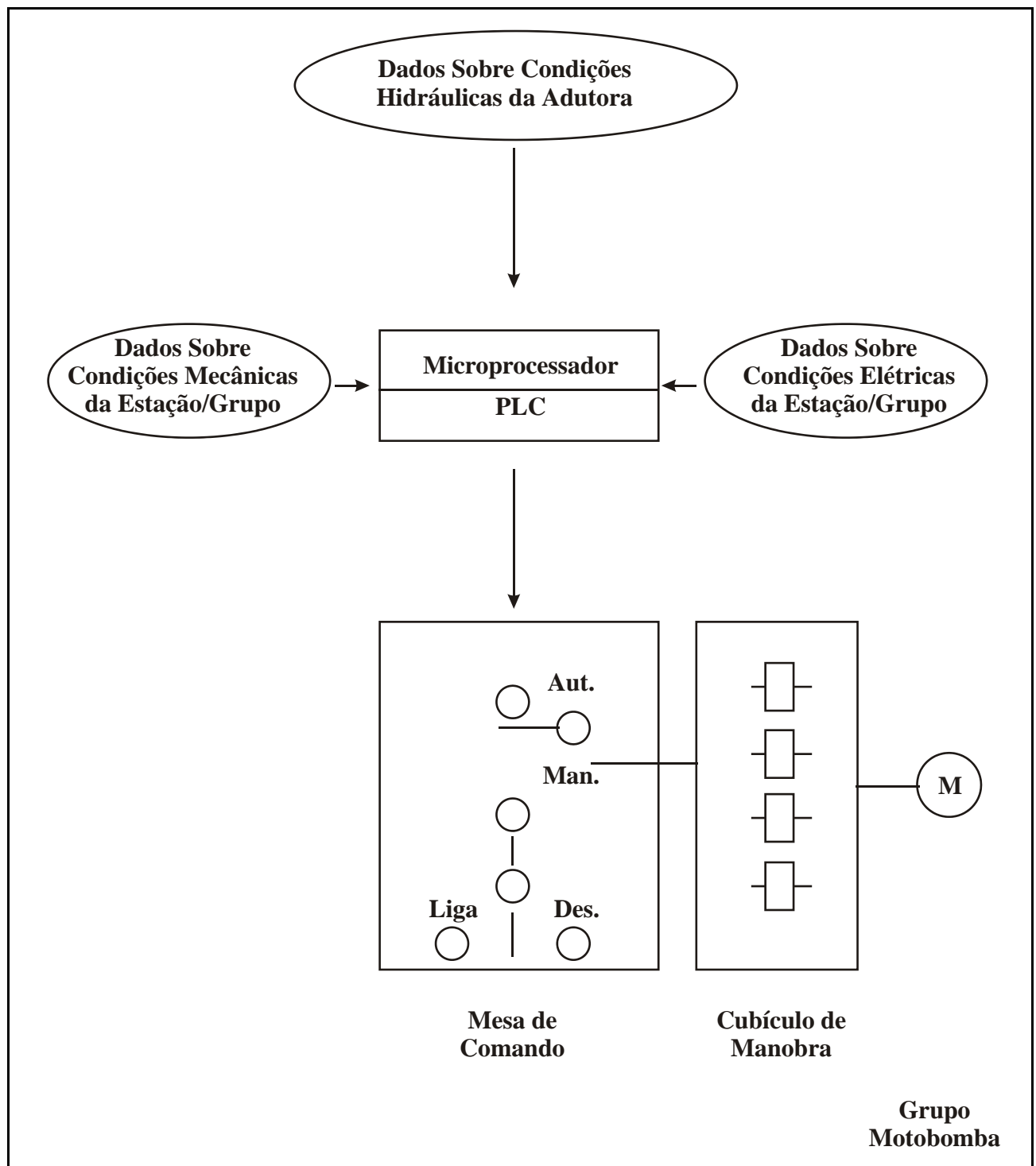
Antes de serem levadas em conta pelo PLC, todas as informações serão temporizadas pelo programa (ajustagem de 0 a 3 minutos, pelo menos, para falhas hidráulicas), afim de não perturbar o funcionamento com falhas fictícias. As informações levadas em conta serão em seguida memorizadas pelo Controlador.

As seguintes seguranças operacionais deverão ser previstas:

- nível baixo de sucção;
- paradas de emergência (de ordem elétrica / mecânica / hidráulica);
- falha na alimentação de energia;
- ação dos termostatos dos transformadores (quando existentes);
- ação do relé Bucholtz dos transformadores (quando existente);
- disjuntor de baixa tensão aberto;
- falha no sentido de rotação de fases.

Em, resumo, o automatismo da Estação de Bombeamento deverá obedecer, em princípio, ao estabelecido no diagrama funcional lógico a seguir (Figura 5.1).

Figura 5.1 - Diagrama Funcional Simplificado



Para possibilitar a transmissão das informações do status operativo da EB-16/1, para a Central de Supervisão e Controle, dentro da filosofia de modernização do Sistema de Controle e Supervisão do Sistema de Automação da Adutora Monsenhor Expedito, será instalado nesta EB um Painele Microprocessador.

A seguir apresenta-se a Figura 5.2 que ilustra um desenho esquemático do Painele Microprocessador a ser instalado na EB-16/1.

A transferência de dados entre as Estações de Bombeamento da Adutora monsenhor Expedito e a central de Supervisão e Controle será processada conforme mostra a Figura 5.3 apresentada a seguir.

Todos os Dados, Nível, Vazão, Pressão, etc., são enviados diretamente para a Central de Supervisão e Controle, a qual através de um Software comandará e supervisionará automaticamente todas as Estações de bombeamento e Reservatórios da Adutora. Nas Estações de bombeamento também existirá a possibilidade, através de chave seletora, de ser acionada manualmente as suas bombas.

Na Central de Supervisão e Controle, também será possível operar remotamente as bombas, das Estações de Bombeamento, no modo manual.

No Anexo 3, apresenta-se uma proposição para Modernização do Sistema de Automação da Adutora Monsenhor Expedito.

5.2.1 Características do Sistema de Transmissão de Sinais Via Rádio

5.2.1.1 Definição dos Sistemas

Os seguintes sistemas de telecomunicações deverão ser implantados para atender ao empreendimento.

a) Sistema de Transmissão de Dados

- Estação de Rádio UHF - Simplex, para Transmissão de Dados;
- Sistema de Alarme para os operadores manualmente ligarem ou desligarem as bombas, caso o Sistema Automático não o faça;
- Painele Eletrônico Microprocessado com informações relativas para ligar e desligar a bomba, com alarme informativo após o número de tentativas infrutíferas.

b) Sistema de Comunicação de Voz

- Estação de Base Fixa em VHF.

Figura 5.2 - Desenho Esquemático do Painel Microprocessador da EB-16/1

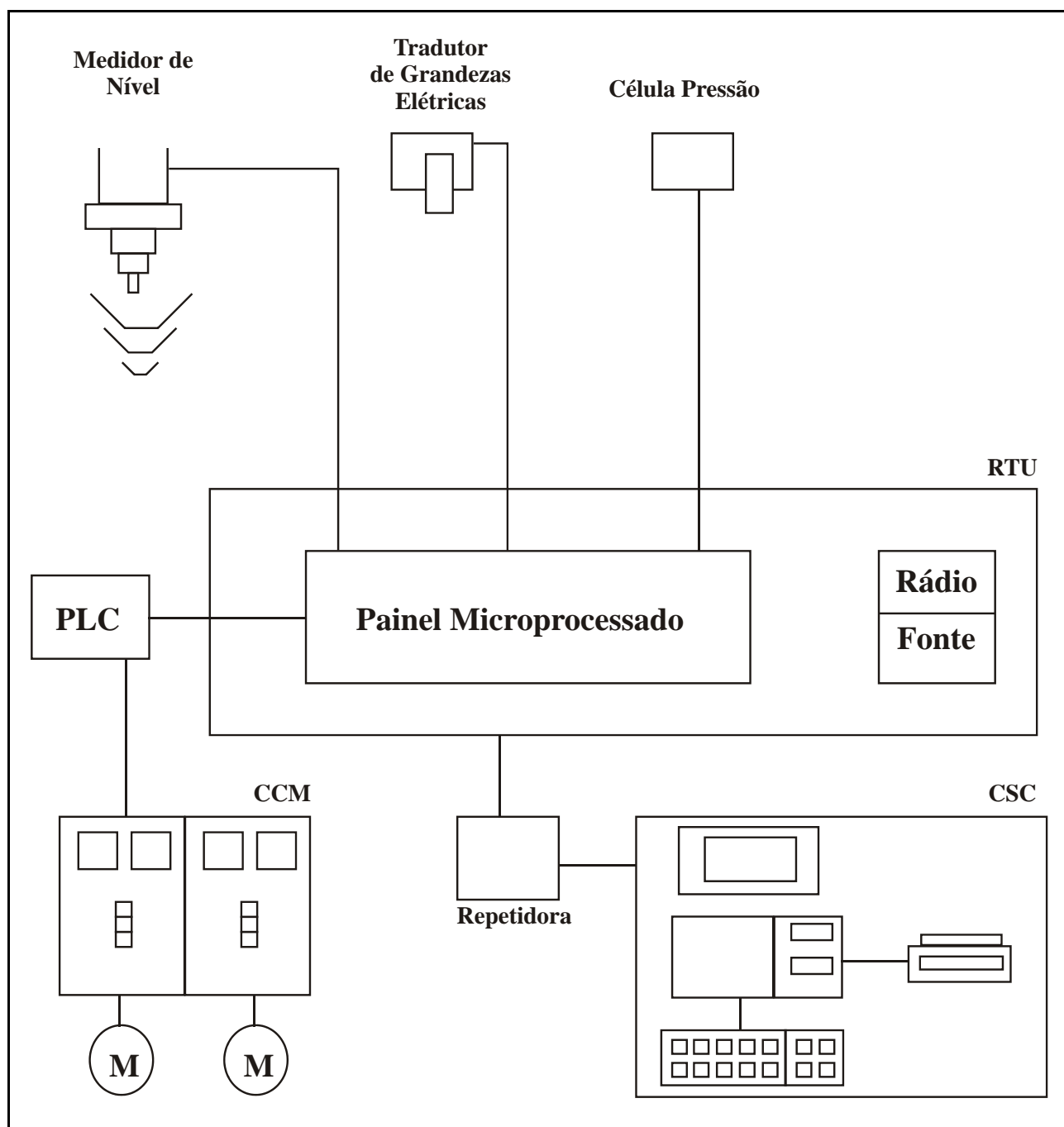
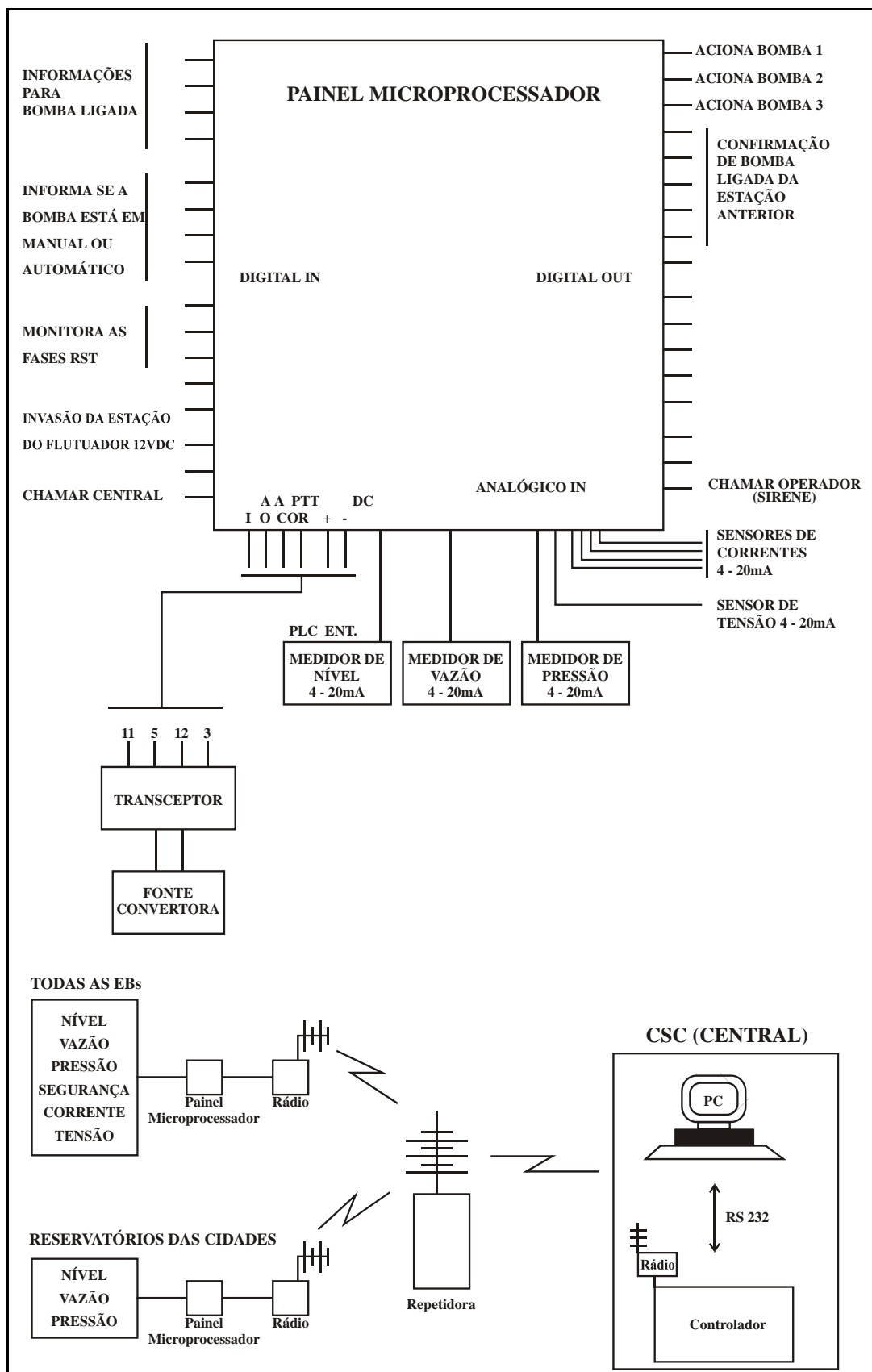


Figura 5.3 - Desenho Esquemático da Transmissão de Dados Entre as Estações de Bombeamento e a Central de Supervisão e Controle



5.2.1.2 Descrição dos Sistemas

a) Sistema de Transmissão de Dados

É um sistema totalmente independente do Sistema de Comunicação de Voz, que será composto de:

- Estações de Rádios de Base (Fixas)

Serão instalados na Estação de Bombeamento (EB-16/1) e no Reservatório Elevado da cidade de Japi com os transceptores programados na frequência Simplex, em UHF, F1, F2 ou F3 e respectivos subtons, de modo a propiciar a transmissão de informações relativas aos níveis das bóias do reservatório para EB-16/1.

b) Sistema de Comunicação de Voz

Será um sistema totalmente independente do sistema de transmissão de dados, de modo a propiciar uma comunicação de voz, a qualquer tempo entre todas as Estações de Bombeamento da Adutora Monsenhor Expedito, utilizando-se de um par de frequência, semiduplex em VHF.

5.2.1.3 Equipamentos

Conforme descrito anteriormente, o Projeto de Automação será composto de 2 (dois) Sistemas totalmente independentes e inclusive com equipamentos próprios para transmissão de dados e comunicação de voz.

Para implantação dos dois Sistemas, foram previstos os seguintes equipamentos:

a) Transmissão de Dados

- 02 Estações fixas, completas, UHF, modelo M-130, com faixa de frequência de 450 a 470 MHz, tipo de emissão 16KOF3EJN, com 25 watts de potência de saída em RF, totalmente transistorizado, com até 02 canais programáveis em memória “EEPROM”, dotado de controles e alto-falantes incorporados no painel frontal, compostas de:
 - 02 (dois) transceptores M-130, 02 canais, 25 watts, UHF;
 - 02 (duas) fontes de alimentação 110/220 Vac -12 Vdc, 16 Ampères;
 - 02 (duas) antenas Yagi, diretiva, com 06 elementos, 10 dB de ganho;
 - 50 (cinquenta) metros de cabos coaxial RG-213 c/ conectores;
 - 02 (dois) painéis microprocessadores para codificação/transmissão dos níveis das bóias para comando das bombas.

Obs.: Instalação das Antenas:

As antenas previstas nos itens anteriores serão instaladas em postes constituídos de tubos galvanizados, diâmetro 1 1/2", fixados externamente na estrutura das Elevatória/Reservatório, de modo a atingir a altura de 2m em relação ao teto da estrutura das Elevatórias/Reservatórios e facilmente

removíveis e repostos para manutenção e eventual troca de antenas após determinado período de uso.

Para tanto serão necessários varas de tubos galvanizadas de 1 1/2" (comprimento 6m), com os cortes necessários em cada caso.

b) Transmissão de Voz

- 02 (duas) Estações Fixas, completas, modelo GM-300, VHF, 16 (dezesesseis) canais, 45 watts, composta de:
 - 02 (dois) transceptores GM-300, 16 canais, 45 watts, VHF;
 - 02 (duas) fontes de alimentação 110/220 Vac - 12 Vdc, 16 ampères c/ flutuação;
 - 02 (duas) antenas com 06 dB de ganho;
 - 50 (cinquenta) metros de cabo coaxial RG-213 c/ conectores.

Obs.1: Instalação das Antenas

As antenas, serão instaladas em postes constituídos de tubos galvanizados, diâmetro de 2", fixados externamente na estrutura das Elevatória/Cabine, de modo a atingir a altura de 10m em relação ao solo e facilmente removíveis e repostos para manutenção e eventual troca de antenas após determinado período de uso.

Para tanto serão necessários varas de tubos galvanizadas de 2" (comprimento 6m), com os cortes necessários em cada caso.

Obs.2: Baterias

Externamente na Elevatória dotada com Estação Fixa para Comunicação de Voz, em caixas protetoras próprias, deverá ser instalada bateria para permitir o uso de equipamentos de rádio, nos caso de falta de energia elétrica, a saber:

- Bateria de 12V. 180 Ampères/hora.

6. QUANTITATIVOS E CUSTOS

Apresenta-se a seguir a estimativa dos quantitativos e custos dos serviços, fornecimento e montagem de equipamentos, tubos peças e acessórios das obras integrantes da Subadutora Japi.

Os custos unitários considerados foram obtidos, em sua maioria, da listagem de custos unitários da CAERN (Outubro/2003) e dos equipamentos, a partir de consultas a fabricantes.

ANEXOS

Anexo 1 - Memória de Cálculo

MEMÓRIA DE CÁLCULO

Cálculo da Curva do Sistema da Estação Elevatória EB-16/1 - Japi

Vazão do Sistema = 9,45 l/s
 Número de Bombas = 1 Reserva = 1 Total de Bombas = 2
 Vazão por Bomba = 9,45 l/s

Perdas de Carga Acidentais em Peças Especiais

Peça	Sucção DN = 200			Recalque DN = 100		
	K	Quant.	K total	K	Quant.	K total
Curva de raio longo	0,4		0	0,4		0
Curva de raio curto (cotovelo)	0,9		0	0,9		0
Curva de 90°	0,4	1	0,4	0,4	1	0,4
Cotovelo de 45°	0,4		0	0,4		0
Curva de 22°30'	0,1		0	0,1		0
Crivo	0,75		0	0,75		0
Ampliação	0,3		0	0,3	1	0,3
Redução gradual	0,15	1	0,15	0,15		0
Registro de gaveta aberto	0,2	1	0,2	0,2	1	0,2
Válvula Controladora de Bomba	10	1	0	10	1	10
Registro de ângulo aberto	5		0	5		0
Junção de 45°	0,4		0	0,4		0
Tê, passagem estreita	0,6		0	0,6		0
Tê, saída lateral	1,3		0	1,3	1	1,3
Tê, saída bilateral	1,8		0	1,8		0
Válvula de retenção	2,5		0	2,5	1	2,5
Válvula de pé	1,75		0	1,75		0
Total			0,75			14,7
Perdas Localizadas (m)			0,003			1,065
Perdas Localizadas Totais(m)						1,088

Cálculo da Perda de Carga Distribuída na Tubulação de Recalque

Q (l/s)	L (m)	DN	V (m/s)	K	Perda Unit (m/m)	Perda Atrito (m)
9,45	30179	150	0,54	0,2	0,002301	69,44

Cálculo da Altura Manométrica

Sucção		Recalque		Altura Geométrica		Perdas de Carga (m)	Alturas Manométricas	
NAmin (m)	Namáx (m)	NAmin (m)	Namáx (m)	Mín. (m)	Máx. (m)		Máx. (m)	Mín. (m)
256,92	259,92	329,98	329,98	70,06	73,06	70,53	143,59	140,59

Bomba Escolhida

Marca: KSB
 Modelo: Etanorm 50-315
 Rotação: 3500 rpm

Cálculo da Potência da Bomba

Q (l/s)	Alt. Manométrica (m)		Rendimento		Potência (HP)		
	Máx.	Mín	Bomba	Motor	Bomba	Moto-Bomba	Comercial
9,45	143,59	140,59	0,04	0,85	45,23	53,21	60,00

Cálculo do NPSH Disponível

Z (m)	Pa (kgf/cm²)	Pv (20°C) (hgf/cm²)	Perda Suc. (m)	NPSH disp (m)	NPSH req (m)	NPSH res (m)
0,1	0,95	0,024	0,003	9,36	1,90	7,46

Curva do Sistema

Tubulação de recalque

Q (l/s): 9,45 Perda = $K_1 Q^2$
 Perda (m): 69,44 $K_1 =$ 777590,39

Alturas geométricas

Máxima: 73,06

Mínima: 70,06

Perdas Localizadas

Sucção: 0,003 Perda = $K_S Q^2$ Perda = $K_R Q^2$
 Recalque: 1,085 $K_S =$ 38,73 $K_R =$ 12146,15

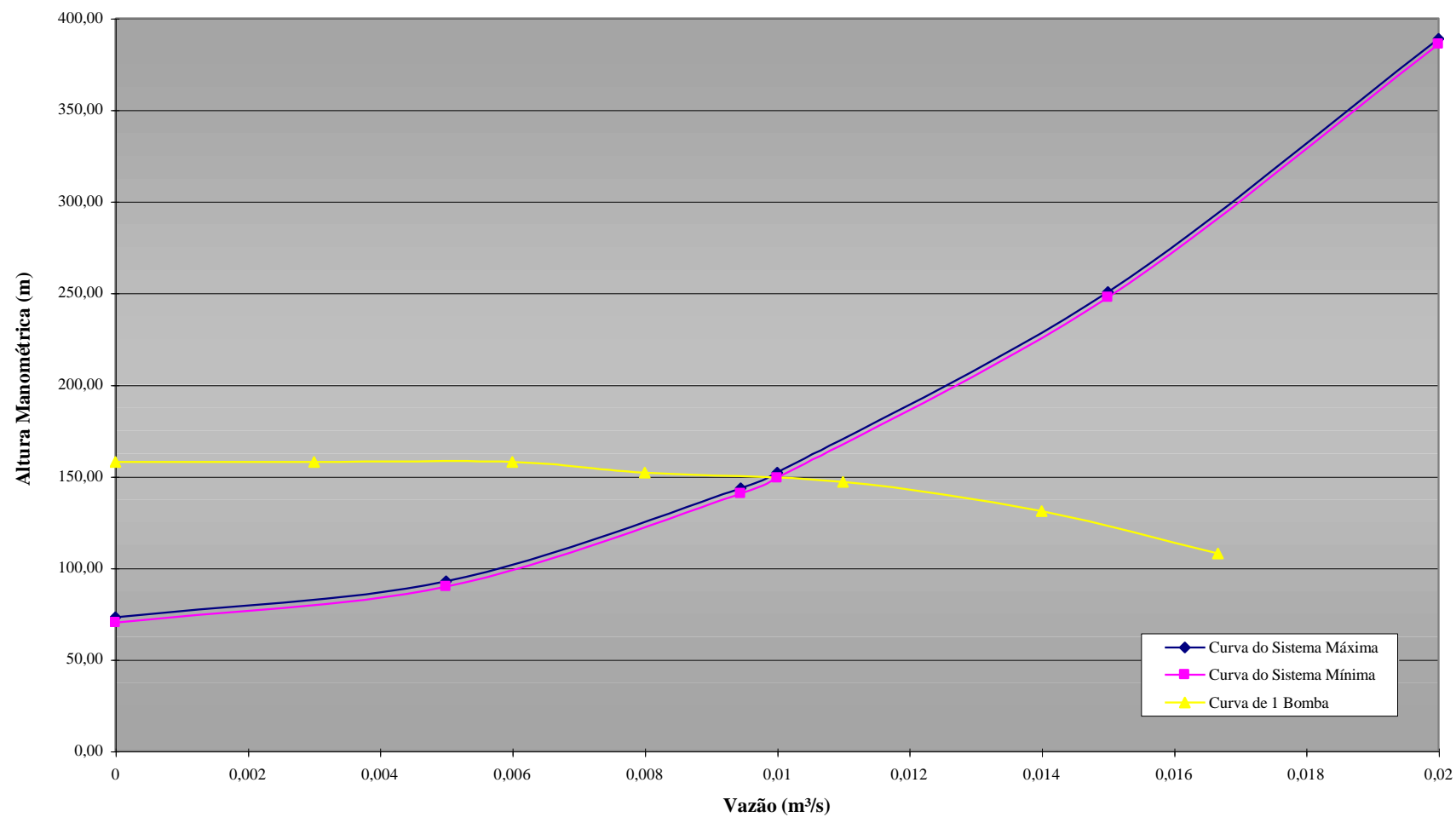
Curva do Sistema

Q (l/s)	Q (m³/s)	Alt. Manométrica (m)	
		Máx.	Mín.
0	0,000	73,06	70,06
5	0,005	92,80	89,80
9,45	0,009	143,59	140,59
10	0,010	152,04	149,04
15	0,015	250,76	247,76
20	0,020	388,97	385,97

Curva da Bomba

Q (m³/h)	Q (m³/s)	Alt. Man. (m)
	1 Bomba	
0	0,000	158,00
10	0,003	158,00
20	0,006	158,00
30	0,008	152,00
40	0,011	147,00
50	0,014	131,00
60	0,017	108,00

Curva do Sistema da Estação Elevatória EB-16/1 - Japi



Parâmetros Básicos Utilizados no Cálculo de Transientes - EB-16/1 - Japi

Q (l/s)	Q (m³/h)	D (mm)	L (m)	Vo (m/s)	etubul. (mm)	a (m/s)	J (m/m)	hf (m)	cota res.Jus. (m)
9,45	34,0	150	30179	0,54	7,7	1202	0,002301	69,44	329,98

cota piez. s/bomba (m)	cota bomba (m)	Ho (m)	Hg (m)	Hman (m)	rend.bomba	POT.(CV)	POT.(KW)	BOMBA ESCOLHIDA	ROTAÇÃO (rpm)
399,42	255,92	143,59	74,1	143,59	0,4	53,2	39,2	ETANORM-50-315	3500

PARÂMETROS DA CURVA DA BOMBA			INÉRCIA (kg*m²)	PRESSÕES JUNTO À BOMBA (m)				deltaHj (m)	hf/deltaHj
A	B	C		MIN.	MÁX	COTA MIN	COTA MÁX		
0,041763	12,6756	-59084	0,3	77,71	74,79	336,63	330,71	65,6	1,06

COTA PIEZ.NA BOMBA-deltaHj
333,84

Anexo 2 - Detalhamento dos Nós

Anexo 3 - Proposição para Modernização do Sistema de Automação da Adutora Monsenhor Expedito

PROPOSIÇÃO PARA MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DA ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO

A proposição de modernização será feita para a Adutora Monsenhor Expedito, podendo ser aplicada, sem alterações de custos unitários relativos às Estações de Bombeamento e Central de Supervisão e Controle, em quaisquer Adutoras do Rio Grande do Norte, tais como a do Cabugi, de Mossoró, Médio Oeste, e etc.

A Adutora Monsenhor Expedito é uma Adutora de grande extensão (cerca de 316 km). O custo inicial para sua modernização será muito alto. Sugere-se que esta operação seja implantada por etapas.

Sugere-se que a Central de Supervisão e Controle, da Adutora Monsenhor Expedito, seja instalada no escritório da GGA em Natal.

A Central será preparada para controlar todas as Estações de Bombeamento e as Cidades existentes no Sistema Adutor.

Também a princípio sugere-se que se faça a modernização de um número mínimo das Estações de Bombeamentos (3 a 4 Estações), que podem ser escolhidas de acordo com os interesses e necessidades da CAERN.

Após a implantação da Central e das primeiras Estações, poderá ser programada a modernização das demais Estações paulatinamente, também de acordo com os interesses e necessidades da CAERN.

O Sistema proposto será similar ao que foi implantado na Adutora Coremas – Sabugi, na Paraíba, e que está funcionando perfeitamente bem, há quase 02 (dois) anos.

Para implantação deste Sistema, serão utilizados vários Equipamentos/Materiais hoje existentes nas Estações de Bombeamento.

Para uma cobertura total da Adutora, será utilizado o Sistema de Rádio atual para Comunicação de Dados, com a instalação de uma Estação Repetidora na EB10.

Também serão utilizados os atuais PLCs, reprogramando-os com um novo Software, para adequá-los a nova função.

O Painel Microprocessador atual será substituído por um Painel moderno mais eficiente, com capacidade para operar com 16 Entradas Digitais, 16 Saídas Digitais, 08 Entradas Analógicas e 04 Saídas Analógicas.

Através das Entradas (Digitais e Analógicas) serão enviadas todas as informações necessárias para a Central, e através das Saídas, a Central remeterá as informações para as respectivas Estações de Bombeamento.

Através das Entradas Analógicas, serão enviadas para a Central os parâmetros relativos ao Nível do Reservatório, Medição da Pressão, da Vazão, da Tensão (uma fase) e da Corrente (uma fase) de cada Bomba.

Através das Entradas Digitais serão informados os status das Bombas, Ligadas ou Não, se a Estação esta operando no Modo Manual/Automático, monitoração da presença das 03 fases RST, da Tensão de 12 VDC, e de um Alarme para o Operador Local chamar a Central.

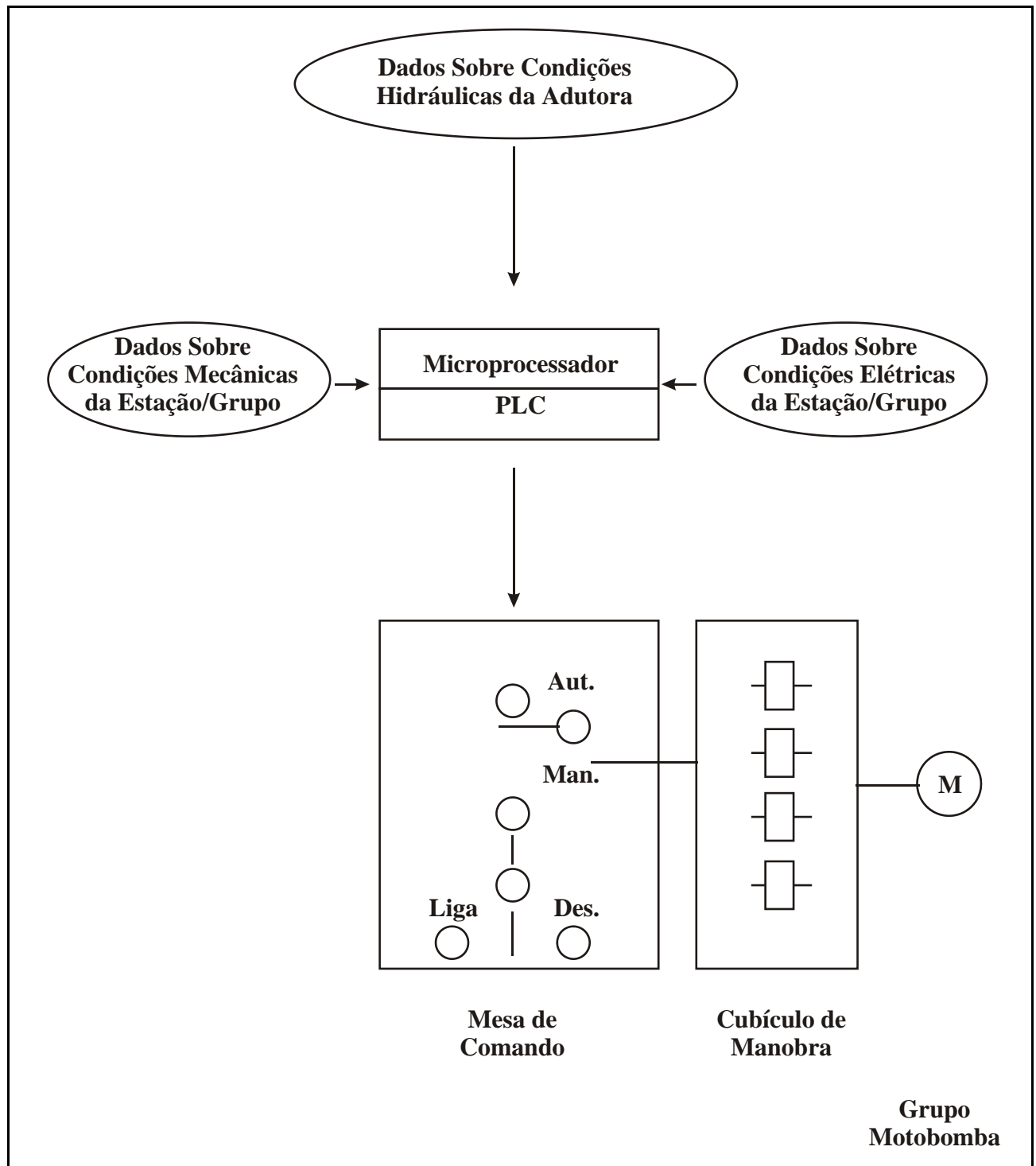
Através das Saídas serão controlados o acionamento Automático das Bombas, o Acionamento Manual (remoto) das Bombas, e de chamada de Alarme para o Operador.

A operação da Central de Supervisão e Controle é muito simples, não necessitando do Operador com conhecimentos de informática. A maioria dos comandos/consultas se faz através de ícones e janelas.

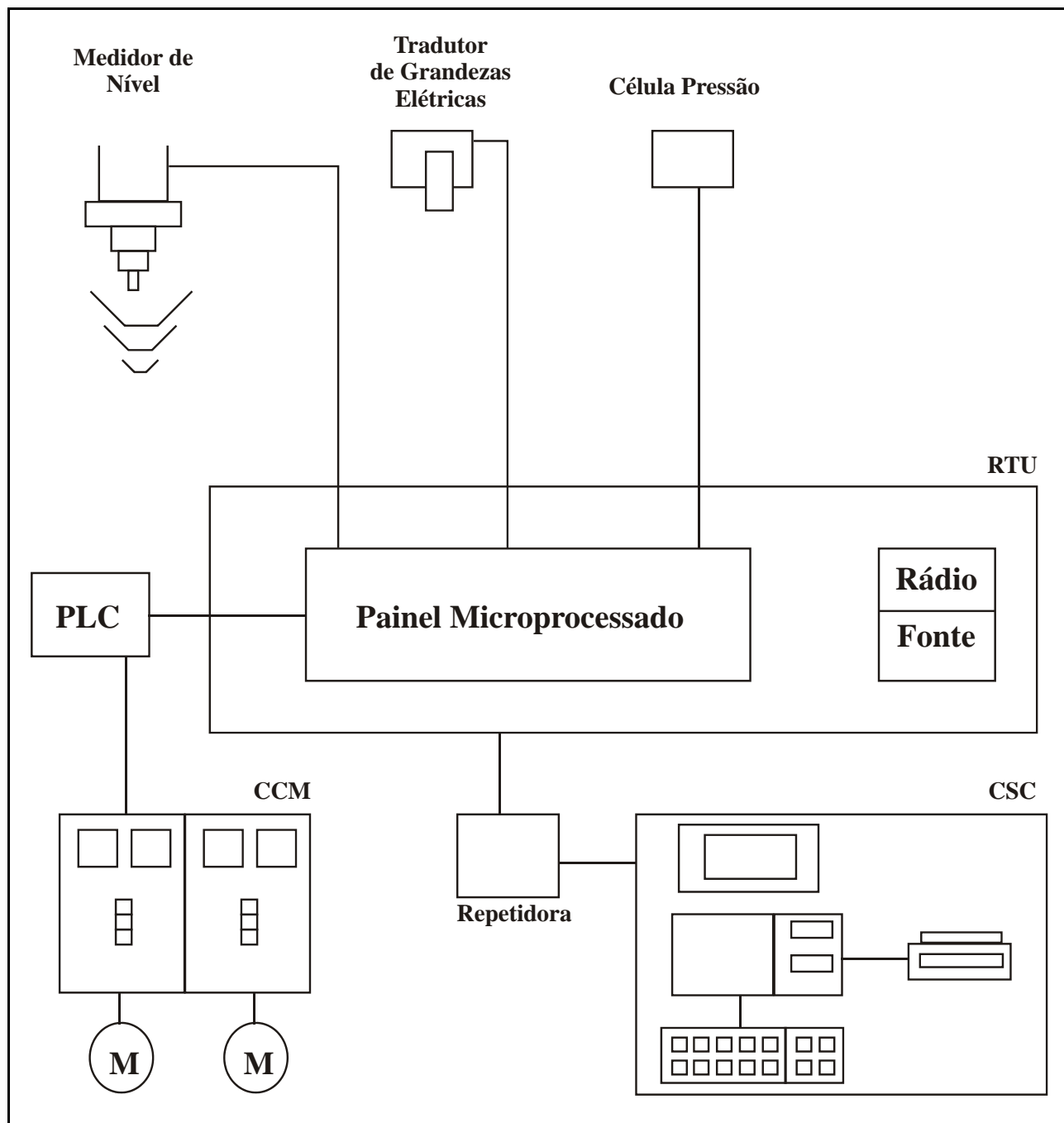
Para uma melhor ilustração, anexamos os desenhos relacionados abaixo, bem como as telas que foram criadas para a Central de Supervisão e Controle da Adutora Coremas / Sabugi - PB:

- 1) Diagrama de Blocos;
- 2) Desenho Esquemático do Painel Microprocessador de cada Estação de Bombeamento;
- 3) Desenho Esquemático da Transferencia de Dados entre as Estações de Bombeamento e a Central de Supervisão e Controle;
- 4) Tela de Subsistemas;
- 5) Tela do Esquema Sinótico;
- 6) Tela de uma Estação de Bombeamento;
- 7) Tela dos Históricos;
- 8) Tela de Alarmes e Eventos.

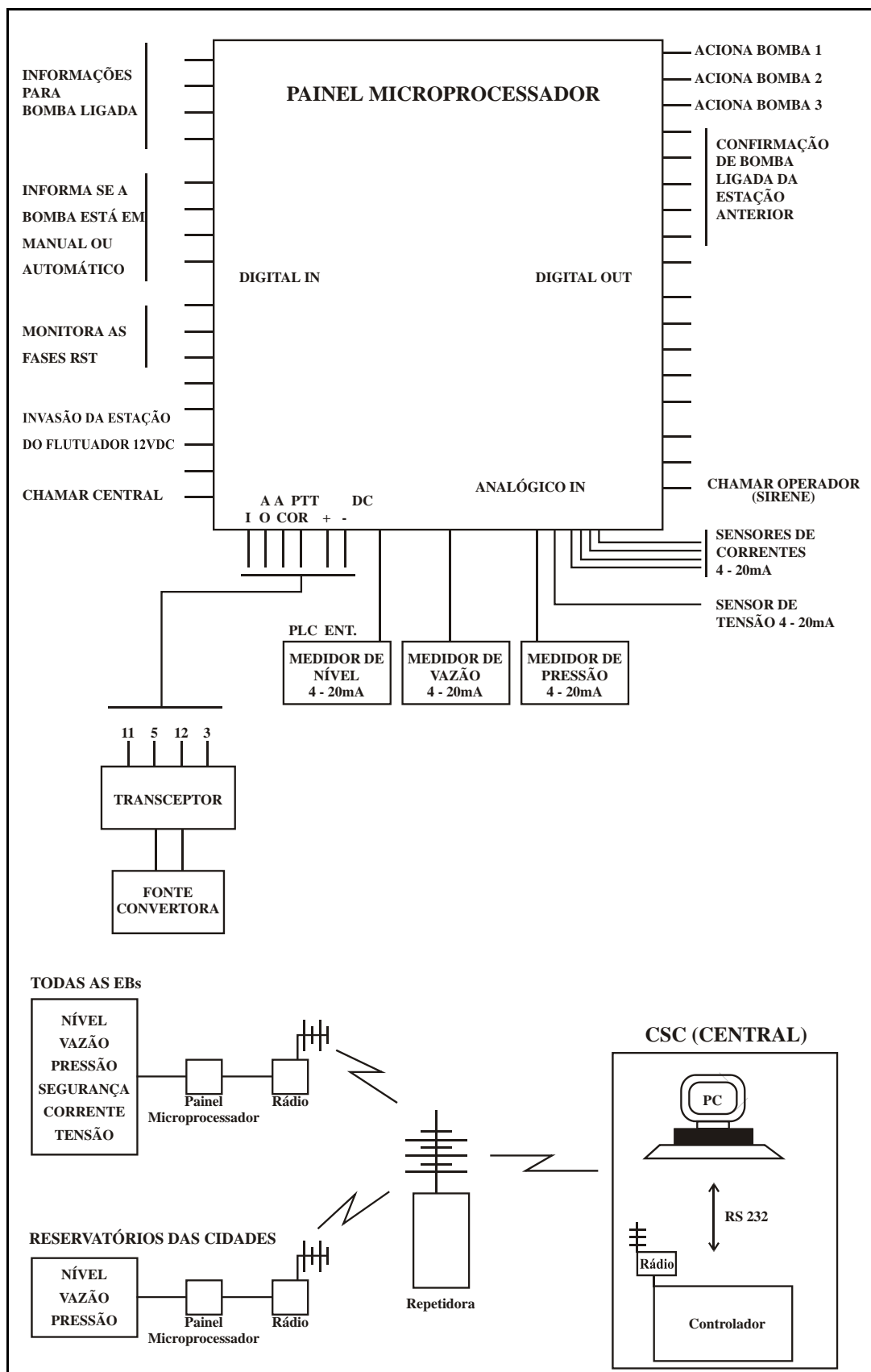
1) Diagrama de Blocos



2) Desenho Esquemático do Painel Microprocessador de cada Estação de Bombeamento



3) Desenho Esquemático da Transferencia de Dados entre as Estações de Bombeamento e a Central de Supervisão e Controle

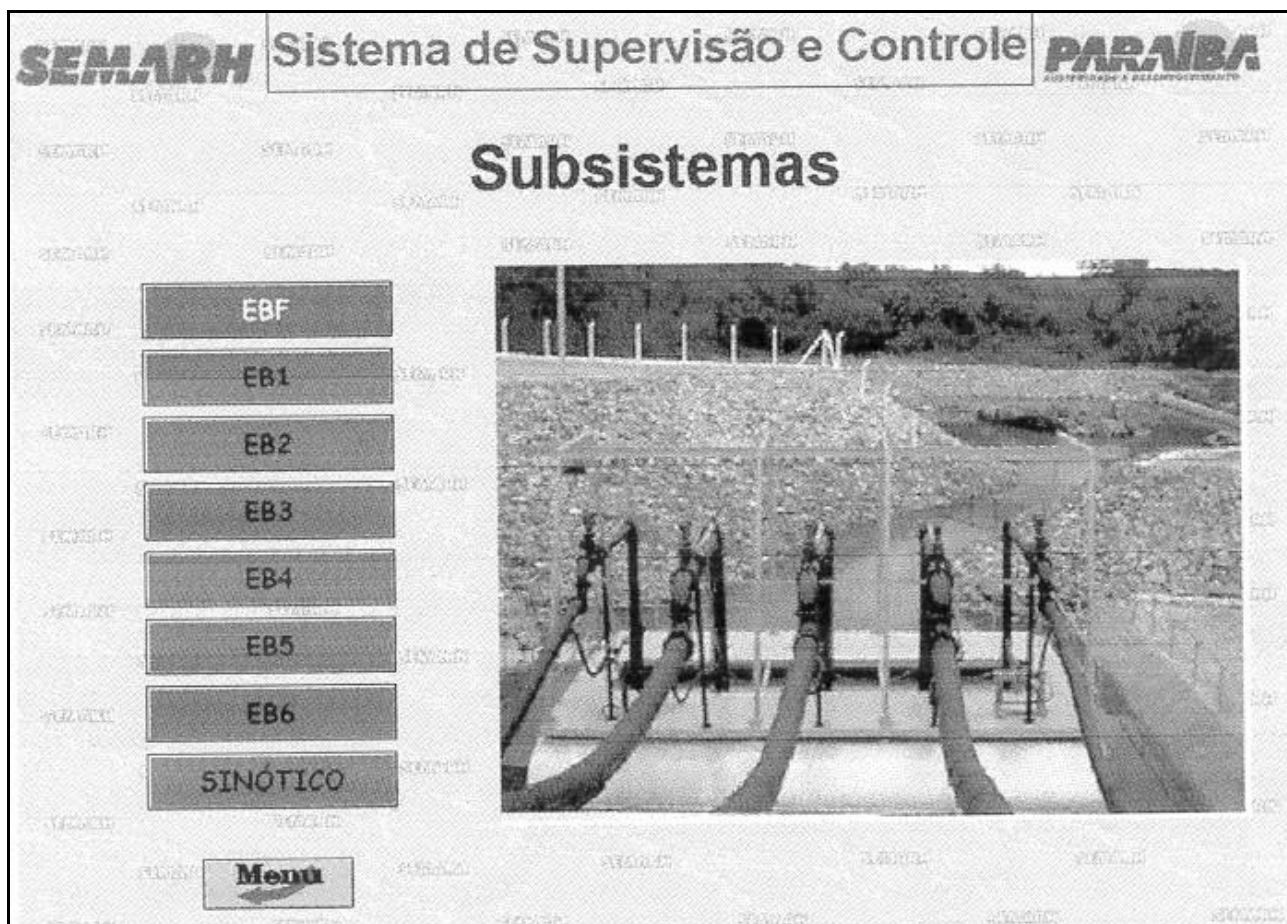


Todos os Dados, Nível, Vazão, Pressão, etc., são enviados diretamente para a Central de Supervisão e Controle, a qual através de um Software comandará e supervisionará automaticamente todas as Estações de Bombeamento e Reservatórios da Adutora. Nas Estações de bombeamento também existirá a possibilidade, através de chave seletora, de ser acionada manualmente as suas bombas.

Na Central de Supervisão e Controle, também será possível operar remotamente as bombas, das Estações de Bombeamento, no modo manual.

4) Tela de Subsistemas

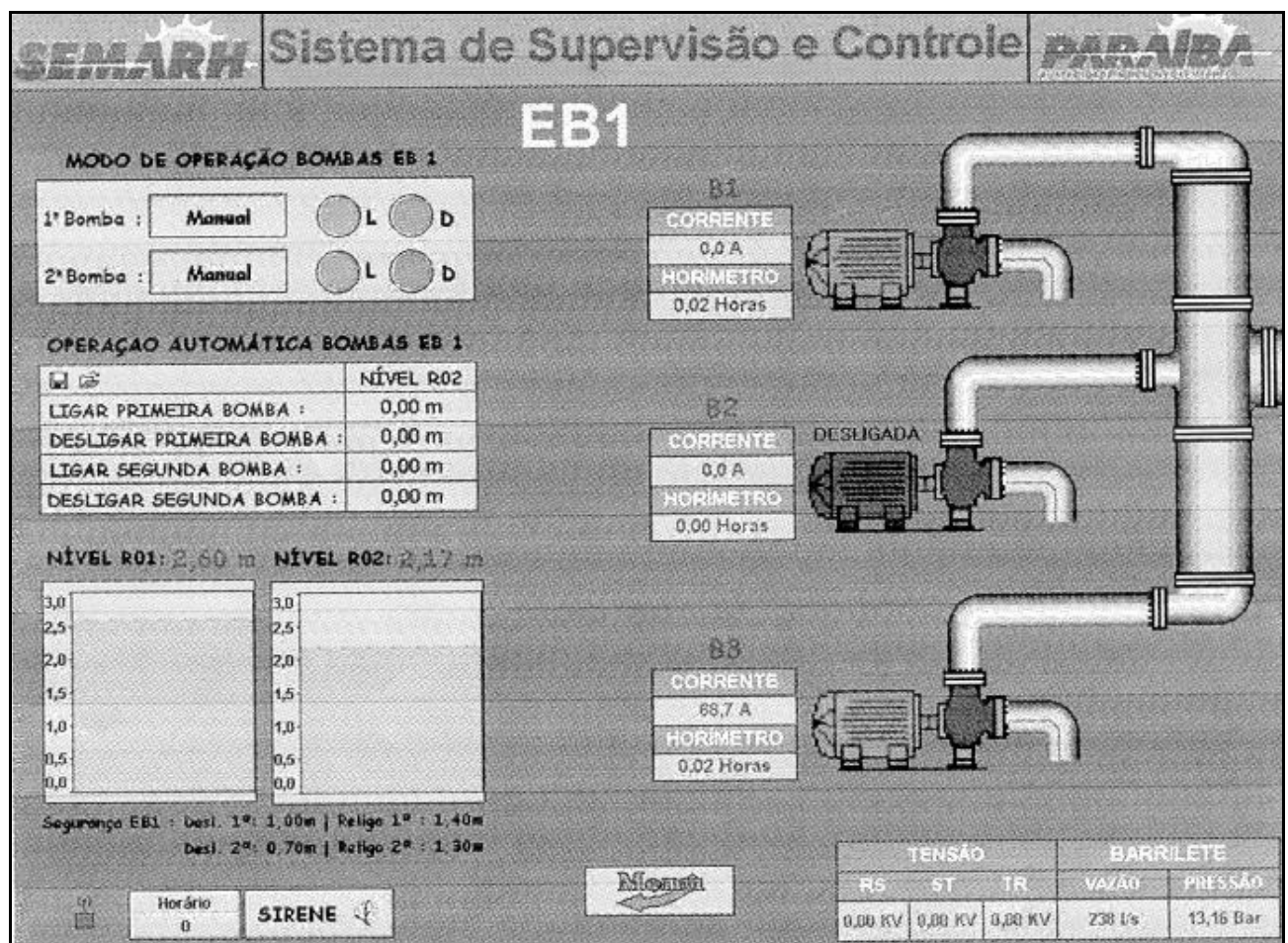
Através dessa tela seleciona-se a Tela (Sinótico ou Estação de Bombeamento), que se quer ver no vídeo do computador.



6) Tela de uma Estação de Bombeamento

Nessa Tela tem-se:

- Visualização de todos os parâmetros/medições da Estação (Corrente, Tensão, Pressão, Vazão e Nível do Reservatório), **em tempo real**;
- Visualização das Bombas efetivamente ligadas e respectivos Horímetros;
- Seleção do Modo de Operação (Automático ou Manual Remoto);
- A Sirene para chamar o Operador da Estação de Bombeamento;
- A Programação dos Níveis, para Operação Automática das Bombas.



7) Tela dos Históricos

Nessa Tela tem-se:

- Banco de Dados de todos os parâmetros e medições de toda Adutora;
- Possibilidade de impressão de todos os dados (parâmetros/medições) pelo período que desejarmos (minuto, horas, dias e meses);
- Possibilidade de gravação de todos os dados em disquete;
- Possibilidade da impressão de todos os dados através de representação gráfica;
- Totalização diária da vazão armazenada (Volume Bombeado);
- Totalização mensal das horas trabalhadas de cada bomba.

SEMARH

HISTÓRICOS

PARAIBA
AUTORIDADE EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

EBF

EB1

EB2

EB3

EB4

EB5

EB6

Voltar

Transmissores EB 1

Data Hora	Pressão	Nível	Vazão
02/12/02 18:02	13,15 Bar	2,40 m	239 l/s
02/12/02 18:07	7,87 Bar	2,33 m	196 l/s
02/12/02 18:05	7,87 Bar	2,17 m	182 l/s
02/12/02 18:53	8,06 Bar	1,91 m	152 l/s
02/12/02 18:51	7,87 Bar	1,77 m	162 l/s
02/12/02 18:51	8,45 Bar	1,85 m	204 l/s
02/12/02 18:47	8,45 Bar	1,86 m	204 l/s
02/12/02 18:45	7,87 Bar	1,74 m	184 l/s
02/12/02 18:43	7,87 Bar	1,60 m	160 l/s
02/12/02 18:41	8,06 Bar	1,44 m	150 l/s
02/12/02 18:39	13,75 Bar	0,97 m	265 l/s
02/12/02 18:37	13,75 Bar	0,97 m	265 l/s
02/12/02 18:35	13,75 Bar	0,97 m	265 l/s
02/12/02 18:33	13,75 Bar	0,97 m	265 l/s
02/12/02 18:31	13,94 Bar	0,96 m	289 l/s
02/12/02 18:29	13,75 Bar	0,97 m	275 l/s
02/12/02 18:27	13,94 Bar	0,97 m	280 l/s
02/12/02 18:25	13,75 Bar	0,97 m	267 l/s
02/12/02 18:23	13,75 Bar	0,97 m	284 l/s
02/12/02 18:21	13,75 Bar	0,96 m	292 l/s
02/12/02 18:19	13,94 Bar	0,97 m	356 l/s
02/12/02 18:17	13,94 Bar	0,96 m	250 l/s
02/12/02 18:15	14,14 Bar	0,96 m	277 l/s
02/12/02 18:13	13,94 Bar	0,99 m	245 l/s
02/12/02 18:11	13,94 Bar	0,99 m	267 l/s
02/12/02 18:09	13,75 Bar	0,99 m	260 l/s
02/12/02 18:07	13,94 Bar	0,99 m	250 l/s
02/12/02 18:05	13,94 Bar	0,99 m	258 l/s
02/12/02 18:03	13,94 Bar	0,99 m	260 l/s
02/12/02 18:01	13,94 Bar	0,99 m	297 l/s
02/12/02 17:59	13,94 Bar	0,97 m	309 l/s
02/12/02 17:57	13,94 Bar	0,99 m	292 l/s
02/12/02 17:55	14,14 Bar	0,99 m	284 l/s
02/12/02 17:53	14,33 Bar	0,99 m	275 l/s
02/12/02 17:51	13,94 Bar	1,00 m	262 l/s

Grandezas Elétricas EB 1

Data Hora	Tensão BT (KV)	Tensão ST (KV)	Tensão TR (KV)	Corr. B1 (A)	Corr. B2 (A)	Corr. B3 (A)
02/12/02 18:54	4,20	4,14	4,19	67,1	0,0	0,0
02/12/02 18:44	4,22	4,14	4,02	67,5	0,0	0,0
02/12/02 18:34	4,10	4,10	4,02	67,5	0,0	70,7
02/12/02 18:24	3,98	4,02	3,98	67,5	0,0	70,3
02/12/02 18:14	4,02	3,98	3,94	0,0	0,0	71,1
02/12/02 18:04	4,02	3,94	3,98	69,9	0,0	71,1
02/12/02 17:54	4,02	4,10	3,90	69,3	0,0	71,5
02/12/02 17:44	4,10	4,10	4,06	67,5	0,0	70,3
02/12/02 17:34	4,10	4,06	4,06	67,1	0,0	69,1
02/12/02 17:24	4,14	4,06	4,06	67,1	0,0	67,5
02/12/02 17:14	4,14	4,06	4,06	62,3	0,0	0,0
02/12/02 17:04	4,34	4,38	4,06	63,9	0,0	0,0
02/12/02 16:53	4,34	4,34	4,34	0,0	0,0	0,0
02/12/02 16:43	4,42	4,34	4,26	0,0	0,0	0,0
02/12/02 16:33	4,34	4,34	4,26	0,0	0,0	0,0
02/12/02 16:23	4,46	4,34	4,30	0,0	0,0	0,0
02/12/02 16:13	4,38	4,18	4,34	0,0	0,0	0,0
02/12/02 16:03	4,34	4,18	4,34	0,0	0,0	0,0
02/12/02 15:57	4,22	4,18	4,18	0,0	0,0	0,0
02/12/02 15:43	4,22	4,10	4,10	0,0	0,0	57,4
02/12/02 15:34	3,98	3,98	4,10	0,0	70,3	70,3
02/12/02 14:11	4,10	4,06	4,02	67,5	0,0	69,5
02/12/02 14:01	4,06	3,90	3,98	68,3	0,0	71,1
02/12/02 13:51	4,02	3,98	3,94	69,5	0,0	71,1

Volume Bombeado Total

LER	ZERAR						
Data Hora	EB1	EB2	EB3	acumulados	acumulados	acumulados	
02/12/02 09:47	19885 m³	37306 m³	31227 m³	0 m³	0 m³	0 m³	
02/12/02 00:00	9302 m³	27723 m³	23342 m³	0 m³	0 m³	0 m³	
01/12/02 00:00	4530 m³	4223 m³	3519 m³	0 m³	0 m³	0 m³	
30/11/02 20:54	914 m³	845 m³	805 m³	0 m³	0 m³	0 m³	
30/11/02 20:08	14 m³	11 m³	8 m³	0 m³	0 m³	0 m³	
30/11/02 20:06	93426 m³	1569133 m³	74083 m³	0 m³	0 m³	0 m³	
30/11/02 09:32	81328 m³	1558032 m³	81333 m³	0 m³	0 m³	0 m³	
30/11/02 00:01	70090 m³	1548112 m³	70098 m³	0 m³	0 m³	0 m³	

8) Tela de Alarmes e Eventos

Nessa Tela tem-se:

- Registro do dia e hora de todas as partidas/paradas de todas as Bombas das Estações de Bombeamento;
- Registro dos eventos ocorridos quando das partidas e paradas das Bombas (falhas de comunicação, nível de segurança);
- Registro dos nomes dos usuários, habilitados através de senha, com dia e hora de entrada e saída.

SEMARH

ALARMES / EVENTOS

PARAIBA
SISTEMAS DE AUTOMATIZAÇÃO

15/12/2021

dt-hr:yy	dt-hr:yy	dt-hr:yy	dt-hr:yy	dt-hr:yy	dt-hr:yy
02/12/02	18:42:15	Comunicação EBF OK	NErrorsRead	0,00	
02/12/02	18:40:54	Comunicação EBF Abortada	NErrorsRead	4,00	
02/12/02	18:34:44	Falha Comunicação EBF	NErrorsRead	1,00	
02/12/02	18:07:51	Comunicação EBF OK	NErrorsRead	0,00	
02/12/02	18:07:21	Falha Comunicação EBF	NErrorsRead	1,00	
02/12/02	17:35:15	Comunicação EBF OK	NErrorsRead	0,00	
02/12/02	17:34:21	Falha Comunicação EBF	NErrorsRead	1,00	
02/12/02	17:22:54	Comunicação EBF OK	NErrorsRead	0,00	
02/12/02	17:22:12	Falha Comunicação EBF	NErrorsRead	1,00	
02/12/02	17:04:46	Comunicação EBF OK	NErrorsRead	0,00	
02/12/02	17:04:26	Falha Comunicação EBF	NErrorsRead	1,00	
02/12/02	16:12:59	Comunicação EBF OK	NErrorsRead	0,00	
02/12/02	16:12:36	Comunicação EBF OK	NErrorsRead	0,00	
02/12/02	16:11:24	Falha Comunicação EBF	NErrorsRead	1,00	
02/12/02	16:09:56	Falha Comunicação EBF	NErrorsRead	1,00	
02/12/02	12:41:54	Nível de segurança EBF	LT_EBF	-0,75	
02/12/02	03:44:29	Comunicação EBF OK	NErrorsRead	0,00	
02/12/02	03:44:14	Falha Comunicação EBF	NErrorsRead	1,00	
02/12/02	01:33:50	Comunicação EBF OK	NErrorsRead	0,00	
02/12/02	01:32:17	Falha Comunicação EBF	NErrorsRead	1,00	

Partidas Bombas

02/12	19:07:38	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:34	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:34	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:34	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:38	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 3 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 1 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomba 2 EBF
02/12	19:07:40	Partida Bomb

SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE SUPERVISÃO E CONTROLE

Serão instalados dispositivos de Controle que fornecerão as seguintes informações para Central.

1) Estações de Bombeamento:

a) Elétricos:

- Medição da Tensão no Barramento (1 Fase);
- Medição da amperagem de cada Bomba (1 Fase);
- Estado on/off das Bombas;
- Sinalização de falta de Fase (RST).

b) Hidráulicos:

- Pressão na saída do barrilete;
- Vazão na saída do barrilete (A critério de V.Sas.);
- Nível do Reservatório.

c) Equipamentos Previstos:

- Quadro Elétrico com PLC;
- Estação de Rádio Completa;
- Painel Microprocessador;
- Medidor de Nível;
- Transdutor de Pressão;
- 03 (três) Transdutores de Corrente;
- Transdutores de Tensão.

2) Central de Supervisão e Controle:

- a) Visualização na tela do computador, **em tempo real**, de um Esquema Sinótico Geral de toda a Adutora, sinalizando as Bombas Ligadas, e o Nível do Reservatório de cada Estação de Bombeamento e das Cidades.
- b) Visualização na tela do computador, **em tempo real**, de todas as medidas efetuadas na Central de Bombeamento, sendo uma tela para cada Estação que mostra também as Bombas ligadas e o horímetro de cada uma.
- c) Visualização na tela do computador, **em tempo real**, de um banco de dados de todas as medidas efetuadas, que ficam armazenadas, para fim de relatórios, estudos, estatísticas, detenção de alarmes, eventos (hora que foi ligada, hora que foi desligada) e etc.
- d) Visualização na tela do computador da Pressão, Nível do Reservatório, Vazão (instantânea e armazenada), Corrente de cada Bomba e Tensão do Barramento.

DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS/CUSTOS

Como já foi abordado, a CAERN poderá fazer a automação das Estações de Bombeamento paulatinamente. A sugestão é de se fazer de 3 a 4 Estações de Bombeamentos na 1ª Etapa.

Praticamente os procedimentos/equipamentos das Estações de Bombeamento serão idênticos e com os mesmos custos.

A Central de Supervisão e Controle proposta ficará praticamente concluída após a implantação da 1ª Etapa, e só seria necessário se fazer um upgrade para inclusão posterior de novas Estações de Bombeamento.

1) Estação de Bombeamento:

Para cada Estação de Bombeamento será necessário adquirir os seguintes equipamentos:

- 01 (um) Painel Microprocessador com 16 entradas e 16 saídas digitais e 08 entradas analógicas;
- 03 (três) Transdutores de Corrente;
- 01 (um) Transdutor de Tensão;
- 01 (um) Medidor de Nível através de Pressão Hidrostática sem Display;
- 01 (um) Transdutor de Pressão sem Display;
- 01 (um) Software;
- Acessórios;
- Montagem.

OBS. 1: Não está sendo cotado o Medidor de Vazão, prevendo-se a opção da sua compra e da sua instalação mecânica. Se o mesmo for instalado pela CAERN tiver saída de 4 a 20 mA, será feito sem problemas, a sua adequação no Sistema de Automação.

OBS. 2: A proposição inclui a oferta do Medidor de Nível, por Pressão Hidrostática por ser muito menos oneroso do que o Medidor de Nível Ultrasônico e também por se considerar que o seu funcionamento será melhor em Adutoras que utilizam em seus Reservatórios alta concentração de Cloro.

A sua Instalação será efetuada na tubulação de descarga, antes da válvula, de cada Reservatório.

Caso a CAERN tenha interesse que todos os parâmetros/medições sejam visualizados na própria Estação de Bombeamento, sugere-se a instalação de um Painel IHM (Interface Homem x Máquina), que possibilitara inclusive a programação da hora sazonal.

- 01 (um) Painel IHM (Interface Homem x Máquina) 2 x 20;
- 01 (um) Módulo MODBUS;
- 01 (um) Software.

Custo de cada Estação de Bombeamento:

- Sem Visualização Local:

R\$ 21.620,00 (vinte e um mil e seiscentos e vinte reais)

- Com Visualização Local (IHM):

R\$ 27.860,00 (vinte e sete mil oitocentos e sessenta reais)

2) Central de Supervisão e Controle:

Para criação da Central de Supervisão e Controle será necessário a aquisição dos seguintes equipamentos/serviços:

- 01 (um) Painel Controlador com capacidade para gerenciar até 50 (cinquenta) Estações;
- 01 (um) Sistema Aplicativo;
- 01 (uma) Licença de Software;
- Quadro com acessórios;
- Serviços de Montagem;

Custo:

R\$ 32.204,00 (trinta e dois mil e duzentos e quatro reais)

OBS. 1: Para reduzir os custos da Central, tem-se a opção do fornecimento do Microcomputador, Pentium IV ou superior, monitor de 17", Placa de Vídeo, Teclado e Impressora, com Sistema Operacional Windows, e "No Break".

OBS. 2: Quanto a Estação de Rádio Completa (Radio + Antena + Fonte c/ Flutuantes) não será necessária a sua aquisição, porque será montada 01 (uma) Estação Completa com os equipamentos que ficarão disponíveis nas Estações de Bombeamentos que forem modernizadas.