

Belo Horizonte, 18 de agosto de 2016

Cta nº 04/16

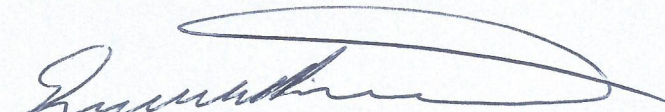
Agência Nacional de Águas – ANA  
At.: André Torres Petry  
Coordenação de Regulação de Serviços Públicos e da Segurança de Barragens  
Setor Policial – Área 5 – Blocos B, L, M e T  
70.610-200 – Brasília – DF

Ref.: Contrato nº 008/2016/ANA

Prezados Senhores,

Encaminhamos, em anexo, o Produto 2: Relatório Técnico 1 – RT-1, referente ao Contrato nº 008/2016/ANA, corrigido, conforme recomendações de vossas senhorias..

Atenciosamente,



Consórcio FAHMA-DELGITEC  
Guilherme Emílio Simão  
Representante Legal



**PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR ÁGUA – INTERÁGUAS**

**Acordo de Empréstimo Nº 8074-BR  
Banco Mundial**

**CONTRATO NÚMERO 008/2016/ANA**

**ELABORAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE  
PROJETOS DE ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA, INCLUINDO IRRIGAÇÃO,  
APLICANDO SEUS RESULTADOS AO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO  
RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE  
SETENTRIONAL – PISF**

**PRODUTO 2**

**DEFINIÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO DE OBRAS DE  
ADUÇÃO DE ÁGUA E DEFINIÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE  
SERVIÇOS E DOS CUSTOS UNITÁRIOS**

**Julho de 2016**

## **APRESENTAÇÃO**

A Lei nº 12.058/09 inclui, dentre as competências da Agência Nacional de Águas - ANA, a de “regular e fiscalizar, quando envolverem corpos d'água de domínio da União, a prestação dos serviços públicos de irrigação, se em regime de concessão, e adução de água bruta, cabendo-lhe, inclusive, a disciplina, em caráter normativo, da prestação desses serviços, bem como a fixação de padrões de eficiência e o estabelecimento de tarifa, quando cabíveis, e a gestão e auditoria de todos os aspectos dos respectivos contratos de concessão, quando existentes”.

A ANA, buscando cumprir suas novas atribuições, contratou, no âmbito do Programa de Desenvolvimento do Setor Água (INTERÁGUAS), que conta com recursos do Acordo de Empréstimo Nº 8074-BR firmado entre o Governo do Brasil e o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD, os serviços de consultoria para a ELABORAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE PROJETOS DE ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA, INCLUINDO IRRIGAÇÃO, APLICANDO SEUS RESULTADOS AO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL – PISF.

Os serviços de consultoria foram contratados com o Consórcio formado pelas empresas FAHMA Planejamento e Engenharia Ltda. e Del Giudice Assessoria Técnica Ltda. – DELGITEC, por meio do Contrato número 008/2016/ANA firmado em 26/02/2016, resultante do processo de seleção de consultores, conforme as Diretrizes para Seleção e Contratação de Consultores em Empréstimos do BIRD. A Ordem de Serviço para início da execução dos trabalhos foi emitida em 04/04/2016.

Os trabalhos estão sendo realizados mediante a execução de sete atividades básicas: Elaboração do Plano de Trabalho; Definição dos Serviços de Manutenção de Obras de Adução de Água por Canais; Definição das Composições de Serviços e dos Custos Unitários; Análise do Projeto Executivo do PISF e do Estudo Tarifário da ANA; Definição de um Fundo de Reposição; Aplicação da Metodologia ao PISF; e Treinamento. Os produtos serão apresentados em relatórios designados Plano de Trabalho, Relatórios Técnicos (RT) 1, 2 e 3 e Relatório Final.

O presente documento constitui o Produto 2: Relatório Técnico 1 – RT-1.



## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	i
SIGLAS E ABREVIATURAS .....	iv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. DEFINIÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ADUÇÃO DE ÁGUA.....	7
2.1. REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS - DESPESA OU INVESTIMENTO? ..	11
2.2. LEVANTAMENTO DE DADOS E PUBLICAÇÕES AFINS .....	13
2.2.1. Algumas Considerações sobre o Desenvolvimento dos Trabalhos de Manutenção .....	16
2.2.2. Tipos de Manutenção .....	23
2.2.3. Algumas Experiências e Condicionantes .....	25
2.2.3.1. Manutenção de Emergência.....	29
2.2.3.2. Custos de Manutenção.....	29
2.2.3.3. Interatividade entre Outras Áreas da Organização Operadora .....	30
2.2.3.4. Critérios para Estimativa de Custos .....	31
2.2.3.5. Segurança dos Componentes PISF .....	33
2.2.4. Elementos Essenciais à Estimativa de Custos de Manutenção .....	34
2.2.5. Aplicativos de Manutenção.....	35
2.2.6. Fluxograma Operacional da Manutenção na PETROBRÁS.....	37
2.2.7. Exemplo de um Detalhamento de Serviço .....	38
2.2.8. Capacitação .....	38
2.2.9. Publicações Afins .....	39
2.3. VISITAS TÉCNICAS.....	44
2.3.1. Visita às Obras do PISF .....	44
2.3.2. Visita aos Projetos em Funcionamento Similares ao PISF.....	44
2.3.2.1. Visita ao Eixão das Águas, no Estado do Ceará .....	44
2.3.2.2. Visita ao Projeto Jaíba.....	46
2.3.2.3. Visita ao Projeto Tourão .....	47
2.3.2.4. Visita ao Projeto Salitre - Etapa I.....	48
2.3.2.5. Visita ao Projeto Senador Nilo Coelho .....	50
2.3.2.6. Problemas de Furto de Água que Certamente Acontecerá nos Canais do PISF .....	54
2.3.2.7. Constatações Comuns aos Perímetros Visitados .....	54
2.4. DESCRIÇÃO DAS OBRAS DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL - PISF .....	55
2.4.1. Eixo Norte.....	55



2.4.1.1. Trecho I .....	55
2.4.1.2. Trecho II .....	95
2.4.1.3. Ramal Entremontes.....	106
2.4.1.4. Ramal Apodi .....	107
2.4.1.5. Ramal Salgado .....	120
2.4.2. Eixo Leste.....	122
2.4.2.1. Trecho I .....	123
2.4.2.2. Trecho II .....	142
2.4.2.3. Ramal do Agreste.....	150
 2.5. INTERATIVIDADE OPERAÇÃO – MANUTENÇÃO .....	 171
2.5.1. Indissociabilidade da Operação e Manutenção.....	171
2.5.2. Operação e manutenção em uma organização.....	173
2.5.3. As experiências no Brasil .....	174
2.5.4. Sistema de Suporte à Decisão .....	175
2.5.5. Problemas .....	175
2.5.6. Planejamento .....	177
2.5.7. Conclusões e recomendações .....	179
 2.6. ELENCAÇÃO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO IDENTIFICADAS COM RESPECTIVAS PERIODICIDADES .....	  179
 2.7. DEFINIÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO .....	 185
 3. DEFINIÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE SERVIÇOS E DOS CUSTOS UNITÁRIOS.....	 225
 3.1. REVISÃO DE MANUAIS E COMPOSIÇÕES DE CUSTOS JÁ EXISTENTES 226	 226
 3.2 SISTEMATIZAÇÃO DA BASE DE DADOS .....	 233
 3.3. DEFINIÇÃO DAS COMPOSIÇÕES E ESTIMATIVA DE CUSTOS UNITÁRIOS .....	 235
 BIBLIOGRAFIA .....	 236
 ANEXOS .....	 239

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.2.1.	Sistemas de comunicação e controle Projeto de irrigação Chavimochic no Peru .....	14
Figura 2.2.2.	Estimativas de custos de operação e manutenção do Projeto de Irrigação Chavimochic no Peru .....	14
Figura 2.2.3.	Custos anuais da tubulação de recalque em função do diâmetro de recalque .....	15
Figura 2.2.4.	Valor anual de manutenção de uma adutora de 10 km.....	19
Figura 2.2.5.	Valor anual de manutenção de uma estação de bombeamento .....	20
Figura 2.2.6.	Sistemática para organização e programação da manutenção .....	21
Figura 2.2.7.	Entendimento de um sistema de manutenção para sua organização e determinação de custos.....	22
Figura 2.2.8.	Resultados da automação na operação de canais .....	27
Figura 2.2.9.	Modelo de determinação do tempo para desenvolvimento de atividade de manutenção .....	32
Figura 2.2.10.	Dimensionamento da equipe de manutenção por atividade ...	32
Figura 2.2.11.	Fatores mais importantes para o bom funcionamento de alguns serviços planejados de manutenção .....	36
Figura 2.2.12.	Fluxograma do sistema de manutenção da PETROBRÁS .....	37
Figura 2.3.1.	Controle de algas presentes nos canais do perímetro irrigado .....	50
Figura 2.3.2.	Corrosão das bombas do Perímetro Irrigado do Salitre .....	50
Figura 2.3.3.	Vegetação comum nos canais do Perímetro Irrigado Nilo Coelho .....	52
Figura 2.3.4.	Furto de água do canal principal do Perímetro Irrigado Nilo Coelho .....	53



Figura 2.3.5. Manutenção no canal principal do Perímetro Irrigado Nilo Coelho .....	53
Figura 2.4.1. Esquema geral do Eixo Norte .....	56
Figura 2.4.2. Captação .....	58
Figura 2.4.3. Estação EBI-1 .....	60
Figura 2.4.4. Casa de bombas- estrutura típica e fachada.....	62
Figura 2.4.5. Estação de bombeamento - corte típico.....	63
Figura 2.4.6. Estação de bombeamento - planta típica - 1º, 2º e 3º pavimentos	63
Figura 2.4.7. Instalação típica dos conjuntos motobombas.....	69
Figura 2.4.8. Instalação típica da estrutura da casa de bombas .....	70
Figura 2.4.9. Instalação típica do motor .....	71
Figura 2.4.10. Instalação típica da estrutura de deságue – corte.....	72
Figura 2.4.11. Instalação típica da estrutura de deságue- vista frontal .....	72
Figura 2.4.12. Corte típico de canais.....	79
Figura 2.4.13. Corte típico de canais.....	80
Figura 2.4.14. Túnel Milagres-Jati. Corte .....	95
Figura 2.4.15. Esquema típico dos canais - Seção mista.....	98
Figura 2.4.16. Esquema típico dos canais .....	99
Figura 2.4.17. Estrutura típica das barragens .....	103
Figura 2.4.18. Túnel .....	104
Figura 2.4.19 – Ramal Entremontes.....	107
Figura 2.4.20 – Concepção Geral do Trecho III e IV – Lote F .....	108
A figura 2.4.21, esquema geral do sistema adutor do eixo leste .....	122
Figura 2.4.22. Canal em aterro revestido em concreto .....	129
Figura 2.4.23. Canal em corte sobre rocha ou em solo.....	129

Figura 2.4.24. Canal em corte e aterro.....	129
Figura 2.4.25. Barragens e tomadas d'água .....	132
Figura 2.4.26. Tomada d'água em canais .....	141
Figura 2.4.27. Croquis do Sistema do Ramal do Agreste .....	151
Figura 2.4.28. Croquis Esquemático do Sistema Adutor .....	151
Figura 2.4.29. Comportas de Controle de nível e vazão. Barragem Barro Branco .....	153
Figura 2.4.30. Canais em Aterro. Seção Transversal.....	153
Figura 2.4.31. Canais em Seção Transversal .....	154
Figura 2.4.32. Canais em Seção Mista. Seção Transversal.....	154
Figura 2.4.33. Drenagem interna nos canais. Seção Típica.....	155
Figura 2.4.34. Barragem Negros - Seção Típica .....	156
Figura 2.4.35. Barragem Ipojuca - Seção Típica .....	158
Figura 2.4.36. Seção típica da Tomada D'água .....	159
Figura 2.4.37. Túnel- Seção Típica no Emboque e Desemboque.....	160
Figura 2.4.38. Arranjo da Estação de Bombeamento - EBVII-1 .....	163
Figura 2.4.39. Arranjo da Instalação dos Conjuntos Moto Bombas – Planta ...	163
Figura 2.4.40. Arranjo da Instalação dos Conjuntos Moto Bombas – Corte.....	164
Figura 2.4.41. Perfil Longitudinal da Adutora .....	165
Figura 2.5.1. Áreas comuns à operação e manutenção de obras hidráulicas..	171
Figura 2.5.2 Entendimento de um sistema de manutenção para sua organização .....	174
Figura 2.5.3. Áreas consideradas para estimativas dos custos de manutenção .....	178



## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.2.1. Comparação de custos entre alguns tipos de manutenção .....	24
Quadro 2.2 2. Evolução da manutenção através dos anos .....	25
Quadro 2.2.3. Exemplo de planejamento de manutenção de uma bomba centrífuga .....	38
Quadro 2.4.1. Pressões nas bombas da EBI-2 .....	87
Quadro 2.4.2. Pressões nas bombas da EBI-3 .....	90
Quadro 2.4.3. Características das Barragens do Trecho II .....	100
Quadro 2.4.4. Características dos aquedutos .....	106
Quadro 2.4.5. Obras do Sistema Adutor do Trecho IV- Lote F.....	109
Quadro 2.4.6. Subtrecho do Sistema Adutor IV – Vazão de 40 m <sup>3</sup> /s .....	109
Quadro 2.4.7. Subtrecho do Sistema Adutor IV – Vazão de 20 m <sup>3</sup> /s .....	110
Quadro 2.4.8. Características dos Aquedutos.....	117
Quadro 2.4.9. Características Principais dos Rápidos .....	117
Quadro 2.4.10. Trecho IV – Características da Queda e Soleiras.....	118
Quadro 2.4.11. Características das Pontes e Passarelas .....	119
Quadro 2.4.12. Extensão das Estradas de Serviço por Segmento de Canal ...	120
Quadro 2.4.13. Extensão de drenagem lateral em canais .....	131
Quadro 2.4.14. Características da barragem .....	132
Quadro 2.4.15. Características do maciço .....	133
Quadro 2.4.16. Características da tomada d’água .....	133
Quadro 2.4.17. Características da barragem .....	133
Quadro 2.4.18. Características do maciço .....	134

Quadro 2.4.19. Características da tomada d'água .....	134
Quadro 2.4.20. Características da barragem .....	135
Quadro 2.4.21. Características do maciço .....	135
Quadro 2.4.22. Características da tomada d'água .....	135
Quadro 2.4.23. Características da barragem .....	136
Quadro 2.4.24. Características do maciço .....	136
Quadro 2.4.25. Características da tomada d'água .....	136
Quadro 2.4.26. Características da barragem .....	137
Quadro 2.4.27. Características do maciço .....	137
Quadro 2.4.28. Características da tomada d'água .....	137
Quadro 2.4.29. Características da barragem .....	138
Quadro 2.4.30. Características do maciço .....	138
Quadro 2.4.31. Características da tomada d'água .....	139
Quadro 2.4.32. Características da barragem .....	139
Quadro 2.4.33. Características do maciço .....	140
Quadro 2.4.34. Características da tomada d'água .....	140
Quadro 2.4.35. Características dos aquedutos .....	141
Quadro 2.4.36. Estruturas existentes no trecho do Reservatório Capoti ao Reservatório Poções.....	143
Quadro 2.4.37. Relação dos segmentos de canais no trecho: Reservatório Capoti ao Reservatório Poções.....	147



## SIGLAS E ABREVIATURAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
AUPIT	Associação de usuários de água do perímetro de irrigação Tourão
BDI	Bonificação e Despesas Indiretas
BIRD	Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento
BUREC	Bureau of Reclamation
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais S.A.
CGU	Controladoria Geral da União
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua do México
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CP	Canal Principal
CPU	Composição Preço Unitário
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CV	“Cavalo Vapor” - unidade de medida de potência
DIJ	Distrito de Irrigação de Jaíba
DINC	Distrito de irrigação Nilo Coelho
DISP	Disponibilidade
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura Rodoviária
DREQ	Duração Equivalente de Interrupção
EB	Estação de Bombeamento
EBP	Estação de Bombeamento Principal
ENES	Energia Interrompida
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FREQ	Frequência Equivalente de Interrupção
INCC	Índice Nacional de Custo da Construção

INTERÁGUAS	Programa de Desenvolvimento do Setor Água
IWMI	International Water Management Institute
LUP	Registro de lições de um ponto
MTBF	Tempo Médio Entre as Falhas (Means Time Between Failures)
MTTR	Tempo Médio para Reparo (Mean Time to Repair)
NEIC – RB	Número de Eventos com Interrupção de Carga na Rede Básica
O&M	Operação e Manutenção
ONU	Organização das Nações Unidas
PDCA	Planejamento, Desenvolvimento, Controle e Ação
PETROBRÁS	Petróleo Brasileiro S.A.
PIB	Produto Interno Bruto
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional
PPP	Parceria Público-Privada
RT	Relatório Técnico
RURALMINAS	Fundação Rural Mineira
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SICRO	Sistema de Custo Rodoviário
SIGES	Sistema de Gerenciamento de Serviços de Saneamento
SIGMA	Sistema de Gerenciamento da Manutenção
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SR	Superintendência Regional
SWP	State Water Project do Estado da Califórnia
TCU	Tribunal de Contas da União
TDR	Termos de Referência
TMRA	Tempo Médio de Atendimento de Reparos de Água
TMRE	Tempo Médio de Atendimento de Reparos de Esgoto
TMRO	Tempo Médio de Atendimento de Reparo de Obras Complementares
TOPT	Tempo de Operação
TRPT	Tempo de Indisponibilidade



*“Manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente com confiabilidade, segurança e custos adequados”.*

*Petrobrás – Noções de Confiabilidade e Manutenção, 2002.*

Nesta fase do trabalho além de analisar as experiências de manutenção de obras e equipamentos de porte similares ao do PISF, procurou-se alinhar alguns conceitos para homogeneizar os entendimentos sobre o que se almeja para determinação de custos o mais próximo possível da realidade.

As atividades de manutenção devem ser consideradas como investimento, visto que agrega valor à edificação. Diversas publicações e discussões técnicas a respeito da manutenção predial concordam com o fato de que esta ainda hoje é uma atividade negligenciada no âmbito da construção civil.

É comum que o planejamento de manutenção de um edifício seja lembrado somente quando começam a surgir os problemas, tornando a medida corretiva mais difícil e custosa (CREA-PR).

A série de normas ISO 9.000 possui oito princípios da gestão da qualidade, e entre estes está o foco no cliente e a melhoria contínua da qualidade e da produtividade.

Quando o assunto é Gestão da Manutenção, tais princípios não podem ser esquecidos, uma vez que a excelência nas atividades de manutenção depende do conhecimento das necessidades e anseios dos usuários quanto ao espaço construído e da obtenção de bons resultados quanto ao desempenho ambiental da obra.

---

## 1. INTRODUÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade da prestação de serviços técnicos de assessoria, objeto do presente Contrato, decorre do processo de estruturação da ANA e tem como objetivo prestar auxílio no cumprimento de suas novas atribuições, pois a regulação dos serviços de irrigação e de adução de água bruta é um assunto novo, não somente para a ANA, mas para o Brasil como um todo.

Além disso, a regulação dos serviços de adução de água bruta vem dar suporte à operacionalização do maior projeto de infraestrutura hídrica do país: o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). A ANA será responsável pela definição do modelo tarifário e estabelecimento das respectivas tarifas pela prestação do serviço de um modelo ainda inédito no Brasil. Terá, também, que definir padrões de qualidade e preparar todo o arcabouço regulatório, de forma a garantir a sustentabilidade financeira do projeto.

Com a alteração da Lei nº 9.984/00 pela Lei nº 12.058/09 e o estabelecimento das novas atribuições, a ANA deverá regular os novos projetos de Parceria Público-Privada (PPP) do Governo Federal que têm como objeto a concessão patrocinada de perímetros de irrigação, bem como o PISF.

Os projetos de concessão patrocinada de perímetros de irrigação se caracterizam pela existência de uma concessionária, que irá operar o serviço de infraestrutura hídrica para fornecimento de água ao perímetro de irrigação. Basicamente ela será responsável pela captação da água no rio, transporte pelos canais e disponibilização da água aos usuários. Para isso será remunerada pela tarifa cobrada desses usuários, eventualmente complementada por uma contraprestação paga pelo Governo Federal.

O PISF é um empreendimento de infraestrutura hídrica composta por dois eixos principais (Eixo Norte e Eixo Leste) e quatro ramais (Ramal do Agreste, Ramal do Apodi, Ramal do Entremontes e Ramal do Sangado). Tem o objetivo de integrar o rio São Francisco às bacias dos rios temporários do semiárido setentrional. Apresenta similaridades físicas com o serviço de irrigação, porém em uma escala maior.

A ANA, já com o propósito de regular esses projetos, em 2011 contratou a Fundação Getúlio Vargas para prestação de serviços técnicos de assessoria especializada à atividade reguladora da ANA, dos serviços de irrigação sob regime de concessão e dos serviços de adução de água bruta em âmbito federal (PISF).

No âmbito desse projeto, foram elaborados estudos para modelagem de revisões tarifárias, indicadores de desempenho, manuais de contabilidade, de controle patrimonial e de fiscalização técnica, assim como outros documentos que formam o arcabouço regulatório para a prestação dos serviços de adução de água bruta e de irrigação em regime de concessão.



Como resultado do estudo tarifário para o PISF, bem como o estudo dos modelos de revisão tarifária dos projetos de irrigação, ficou evidente que os custos de maior incerteza e significativa sensibilidade para definição das tarifas correspondem aos custos de manutenção.

Portanto, com o intuito de avançar na definição desses custos, de forma a ter um resultado mais acurado e replicável, a ANA contratou o desenvolvimento dessa ferramenta para estimativa de custo anual de manutenção de projetos de adução de água bruta, de forma a prestar apoio na definição das tarifas de projetos de irrigação sob concessão, bem como do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

De posse dessa ferramenta e de seus resultados, a ANA será capaz de realizar os estudos tarifários com um grau de confiabilidade muito mais elevado, dando assim um maior grau de robustez aos trabalhos realizados, reforçando sua atuação como entidade reguladora desses tipos de projeto.

A manutenção, para efeito deste trabalho, é definida com um conjunto de procedimentos necessários para assegurar a eficiência dos maquinários, equipamentos e estruturas hidráulicas, de modo a garantir um máximo tempo efetivo de trabalho nas atividades de condução e distribuição de água.

O serviço de manutenção deve deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas é preciso, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação, reduzindo a probabilidade de uma parada de produção ou o não fornecimento de um serviço.

Os serviços de **“Elaboração das estimativas de custos de manutenção de projetos de adução de água bruta, incluindo irrigação, aplicando seus resultados ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional”**, ora contratados, tem os seguintes objetivos:

#### **Objetivo Geral:**

Desenvolver ferramenta para estimativa de custo anual de manutenção de projetos de adução de água bruta, de forma a apoiar a ANA na definição das tarifas de projetos de irrigação sob concessão pública, bem como estimar custos de manutenção e reposição de equipamentos do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

#### **Objetivos Específicos:**

1. Definir a composição dos serviços de manutenção de obras de adução de águas por canais e adutoras, incluindo suas estruturas hidráulicas, eletromecânicas, de drenagem e de serviço;
2. Orçar o custo unitário de prestação dos serviços de manutenção;

3. Definir a periodicidade adequada de execução dos serviços de manutenção;
4. Elaborar ferramenta automatizada de estimativa de custos de manutenção;
5. Calcular o custo anual de manutenção do projeto, por eixo e por trecho implantado do PISF;
6. Calcular o custo de reposição de equipamentos hidráulicos e eletromecânicos do PISF, de forma a determinar o montante de recursos financeiros necessários para criação de um fundo de reposição.

Buscando o alcance dos objetivos propostos, os trabalhos serão realizados mediante a execução de sete atividades básicas:

- i. Elaboração do Plano de Trabalho;
- ii. Definição dos Serviços de Manutenção de Obras de Adução de Água por Canais;
- iii. Definição das Composições de Serviços e dos Custos Unitários;
- iv. Análise do Projeto Executivo do PISF e do Estudo Tarifário da ANA;
- v. Definição de um Fundo de Reposição;
- vi. Aplicação da Metodologia ao PISF;
- vii. Treinamento.

Os resultados dos trabalhos realizados serão organizados nos seguintes produtos:

- **Produto 1: Plano de Trabalho**  
Já elaborado e aprovado pela ANA
- **Produto 2: Relatório Técnico 1 – RT1**  
Constitui o presente documento. Apresenta os resultados finais das atividades *ii* e *iii*.
- **Produto 3: Relatório Técnico 2 – RT2**  
Deverá apresentar os resultados finais das atividades *iv* e *v*.
- **Produto 4: Relatório Técnico 3 – RT3**  
Deverá apresentar os resultados finais da atividade *vi*.
- **Produto 5: Relatório Final – RF**  
Deverá consolidar os resultados de todas as atividades realizadas, bem como incorporar um manual de aplicação e atualização da metodologia utilizada, de forma a permitir que a ANA possa replicá-la a qualquer tempo. Os resultados do treinamento previsto no item *vii* deverão ser incorporados ao manual de forma a torná-lo mais didático e operacional.

O presente Relatório Técnico 1 – RP-1 contempla, essencialmente, a *definição dos serviços de manutenção de obras de adução de água por canais* e a *definição das composições de serviços e dos custos unitários*.

Na condução dos estudos, o Consórcio, pautando as recomendações dos TDR e o previsto no Plano de Trabalho, realizou levantamento de dados disponíveis, visitas técnicas às obras do PISF e a projetos similares em funcionamento: Eixão das Águas, no Ceará; Projeto Nilo Coelho, em Pernambuco (CODEVASF); Projeto Tourão e Salitre, na Bahia (CODEVASF) e Projeto Jaíba, em Minas Gerais (CODEVASF/RURALMINAS).

Concomitantemente, foram realizadas entrevistas com as instituições responsáveis pela gestão dos citados projetos: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH) – Eixão das Águas; Distrito de Irrigação Nilo Coelho (DINC) – Projeto Nilo Coelho; Associação de Usuários de Água do Perímetro de Irrigação Tourão (AUPIT); CODEVASF – 3ª SR – Projeto Nilo Coelho e CODEVASF – 6ª SR – Projetos Salitre e Tourão.

Com base nos dados levantados, nas informações obtidas nas visitas aos projetos e nas entrevistas com as instituições e, tendo-se como referência a própria experiência do Consórcio, abordou-se o tema Interatividade Operação – Manutenção e, com foco no PISF, identificou-se e caracterizou-se as atividades de manutenção das estruturas e equipamentos, com respectiva periodicidade.

Elencadas e caracterizadas as atividades de manutenção, buscou-se a definição das composições dos serviços a serem executados e dos respectivos custos unitários.

Inicialmente, seguindo recomendações dos TDR, buscou-se custos existentes na literatura técnica oficial e aceita pelas instituições públicas (Decreto nº 7.983/2013). Para tanto procedeu-se a análise do Sistema de Custo Rodoviário (SICRO) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT; Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), disponibilizado pela Caixa Econômica Federal e a Base de Dados de Custos de Obras da PINI Consultoria.

Constatou-se que para os serviços e obras de projetos públicos de aproveitamento hídrico só são aceitos, para fins de orçamento, os dados do SINAPI e do SICRO/DNIT. Por outro lado, por suas características, as atividades de manutenção dos projetos de derivação e adução de água bruta demandam composições específicas.

Desta feita, teve-se que preparar a composição de preço unitário (CPU) para todas as atividades de manutenção identificadas e caracterizadas. As CPU foram elaboradas em planilhas do Excel, seguindo modelo semelhante ao sugerido nos TDR, que ora é submetido à aprovação da ANA.

Com os trabalhos até então realizados, objeto do presente relatório, buscou-se alcançar os seguintes objetivos específicos dos estudos ora contratados:

1. Definir a composição dos serviços de manutenção de obras de adução de águas por canais e adutoras, incluindo suas estruturas hidráulicas, eletromecânicas, de drenagem e de serviço;
2. Orçar o custo unitário de prestação dos serviços de manutenção;
3. Definir a periodicidade adequada de execução dos serviços de manutenção.



## **2. DEFINIÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO DE OBRAS DE** **ADUÇÃO DE ÁGUA**

## **2. DEFINIÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ADUÇÃO DE ÁGUA**

Esta parte do trabalho procurou por similaridades em experiências e consultas bibliográficas, identificar os trabalhos que precisam ser contemplados na manutenção dos componentes do PISF, desde a captação até a distribuição de água bruta.

Para isso foi feito um amplo levantamento de quais as instalações deveriam ser visitadas e assim formuladas previamente um elenco de questionamentos sobre elementos essenciais aos trabalhos a serem levantados.

Partiu-se de uma ampla pesquisa bibliográfica de serviços do porte do PISF tanto no país como no exterior.

Uma vez identificadas essas experiências, levantou-se questionamentos como quais os elementos que precisariam de maior atenção da equipe técnica para poder levantar os custos da forma mais realista, pois a experiência encontrada demonstrou que dificilmente se faz o procedimento de forma isolada, separando os setores de operação e manutenção. Estes setores devem ser analisados em separado para melhor identificar falhas no processo produtivo.

A integração entre operadores e mantenedores na atividade de eliminação de quebras é fator básico de sucesso. Juntos estes setores conseguem realizar uma gestão preventiva de quebras, que consiste no acompanhamento e registro das soluções utilizadas nos problemas apresentados, possibilitando melhorar futuras aquisições e antecipar problemas de maquinário.

Análises mostram que um terço das quebras é decorrente da falta de conservação dos equipamentos, sendo esta responsabilidade dos operadores. O segundo terço poderia ser evitado se as pessoas responsáveis pela manutenção autônoma cumprissem rigorosamente as inspeções de desgastes naturais dos componentes ou partes do equipamento. O restante é designado propriamente ao setor de manutenção, que utilizará um plano de trabalho para assegurar a normalidade do funcionamento dos componentes.

Organizando esses processos teremos benefícios como maior agilidade, otimização de custos e crescimento profissional de todos os envolvidos.

Selecionou-se então, de comum acordo com a Contratante, visitar e detalhar as informações do sistema da COGERH no Estado do Ceará, e dos distritos de irrigação da CODEVASF: Nilo Coelho em Petrolina – Pernambuco, Tourão e Salitre em Juazeiro – Bahia e Jaíba no município de Jaíba no norte do Estado de Minas Gerais.

Procurou-se conhecer o comportamento desse segmento de modo a buscar indicadores que pudessem ser aplicados a este trabalho. Ao se analisar os indicadores da CHESF, verificou-se um resultado atípico em relação à tendência

de melhoria que vinha sendo apresentados na qualidade de atendimento por essa Companhia, nos últimos cinco anos. Isso porque uma estação de recalque de água é muito similar ao de uma geradora de eletricidade, só que funciona ao contrário, demandando energia.

Esses indicadores só de referência, para orientar o trabalho deste Consórcio foram:

**FREQ** – Frequência Equivalente de Interrupção

**DREQ** – Duração Equivalente de Interrupção

**ENES** – Energia Interrompida

**NEIC- RB** – Número de Eventos com Interrupção de Carga na Rede Básica

Em 2014, as áreas de manutenção e operação da CHESF continuaram investindo em seus programas de capacitação de pessoas, na melhoria dos instrumentos de planejamento de intervenções e na implantação de novas técnicas e processos de manutenção de equipamentos, linhas de transmissão e dispositivo de proteção, controle e supervisão.

Para desenvolver este trabalho é imperativo considerar que conceitos, atividades, comportamentos e estratégias estejam se transformando. A prática do *benchmarking* em manutenção agiliza processos de mudanças. Nesse sentido, vale destacar alguns tópicos que ajudam a definir a manutenção de classe mundial<sup>1</sup>.

Inicialmente é necessário ter bem claro o conceito de perdas e seus custos atrelados, que são provocados pela manutenção, quando de uma quebra de máquina por exemplo.

As perdas se dividem em diretas, quando são designadas ao custo de mão de obra e materiais utilizados em atividades corretivas; e indiretas, que se referem aos custos de realização de horas extras, *setups* alternativos para assegurar o fluxo produtivo, mão de obra operacional parada, reprogramação produtiva em períodos extras e energia consumida com máquina parada, entre outros.

As perdas, uma vez apuradas e devidamente valorizadas, servem para um gerenciamento que visa à sua redução ao máximo.

Sabendo que o fator gerador das perdas é geralmente a quebra, todo cuidado é dado para que ela não ocorra. Assim, a manutenção sai da atividade de consertar, na qual apenas se faz um diagnóstico e substitui o componente danificado, e vai para a ação de reparar, cuja preocupação é eliminar o problema para evitar a recorrência.

---

<sup>1</sup>Fonte: site Revista NEI

Entender as causas geradoras de quebras é essencial para estabelecer uma forma de gerenciamento de ações e alcançar o objetivo de eliminá-las.

Nem todas as quebras de máquinas podem ser sanadas pela equipe de manutenção, de forma direta. Assim, cabe ao setor de manutenção trabalhar conjuntamente a outros setores das empresas, como produção, engenharia de processo, gestão de materiais e gestão de pessoas, que também possuem suas responsabilidades nesse processo. Mais uma vez está demonstrada a interatividade e interdependência dessas atividades operação e manutenção.

Conforme já mencionado, um terço das quebras é decorrente da falta de conservação dos equipamentos, pelos operadores; outro um terço, da falta de rigor dos responsáveis pela manutenção autônoma nas inspeções de desgastes naturais dos componentes ou partes do equipamento e o restante, de propriamente da manutenção, que utilizará um plano de trabalho para assegurar a normalidade do funcionamento dos componentes. Consequências da organização desses processos são maior agilidade, otimização de custos e crescimento profissional de todos os envolvidos.

Outro destaque é a gestão preventiva de quebras, que consiste no acompanhamento e registro das soluções utilizadas nos problemas apresentados, possibilitando melhorar futuras aquisições e aplicações similares.

Para conquistar resultados de classe mundial é preciso reorganizar a manutenção estruturando os processos auxiliares como competências, peças de reposição, documentação técnica, sistema de gerenciamento, fluxo de atividades de manutenção, plano de lubrificação, definição de indicadores e classificação de criticidade de equipamentos. Organizações com bons resultados em manutenção seguem uma diretriz baseada em:

- Competência individual ou da equipe;
- Compreensão do funcionamento dos equipamentos, por parte de operadores e mantenedores;
- Decomposição do equipamento em componentes, que são os responsáveis pelas quebras;
- Organização de procedimentos e plano para os componentes trabalharem sem falhas;
- Organização de intervenções que garantam o desempenho projetado;
- Administração e controle do processo de manutenção e dos resultados obtidos;
- Evolução contínua do Planejamento, Desenvolvimento, Controle e Ação (PDCA).

Alguns aspectos comportamentais importantes, verificados em processos de manutenção de classe mundial, exprimem o nível de maturidade e a cultura alcançada. Entre eles, estão:

- Senso de combate ao desperdício ou perdas;



- Integração das pessoas e setores afins;
- Competência;
- Organização;
- Disciplina;
- Limpeza;
- Segurança;
- Trabalho em equipe;
- Foco na produtividade das atividades de manutenção;
- Gestão participativa e visível em quadros de divulgação das áreas das empresas;
- Consciência da melhoria contínua;
- Preocupação com a análise de custos e benefício para cada atividade.

Uma engenharia de manutenção bem estruturada é fundamental para atingir resultados eficazes no processo de classe mundial. Cabe a ela o papel da gestão da estrutura de manutenção, gerenciando - de forma harmônica e integrada - todas as práticas operacionais, de forma a organizar e controlar:

- Mapeamento de competências e planejamento de eliminação de gastos;
- Controle de peças de reposição;
- Gerenciamento da lubrificação;
- Arquivo de documentação técnica;
- Monitoramento de indicadores;
- Elaboração de padrões para o gerenciamento da manutenção;
- Gestão de serviços programados;
- Registro de lições de um ponto (LUP);
- Gerenciamento de análises de quebras;
- Elaboração e atualização de procedimentos de manutenção;
- Eficácia do plano frente às quebras;
- Melhorias implantadas e em desenvolvimento;
- Custos de manutenção.

## **2.1. REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS - DESPESA OU INVESTIMENTO?**

As atividades de manutenção exige investimento constante, e uma das dificuldades está em mensurar tudo o que é preciso.

Todos os componentes de um sistema hidráulico de captação condução e distribuição de água, juntamente com todos seus componentes e conexões (tubulações, matrizes de água, interceptores e coletores de águas, reservatórios e represas, equipamentos de controle, medição, entre vários outros), constituem os ativos que necessitam de manutenção e de reabilitação.

Quando essas necessidades são subestimadas, além de provocarem deficiências nos serviços prestados, também incorrem no risco de causar danos catastróficos

à população e acarretar reparações cada vez mais dispendiosas, à medida que os reparos vão sendo deixados de lado.

O custo, que é um fator preponderante na execução desses processos, sofre variações e muitas vezes não acompanham a realidade. Segundo cálculos da FGV (Fundação Getúlio Vargas), em reajustes indexados pelo INCC (Índice Nacional de Custo da Construção), elaborado pela própria entidade, para a execução de um empreendimento o custo do material pode chegar a 51,45% do valor da obra e o valor de mão- de- obra corresponderia a 48,45%.

Nas obras de saneamento esses números ganham outra dimensão, onde os materiais e serviços podem responder a 98% dos custos.

A FGV se propôs a divulgar no final de 2009 um índice específico de reajuste de preços para saneamento básico, contudo o mesmo ainda não se encontra disponível. Neste índice são consideradas as especificidades das obras de saneamento, como rede de coleta de esgoto, de distribuição de água, obras de irrigação e estação de tratamento, topografia, tipo de solo, regionalização, densidade demográfica, custo do aço, do concreto e de maquinário.

Estima-se que o investimento, no Brasil<sup>2</sup>, tanto para a expansão como da manutenção dos ativos, está na ordem de 1% do PIB (Produto Interno Bruto). A origem desses aportes vem em parte das tarifas pagas pelos usuários, mas a grande complementação vem dos subsídios que o Estado transfere. Também pode-se recorrer ao mercado de capitais para financiar projetos de longo prazo, solicitar financiamento às instituições financeiras.

Ainda existe a possibilidade de levantamento de recursos com a intervenção privada. Pode ser muito bem vinda, porque é uma forma de financiar e operar serviços, mas não deixa de ter um nível de risco na delegação de gestão com investimento, incorrendo até na venda dos próprios ativos. Portanto, torna-se indispensável uma transparência nos contratos firmados por essa via e um sistema regulatório com credibilidade.

Existem modelos muito bem sucedidos de intervenção privada em países como Chile, mas também há modelos de gestão pública bem sucedidos, como é o caso da SABESP, em São Paulo. Todavia, seja na gestão pública ou privada, é essencial que os investimentos e serviços não fiquem sujeitos às oscilações políticas, que em muitos casos afetam negativamente as decisões emergencialmente técnicas e comprometem o bom atendimento à sociedade.

Contabilizar investimentos como despesas, ou vice-versa, é uma questão de entendimento do que é "déficit" e do que é "superávit".

Contudo, os baixos níveis de investimento em algumas regiões, inviabiliza a qualidade sanitária proposta. Haja vista, a mortalidade associada a infecções de

---

<sup>2</sup><http://nrcengenharia.com/noticia.php?id=42>

origem hídrica continua sendo elevada. Isto afeta particularmente a população mais vulnerável: as crianças, os idosos e os pobres.

Finalmente, é importante ressaltar que no desenvolver deste trabalho se lançará mão de conceitos à medida que forem identificados como necessários e essenciais como o que aqui se exemplifica:

**Fissura** é uma abertura em forma de linha que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de ruptura sutil de parte de sua massa, com espessura de até 0,5 milímetro.

**Trinca** é uma abertura em forma de linha que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de evidente ruptura de parte de sua massa, com espessura de 0,5 milímetro até 1,0 milímetro. Quando há maior flexibilidade no sistema reticulado, podem surgir as rachaduras e as fendas, ambas de maior extensão, se comparadas às fissuras e trincas, recomendando-se uma consulta junto à construtora, engenheiro ou arquiteto.

**Rachadura** é uma abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa, podendo-se "ver" através dela e cuja espessura varia de 1,0 milímetro até 1,5 milímetro.

**Fenda** é uma abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa, causando sua divisão em partes separadas com espessura superior a 1,5 milímetro.

## 2.2. LEVANTAMENTO DE DADOS E PUBLICAÇÕES AFINS

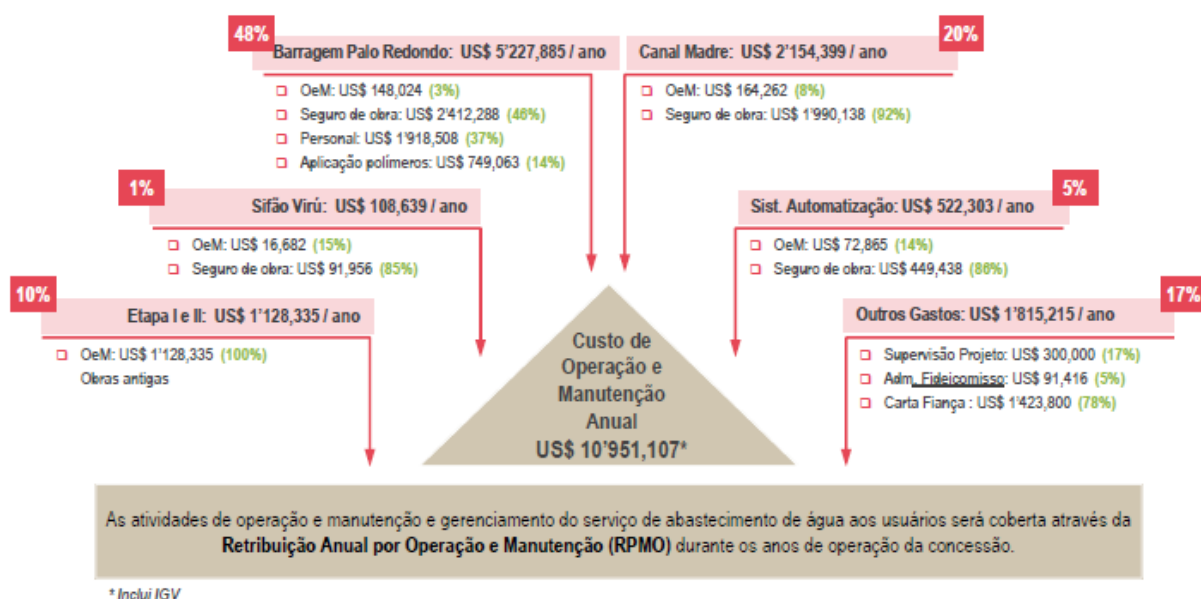
Nesta fase objetivou-se encontrar o estado da arte nos serviços de manutenção de obras e equipamentos similares aos do PISF no país, de modo a se conseguir dados-chaves dos componentes de um sistema hidráulico das dimensões e portes do que aqui é analisado, contemplando todos seus componentes desde subestações de energia elétrica, linhas de distribuição, motores, bombas, quadros de comando, tubulação, obras civis, canais, comportas, registros, mecanismos de medição, válvulas, juntas, vandalismo, furto de água nos sistemas de condução e distribuição, entre outros.

Nos perímetros de irrigação visitados os componentes mais débeis foram as medições de vazões e os sistemas de comunicação (via rádio). sem uma alternativa de redundância como sole acontecer em projetos similares como o Chavimochic no Peru que já nasceu com essa concepção e seus custos de operação estimados para efeito de concessão como pode ser visto nas Figuras 2.2.1 e 2.2.2.



**Fonte:** ProInversión – Agencia de Promoción de Inversión Privada –Peru (2013)

Figura 2.2.1. Sistemas de comunicação e controle projeto de irrigação Chavimochic no Peru



**Fonte:** ProInversión – Agencia de Promoción de Inversión Privada - Peru

Figura 2.2.2. Estimativas de custos de operação e manutenção do Projeto de Irrigação Chavimochic no Peru

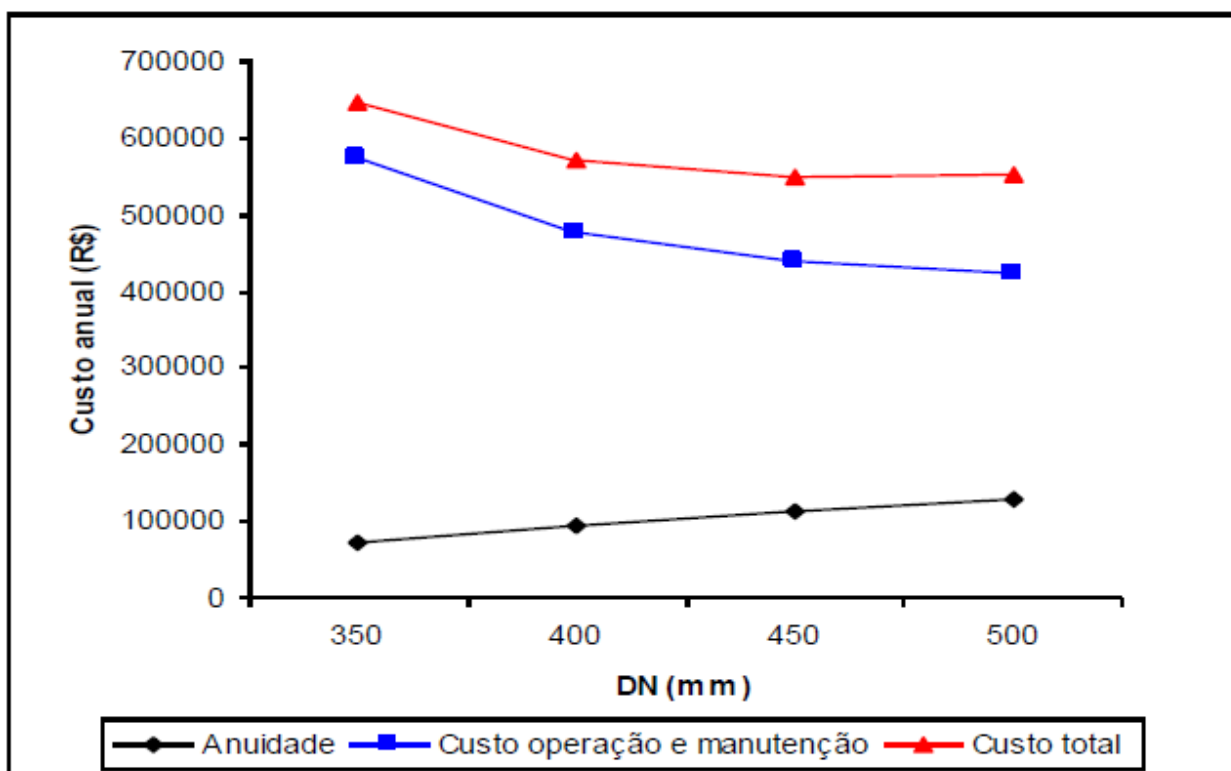
Marques Filho (2010) elencou os problemas encontrados nas obras hidráulicas do país. São eles:



- Infraestrutura envelhecida com pouca ou nenhuma manutenção;
- Falta de processos claros de verificação das condições de operação;
- Legislação incipiente e omissa;
- Aumento de manifestações patológicas significativas;
- Necessidade de processos orientados para avaliação das obras existentes;
- Necessidade de treinamento para novos empreendimentos e manutenção antigos;
- Previsão de investimentos importantes em manutenção.

Muitas decisões no país sofrem pressão sobre custos, principalmente no que concerne aos investimentos iniciais, esquecendo que os investimentos em obras hidráulicas devem ser analisados não só do ponto de vista do investimento inicial, mas também contemplando os custos anuais como os de operação e manutenção.

Costa (2004) mostrou que o custo maior é o de menor investimento inicial para o diâmetro de 350 mm. Observa-se nesse gráfico que o menor custo está nos 450 mm (Figura 2.2.3).



Fonte: Costa (2004)

Figura 2.2.3. Custos anuais da tubulação de recalque em função do diâmetro de recalque

### **2.2.1. Algumas Considerações sobre o Desenvolvimento dos Trabalhos de Manutenção**

Para esta abordagem recorreu-se à experiência e aos anos vividos pela PETROBRÁS, que embora não tenha como objetivo a água, tem um dos sistemas de manutenção mais evoluído do país cujos resultados podem e devem servir de exemplo a outras iniciativas de manutenção.

O PISF precisará operar e manter suas instalações, máquinas e equipamentos num nível exemplar de excelência, pois estará responsável por assegurar água a mais de 12 milhões de pessoas e a dessedentar milhões de animais.

As instalações devem ser construídas, operadas e mantidas de forma a garantir a correta operação e manutenção dos sistemas, mas isso nem sempre ocorre como temos tido a oportunidade de observar. Posições inadequadas, falta de espaço suficiente para manobras e intervenções, identificação falha de equipamentos e suas unidades funcionais, documentação desatualizada, manobras indevidas, acionamento de dispositivos errados executados por engano devido à falta de conhecimento, incorreção ou dubiedade da identificação ou mesmo sinalização incorreta do seu estado operacional, são fatores que podem levar a acidentes pessoais e a paradas indesejadas de parte significativa do sistema operacional.

Todo item, componente, máquina ou equipamento, é projetado e fabricado para atender a uma especificação, ou seja, qualquer equipamento ao ser projetado tem por base a função que irá desempenhar. Nesse aspecto, o desempenho dos equipamentos pode ser analisado por dois enfoques:

- **Desempenho inerente** – é o desempenho que o equipamento é capaz de fornecer;
- **Desempenho requerido ou desejado** – é o desempenho que se quer obter do equipamento.

Essa caracterização é importante, porque a manutenção consegue apenas recuperar o desempenho inerente do equipamento. Se o desempenho do equipamento não é o desejado, ou se reduz a expectativa ou se introduzem modificações.

Quando se pergunta, quais são as características desejáveis em um produto, certamente a resposta seria que ele deveria ter uma vida útil ilimitada, e que, durante esta, funcionasse isento de falhas. É claro que isso dificilmente será um dia alcançado. As limitações de ordem física, econômica e social impõem restrições à vida útil, o que indica a possibilidade de falhas em cada equipamento. Ou seja, durante uma vida útil de determinado sistema/equipamento, tem-se situações indesejáveis sob o ponto de vista do usuário, que deverão ser avaliadas dentro de parâmetros estatísticos de custos e possibilidades de ocorrências. Esta abordagem é que leva ao conceito de confiabilidade como sendo:

*“A probabilidade de que um componente, equipamento ou sistema exercerá sua função sem falhas, por um período de tempo previsto, sob condições de operação especificadas”.*

Confiabilidade é uma medida estatística (probabilidade), determinada pelo grau de admissibilidade abaixo da qual a função não é satisfatória (falha), dentro de um determinado tempo definido (ou seja, em intervalos diferentes de tempo haverá diferentes níveis de confiabilidade), e sob condições definidas de uso (o mesmo equipamento sujeito a duas condições diferentes de uso apresentará diferentes confiabilidades em cada caso).

Em termos financeiros, a importância da Confiabilidade pode ser verificada por:

- Plantas que apresentam alta confiabilidade também têm menores custos operacionais (de manutenção; redução de produtos fora de especificação; consumo de energia; etc.) pela redução de falhas em equipamentos;
- As falhas reduzem a produção e, conseqüentemente, os lucros;
- As falhas podem interferir na qualidade dos produtos;
- Quanto mais competitiva, maior a chance de sobrevivência da empresa.

A Manutenção centrada na Confiabilidade procura responder a sete questões básicas:

1. Quais são as funções do item no seu contexto atual?
2. De que forma ele falha em cumprir suas funções?
3. O que causa cada falha operacional?
4. O que acontece quando ocorre cada falha?
5. De que forma cada falha tem importância?
6. O que pode ser feito para prevenir cada falha?
7. O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa preventiva apropriada?

A função da manutenção não está ligada apenas a restabelecer o funcionamento do sistema e suas partes, mas a agir de forma preventiva, evitando defeitos que venham a levar a paradas intempestivas do sistema operacional ou mesmo a graves acidentes pessoais. A manutenção trabalha para aumentar a confiabilidade do sistema como um todo, aumentando assim a sua disponibilidade e diminuindo drasticamente a necessidade de intervenções.

É de suma importância conhecer a posição atual e o contexto geral do setor de captação, condução e distribuição de água em todos os níveis federal, estadual e municipal, suas leis, regulamentações e estatísticas gerais, dentro das quais se desempenha a instituição responsável por essa atividade.

Para isso, é preciso obter as informações tais como:

- Modelos institucionais que atuam nesse segmento, como tipos de instituições (públicas, privadas, etc.);

- Contexto jurídico da captação, condução e distribuição de água bruta;
- Principais fontes de água disponíveis;
- Estatísticas de parâmetros que integram um sistema de manutenção para atender a demanda de água, cobertura de água bruta, perspectiva, etc.;
- Problemas para o fornecimento de água em diversos níveis que possam ser úteis para o desenvolvimento desse tipo de trabalho;
- Características regionais, topográficas, distância das fontes, disponibilidade de mão de obra, valores culturais, presença de revendedores, etc.; e
- Outras informações de utilidade.

A questão de manutenção não tem sido bem estruturada em grande parte das instituições que executam esses trabalhos, no que se refere aos registros e acervo de dados que permitam estabelecer curvas como as mostradas nas Figuras 2.2.4 e 2.2.5.

Observar que não estão em separado os componentes desse custo no que se refere à mão de obra e despesas diretas pelo menos. Fernandez y Fernandez et. al. (2007), registraram que:

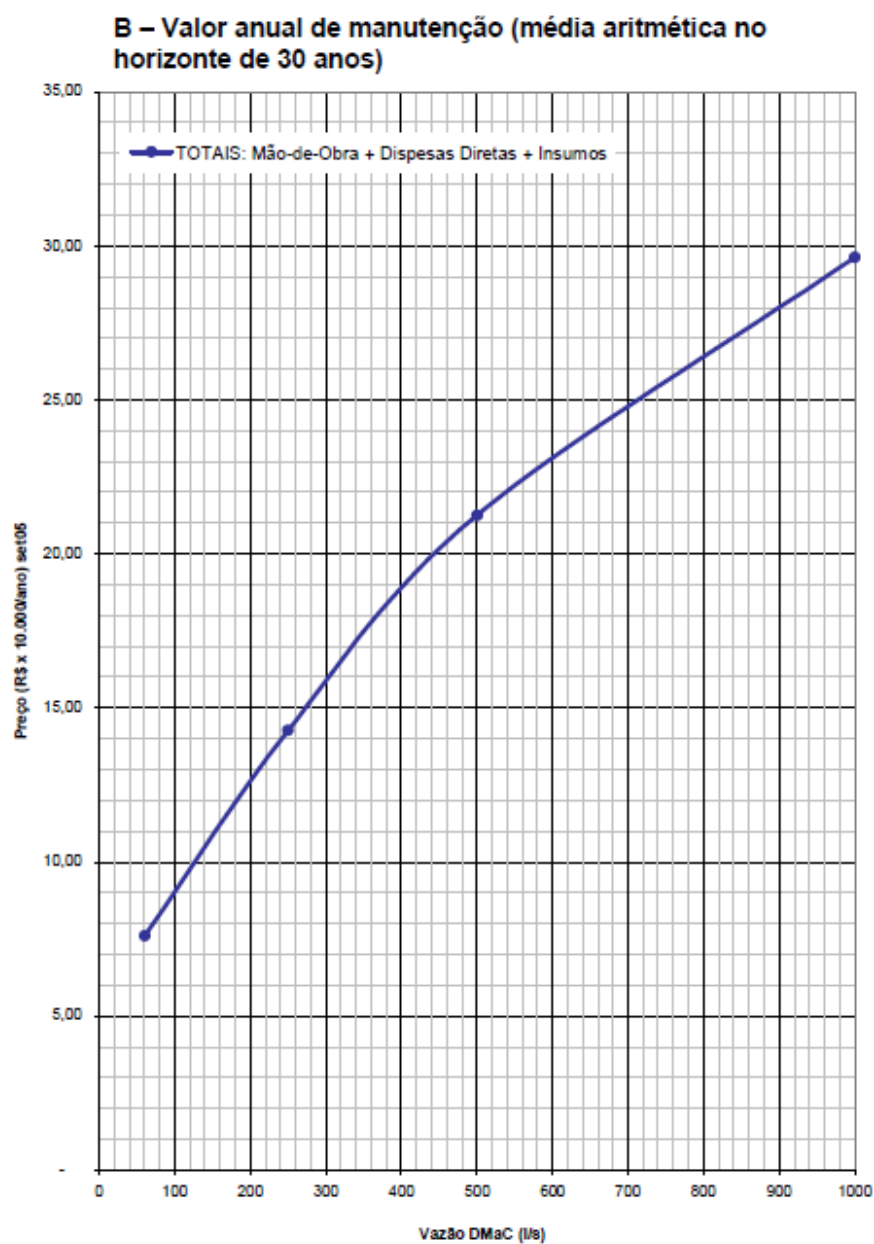
*“A melhor maneira de discutir os resultados é compará-los com os custos reais finais de obras. No entanto, tais informações são escassas e poucas vezes disponibilizadas”.*

A base para o desenvolvimento deste trabalho parte da concepção do sistema que deve ser o mais adequado para o desenvolvimento dos trabalhos, garantindo a eficiência, a eficácia e a efetividade. A Figura 2.2.6 demonstra como deverá ser conduzido o desenvolvimento dos trabalhos.

Observa-se que parte-se do conhecimento das políticas, estratégicas e táticas da organização. Como ainda não está plenamente definido o modelo gestor, tendo sido atribuído à CODEVASF, ainda por Decreto e não por projeto de Lei que é obrigatório para mudar sua área de atuação, se seguirá pautado pelas ações e iniciativas da CODEVASF na condução dos trabalhos de manutenção em seus perímetros de irrigação, considerando as adaptações que se fizerem necessárias para esse trabalho de captação e condução de água bruta.

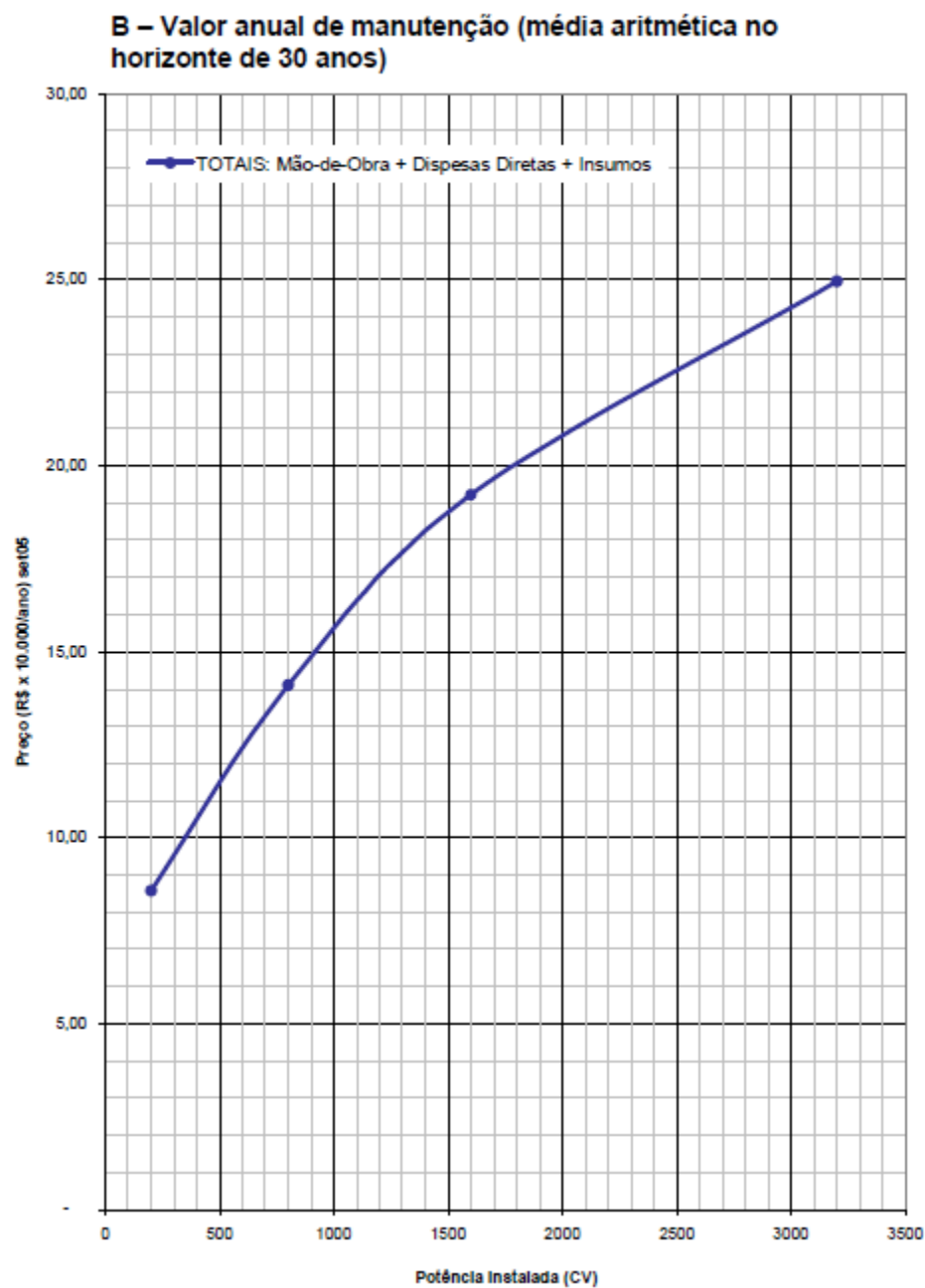
Incorpora-se a esses parâmetros as novas tecnologias, novos equipamentos e novas formas de gestão para se extrair os elementos essenciais para se definir um sistema de gestão da função manutenção, de modo a conseguir estimar seus custos no que se refere única e exclusivamente à manutenção.





**Fonte:** Fernandez et. al. (2007)

Figura 2.2.4. Valor anual de manutenção de uma adutora de 10 km



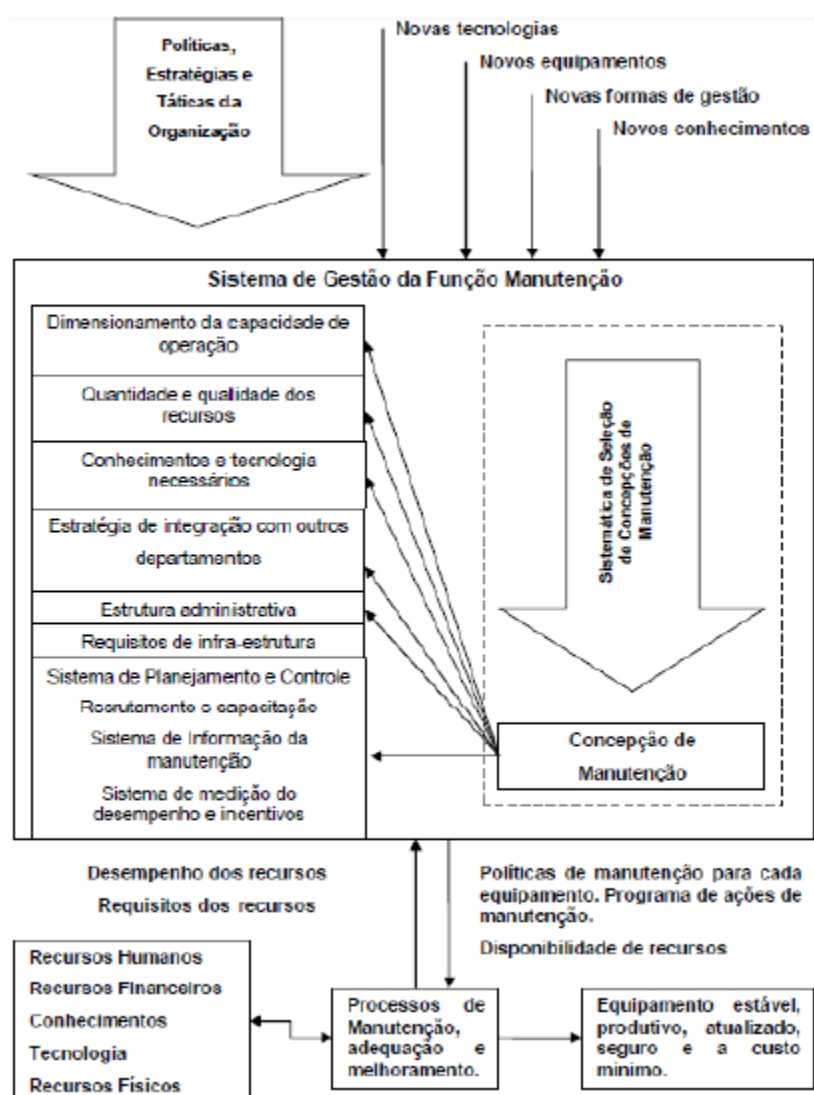
**Fonte:** Fernandez et. al. (2007)

Figura 2.2.5. Valor anual de manutenção de uma estação de bombeamento



**Fonte:** Consórcio FAHMA-DELGITEC

Figura 2.2.6. Sistemática para organização e programação da manutenção



Fonte: Costa (2013), adaptado de Fuentes (2006).

Figura 2.2.7. Entendimento de um sistema de manutenção para sua organização e determinação de custos.

Para determinação desses custos avalia-se a capacidade de operação, o volume e qualidade dos recursos, os conhecimentos e tecnologias necessários, estratégias de integração com outras áreas bem como com os usuários receptores da água bruta, sua estrutura administrativa, os requisitos de infraestrutura, o sistema de planejamento e controle, sistema de informação de manutenção e de desempenho e incentivo.

O planejamento só pode ser considerado completo quando, além do detalhamento da sequência de atividades e dos recursos a serem utilizados, houver certeza sobre as alterações que a intervenção pode proporcionar no sistema, o impacto que o serviço pode ter no meio-ambiente, e de que modo a intervenção pode afetar a segurança das instalações e pessoas.

A coleta de dados durante as visitas a campo foi muito aquém das expectativas no que se refere ao acervo de dados que podem orientar o aperfeiçoamento do funcionamento dos perímetros de irrigação visitados. Predomina uma grande variação de critérios e comportamentos de um perímetro para outro, mesmo quando as distâncias são próximas.

### 2.2.2. Tipos de Manutenção

Segundo Tavares (1997), a realização de algumas práticas básicas determinam os principais tipos de manutenção, sendo elas:

- Manutenção corretiva não planejada;
- Manutenção corretiva planejada;
- Manutenção preventiva;
- Manutenção preditiva<sup>3</sup>;
- Manutenção detectiva;
- Engenharia de manutenção.

Os diversos tipos de manutenção também podem ser considerados como políticas de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição gerencial ou política global da instalação, baseada em dados técnico-econômicos.

**Manutenção corretiva** é a atuação para a correção de uma falha ou de um desempenho menor que o esperado. Ao atuar em um equipamento que apresenta um defeito ou um desempenho diferente do esperado estamos fazendo manutenção corretiva.

- Manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória. Caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato já ocorrido. Não há tempo para preparação do serviço. Infelizmente ainda é mais praticado do que deveria.
- Manutenção corretiva planejada é a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra.

Um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado. E será sempre de melhor qualidade.

**Manutenção Preventiva** é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. Inversamente à política de

---

<sup>3</sup>Manutenção Preditiva: também conhecida como Manutenção Sob Condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento (Mirshawaka, 1991).



Manutenção Corretiva, a Manutenção Preventiva procura sempre evitar a ocorrência de falhas.

Em determinados setores, como na aviação, a adoção de manutenção preventiva é imperativa para determinados sistemas ou componentes, pois o fator segurança se sobrepõe aos demais. Como nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos para a adoção nos planos de manutenção preventiva, além das condições operacionais e ambientais, a definição de periodicidade e substituição deve ser estipulada.

**Manutenção Preditiva** é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. É a primeira grande quebra de paradigma na manutenção. O termo associado é o de prever as condições dos equipamentos.

Seu objetivo é prevenir as falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível.

Quanto mais se intensifica essa manutenção, mais conhecimentos tecnológicos são adquiridos para o desenvolvimento de equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais.

**Manutenção Detectiva** é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

**Engenharia de Manutenção** é a segunda quebra de paradigma na Manutenção. Praticar a Engenharia de Manutenção é deixar de ficar consertando continuamente para procurar as causas básicas, modificando situações permanentes de mau desempenho, deixando de conviver com problemas crônicos, melhorando padrões e sistemáticas.

Os diversos custos de manutenção tem custos diferenciados, como pode ser visto no exemplo do Quadro 2.2.1.

Quadro 2.2.1. Comparação de custos entre alguns tipos de manutenção.

Tipo de manutenção	Custo US\$/HP/ano
Corretiva não planejada	17 a 18
Preditiva	11 a 13
Preditiva e monitoramento de condição/corretiva planejada	7 a 9

**Fonte:** National Manufacturing Week Conference com dados da Exxon, Bethlehem Steel e revistas especializadas dos Estados Unidos.

### 2.2.3. Algumas Experiências e Condicionantes

Para se avaliar as experiências é preciso conhecer um pouco da evolução do setor de manutenção ao longo dos anos (Quadro 2.2 2.).

Quadro 2.2 2. Evolução da manutenção através dos anos.

Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
1930 1940	1970	2000
<b>AUMENTO DA EXPECTATIVA EM RELAÇÃO À MANUTENÇÃO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conserto após a falha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidade crescente</li> <li>- Maior vida útil do equipamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior disponibilidade e confiabilidade</li> <li>- Melhor custo-benefício</li> <li>- Melhor qualidade dos produtos</li> <li>- Preservação do meio ambiente</li> </ul>
<b>MUDANÇAS NAS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conserto após a falha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Computadores grandes e lentos</li> <li>- Sistemas manuais de planejamento e controle do trabalho</li> <li>- Monitoração por tempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoração de condição</li> <li>- Projetos voltados para confiabilidade e manutenção</li> <li>- Análise de risco</li> <li>- Computadores pequenos e rápidos</li> <li>- Softwares potentes</li> <li>- Análise de modos e efeitos da falha (FMEA)</li> <li>- Grupos de trabalho multidisciplinares</li> </ul>
1930 1940	1970	2000
Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração

**Fonte:** PETROBRAS; UnicenP (2002)

Esta parte do trabalho partiu de uma ampla pesquisa a diversas fontes sobre as ações, iniciativas e atividades inerentes à manutenção de obras, equipamentos e máquinas que integram um sistema de gestão de infraestrutura hídrica.

Algumas experiências como Green Act de 1868 (Califórnia, EUA) deram partida ao incentivo e promoção da gestão do uso da água para fins agrícolas. Esse modelo desenvolveu sistemas de gestão como os Distritos de Irrigação e os de Água, como uma instituição central de desenvolvimento.

Outra importante experiência realizada, também na Califórnia, o Projeto Hídrico do Estado da Califórnia (California Water State Project) que abrange armazenamento e distribuição de água por um sistema que compreende reservatórios, aquedutos, hidrelétricas, estação de bombeamento e canais. Seu principal propósito é armazenar e distribuir água para 29 áreas urbanas e para agricultura no Norte da Califórnia, na área da Baía de São Francisco, Vale do São Joaquim, a Costa Central e Sul desse Estado. O suprimento de água atende 25 milhões de pessoas (70% para área urbana e 30% área rural). Fornece água para irrigar mais de 300.000 ha.

O projeto é composto por 34 unidades de armazenamento (reservatórios e lagos), 20 estações de bombeamento, 4 estações de bombeamento e geração de energia, 5 hidrelétricas e cerca 215 km de canais abertos e dutos.

Dois terços da população da Califórnia é abastecida por esse sistema, operado e mantido pelo Departamento de Recursos Hídricos da Califórnia.

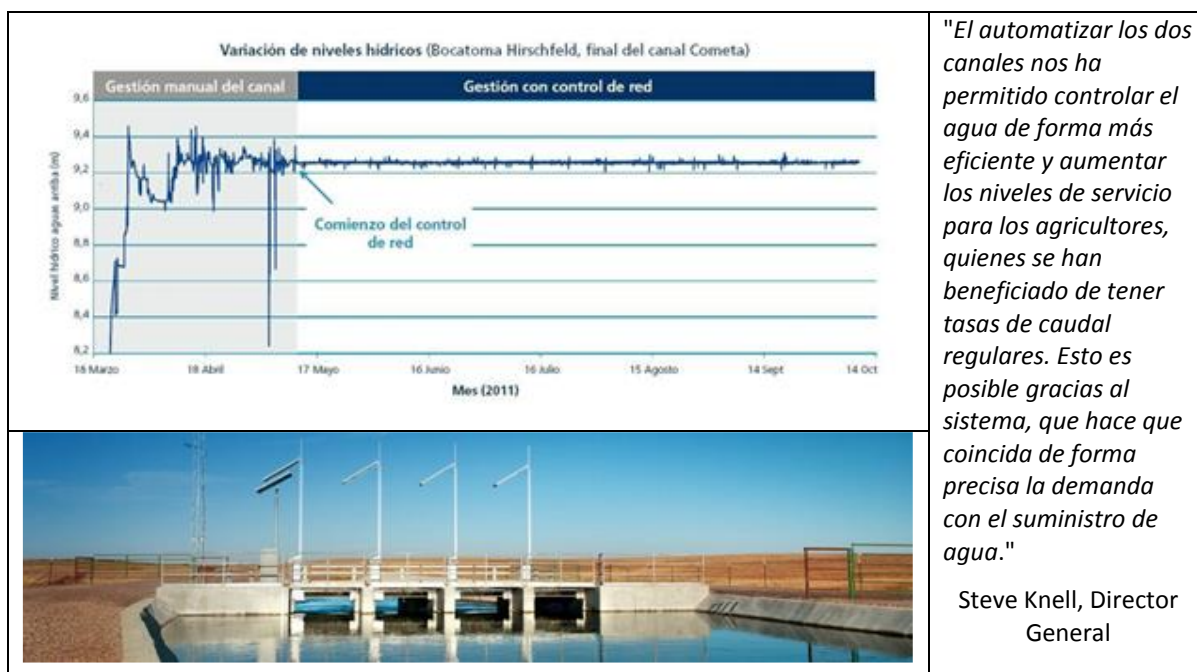
Anos depois o México adotou modelo similar, mas muito centralizado nos governos. O modelo adotado por esse país é o de Associação Civil dos Usuários e a Sociedade de Responsabilidade Limitada de Interesse Público, que foi a forma encontrada para uma gestão mais descentralizada e democrática.

No México aproximadamente 60% dos investimentos em conservação são realizados com máquinas e equipamentos que compreende componentes que representam maior volume de obras e serviços como desassoreamento de canais e drenos, manutenção viária, extração de plantas aquáticas, limpeza e roçagem de mato, etc.

Nos Estados Unidos tem-se recorrido muito à automação que tem assegurado maior segurança e uniformidade na condução de água como mostrado (Figura 2.2.8).

Nos perímetros de irrigação visitados para coleta de dados para este trabalho a automação ainda não tem sido utilizada em toda sua plenitude da potencialidade que pode oferecer.

São duas experiências importantes que tem tratado a questão de manutenção em condições bem diferentes quanto às culturas e de disponibilidade de recursos financeiros. Não se entrou no mérito ou se aprofundou, mas só para se ter uma breve noção do que é importante e pode ser aplicado às nossas condições para aprimoramento dos nossos serviços e principalmente evitar incidir nos mesmos erros que só a experiência é capaz de mostrar.



Fonte: Distrito de Irrigação de Oakdale

Figura 2.2.8. Resultados da automação na operação de canais.

A experiência brasileira é mais recente, datada da década de 1970 em diante.

Para este estudo foram visitadas as obras e instalações que mais se aproximam do porte e complexidade que compõem o PISF.

No que se refere aos condicionantes, foram analisadas acompanhamentos do TCU e da CGU para orientar a qualidade dos produtos que deverão ser postos para manutenção. Deparou-se com algumas situações que refletem insegurança ao detalhar nesta fase os custos de manutenção, tendo em vista que não se tem certeza do produto sendo analisado e trabalhado será o produto final. A CGU<sup>4</sup> em maio de 2014, portanto há dois anos ressaltou:

*“Ao longo dos trabalhos, observou-se que o **principal problema** relacionado ao empreendimento refere-se a **planejamento e gerenciamento do empreendimento**.*

*Verifica-se que o empreendimento não teve um planejamento adequado, sendo realizado com **Projetos Básico e Executivo deficientes**, o que acarretou em falhas ao longo de todo o processo licitatório e de execução. Foram necessárias **inúmeras revisões** de projetos e contratos para adequação à realidade encontrada em campo e essas revisões **chegaram a alterar substancialmente os objetos** contratos de obras civis.”*

<sup>4</sup>Controladoria Geral da União / Secretaria Federal de Controle Interno –Wagner Rosa ds Silva. Maio, 2014

Um fato merece registro que são obras executadas em desacordo com o projeto, e os documentos que este Consórcio está analisando são os projetos, conforme registra a CGU:

*“Devido às falhas de planejamento e projetos, as obras não foram executadas de acordo com o Projeto Executivo. Foram **verificadas discrepâncias entre os Projetos Executivos e o declarado em Boletins de Medição**, justificado pela realidade de campo se mostrar diferente da projetada.*

*As execuções em desacordo com o Projeto Executivo **só não foram mais frequentes, pois**, ao longo da execução das obras, **o Projeto Executivo sofreu ajustes**, acarretando replanilhamentos contratuais.*

***No entanto**, verificou-se que, mesmo com os replanilhamentos, **ainda ocorreram casos de execução em desacordo** com o projeto e com o planejamento, pois os replanilhamentos, que deveriam ter a finalidade de se adequar aos projetos revisados e concluídos, foram realizados em desacordo com eles.”*

E o que é mais grave é que foi constatado, segundo a CGU que:

*“Nem todos os serviços estão sendo executados de acordo com as especificações técnicas.”*

Dentro desse quadro o Consórcio se exime de responsabilidades quanto ao trabalho, consciente de que está trabalhando sobre um material que pode não representar a real condição de manutenção recomendada.

É universal a recomendação de que o programa de manutenção seja analisado de forma técnica e racional, que seja elaborado com base nas necessidades reais e, principalmente, o objetivo para os quais as obras foram construídas.

Para se realizar um plano de manutenção que dita seus custos, deve-se basear em todas as informações e dados que as empresas construtoras devem entregar por isso o certo é trabalhar com base no “*as built*”.

Por outro lado, equipes de controle interno e do CGU (2012) têm recomendado:

*“Todavia, esta equipe de auditoria entende que era possível separar por lotes a contratação de pessoal e a aquisição dos materiais necessários para execução dos serviços de manutenção preventiva e corretiva. Isto permitira que empresas especializadas em cada segmento pudessem participar do referido processo licitatório. Cabe ressaltar, que uma empresa fornecedora de materiais da construção civil não realiza, necessariamente, serviços de manutenção preventiva”.*

Observa-se, portanto que as estimativas de custos devem ser separadas. Sobre a importância das informações de como foi construído o próprio manual de operação e manutenção do BUREC/MI em seu Manual de Operação e Manutenção (2002):



“O Órgão Público deverá entregar à empresa (OMI) manuais contendo regras e diretrizes de operação e manutenção de equipamentos, estruturas e sistemas, fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos e pelo e pelo contratado responsável pelo projeto executivo e supervisão de obra.... Também deverão ser fornecidos ao contratante de OMI o projeto básico, seu detalhamento e outras informações relevantes.”

Outro aspecto relevante é que as medições de vazões ainda são precárias na maioria dos perímetros de irrigação com obras e estruturas similares às do PISF. A vazão praticamente tem sido medida somente nas EBs tomando-se a especificada pela bomba, multiplicado pelo número de horas de seu funcionamento.

Um sistema hidráulico como o do PISF não pode prescindir de uma sistema de medição em pontos estratégicos pois é indispensável à determinação da eficiência, distribuição equitativa dos custos e taxas e na operação efetiva da estrutura para se determinar com exatidão as vazões fornecidas e trabalhadas. São essas medições que fornecerão indicadores onde pode haver problema para se praticar manutenções preditiva. Um programa de manutenção permite preparar planos de trabalho específico para cada estrutura em funcionamento.

#### **2.2.3.1. Manutenção de Emergência**

Por mais organizada e preparada seja a instituição que operará e manterá um sistema, ela sempre estará sujeita a ações emergenciais.

O manual de O&M do BUREC/MI recomenda de deve ser preparado um plano de emergência para cada estrutura, cuja falha ou mau funcionamento possa causar risco à vida humana e danos sérios à propriedade. São partes essenciais desse plano:

- Estabelecimento de um depósito de emergência contendo estoque de material disponível para reparos imediatos;
- Lista de equipamentos mecanizados disponíveis tanto da instituição como de outras afins, bem como particulares nas proximidades do local da estrutura;
- Procedimentos internos de informação a serem seguidos, isto é, que está autorizado a agir em caso de emergência;
- Comunicação externa e notificações que possam ser necessárias, isto é, qualquer pessoa da comunidade que for atingida em consequência de uma emergência, corpo policial, outras autoridades, etc.

#### **2.2.3.2. Custos de Manutenção**

No mercado como um todo existe uma grande preocupação gerencial em reduzir o custo de manutenção. Quase todas as empresas brasileiras e a maioria das empresas internacionais encontram um o custo de manutenção demasiadamente elevado, não compatível com a competitividade globalizada.

Já houve época em que se acreditava que era impossível mensurar os gastos gerados com a manutenção. Essa atividade era subjugada, pois os administradores não percebiam a importância da manutenção para o bom funcionamento da unidade produtiva ou prestadora de serviços e muito menos como agente na redução dos custos organizacionais.

*“É importante distinguir claramente os custos de manutenção dos investimentos com a compra de equipamentos novos ou com a expansão de instalações existentes. Os custos de manutenção dos equipamentos representam uma parcela dos custos de produção da organização. Para manter os equipamentos é preciso utilizar peças de reposição, materiais de consumo, energia, mão-de-obra de gerenciamento e execução, serviços subcontratos, dentre outros recursos (Xenos, 1998)”.*

Pinto e Xavier (2001) dividiram os custos da manutenção em três grandes grupos:

- Custos diretos – são aqueles essenciais para manter os equipamentos em operação; estão inclusos a manutenção preventiva e a manutenção corretiva.
- Custos de perda de produção – são aqueles, como o próprio nome já diz causados por perdas na produção; geralmente ligado a uma falha de algum equipamento principal que ocasionou um desperdício.
- Custos indiretos – são os custos relacionados com a estrutura gerencial e apoio administrativo; fazem parte, por exemplo, gastos com aquisição de ferramenta e instrumentos da manutenção.

### **2.2.3.3. Interatividade entre Outras Áreas da Organização Operadora**

É preciso dar atenção especial aos equipamentos necessários aos serviços de manutenção, principalmente devido à ociosidade de alguns desses tipos de equipamento, de modo a encontrar um *modus operandi* adequando-os à realidade dos serviços necessários com as exigências impostas pela qualidade dos serviços prestados.

Nas visitas técnicas realizadas para produção deste relatório foi observado uma falta de padronização nas orientações necessárias ao setor de manutenção dentro do mesmo órgão. Um exemplo dessa situação foi o encontrado nas estações da CODEVASF, no Distrito de Irrigação Nilo Coelho em Petrolina-PE e no Distrito de Irrigação Tourão, em Juazeiro-PE. Estes distritos são separados apenas pelo rio São Francisco. O Distrito de Irrigação Nilo Coelho acha importante dispor de patrulha de máquinas para a manutenção, enquanto que o Perímetro do Tourão opta por não ter máquina alguma em seu acervo.

A atividade do setor de manutenção se relaciona com outras atividades de outros setores. Os mais relevantes são:

- Produção – planejamento das paradas de máquinas e equipamentos utilizados na produção, aperfeiçoamento visando à segurança e o aumento da produtividade por intermédio dos ganhos em disponibilidade

operacional. A segurança de oferta hídrica principalmente para uso humano e dessedentação animal é fundamental neste tipo de projeto.

- Recursos humanos – segurança, higiene, qualificação e treinamentos são fatores essenciais para uma manutenção eficiente.
- Pesquisa e desenvolvimento – estudos que visem à melhoria da produtividade por intermédio da engenharia de manutenção.

Por não ter-se encontrado registros devidamente sistematizados de indicadores para manutenção, procurou-se indicadores que possam ser utilizados no dimensionamento das demandas de serviços de manutenção para estimar seus custos.

#### **2.2.3.4. Critérios para Estimativa de Custos**

Para fazer uma estimativa mais aproximada dos custos referentes ao setor de manutenção foram realizadas, além das visitas descritas anteriormente, recorreu-se aos padrões ditados pelo Sistema de Gerenciamento de Serviços de Saneamento (SIGES) no período de um ano. O indicador para controle e acompanhamento do resultado do trabalho tem sido o Tempo Médio de Atendimento de Reparos de Água (TMRA), Tempo Médio de Atendimento de Reparos de Esgoto (TMRE) e Tempo Médio de Atendimento de Reparo de Obras Complementares (TMRO).

A grande dificuldade encontrada está na disponibilidade de registros em obras e equipamentos similares do PISF no país principalmente no que se refere:

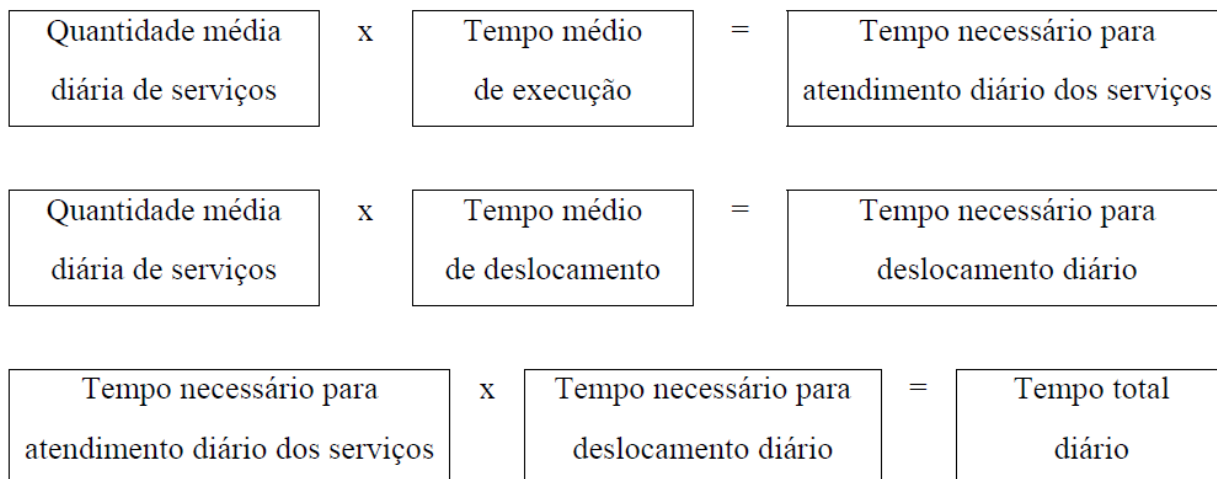
- Demanda de serviços por setor;
- Tempo médio por tipo de serviço;
- Deslocamento médio por tipo de serviço;
- Tempo não administrável – aquele que a equipe necessita para resolver problemas inerentes ao dia a dia.

A demanda tem que ser dividida em dois tipos de serviços, os pequenos (que são solucionados com ferramentas e equipamentos simples como escavação manual, limpeza de grade com rastela, etc.) e os grandes (que necessitam de equipamentos especializados como retroescavadeira para retirar macrofilas dos canais, entre outros).

Para cada tipo de serviço é necessário conhecer o tempo médio de execução, que em função da demanda periódica gera um tempo total necessário para atendimento. A ilustração mostrada na Figura 2.2.9 demonstra essa cadeia de estimativa.

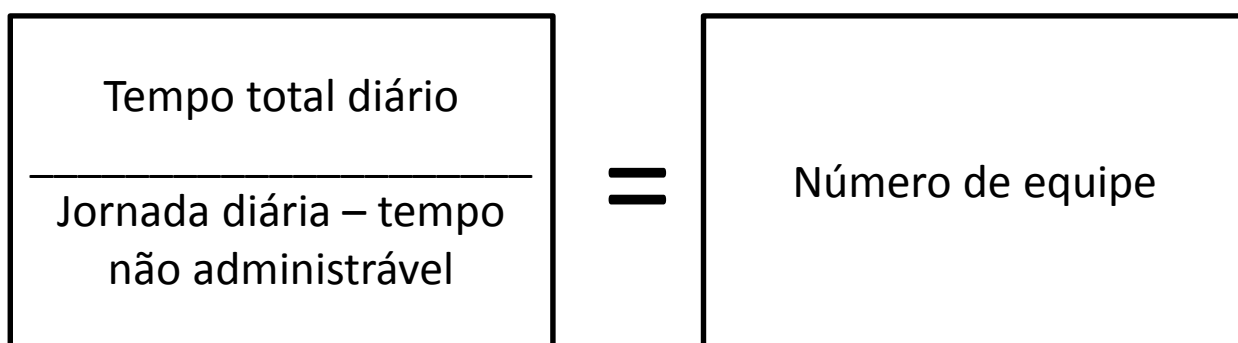
Conhecendo essas demandas se consegue fazer estimas da equipe necessária para a realização dos diversos procedimentos que podem ocorrer, em tempo hábil para evitar prejuízos (Figura 2.2.10).

Definido o tipo de serviço e os seus parâmetros bem como a equipe necessária faz-se necessário estimar os equipamentos e meios de locomoção que deve estar à disposição de cada equipe, definindo bem sua estrutura mínima com a liderança claramente estabelecida.



Fonte: Brevilieri & Oliveira (2003)

Figura 2.2.9. Modelo de determinação do tempo para desenvolvimento de atividade de manutenção



Fonte: Brevilieri & Oliveira (2003)

Figura 2.2.10. Dimensionamento da equipe de manutenção por atividade

Após o estabelecimento dos parâmetros relativos às equipes de manutenção consegue-se definir o zoneamento de sua área de atuação em função do tipo de demanda e por área. Esse zoneamento deve levar em conta onde cada equipe estará localizada para simplificar os deslocamentos, inclusive os de emergência. Os autores Brevilieri & Oliveira (2003) são enfáticos:

*“Uma programação bem elaborada considerando todos os critérios essenciais visando à máxima utilização dos equipamentos e o mínimo de deslocamento é o fator decisivo no sucesso do trabalho. Responsabilidade de realizar as programações de acordo com os prazos de atendimento, integrando os setores e compartilhando os equipamentos, acompanhando a execução diária desta programação para suprir o atendimento às emergências, além do controle das informações necessárias à geração de*

*novas programações e ao andamento da demanda e produção de cada setor. Esta atividade, antes feita em no máximo duas horas dedicadas pelo encarregado do setor, passa a ter dedicação em tempo integral, o investimento em pessoas e na sequência em desenvolvimento informacional, tem o único objetivo de melhorar o índice de execução de serviços programados facilitando a rotina das equipes de campo proporcionando fluidez na execução dos serviços”.*

Esses programas de manutenção contemplam normas gerais para cada estrutura, estabelecendo o nível de manutenção confiável para identificação e resolução dos problemas antes que eles ocorram.

Para definição dos custos é necessário no mínimo:

- Definir a extensão do trabalho;
- Período do programa;
- Dados de custos por elemento, por atividade ou produto;
- Tempo requerido para as tarefas e época mais apropriada para sua execução;
- Método de execução;
- Mão de obra necessária;
- Atribuição de responsabilidades para execução das atividades;
- Estabelecimento de prioridades;
- Prazos registros dos dados e informações bem como para sua entrega ao setor competente;
- Mecanismos de comunicação quando as tarefas afetarem a oferta de água aos usuários.

O programa de manutenção contempla diretrizes específicas para a manutenção, como detalhes da estratégia, padrões, critérios, administração dos registros e outras informações específicas da manutenção de cada elemento ou grupo de elementos da estrutura. Normalmente os manuais dos equipamentos é que orientam a formulação dessas diretrizes.

Os problemas e riscos que devem ser tratados na manutenção de barragens e reservatórios se referem à sedimentação, qualidade da água, erosão das margens e instabilidade dos taludes, controle da vegetação e perigos à recreação.

Deve-se inspecionar as estruturas periodicamente quanto à tensão e deslocamento, instabilidade, vazamentos anormais, erosão, possível enfraquecimento do sopé, problemas nas fundações e deterioração do concreto.

#### **2.2.3.5. Segurança dos Componentes do PISF**

A questão de segurança nas obras, instalações e equipamentos do PISF não é de uma única natureza. Ela tem que abranger a operacional, a de terceiros, dos próprios funcionários que operarão o sistema, a relacionada com os animais sejam eles domésticos ou não e contra a prevenção de vandalismo.



Cada tipo dessa segurança implica em um custo, que precisa ser estimado. Esse é um custo de operação ou de manutenção? É uma questão que precisa ser definida nas etapas subsequentes deste trabalho.

#### **2.2.4. Elementos Essenciais à Estimativa de Custos de Manutenção**

A maioria das empresas bem organizadas possui um módulo de orçamento e apropriação de custos. Este custo, além de ser utilizado na área contábil da empresa, realimenta o módulo de planejamento de serviço, ficando disponível para utilizações futuras.

Para o cálculo desse custo, geralmente o usuário fornece as tabelas com os valores de custo de recursos humanos, hora/máquina e materiais, e o sistema fornece a orçamentação do serviço a partir da apropriação.

São essas as informações que se está buscando nas instituições que operam e mantêm obras hidráulicas de porte das do PISF.

Nas visitas efetuadas não se conseguiu dados confiáveis que permitissem estabelecer, com segurança, os parâmetros de disponibilidade, o tempo médio entre falhas e o tempo médio para reparo. Isso dificultará o conhecimento real de elementos essenciais como os descritos a seguir.

A Disponibilidade, ou seja, o tempo em que um equipamento está disponível para utilização é calculado pela seguinte expressão:

$$\text{DISP} = \text{TOPT} / (\text{TOPT} + \text{TRPT})$$

onde:

DISP – disponibilidade  
TOPT – tempo de operação  
TRPT – tempo de indisponibilidade

Já o tempo médio entre falhas ou MTBF (*Mean Time Between Failures*) é dado pela expressão:

$$\text{MTBF} = \text{TOPT} / n$$

onde:

n - o número de intervenções realizadas

Por sua vez, o tempo médio para reparo MTTR (*Mean Time to Repair*) é dado pela expressão:

$$\text{MTTR} = \text{TRPT} / n$$

Esta estimativa será feita com base nas informações fornecida pelos encarregados da manutenção, tendo em vista que há poucos dados registrados.

Nas visitas realizadas não se identificou padronização dos sistemas de manutenibilidade, pois não se constatou possibilidade de intercambialidade, padronização de sobressalentes e padronização de equipamentos na planta, isto se repete nas instalações do PISF.

É fundamental a existência de um Sistema de Controle da Manutenção que permita claramente identificar:

- Quais serviços serão feitos;
- Quando os serviços serão feitos;
- Quais os recursos necessários para a execução dos serviços;
- Quanto tempo será gasto em cada serviço;
- Que materiais serão utilizados;
- Quais máquinas, ferramentas e dispositivos serão necessários;
- Qual será o custo de cada serviço, custo por unidade e custo global.

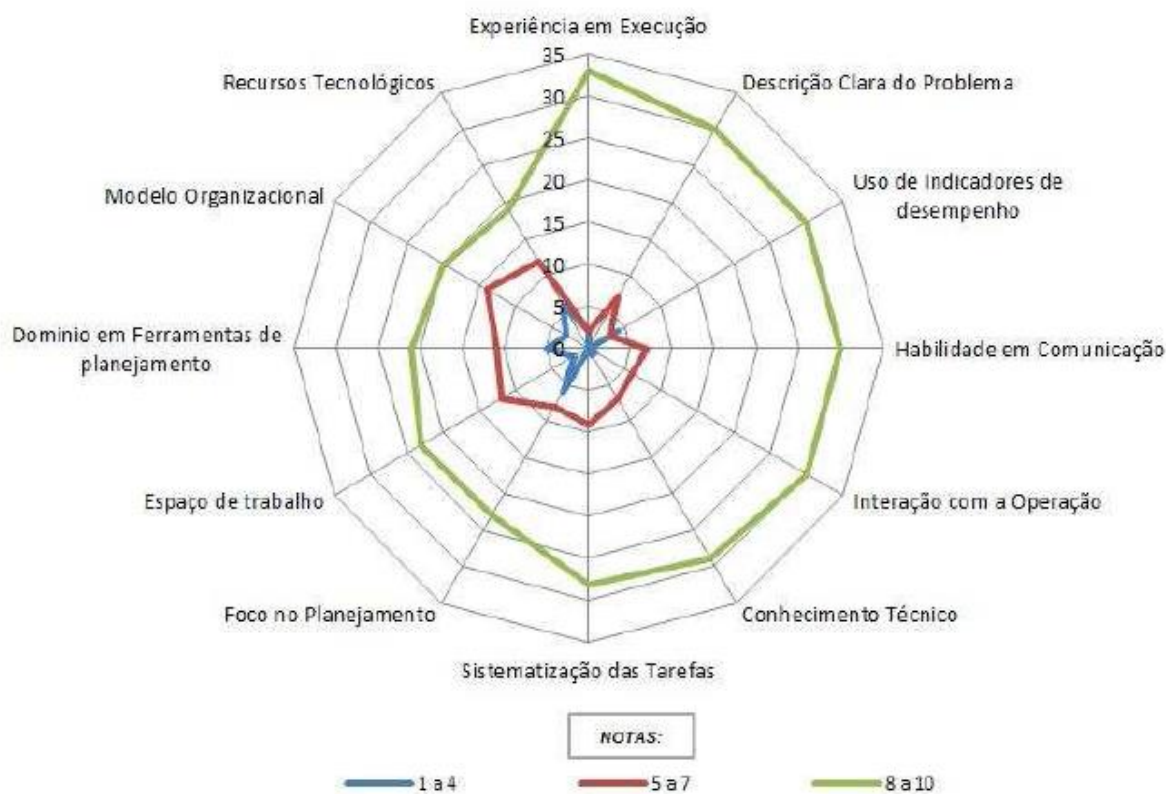
Para determinação dos custos de manutenção observa-se que o fator humano corresponde aos parâmetros de maior importância para a boa execução dos serviços de manutenção.

De acordo com Jesus (2014), a experiência e conhecimento da equipe, associada à necessidade de um perfil com facilidade de interação e comunicação com as diversas interfaces existentes na indústria. Percebemos isto analisando o lado direito do gráfico, onde a experiência da equipe, a caracterização clara de um problema por parte de quem o registra, o uso de métricas e controles associada a uma boa comunicação e interação com as interfaces envolvidas mostraram ser os fatores mais importantes para o bom funcionamento da função manutenção.

A Figura 2.2.11 mostra a importância do bom funcionamento dos serviços industriais para permitir a máxima produção nas fábricas de celulose. A organização e planejamento das equipes e de suas formas de trabalho devem ser considerados como o fator chave de sucesso, garantindo a possibilidade de se fazer mais com menos.

### **2.2.5. Aplicativos de Manutenção**

O primeiro programa de computador para a manutenção surgiu em 1964, na Petrobras, desenvolvido na Refinaria Duque de Caxias (Rio de Janeiro), destinado a auxiliar o planejamento de paradas de manutenção. O programa era processado em um computador IBM 1130, tinha a capacidade para processar 1.400 tarefas por projeto e seu processamento demorava 20 horas.



Fonte: Jesus (2014)

Figura 2.2.11. Fatores mais importantes para o bom funcionamento de alguns serviços planejados de manutenção

O primeiro *software* para planejamento e controle da manutenção rotineira foi desenvolvido por Furnas Centrais Elétricas no ano de 1970.

O Sistema de Gerenciamento da Manutenção – SIGMA, desenvolvido na Petrobras, começou a operar em 1975, baseado em um desenvolvimento feito pela refinaria Gabriel Passos (Betim-MG), em 1973, denominado Procex, que era processado em computadores IBM.

Até 1983, os *softwares* existentes para controle da manutenção eram desenvolvidos dentro das grandes empresas e processados em máquinas de grande porte. A partir dessa data começou a serem oferecidos programas desenvolvidos no exterior, que podiam ser processados em computadores de médio e grande porte.

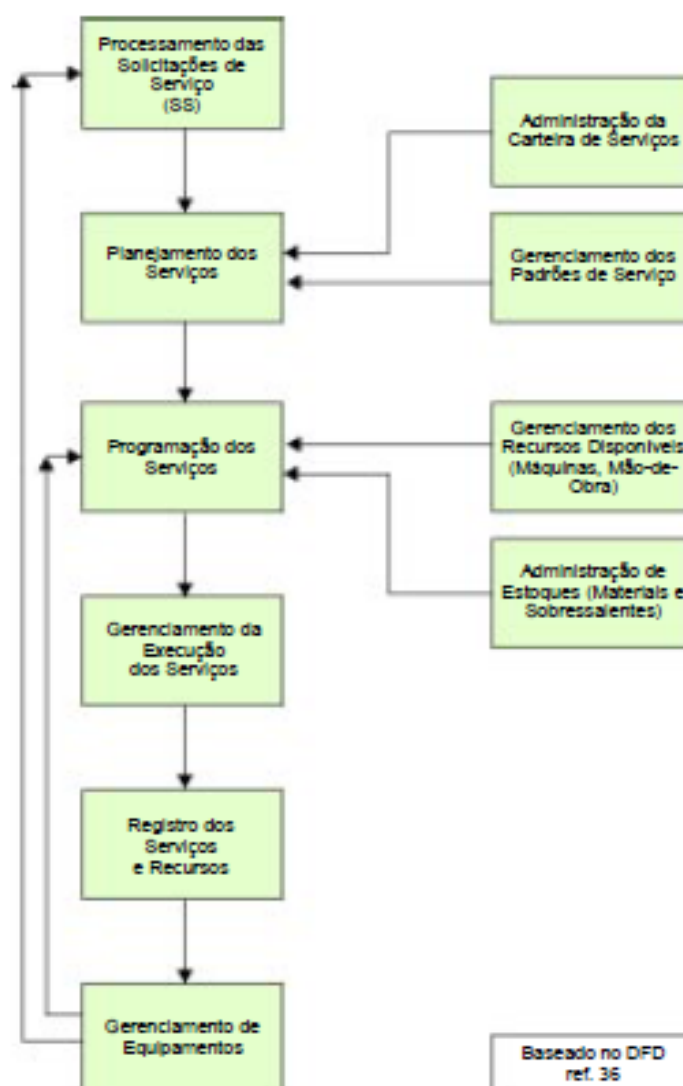
A partir do desenvolvimento de microcomputadores, aliado à disponibilidade de novas linguagens, cresceu sensivelmente a oferta de *softwares*, tanto por empresas nacionais, como por estrangeiras. Em 1993, já existiam cerca de 30 empresas oferecendo *softwares* para a área de manutenção.

O PISF obrigatoriamente terá que ter seu sistema de manutenção informatizado.

## 2.2.6. Fluxograma Operacional da Manutenção na PETROBRÁS

Na Figura 2.2.12, estão esquematizadas as atividades atribuídas à Manutenção, a partir da identificação do problema, até a conclusão dos serviços.

O diagrama apresentado permite visualizar, de modo global, os processos que compõem a estrutura do controle e planejamento da manutenção de rotina.



Fonte: PETROBRAS:UnicenP, 2002

Figura 2.2.12. Fluxograma do sistema de manutenção da PETROBRÁS

### 2.2.7. Exemplo de um Detalhamento de Serviço

Um exemplo simples de um detalhamento de serviço se encontra no Quadro 2.2.3. Nele se encontra uma a revisão geral de uma bomba centrífuga.

Esse trabalho exige um planejamento competente identificando todas as tarefas que compõem o trabalho, os recursos necessários e qual o tempo estimado para cada uma delas.

Quadro 2.2.4. Exemplo de planejamento de manutenção de uma bomba centrífuga

Tarefa	Descrição	Dep.	Recurso	Qte.	H
1	Desenergizar, drenar e liberar equipamento		Operador	1	1
2	Soltar flanges e retirar tubulações auxiliares e desacoplar	1	Mecânico	2	1
3	Retirar instrumentos	1	Instrumentista	1	0,5
4	Retirar bomba da base e levar para a oficina	2,3	Mecânico	2	0,5
5	Lavar o equipamento, desmontar e inspecionar peças	4	Mecânico	2	2
6	Pintar a base conforme Recomendação de Inspeção	4	Pintor	1	3
7	Substituir peças, balancear e montar	5	Mecânico	2	3
8	Levar equipamento para a base e instalar	5,6	Mecânico	2	2
9	Montar instrumentos	8	Instrumentista	1	0,5
10	Testar e fazer relatório de manutenção	8	Mecânico	1	1

Dep. = dependência.

Qte = Quantidade de pessoas.

H = Tempo para execução.

Fonte: PETROBRAS /UnicenP, 2002

Há uma dependência entre as tarefas. Neste exemplo, só é possível executar a tarefa 4, após executadas as tarefas 2 e 3.

O exemplo mostra um serviço relativamente simples. À medida que os serviços vão ficando mais complexos aumenta a necessidade de maior detalhamento.

O planejamento deve fornecer uma análise prévia do serviço a ser executado, com o objetivo de trazer informações básicas aos executantes, de modo que eles não percam tempo indo e vindo do local de trabalho para buscar ferramentas, analisar desenhos ou consultar catálogos.

### 2.2.8. Capacitação

Esta é uma exigência essencial para o sucesso do PISF e deverá ser uma preocupação constante para o sucesso de sua operação e manutenção.

A PETROBRÁS mantém um sistema dedicado à confiabilidade e manutenção industrial que serve de exemplo a todos:

*“Este projeto foi realizado pela parceria estabelecida entre o Centro Universitário Positivo (UnicenP) e a Petrobras, representada pela UN-Repar, buscando a construção dos materiais pedagógicos que auxiliarão os Cursos de Formação de Operadores de Refinaria. Estes materiais –*



*módulos didáticos, slides de apresentação, planos de aula, gabaritos de atividades – procuram integrar os saberes técnico-práticos dos operadores com as teorias; desta forma não podem ser tomados como algo pronto e definitivo, mas sim, como um processo contínuo e permanente de aprimoramento, caracterizado pela flexibilidade exigida pelo porte e diversidade das unidades da Petrobrás”.*

### **2.2.9. Publicações Afins**

A seguir, estão relacionadas as diversas fontes de consulta julgadas de interesse pelo Consórcio para condução do presente trabalho:

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Manual do Empreendedor – Volume VII - Guia Para Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens-- Brasília: ANA, 2015.

ARRUNATEGUI, H. e OLIVEIRA, R.B de. Implantação de perímetros irrigados e técnicas de operação e manutenção. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Rio de Janeiro, 1978.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: Manutenção de Edificações: Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

NBR 14037: Manual de Operação, Uso e Manutenção de Edificações: Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

NBR 15575: Edifícios Habitacionais de Até Cinco Pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2008.

AZEVEDO NETTO, J.M.; FERNANDEZ, M. F.; ARAÚJO, R. e ITO, A. E. Manual de Hidráulica - 8ª edição. SP: Edgard Blucher, 669p, 2002.

BALDIN, J. Análise dos Custos de Implantação na Indústria Petroquímica, Internacional de Engenharia S.A, 1977.

BRANCO Filho, G. Custos em manutenção. Rio de Janeiro. Editora Ciência Moderna Ltda. 2010.

BREVILIERI, C. R. G. E OLIVEIRA, S. de F. K. de, Organização: `Ferramenta para redução de custo na manutenção. Companhia de Saneamento de Diadema – SANED. 2003.

Bureau of Reclamation e BRASIL Ministério da Integração Nacional. Operação e manutenção de projetos de Irrigação. 2002.

CARRIJO, I.B. Extração de regras operacionais ótimas de sistemas de distribuição de água através de algoritmos genéticos multiobjetivo e aprendizado

de máquina. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2004.

CERTO, Samuel C. Administração Moderna. Tradução de Maria Lúcia G.L. Rosa, Ludmila Teixeira Lima; Revisão técnica de José Antônio Dermengi Rios. 9. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CODEVASF, Brasília. Instrutivo de operação e manutenção do projeto de irrigação de São Desidério. Brasília, 1975. 40p

Controladoria Geral da União - CGU – Secretaria Federal de Controle Interno. Acompanhamento de Gestão. Unidade Auditada Instituto Nacional de Cardiologia. Rio de Janeiro. Outubro de 2012.

Síntese de Relatórios de Acompanhamento do PAC. Eixo: Infraestrutura Social e Urbana. Tipo de Empreendimento: Recursos Hídricos. Projeto de Integração do Rio São Francisco. Junho, 2009.

CORRÊA, Henrique; CAON, Mauro; GIANESI, Irineu G.N. Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: Conceitos, uso e implantação. 4. Ed. São Paulo: Giancesi Corrêa & Associados: Atlas, 2001.

COSTA, R. N. T. da. Dimensionamento Econômico de Adutoras ou Linhas de Recalque. Universidade Federal do Ceará. 2004.

COSTA, M. de A. Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

CREA-PR. Programa de Excelência. Fascículo 5. Manutenção de Edificações. Da intenção de projeto ao uso do edifício: a busca da excelência profissional. Curitiba. 2011.

EMOP – Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro - Caderno de Encargos e Composição de Preços + Lista de preços de setembro de 2005.

EPA – Environmental Protection Agency, USA, Estimating Costs and Manpower Requirements for Conventional Wastewater Treatment Facilities (Water Pollution Control Research Series – 17090 DAN 10/71), october 1971.

EPA – Environmental Protection Agency, USA, Development and Application of a Water Supply Cost Analysis System (EPA-600/2-80-012b), july, 1980.

FRANCATO, A. L. Otimização Multiobjetivo para a Operação de Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002.

[http://www.abraman.org.br/sidebar/congresso/29-bmga/programacao\\_1/trabalhos-tecnicos\\_1](http://www.abraman.org.br/sidebar/congresso/29-bmga/programacao_1/trabalhos-tecnicos_1)

[http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public\\_420.pdf](http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_420.pdf)

<https://prezi.com/3sg-cozabnrb/conservacion-y-mantenimiento-de-districtos-de-riego/>

IBAPE-SP – INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Inspeção Predial – Check Up Predial: Guia da Boa Manutenção. 2º Ed. São Paulo: Liv. E Ed. Universitária de Direito, 2009.

JAMES, L. DOUGLAS e LEE, ROBERT R. Economics of water resources planning. Editora McGraw-Hill, 1971, 615 p.

Jesus, Anderson Garuzzide, Fatores relacionados à eficiência do planejamento da manutenção de indústrias de celulose. Viçosa, MG, 2014.

LACOMBE, Francisco José Masset; HEILBORN, Gilberto Luiz José. Administração: Princípios e tendências. São Paulo: Saraiva, 2006.

LUNA, H. de A. Manutenção em canais de irrigação revestidos em concreto. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2013

MAÑAS, Antonio Vico. **Administração de Sistemas de Informação**: como otimizar a empresa por meio dos sistemas de informação. 5. Ed. São Paulo: Erica, 1999.

MARK GRUNDFOS, GEREMIA / WEATHERFORD, SULZER. Catálogos e Tabelas de Preços de Motor-Bombas.

MARQUES Filho, J. Desafios ao desenvolvimento e manutenção de obras hidráulicas. 52º Congresso Brasileiro do Concreto. Fortaleza. 14/10/2010

MENESES, Ronaldo Amâncio, Diagnóstico operacional do sistema de abastecimento de água: o caso de Campina Grande. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 2011

NASCIMENTO, R.do, Manual de manutenção preventiva. Farima Indústria e comércio de Subproduto Animal. Ltda. Tupãsi-PR.

PALACIOS VELEZ, E. Manual de Operación de Districtos de Riego. Patronato Universitario de la UACH.

PALACIOS VELEZ, E. e EXEBIO GARCIA, A. Introducción a teoria de la operación de Distritos y Sistemas de Riego. Editorial Futura S.A.

PETROBRAS :UnicenP. Curso de formação de operadores de refinaria: noções de confiabilidade e manutenção industrial / Carlos Alberto Gurski. – Curitiba, 2002

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. Manutenção: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

Manutenção: Função Estratégica. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

Preços de Energia Elétrica – Tarifas Médias por Classe de Consumo Regional e Brasil (<http://www.aneel.gov.br>) em 25/11/2005.

ProInversión – Agencia de Promoción de la Inversión Privada – Peru. Concessão de Obras Hidráulicas Principais do Projeto Chavimochic. 2013

SBC – Sistema Boletim de Custos.

SIGES. Sistema de Gerenciamento de Serviços de Saneamento. Desenvolvido e implantado pela SANED. 2000. Extrato do Banco de Dados 2001.

SILVA, C. S. da. Prescrição da modalidade de manutenção de motores elétricos considerando o custo de manutenção e depreciação do ativo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP)**: Uma abordagem Analítica. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

SOUZA, Manoela Soares de. A importância do planejamento e controle da manutenção: um estudo na Afla Indústrias de bebidas. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira. Ano V.Nº 7. Setembro de 2012.

TAVARES, L. A. Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento 2ª Edição. Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1997.

TISKA, M. Metodologia de Cálculo da Taxa de BDI e Custos Diretos para Elaboração do Orçamento na Construção Civil. Instituto de Engenharia. São Paulo. 2009.

Tomaz, P. Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais. Capítulo 87. Análise de benefício/custo. 2013.

Tubos, Acessórios de PAM Canalizações (ex Metalúrgica Barbará) e de Tigre - tubos e conexões.

VALENTINI, J. Metodologia para elaboração de Orçamentos de obras Cíveis. Monografia apresentada ao curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte. 2009.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAE0U8AE/apostila-inspecao-manutencao>

XENOS, HarilausGeorgius. Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

ZACHARIAS, Oceano J. ISO 9001:2008: Uma Ferramenta de Gestão Empresarial. São Paulo, 2009.

<http://www.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/Construcoes.pdf>

<http://paginas.fe.up.pt/~jmc2011/wp-content/uploads/2011/03/ArmandoCamelo.pdf>

<http://www.ufjf.br/seguranca/files/2013/12/MANUTEN%C3%87%C3%83O.doc>

<http://www.dnit.gov.br/download/servicos/sicro-3-em-consulta-publica/Volume%201%20-%20Metodologia%20e%20Conceitos.pdf>

[http://www.phd.poli.usp.br/LeArq.aspx?id\\_arq=11766](http://www.phd.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=11766)

[http://www.ppga.com.br/mba/2004/silva\\_romeu\\_paulo\\_da.pdf](http://www.ppga.com.br/mba/2004/silva_romeu_paulo_da.pdf)

<http://www.ottosistemas.com.br/noticias.php?ler=NjE4>

[http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/04/22/6281/Bombas.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/Bombas.pdf)

<http://www.dinc.org.br/>

<http://www.aupit.org.br/>

<http://www.codevasf.gov.br/principal/perimetros-irrigados/elenco-de-projetos/salitre-etapa-i-ba>

Rhodes, R. A. W. Understanding Governance-Policy Networks, Governance, Reflexivity and Accountability. Buckingham: Open University Press

## **2.3. VISITAS TÉCNICAS**

Conforme previsto nos Termos de Referência e no Plano de Trabalho, o Consórcio realizou visitas técnicas às obras do PISF e a projetos similares em funcionamento: Eixão das Águas, no Ceará; Projeto Nilo Coelho, em Pernambuco (CODEVASF); Projeto Tourão e Salitre, na Bahia (CODEVASF) e Projeto Jaíba, em Minas Gerais (CODEVASF/ RURALMINAS).

Concomitante às visitas, foram realizadas entrevistas com as instituições responsáveis pela gestão dos citados projetos: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH) – Eixão das Águas; Distrito de Irrigação Nilo Coelho (DINC) – Projeto Nilo Coelho; Associação de Usuários de Água do Perímetro de Irrigação Tourão (AUPIT); CODEVASF – 3ª SR – Projeto Nilo Coelho e CODEVASF – 6ª SR – Projetos Salitre e Tourão.

### **2.3.1. Visita às Obras do PISF**

A visita foi realizada por cinco membros da equipe técnica do Consórcio (o coordenador e mais quatro membros da equipe) e por três representantes da ANA. Ocorreu em duas etapas: Eixo Norte, nos dias 04 a 06/05/16 e Eixo Leste, nos dias 09 a 11/05/16.

O objetivo desta visita foi proporcionar aos técnicos, tanto do Consórcio quanto os da ANA, conhecimento no campo das obras do PISF e o andamento da implantação das mesmas.

O conhecimento de campo complementou o conhecimento da equipe técnica obtido pela análise dos projetos básicos e executivos e de outros documentos disponibilizados pela Contratante. A descrição das obras do PISF compõe o item 2.4 deste relatório.

### **2.3.2. Visita aos Projetos em Funcionamento Similares ao PISF**

#### **2.3.2.1. Visita ao Eixão das Águas, no Estado do Ceará**

A visita foi realizada por membros da equipe técnica do Consórcio e ocorreu nos dias 02 e 03/05/16.

O empreendimento denominado Eixão das Águas é administrado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), que é vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos. Estado do Ceará.

Esse empreendimento é composto por uma estação de bombeamento, canais, adutoras, sifões e túnel que realiza a transposição das águas do Açude Castanhão para a Região Metropolitana de Fortaleza, reforçando o abastecimento em uma extensão de 255 quilômetros, inclusive no Complexo Industrial e Portuário do Pecém.



O Eixão das Águas faz a integração das bacias hidrográficas do Vale do Jaguaribe e da Região Metropolitana, beneficiando uma população de aproximadamente três milhões de habitantes. Possibilita polos de desenvolvimento hidroagrícola nas áreas irrigáveis a partir do Vale do Jaguaribe, beneficia a irrigação em terras férteis. Garante o abastecimento humano da Região Metropolitana de Fortaleza assim como todas as comunidades dos municípios de Alto Santo, Jaguaribara, Morada Nova, Ibicuitinga, Russas, Ocara, Cascavel, Pacajus, Horizonte, Itaitinga, Pacatuba, Maranguape, Maracanaú, Caucaia e São Gonçalo do Amarante.

A vazão máxima de dimensionamento é de 22 m<sup>3</sup>/s. Desses, 19 m<sup>3</sup>/s destinam-se ao abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza, incluindo o Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

O Sistema Eixão das Águas (Adutor do Castanhão) possui cinco trechos:

- Trecho 1 - açude Castanhão ao açude Curral Velho;
- Trecho 2 - açude Curral Velho à Serra do Félix;
- Trecho 3 - Serra do Félix ao açude Pacajus;
- Trecho 4 - açude Pacajus ao açude Gavião;
- Trecho 5 - açude Gavião ao Porto do Pecém.

### **Problemas e desafios:**

Na reunião e visita de campo foram apresentados os problemas e desafios enfrentados pela equipe da COGERH, sendo eles:

- Proteção catódica da tubulação de aço - cerca de 50 km de tubos de aço são protegidos com essa tecnologia. Porém ainda há uma grande quantidade de tubos enterrados sofrendo com desgastes de ferrugens, o que gera uma necessidade de manutenção permanente;
- Sobrecarga operacional do sistema, que opera interruptamente - com a elevada demanda e contingenciamento de despesas e pessoal, a manutenção se intensifica de forma muito corretiva, com paradas forçadas;
- Roubo e vandalismo de equipamentos hidráulicos e elétricos, inclusive da proteção catódica, assim como cabos, cercas, mourões e tudo que se possa quebrar ou carregar;
- Roubo de água, tanto das tubulações pressurizadas como dos canais abertos;
- Pescaria e banhos são problemas rotineiros e inofensivos, porém expressamente proibidos, pois podem ocasionar mortes por afogamento;
- Vegetação aquática em grande volume, acarretando sobrecarga de trabalho na rotina de trabalho do pessoal de limpeza;
- Insegurança nas estradas de serviço do canal que é usada como rota de fuga de praticantes de assaltos que atuam na região.

O sistema em geral está em boa situação, segundo os membros da equipe. Não há infiltração e vazamentos dos canais, que foram construídos com manta impermeabilizante, o que demanda pouca manutenção.

Existem problemas “corriqueiros” ocasionados por falta de logística adequada e treinamento dos funcionários como: abertura e fechamento das comportas; limpeza das grades; qualidade da água; etc.

De forma geral o Eixão das Águas é um projeto bem gerido pela COGERH. São necessários reparos estruturais na fiscalização e operação do sistema, problemas que a COGERH pretende sanar com aprimoramento da gestão.

### **2.3.2.2. Visita ao Projeto Jaíba**

A visita foi realizada por membros da equipe técnica do Consórcio e ocorreu nos dias 07 e 08/06/16.

O Projeto Jaíba é administrado pelo Distrito de Irrigação de Jaíba (DIJ), em cogestão com a CODEVASF e RURAL MINAS, instituições responsáveis pela sua implementação.

Na década de 70, dada a grande importância do Projeto para todo o Norte de Minas, o Governo Federal, através da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), contrata um empréstimo especial junto ao Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), para a execução das obras de infraestrutura coletiva de irrigação.

Conta com 248 km de canais, 521 km de estradas e 11 estações de bombeamento além de 03 subestações da CEMIG capacidade total de 37.500 kVA.

A estação de bombeamento principal (EB-1) é composta de cinco motobombas com capacidade de vazão de 10 m<sup>3</sup>/s com potencia de 3.500HP e cinco motobombas com capacidade de vazão de 5 m<sup>3</sup>/s e potencia de 1700HP. Atendem a uma altura manométrica de 19 metros. A vazão total nominal é de 75 m<sup>3</sup>/s.

É o projeto que mais se assemelha em porte com o PISF. As outras estruturas principais apresentam as seguintes características:

- Canal de adução: 1,5 km de comprimento e 40 m de largura;
- Estação intermediária EB-2: 69,1 m<sup>3</sup>/s de vazão;
- Estação intermediária EB-3: 45,0 m<sup>3</sup>/s de vazão;
- Canal Principal CP-1: 80,0 m<sup>3</sup>/s de vazão, base maior de 21,0 m e base menor de 5,0 m;
- Canal Principal CP-2: 65,0 m<sup>3</sup>/s de vazão, base maior de 24,0 m e base menor de 8,7 m;
- Canal Principal CP-3: 45,0 m<sup>3</sup>/s de vazão, base maior de 21,0 m e base menor de 6,5 m.

Em reunião foi apresentada uma visão ampla e específica dos dispositivos de controle adotados, distribuição de custos, cronogramas de execução e fluxo de caixa para o programa de manutenção adotado.

O projeto ainda está em fase de construção. Quando suas quatro etapas estiverem concluídas ele terá um total de 65.880 ha de áreas irrigáveis em uma distribuição de 2.837 lotes.

### **Problemas e desafios:**

O Projeto Jaíba é um sistema que trabalha ininterruptamente por mais de 28 anos. Os problemas encontrados na gestão, operação e manutenção do sistema são os mesmos encontrados em outros projetos.

Os problemas e desafios a seguir foram relatados pela equipe da DIJ:

- Roubo e vandalismo de equipamentos hidráulicos e elétricos, assim como cabos, cercas, mourões e tudo que se possa quebrar e/ou carregar;
- Roubo de água nos canais abertos;
- Pescaria e banhos são problemas rotineiros e inofensivos, porém expressamente proibidos, pois podem ocasionar mortes por afogamento;
- Elevado índice de perdas no sistema devido ao elevado tempo de uso (40 anos), e também devido à extensa rede de canais secundários e tomadas d'água a manter;
- Inexistência de manta geotêxtil para proteção das placas de concreto dos canais adutores;
- Vegetação aquática, grande volume de macrofitas e pouco empenho de rotina e pessoal para a limpeza;
- Assoreamento tanto do canal de chamada como também dos canais principal e secundários;
- Desgaste do concreto;
- Trincas e rachaduras no concreto do canal;
- Vazamentos de água nas juntas do canal.

O Distrito conduz as manutenções mediante Plano de Manutenção Programada e dispõe de sistema de apuração de custos, informatizado.

### **2.3.2.3. Visita ao Projeto Tourão**

A visita foi realizada por membros da equipe técnica do Consórcio e ocorreu no dia 24/05/16. Este é um perímetro irrigado onde há a presença da iniciativa privada.

O projeto se localiza no município de Juazeiro (BA), no Submédio São Francisco. Começou com suas atividades no ano de 1979 Possui área irrigável de 14.237 ha, com uma ocupação de 189 ha de lotes familiares e 14.048 ha de lotes empresariais. São 65 km de canais; 45 km de drenos, 42 km de estradas; e 5 estações de bombeamento.

A manutenção do Tourão está dividida em três unidades:

***Manutenção eletro mecânica:***

São realizadas manutenções preventivas de acordo com as exigências dos equipamentos instalados nas Estações de Bombeamento, com finalidade de reduzir as despesas de manutenção corretiva. Este setor é responsável por zelar pela vida útil dos equipamentos através de inspeções diárias para avaliação do estado operacional das máquinas.

***Obras civis:***

É dirigida a todas as obras civis do Perímetro, como manutenção de estradas, canais e obras auxiliares. A programação de serviços a serem executados é baseada em manuais da CODEVASF, com orientações para cada tipo de serviço. O objetivo desta área do Perímetro é garantir que as obras e estrutura física do projeto estejam conservadas evitando danos maiores por falta de manutenção.

***Manutenção de máquinas e veículos:***

Abrange todos os equipamentos existentes no perímetro. São realizadas inspeções diárias para avaliação dos problemas de ordem elétrica e mecânica, bem como lavagem, lubrificação e outros serviços que mantêm a frota em perfeitas condições de uso e segurança.

Esse perímetro pratica a manutenção preventiva e preditiva. Sendo a mecânica e elétrica com equipe da própria AUPIT, mas recorre à firmas especializadas como a VIBRAÇÃO LTDA que audita periodicamente as vibrações dos conjuntos motobombas, traçando gráficos de tendência. Todo o trabalho é exigido ART junto ao CREA.

A equipe de manutenção compreende um chefe, dois eletricitas com dois auxiliares e dois mecânicos com, também, dois auxiliares.

**2.3.2.4. Visita ao Projeto Salitre - Etapa I**

A visita foi realizada por membros da equipe técnica do Consórcio e ocorreu no dia 25/05/16.

O Projeto Salitre localiza-se à margem direita do Rio São Francisco, O projeto se localiza no município de Juazeiro (BA), no Submédio São Francisco. O acesso à área do Projeto se dá pela BA-210, que liga Juazeiro a Sobradinho, numa distância aproximada de 20 km.

Possui uma área irrigável de 5.099 ha, sendo 1.684 ha para lotes familiares, 2.772 para lotes empresariais e 643 ha destinados a outros, como prefeitura. O início de seu funcionamento se deu no ano de 1998. Até o ano de 2009 já foram investidos R\$ 365.916.703,44.

O Perímetro de Irrigação Salitre prevê uma área total irrigável estimada de 31.305 ha, que já foi contemplado com estudos e projetos, aquisição de terras, infraestrutura básica de uso comum e medidas de proteção ambiental. Inclui ainda administração fundiária, organização de produtores, apoio em administração, operação, manutenção, assistência técnica e capacitação de técnicos e agricultores na fase de operação inicial.

Muito embora a primeira fase seja só de 5.099 ha, a EBP foi construída para captar 42 m<sup>3</sup>/s, dos quais 20 m<sup>3</sup>/s serão destinados ao canal do Sertão Baiano. Atualmente está funcionando somente com 07 m<sup>3</sup>/s (capacidade de apenas uma bomba), porém a estrutura é dimensionada para 06 bombas, totalizando assim a vazão mencionada. O CV das estações de bombeamento varia de 2.000 a 3.000, vencendo uma altura geométrica de 100 m. Os reservatórios possuem compensação de capacidade de 2.000.000 m<sup>3</sup>.

Está em processo de estruturação o Distrito de Irrigação que vai operá-lo.

As despesas de manutenção representam cerca de 40% dos custos operacionais totais, sendo que a maior parte desse custo operacional se refere à energia.

Um dos maiores problemas encontrados na operação desse perímetro foi quanto à oscilação no fornecimento de energia. Não havia constância na voltagem contratada, que seria de 13,8 kV, o que já causou problemas sérios a alguns motores. Este problema só foi resolvido depois da instalação de um qualímetro, o que possibilitou responsabilizar a concessionária de energia e esta aprimorou seu sistema reduzindo substancialmente a oscilação de voltagem.

Outro problema bastante grave é a presença de algas em todos os canais. Esse controle das algas exige até a intervenção de mergulhadores conforme mostrado na Figura 2.3.1.

O canal de chamada tem que ser dragado uma vez por ano representando um custo total de R\$65.000,00 (R\$15,00 por m<sup>3</sup>) feita por intermédio de bomba hidráulica. Os canais são limpos duas vezes por ano enquanto que os drenos de dois em dois anos. Estão envolvidas nas atividades de O&M 75 pessoas.

Foi relatado ainda problemas junto às bombas devido à corrosão. Estas bombas possuem apenas dois anos de uso e já sofreram forte corrosão, sem se conseguir resolver essa questão junto ao fabricante, que alega mau uso do equipamento, porém a, a CODEVASF crê que o problema é do equipamento em si, cuja pintura não era da qualidade adequada. A Figura 2.3.2 mostra essa deterioração do equipamento. A corrosão vista normalmente parece com em equipamentos com trinta anos de uso ou mais.





**Fonte:** Equipe do Consórcio FAHMA/DELGITEC

Figura 2.3.1. Controle de algas presentes nos canais do perímetro irrigado.



**Fonte:** Equipe do Consórcio FAHMA/DELGITEC

Figura 2.3.2. Corrosão das bombas do Perímetro Irrigado do Salitre

#### 2.3.2.5. Visita ao Projeto Senador Nilo Coelho

A visita foi realizada por membros da equipe técnica do Consórcio e ocorreu no dia 23/05/16.

O Perímetro Irrigado Nilo Coelho – DINC se localiza entre os estados da Bahia (20% da área total do projeto) e Pernambuco (80% da área total do projeto), englobando os municípios de Casa Nova (norte do Estado da Bahia) até o município de Petrolina (sudoeste do Estado de Pernambuco).

O perímetro ocupa uma área de 18.563 ha, sendo 12.520 ha destinados para lotes familiares e 6.043 ha destinados para lotes empresariais. São 976 km de canais, com o principal medindo 62 km e o secundário 94 km, com 2,7 km de aquedutos; 818 km de adutoras, 711 km de estradas; 263 km de drenos; 39 estações de bombeamento, sendo uma principal na Barragem de Sobradinho, com capacidade máxima de 23,2 m<sup>3</sup>/s. As demais são estações de pressurização



dos sistemas de irrigação dos lotes. A vazão máxima do canal é de 15,3 m<sup>3</sup>/s. Até o ano de 2009 foram investidos R\$ 529.302.968,77.

**Início de funcionamento:** 1984

**Início da co-gestão:** 1989, operado e mantido pelo Distrito de Irrigação Nilo Coelho - DINC

**Operação:** 24 horas por dia, sendo que não é bombeada a água no horário de pico.

**Distrito número de pessoas:** 200 para operação e manutenção.

Nas áreas de sequeiro percorridas pelos canais há fornecimento de água para moradores e propriedades rurais, para dessedentação humana e animal e que também chega a ser utilizada para irrigação de cultivos de subsistência no entorno das moradias. Esta questão deve ser levada em conta para o planejamento de um PISF.

O setor de manutenção do perímetro ainda não conta com critérios adequados para a execução dos seus serviços, o que cria uma série de distorções no funcionamento do sistema.

A malha de drenagem do perímetro é limpa a cada três anos, sendo que todo ano é realizada a limpeza de 1/3 da área. Em 2014 foram gastos R\$28.000.000,00 com o funcionamento do projeto. Aproximadamente 20% desse total (R\$ 5.687.917,00) foi gasto apenas com serviços de manutenção.

As tubulações com proteção catódica até agora só foi feita uma inspeção até hoje. Todos os materiais são ainda originais. Só em 2009/2010 4 motores foram reabilitados para adaptação porque eram modelos ultrapassados precisando passar para procedimento eletromagnético.

Os aquedutos não tem programação específica de manutenção, só quando aparece algum vazamento é submetido a reparos. Tem sido um quebra-cabeça já que se constata vazamento em todos eles. Tem-se dado prioridade a eles, e nesses últimos 8 anos foram obrigados a ter 5 intervenções.

A estação de bombeamento que atende à expansão Maria Tereza (5.000 ha) já teve que parar uma vez completamente para sua limpeza.

Os canais são submetidos à limpeza de vegetação todo ano em toda sua extensão. São 11 pessoas que trabalham nessa atividade. O maior problema está no canal principal, pois tem que ser feita com máquinas correndo-se risco de quebrar as placas, devendo o operador ser muito bem treinado e habilidoso.

A Figura 2.3.3 mostra vegetação nas juntas e no interior dos canais.



**Fonte:** Equipe do Consórcio FAHMA/DELGITEC

Figura 2.3.3. Vegetação comum nos canais do Perímetro Irrigado Nilo Coelho

O pessoal que trabalha nessas atividades o faz no regime 12/36 horas e recebem complementação por salubridade. A manutenção de drenos e estrada é terceirizada. Em pontos estratégicos têm-se vigias.

De onde se esperava um grande acervo de indicadores e índices de rendimento e produtividade dos serviços de manutenção, devendo-se tirá-los, portanto, de inferências e consultas diretas ao pessoal que atua no campo, pois os registros existentes não se ocuparam com esse enfoque. Os controles contábeis e os de custos são bons.

O Perímetro Nilo Coelho foi caracterizado por manchas de solos irrigáveis esparsas, que levaram a vazios, com longos trechos de canais passando por área não irrigável, mas ocupada por pessoas que necessitam água e não têm a mínima cerimônia em recorrer ao canal para atender as suas necessidades como pode ser visto na Figura 2.3.4.

Os componentes relativos às obras de uso comum são agrupados nos seguintes sistemas: Captação e Recalque; Adução Principal e Secundárias; Reservatórios; Drenagem; Suprimento Elétrico; e Viário.

Já os serviços de manutenção da infraestrutura compreendem: adutoras; canais e estruturas (comportas e extravasores); estações de bombeamento; elétrica; máquinas e veículos; e predial.



**Fonte:** Equipe do Consórcio FAHMA/DELGITEC

Figura 2.3.4. Furto de água do canal principal do Perímetro Irrigado Nilo Coelho

Uma das grandes dificuldades nesse tipo de atividade é fazer a manutenção dos canais, pois geram reclamações constantes dos usuários, pois tem que ser esvaziado, interrompendo, portanto, a condução e distribuição de água. A Figura 2.3.5 mostra trecho de canais em manutenção para eliminar vazamentos nas juntas.



**Fonte:** Equipe do Consórcio FAHMA/DELGITEC e Distrito de Irrigação Nilo Coelho - DINC

Figura 2.3.5. Manutenção no canal principal do Perímetro irrigado Nilo Coelho

Outra questão que merece atenção e muitas vezes implicam também no corte da condução e distribuição de água são os aquedutos

Esse perímetro trabalha muito com o uso de reservatórios de compensação para operar durante o período em que o bombeamento é paralisado, na hora de pico do sistema energético.

A manutenção do sistema viário é feita sempre de forma terceirizada. Como esse perímetro conta com várias estradas asfaltadas que tem algo custo de manutenção tem-se tornado um sério problema para o Distrito e discussões sobre a responsabilidade de a quem cabe o ônus dessa manutenção. As estradas encascalhadas se mostram bem mais fácil e menos custosa manutenção, o que o Distrito executa de forma terceirizada como descrito logo a seguir.

Outro aspecto importante na manutenção da infraestrutura hídrica são as interrupções, quando se faz necessária e que são comunicadas com antecedência aos usuários.

#### **2.3.2.6. Problemas de Furto de Água que Certamente Acontecerá nos Canais do PISF**

Uma questão de difícil solução, relatada em vários relatórios, são as invasões e retirada de água não autorizada ao longo dos canais de condução dos Projetos em operação.

Também permanecem as questões das aglomerações humanas (povoados e vilas) que surgem ao longo dos canais e que passam a usar água destes, em detrimento da irrigação, que é o propósito de todos os investimentos na região, cuja socioeconomia depende estruturalmente desta água e as atividades geradas a partir da disponibilidade da irrigação.

As direções dos Distritos/Projetos onde ocorrem estes fatos/conflitos relatam sempre que as providências de suas competências foram tomadas, estando, regularmente, com decisões judiciais finais, nos devidos âmbitos.

#### **2.3.2.7. Constatações Comuns aos Perímetros Visitados**

Todos os perímetros não operam no horário de ponta que vai das 17 às 21 horas. O número de pessoas envolvidas nas atividades de operação e manutenção é bastante variável entre os perímetros, não guardando uma correlação adequada para quantificar por atividade.

Em nenhum dos perímetros se encontrou estruturas de medição de água. As vazões são as que vêm nas especificações das bombas. A Agência Nacional de Águas encaminhou a esses perímetros medidores ultrassom que não funcionam adequadamente.

Há tendência para que os perímetros não disponham de máquinas e equipamentos de manutenção alocando-as.

Em todos esses perímetros ocorreram quedas de veículos dentro dos canais, podendo estimar que pelo menos dois acidentes por ano acontecem, bem como a entrada de animais que não conseguem sair.

Pode-se estimar que uma pessoa morre a cada 5 anos nesses canais.



## **2.4. DESCRIÇÃO DAS OBRAS DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL - PISF**

Apresenta-se a seguir um descritivo sucinto das estruturas civis, equipamentos eletromecânicos e elétricos que compõem o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

O projeto é composto de dois eixos principais: Eixo Norte e Eixo Leste, ambos com captação de água direto do rio São Francisco. O primeiro se localiza próximo à cidade de Cabrobó (PE) e o segundo no reservatório da usina hidroelétrica de Itaparica, próximo à cidade de Petrolândia (PE).

A obra está em andamento, com implantação do sistema adutor, com montagem de dois conjuntos motobombas nas estações elevatórias previstas.

A Figura 2.4.1 apresenta o esquema geral das estruturas da transposição, Eixo Norte.

### **2.4.1. Eixo Norte**

O Eixo Norte é formado por cinco trechos de obras com extensão total de 260 km. Tem início com a captação no rio São Francisco, situada após o Reservatório de Sobradinho e a montante da Ilha de Assunção, próximo a Cabrobó (PE) e término no reservatório Angicos, sul do estado do Rio Grande do Norte.

Apresenta grande número de estruturas como canais, reservatórios, aquedutos, galerias, túneis, pontes, drenagem, estruturas de controle de vazão, tomadas d'água (todas padronizadas no projeto executivo).

De forma a descrever toda a estrutura que compõe o sistema, este relatório apresenta uma abordagem mais detalhada das várias composições estruturais do 1º trecho, começando pela captação e percorrendo todo o sistema de bombeamento.

#### **2.4.1.1. Trecho I**

O Trecho I é constituído pelas obras existentes desde a tomada d'água na margem esquerda do rio São Francisco até ao reservatório Jati, junto ao município homônimo, localizado na porção sul do estado do Ceará.



Figura 2.4.1. Esquema geral do Eixo Norte (Parte 1 de 2)



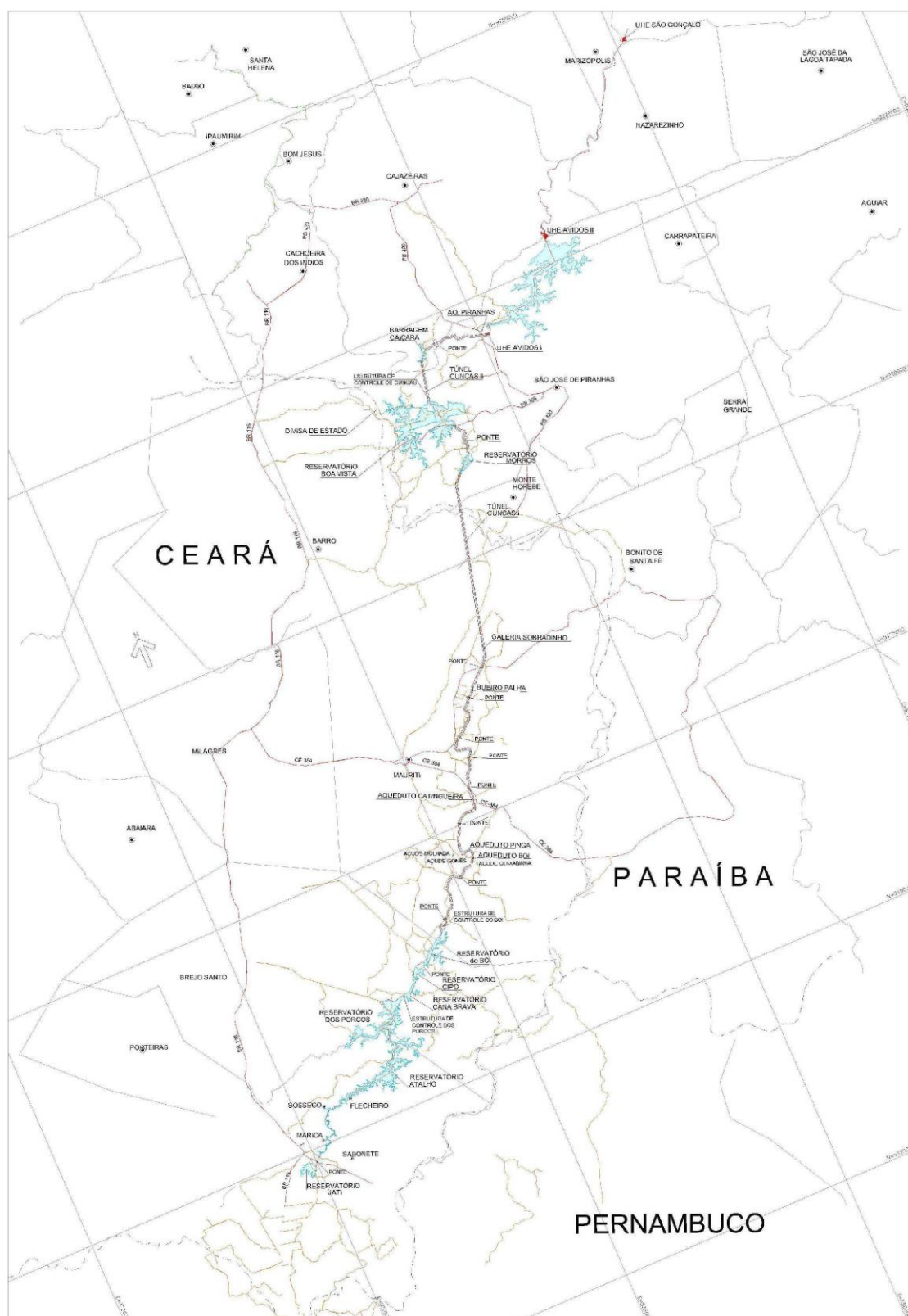


Figura 2.4.1. Esquema geral do Eixo Norte (Parte 2 de 2)

O sistema que compõe o Trecho I apresenta extensão total de 141 km e é composto por:

- Tomada d'água no Rio São Francisco;
- 17 segmentos de canais que perfazem aproximadamente 104 km de extensão;
- 05 Aquedutos: Logradouro (75 m), Saco da Serra (100 m), Mari (275 m), Terra Nova (75 m) e Salgueiro (150 m);
- Túnel Milagres-Jati (1.440m);
- 07 Barragens: Tucutu, Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, reservatório da EBI-1, Negreiros e Milagres;
- 02 Galerias: Penaforte (447,60 m) e Transnordestina (102 m);
- 03 Estações de bombeamento: EBI-1, EBI-2 e EBI-3 (incluindo as subestações), que alcançam o desnível de 169 m;
- 01 Túnel: Milagres - Jati (1.440 m);
- 04 Estruturas de controle de saída dos reservatórios das barragens Tucutu, Serra do Livramento, Negreiros e Milagres;
- 05 travessias em pontes nas BR's estaduais e federais;
- Passarelas, macrodrenagem, tomadas d'água para usos difusos localizados nos reservatórios e ao longo dos canais.

**Captação – Canal de Adução:** A tomada d'água é localizada na margem esquerda do rio São Francisco, no trecho compreendido entre a Barragem de Sobradinho e o reservatório da UHE Itaparica, nas proximidades da Ilha de Assunção. Encontra-se apta ao desvio de 99 m<sup>3</sup>/s em condições críticas de N. A. mínimo no Rio (Figura 2.4.2)



Fonte: Acervo Consórcio FAHMA/DELGITEC

Figura 2.4.2. Captação

O emboque da tomada d'água é formado por um canal de 150 m de largura e extensão de 50 m. Apresenta um dique circundando toda a área de aproximação do canal de tomada, construído em aterro compactado e revestido com enrocamento em rocha com assentamento livre.

O canal de tomada atende às condições de flutuação dos níveis d'água do rio São Francisco, dificultando o transporte de sedimentos e controlando a amplitude das oscilações de níveis junto à tomada da EBI-1.

O projeto dessas estruturas considera os seguintes níveis d'água característicos:

- Fundo da escavação no rio São Francisco: 316,08 m;
- N. A. mínimo observado (Q: 595 m<sup>3</sup>/s): 325,30 m;
- N. A. normal: 326,50 m;
- N. A. máximo maximorum (T: 100 anos) (Q: 14.000 m<sup>3</sup>/s): 329,08 m;
- Cota de coroamento do Dique: 330,00 m.

Este canal de alimentação apresenta um septo de rocha remanescente, escavado na cota 321 m, com largura de 150 m. A jusante do septo há um trecho de 50 m, escavado na cota 316,08 m, com a finalidade de reter sedimentos, funcionando como uma grande “caixa de areia” com um metro de profundidade.

A partir desse ponto, ocorre uma transição para a entrada no canal de alimentação da 1ª Estação de Bombeamento (EB-1) de forma a conduzir o fluxo até seu canal de alimentação. Nesta a largura é gradualmente reduzida de 150 m para 9,50 m, numa extensão também de 150 m, escavado na cota 317,08 m.

O canal de alimentação apresenta extensão total de 2.052 m e tem seção transversal trapezoidal com 9,50 m de base e 12,50 m de altura e taludes com inclinação de 1 V:1,5H.

Os taludes escavados em rocha não possuem revestimento. Os mesmos escavados em solo natural têm revestimento de proteção por enrocamento, com rochas fixadas em arame tipo “Colchão Reno”. Nos trechos em aterro, a construção dos taludes e base apresenta solo compactado revestido com concreto.

As profundidades d'água variam entre 8,22 e 12 m e declividade do fundo é de 0,0001 m/m (10 cm/km).

*Forebay de Montante (Câmara de carga) da EBI-1:* Ao se aproximar da estação de bombeamento EBI-1 há outra transição denominada *Forebay* de montante. Esta também é destinada ao controle da amplitude de oscilações de níveis junto à tomada da EBI-1.

O *Forebay* de montante apresenta construção em concreto armado fck 35, com as seguintes características:

- Extensão: 81 m;
- Largura da base do canal: aumento gradual de 9,50 m até 63,30 m;
- N. A. mínimo: 324,90 m;
- N. A. máximo: 329,08 m;
- Cota de fundo: 316,76 m;
- Altura total: 13,20 m;

- Estaca de início: 104+0.

O *Forebay* de montante foi edificado com solo compactado e apresenta proteção externa de taludes com uma camada de enrocamento de 1,0 m de largura na projeção horizontal. Apresenta bermas com 4,0 m de largura, incluindo a implantação de camada de enrocamento de proteção, perfazendo largura livre de 3,0 m na projeção horizontal. Estas bermas são utilizadas como estrada de operação e manutenção.

Como a seção do canal é trapezoidal, foram construídos subtrechos de transição dimensionados com 52 m de extensão, tanto a jusante quanto a montante do aqueduto, tendo taludes que variam de 1 V:1,5H até a posição vertical. Tais transições foram concebidas e dimensionadas em estruturas de concreto.

*Estação de Bombeamento EBI-1:* Todas as estações elevatórias são dotadas de câmaras de carga (*forebay*) localizadas à montante e à jusante, de forma a absorver as oscilações de nível d'água decorrentes da operação de recalque.

A EBI-1 (Figura 2.4.3) está implantada na encosta dos divisores de bacias e tem parte de suas estruturas escavada e parte implantada sobre o terreno natural cujas estruturas principais são:

- *Forebay* de montante (entrada);
- Casa de bombas;
- Linha de recalque;
- Estrutura de deságue situada no final do recalque e na entrada do *forebay* de jusante;
- *Forebay* de saída ou jusante;
- Subestação rebaixadora de alimentação elétrica da estação de bombeamento (força e iluminação).



Figura 2.4.3. Estação EBI-1

A estação EBI-1 apresenta capacidade de recalque de 99 m<sup>3</sup>/s, captados da cota 324,98 m para a cota 360,50 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 35,52 m. A estação tem 44,0 MW de potência total e possuirá oito conjuntos motobombas na etapa final.

Na primeira etapa serão instalados dois conjuntos motobombas com as seguintes características:

- Tipo semi axial com duplo mancal, instalação vertical em poço úmido;
- Fabricação: Sulzer modelo Bkn 2000-1800-1s/030;
- Motor síncrono 5.500 KvA (WEG), 6,9Kv, 60Hz com acoplamento flexível;
- Vazão individual de 12,37 m<sup>3</sup>/s (01 bomba) e total de 24,75m<sup>3</sup>/s (02 bombas).

Em condições normais de funcionamento está previsto o bombeamento contínuo da vazão máxima durante 21 horas diárias, de segunda a sexta feira. A paralisação do sistema durante 3 horas diárias será realizada por razões econômicas, pois os custos de bombeamento são sensivelmente mais elevados nas horas de picos de demanda do sistema elétrico nacional. Como não há diferenciação de tarifas de consumo em horário de ponta, durante os finais de semana há a possibilidade do bombeamento contínuo da vazão máxima durante as 24 horas.

Atualmente a aferição da vazão bombeada é realizada através de manômetro instalado na tubulação de recalque, interligado a um sistema remoto de transmissão de dados de pressão que são processados conjuntamente com a curva “*Altura Manométrica x Vazão*” da bomba.

Arquitetura: A estrutura da estação de bombeamento é de concreto armado, com fachada de elementos vazados (cobogós), alvenaria em tijolos de concreto e piso liso acimentado. O vão é de 12,90 m de largura, altura de 27,21 m e comprimento de 72,10 m. Sua descrição pode ser separada em duas partes principais: porção inferior e porção superior.

- Porção Inferior: Formada pela laje de fundo e pilares dos oito poços de sucção. Encontra-se submersa, em contato direto com a água, abaixo do pátio da estação que atende apenas às exigências hidromecânicas.

Essa estrutura apoia-se diretamente sobre a superfície do solo ou das rochas escavadas e é, por sua vez, parte da fundação do edifício que se ergue a partir do nível da plataforma dos equipamentos mecânicos. Abriga a tomada da sucção da bomba, eixo do mancal, grades e comportas tipo ensecadeira destinadas à manutenção.

- Porção Superior: A parte superior esta apoiada sobre a estrutura inferior a partir da edificação de pilares, vigas e lajes do prédio dos equipamentos eletromecânicos. É dividida em dois edifícios, conforme descrição a seguir:

- *Edifício da casa de bombas:* um só pavimento, com pé direito maior, onde ficam localizados a área de manutenção e montagem, os blocos



de ancoragens internos, passarelas e os locais onde serão instalados os equipamentos mecânicos (conjuntos motobombas, adutoras, válvulas, acessórios elétrico mecânicos gerais e de automação, e ponte rolante);

- *Edifício de apoio:* três pavimentos. No primeiro pavimento estão distribuídas as salas para o gerador, para o grupo diesel e para o compressor, além de contar com um almoxarifado cercado por alambrado; o segundo pavimento é composto apenas pela sala de quadros elétricos, (sala de cabeamento); no terceiro pavimento estão os banheiros (masculino e feminino), vestiário, sala de controle e sala de painéis elétricos. O acesso a esses pavimentos ocorre através de escadas protegidas por guarda corpos.

A área externa contígua ao edifício não apresenta cobertura e abriga o pórtico rolante e viga pescadora, destinadas ao manuseio das grades e comportas a serem instaladas por ocasião dos serviços de manutenção.

O sistema de ventilação das estações de bombeamento é do tipo natural. Para auxiliar na renovação do ar foram instalados exaustores eólicos de circulação natural, com vazão individual de 4.000 m<sup>3</sup>/h, instalados nas coberturas das estações de bombeamento. As Figuras 2.4.4. a 2.4.6. apresentam um esquema típico do arranjo arquitetônico da casa de bombas, constante do edifício de apoio.



Figura 2.4.4. Casa de bombas- estrutura típica e fachada





Figura 2.4.5. Estação de bombeamento - corte típico

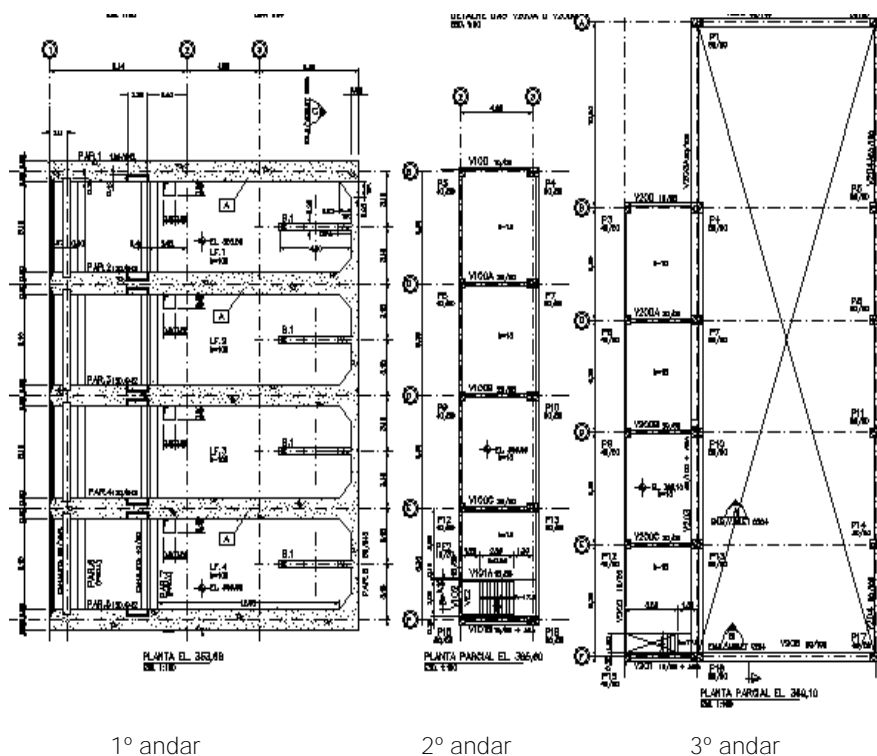


Figura 2.4.6. Estação de bombeamento - planta típica - 1º, 2º e 3º pavimentos

Poço de Sucção: Essa estrutura apoia-se diretamente sobre a superfície do solo ou das rochas escavadas e é, por sua vez, parte da fundação do edifício que se ergue a partir do nível da plataforma dos equipamentos mecânicos. Abriga a tomada da sucção da bomba, eixo do mancal, grades e comporta tipo ensecadeira destinada à manutenção. Apresenta largura de 6,0 m e comprimento de 15,40 m, volume de 699 m<sup>3</sup>.

Para o esgotamento do poço de sucção foi instalado em seu interior uma bomba do tipo submersível, de instalação removível, com acoplamento automático no pedestal de descarga, acionada por motor elétrico, trifásico, 380VCA, 60HZ, para atender a qualquer um dos oito poços através da tubulação, descarregando no poço de adução à montante da comporta ensecadeira.

O dimensionamento da bomba de esgotamento adota um tempo de quatro horas para o esvaziamento total do volume de água armazenada em cada um dos poços. Nos poços está instalada a tubulação de descarga com os acessórios necessários.

Instalações de Recalque: A tubulação de saída das bombas é composta por um conjunto de válvulas e juntas com diâmetro de 2 metros, e dois trechos retos principais com 54 m de comprimento e diâmetro de 2,30 m. Toda a tubulação é revestida, tanto interna como externamente, com pintura de acordo com a AWWA C 210, e também está dotada de sistema de proteção catódica por corrente impressa.

No recalque de cada grupo motobomba foi construído um bloco de ancoragem para suportar todos os esforços provenientes da adutora. Entre o flange de recalque da bomba e o flange da tubulação engastada no bloco há uma junta para evitar a transmissão de esforços.

A descarga de todo o sistema adutor é realizada através de tomada na tubulação de recalque em material de ferro fundido Pn 16, Dn 400 mm, com deságue no *Forebay* de montante.

Motores dos Conjuntos Moto Bomba: As bombas da EBI-1, com 5.500 Kva cada, são dotadas de rotor único e possuem mancais de guia intermediários, localizados ao longo do eixo, do tipo lubrificado e resfriado pelo próprio líquido bombeado, e um mancal guia conjugado com o mancal de escora localizado no cabeçote da bomba.

O motor elétrico, de fabricação da WEG, é provido de um sistema de resfriamento por circulação de ar em circuito aberto que circula através das áreas interpolares das bobinas do rotor, o enrolamento da armadura e o núcleo passando através do estator. A admissão de ar é efetuada através de aberturas localizadas nas paredes laterais da blindagem do motor (*"housing"*) e providas de filtros. O ar de exaustão é conduzido por duto de seção retangular até a parede montante da casa de bombas.

O motor elétrico é dotado de dois mancais, um superior de guia e escora, localizado acima do rotor e outro inferior de guia localizado na estrutura da carcaça do estator. O mancal superior é do tipo imerso em óleo, autolubrificante, constituído de um rotor de aço e as partes anexas, e uma seção não rotativa que inclui as sapatas girantes revestidas com metal patente, com refrigeração por circulação de água. O mancal guia inferior é também do tipo imerso em óleo, autolubrificante, de deslizamento e com refrigeração natural.

*Sistema de Resfriamento dos Mancais das Bombas:* O sistema de resfriamento de óleo dos mancais é proveniente de uma derivação de cada um dos condutos adutores, pressurizada pela própria coluna d'água do bombeamento e interligadas para permitir uma maior flexibilidade de operação. Antes de passar pelos trocadores de calor das unidades de resfriamento dos mancais (fornecido pelo fabricante dos motores) a água passará por um filtro autolimpante.

O sistema consta de eletroválvulas motorizadas isolando o circuito de cada unidade de bombeamento, que abrirá automaticamente na partida de cada conjunto respectivamente, e fechará na parada desta unidade, evitando-se o desperdício.

*Ar Comprimido:* O sistema de ar comprimido de serviços gerais é destinado à limpeza de equipamentos e alimentação de ferramentas durante os trabalhos de manutenção. Compõem-se por um conjunto portátil montado sobre rodas, constituído por uma central com dois compressores do tipo parafuso e um reservatório de capacidade 0,5 m<sup>3</sup>. A pressão é de 0,7 a 0,9 MPa, e a capacidade dos compressores de 0,5 a 0,8 m<sup>3</sup>/min.

O caminhamento da tubulação possui diâmetro de 2,0" (50 mm), é aparente, suspenso sob o passadiço e afixado na estrutura de concreto por todo o perímetro do piso dos equipamentos hidromecânicos. Há derivação de diâmetro ¾" em cada um dos pilares, totalizando dois pontos por conjunto motobomba.

Uma mangueira para ar comprimido, com comprimento de aproximadamente 20 metros, é utilizada para atendimento de todos os pontos da Estação de Bombeamento.

*Drenagem Interna:* O sistema de drenagem interna coleta toda a água despejada no interior da casa de bombas, provenientes de percolação, descarga de equipamentos, vazamentos de tubulações e limpeza de pisos, e a conduz por gravidade através de canaletas e tubulações, para cada caixa separadora de água/óleo situada na área externa.

Da caixa separadora, a água é direcionada por gravidade, através de tubulação enterrada, até o canal de adução da estação de bombeamento. O óleo é coletado em uma caixa específica de onde será retirado.

*Proteção Anti-incêndio:* O sistema de proteção anti-incêndio é composto por um conjunto de extintores portáteis do tipo CO<sub>2</sub>, pó químico seco e água

pressurizada, de acionamento manual, e instalação em paredes ou no piso, para o combate a incêndios nas diversas áreas internas e externas da estação de bombeamento somados a um sistema de detecção e placas de sinalização.

*Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário:* O sistema de abastecimento de água implantado atende a estação de bombeamento e a subestação rebaixadora de 230 Kv/6,9 Kv. A captação é feita através de tomada de água bruta em tubo ferro fundido, Pn 16, Dn 100 mm, diretamente na tubulação de recalque da bomba EBI-1. A água é encaminhada para uma estação de tratamento de água; (ETA) pré-fabricada em resina de poliéster com capacidade de produção diária de 3.000 litros/dia. Após tratamento, a água tratada é bombeada para um reservatório localizado no teto do edifício de apoio da estação de bombeamento; capacidade 5,0 m<sup>3</sup>, e para outro reservatório situado na subestação rebaixadora.

Este sistema é composto basicamente de uma rede de distribuição de água para cada unidade, interligada por uma tubulação principal, e de uma rede de coleta e de distribuição. Utiliza a pressão disponível no reservatório superior para distribuir a água a todos os pontos.

A ETA encontra-se instalada ao tempo, sobre base de concreto, em área externa. Incorpora as etapas de tratamento químico, floculação, decantação, filtração e desinfecção, que em conjunto asseguram um tratamento eficaz para a remoção de cor, turbidez e matérias em suspensão, obtendo-se assim água para uso potável.

O conjunto moto bomba de água tratada; potência de 1,5 Cv encontra-se instalada no piso do 1º andar abastecendo diretamente o reservatório superior.

O esgoto sanitário é coletado pelos ramais de descarga e conduzido até um poço enterrado localizado no piso do 1º andar, onde é bombeado para uma estação compacta de tratamento de esgoto, através de processo no reator anaeróbio de fluxo ascendente, (UASB) e filtro anaeróbio. O rejeito líquido é transferido para o reservatório coletor de efluente, com capacidade de tratamento de uma contribuição de esgoto de 3.000 litros por dia. Os rejeitos sólidos retidos na fossa são removidos na limpeza através das tampas de acesso.

*Energia Elétrica:* Os projetos executivos dos sistemas de alimentação elétrica das estações de bombeamento (linhas e subestações) são da responsabilidade das empresas fornecedoras e montadoras, segundo estratégia de implantação do PISF adotada pelo Ministério da Integração Nacional.

As linhas de transmissão de 230 Kv para alimentação das estações de bombeamento serão derivadas da linha de 230 Kv da usina hidroelétrica Bom Nome (CHESF). A subestação SE-1 da EBI-1 de 230 Kv, alimenta os motores instalados e situa-se nas proximidades da estação de bombeamento. Esta é alimentada a partir da subestação SE-2 localizada na estação de bombeamento EBI-2, que por sua vez é alimentada pela subestação SE-3 da EBI-3.

As partidas e paradas dessas bombas são feitas através de sistemas de partida suave (*softstarter*), sendo um sistema para cada motor. Os motores das bombas com a potência de 5.500 Kw são do tipo síncrono, trifásico, 6,9 Kv, de montagem vertical e estão equipados com os respectivos sistemas de excitação.

Para proteção contra surtos de tensão oriundos de manobras de disjuntores, estão instalados equipamentos de surto (capacitor em paralelo com para-raios) os quais estão instalados nos cubículos de média tensão que alimentam cada motor. Os motores serão alimentados, através de cabos isolados singelos, a partir do barramento do sistema de média tensão.

Os circuitos de média tensão dos motores são constituídos de três equipamentos ligados em série, quais sejam os disjuntores de média tensão, os cubículos de excitação e *softstarters*. Nos cubículos dos disjuntores e nos *softstarters* estão projetados transformadores de corrente e de potencial para alimentar os circuitos de proteção, medição e supervisão dos motores.

Todas as proteções e medições dos motores são digitais e estão instaladas nos cubículos dos disjuntores e dos *softstarters* dos respectivos motores. Estão projetados dois conjuntos de proteção, sendo um principal e outro alternativo. A supervisão das atuações dessas proteções será feita pelo Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC), bem como os sistemas de medições, inclusive os controles de temperaturas dos motores.

Os comandos, controles, proteções, medições e supervisão dos equipamentos são todos digitais. Também estão projetadas casas de comando independentes para a instalação e operação dos equipamentos alocados dentro das subestações.

As malhas de terra para essas subestações são interligadas com as malhas das estações de bombeamento.

**Baterias:** As baterias, tensão de 125 Vcc, se destinam à utilização como fonte de corrente contínua, para os sistemas de controle, supervisão, proteção e para o sistema de força e iluminação de emergência (grupo gerador Diesel) da Estação de Bombeamento.

As baterias de acumuladores deverão ser do tipo chumbo-ácido reguladas por válvulas (baterias VRLA), de placas positivas tubulares, seladas, construídas com materiais que assegurem um desempenho elétrico, químico e mecânico dentro dos critérios e das condições especificadas.

Em condições normais, as baterias serão ligadas em paralelo com os carregadores e, em caso de emergência, deverão atender ao "*Ciclo de Descarga*" - 300 Ah.



**Carregadores de Baterias:** Os carregadores de 125 Vcc deverão ser do tipo estático, para serviço contínuo, com coluna retificadora tipo ponte, de onda completa, regulação automática de tensão, limitação de corrente, refrigeração natural e com componentes modulares.

Os carregadores serão alimentados a partir do sistema de distribuição de corrente alternada da Estação de Bombeamento em 380 V, trifásico. Deverão ser providos de chaves comutadoras de 150 A e de três posições para permitir que o carregador nº 1 possa carregar a bateria nº 2 e o carregador nº 2 possa carregar a bateria nº 1.

Deverão ser providos, no mínimo, os dispositivos de proteção para as seguintes anomalias:

- Falha CA (falta de CA e falta de fases) "27";
- Fuga para terra do positivo (sensibilidade mínima de 10 kΩ) "64 P";
- Fuga para terra do negativo (sensibilidade mínima de 10 kΩ) "64 N";
- Sobre-tensão no sistema consumidor "59 C";
- Sub-tensão no sistema consumidor "27 C".

As Figuras 2.4.7 a 2.4.9 apresentam instalações da casa de bombas, observando-se o circuito de resfriamento de óleo dos mancais.

**Estrutura de Deságue das Adutoras:** Uma terceira porção da estação de bombeamento é destinada à estrutura de deságue das adutoras, em nível superior. Inclui as linhas de recalque individuais compostas por tubos de aço carbono ASTM A 36 de 25,4 mm de espessura, diâmetro de 2.300 mm e extensão de 54 m. A tubulação de recalque é dotada com apoios para instalação ao tempo, juntas de expansão, ancoragens, caixa para abrigo do medidor de vazão tipo ultrassônico e um sifão antes do deságue no *Forebay* de jusante.

A estrutura de deságue abriga 02 válvulas de admissão e expulsão de ar quando da partida e parada dos conjuntos moto bombas para permitir a escorva automática durante as operações de bombeamento, bem como, de evitar a formação de pressão negativa na tubulação, por ocasião de uma eventual parada de emergência ou programada das unidades de bombeamento.

A tubulação de recalque das bombas da EBI-1 não apresentam válvulas de retenção e bloqueio. O projeto considera a dispensa destas, por considerar a pouca extensão da linha de recalque e o pequeno desnível geométrico. O fluxo reverso nas paradas das bombas será impedido através do arranjo proposto, que utiliza na seção de deságue, um sifão dotado com válvulas de aeração, que permitem a escorva e desescorva do mesmo, a fim de evitar o retorno indefinido das águas da estrutura de jusante do final de recalque.

O comando das válvulas é automatizado com acionamento de abertura através de contrapeso e fechamento através de cilindro hidráulico através de uma central de óleo hidráulica com painel elétrico de comando, controle, sinalização e proteção. A central óleo hidráulica localiza-se no piso da casa de bombas.



As Figuras 2.4.10 e 2.4.11 apresentam a instalação típica da estrutura de deságue.

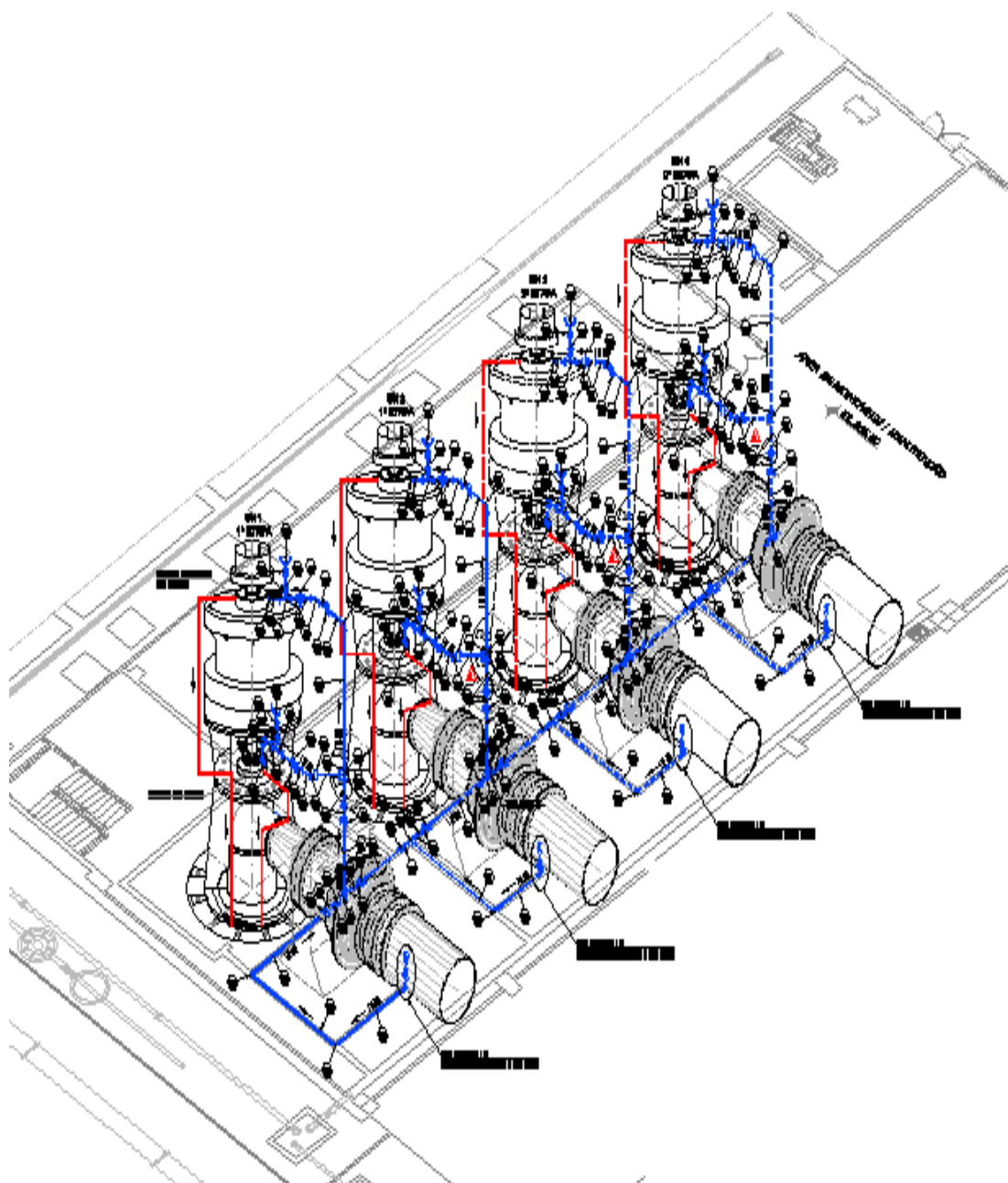
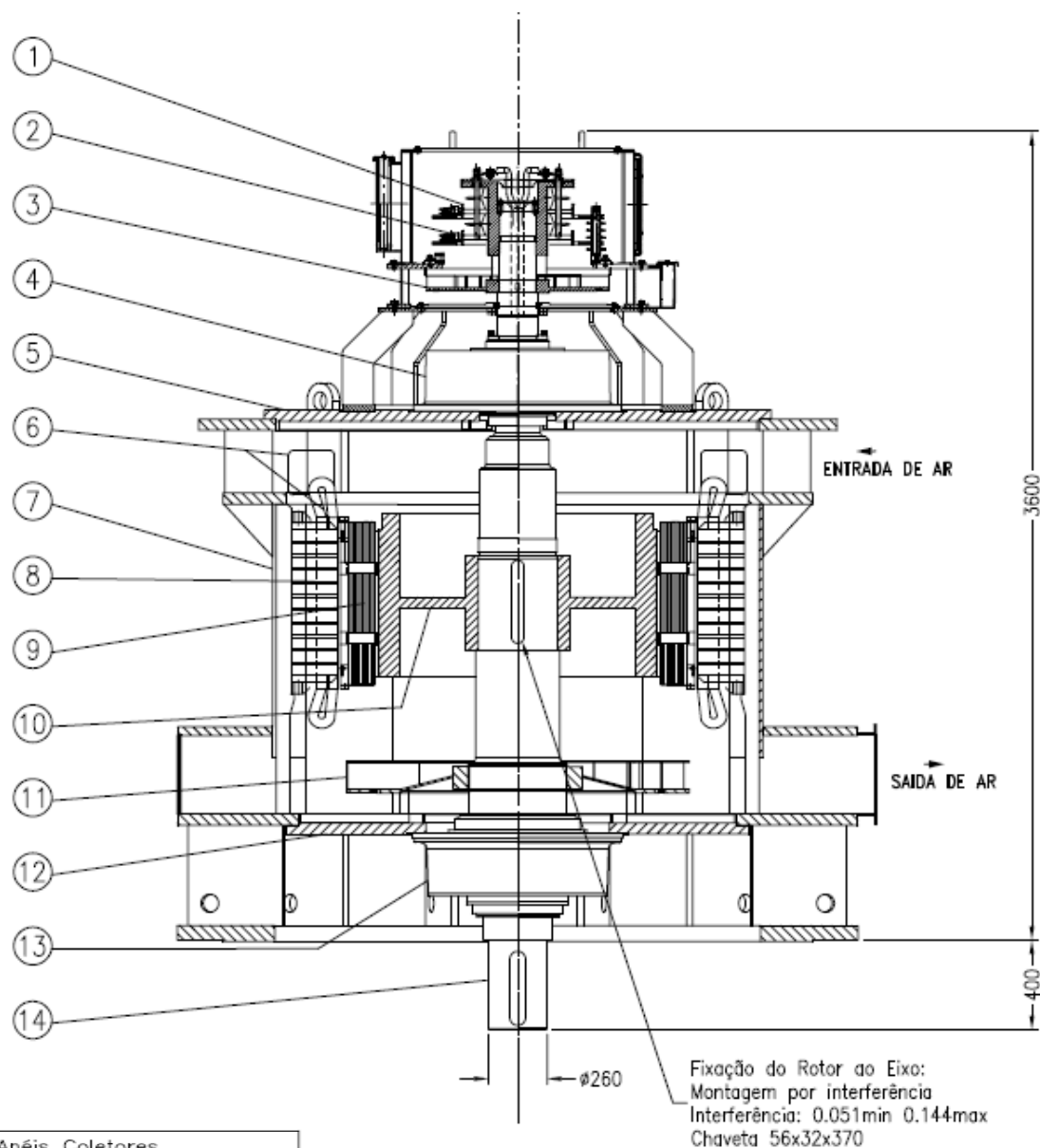


Figura 2.4.7. Instalação típica dos conjuntos motobombas



Figura 2.4.8. Instalação típica da estrutura da casa de bombas



1	Anéis Coletores
2	Escovas
3	Ventilador das Escovas
4	Mancal Superior
5	Tampa Superior
6	Bobinas do Estator
7	Carcasa do Motor
8	Chapas do Estator
9	Pólo do Rotor
10	Anel Magnético
11	Ventilador Principal
12	Tampa Inferior
13	Mancal Inferior
14	Eixo

Figura 2.4.9. Instalação típica do motor

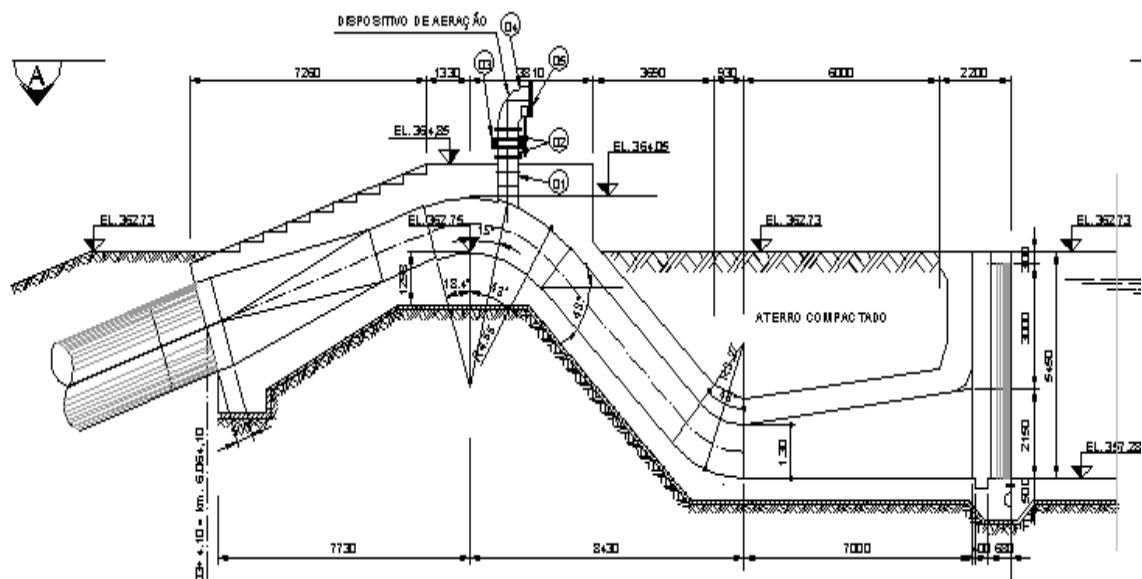


Figura 2.4.10. Instalação típica da estrutura de deságue - corte

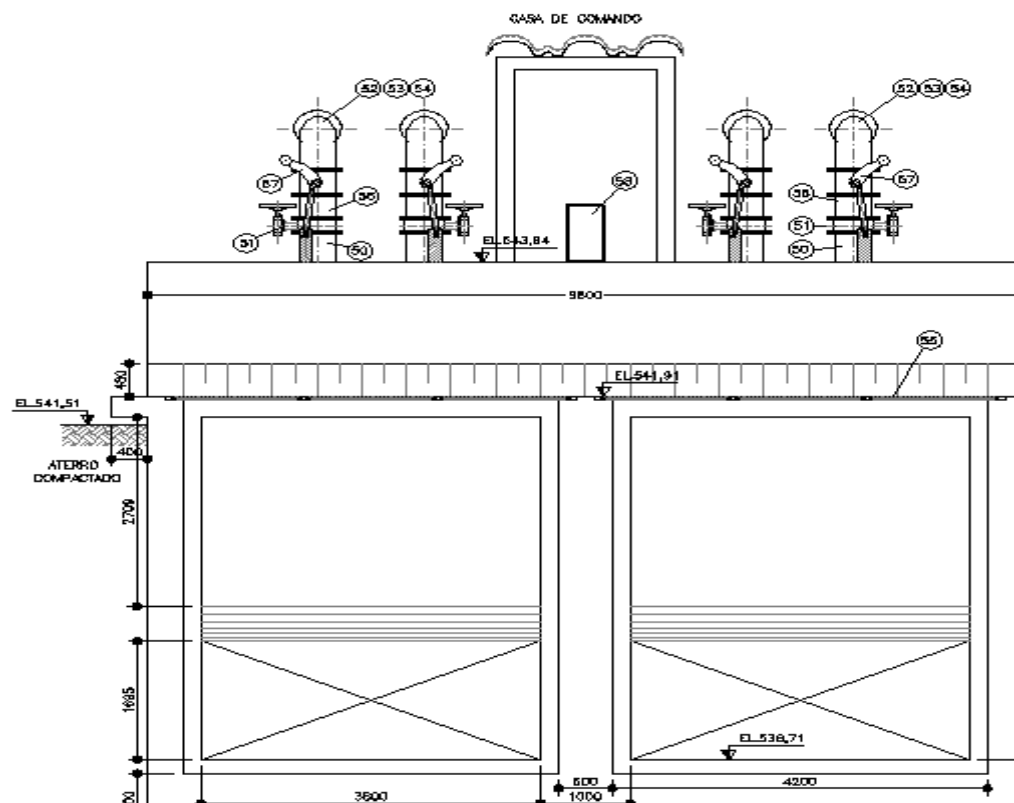


Figura 2.4.11. Instalação típica da estrutura de deságue- vista frontal

**Sistema de Drenagem:** O sistema de drenagem das estações de bombeamento é composto de três subsistemas, a saber:

- Drenagem externa, formada pela rede de valetas laterais situadas no terreno natural e desenvolvida no entorno do **off-set** das escavações da estação, cuja finalidade é a de captar as contribuições das áreas adjacentes e direcioná-la para a rede natural de drenagem;
- Drenagem das contribuições sobre os taludes e pátio das estações que consiste na rede de valetas construídas sobre as bermas e o pátio da estação, com a finalidade de captar as contribuições e direcioná-las para o sistema adutor do projeto (*forebay* e canal);
- Drenagem interna dos *forebays* de montante e de jusante é constituída de *fingers* e tubulação perfurada com desenvolvimento longitudinal, envelopada com brita sob o revestimento de fundo do *forebay*, e que está no prolongamento da drenagem interna do segmento de canal à montante e jusante. Tem a função de proteger os *forebays* e os canais a montante e jusante contra os efeitos das sub-pressões nas placas de revestimento nos esvaziamentos totais e parciais do sistema de adução, excetuando-se os *forebay's* de montante da estação de bombeamento principal.

**Grupo Gerador Diesel de Emergência 380/220 Vca:** Quando houver a perda do fornecimento de energia do sistema de 230 Kv, o Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) fará rejeição de algumas cargas das duas barras, acionará a partida do grupo diesel, fechará o contator do grupo diesel selecionado e fechará os contadores de algumas cargas de emergência, tais como iluminação interna e externa, aquecimento dos motores de motobombas, etc.

O gerador deverá ter as seguintes características técnicas principais:

- Potência nominal contínua PRIME (mínima) = 150 Kv A;
- Tensão nominal = 380 V 5%;
- Frequência nominal = 60 Hz;
- Número de fases = 3;
- Fator potência = 0,80 indutivo;
- Capacidade de suportar sobrecarga, sem exceder os limites de temperatura, durante duas horas = 10%.

Terá comando no local, através do seu Painel de Comando, denominado PEGD, ou remoto, através do sistema digital de supervisão e controle – SDSC da Estação de Bombeamento. No PEGD será feita a seleção do local de comando, através de uma chave seletora. As lógicas de partida e parada intrínsecas ao GDGE deverão ser efetuadas no PEGD.

A seguir, apresenta-se uma listagem das estruturas civis e equipamentos eletromecânicos da EB-1:

- 02 conjuntos completos de painéis de grades removíveis, do tipo painéis removíveis com espaçamento entre linhas de centro das barras verticais de 80 mm, com dimensões de 2,60 m x 6,50 m. Encontram-se instalados na entrada do poço de sucção. Cada uma delas é equipada, com um jogo de



- dois painéis de grade, superior e inferior, inclinado, do tipo removível, sendo que o painel inferior é dotado de bandeja para retenção de detritos;
- 01 comporta ensecadeira que poderá ser utilizada em qualquer um dos poços de adução, dispositivos de calagem e viga pescadora. A comporta ensecadeira terá como função vedar e permitir o esgotamento de qualquer um dos poços úmidos, possibilitando a inspeção geral e a manutenção dos respectivos grupos motobombas. Para equilíbrio de pressões nas faces de montante e jusante da comporta ensecadeira, está instalado um sistema de “by-pass” incorporado ao painel, composto de duas válvulas de enchimento, operadas simultaneamente pelo próprio peso da viga pescadora. Apresentam dimensões de 3,50 m x 6,0 m. Encontra-se instaladas na entrada do poço de sucção;
  - 01 ponte rolante completa para manuseio das grades e comporta, com vão de 11,4m e comprimento do caminho de rolamento de 71,3 m. Para serviços de médio porte, a ponte rolante está equipada com um guincho auxiliar. Sua capacidade nominal é de 500 Kn, curso do gancho principal e auxiliar de 16,30 e 31,40 m, respectivamente. Objetiva movimentar peças dos conjuntos motobombas, motores e acessórios, válvulas e equipamentos auxiliares. Capacidade nominal de 90 Kn;
  - 01 pórtico rolante completo, localizado externamente ao prédio da tomada d’água da estação, para ações de manutenção dos motores e peças do conjunto motobomba, com vão de 11,4m e comprimento do caminho de rolamento de 71,3 m. Objetiva movimentar a comporta ensecadeira e as grades, nos serviços de operação e manutenção. Capacidade nominal de 90 Kn;
  - 01 viga pescadora constituída de uma estrutura principal com vigas de construção soldada em aço estrutural ASTM A 36, dotada de ganchos, sistema de tirantes de acionamento dos ganchos e rodas de guia. A viga pescadora é guiada nas peças fixas de guia lateral da comporta ou da grade por meio de rodas bífangeadas. Uma única viga pescadora aciona as grades e a comporta ensecadeira para cada estação de bombeamento;
  - 08 válvulas borboleta de acionamento óleo hidráulico e 08 válvulas de acionamento manual para manutenção, Dn 1.600 mm;
  - 01 bomba submersível com a finalidade de esvaziar a câmara de adução das bombas com capacidade de 25 m<sup>3</sup>/h, altura manométrica mínima de 18 mca, portátil removida por correntes de içamento, com base fixa no fundo do poço de adução. Na 1ª etapa, o sistema de esgotamento contará com uma única bomba submersível para esvaziar todos os 02 poços de adução (um de cada vez), com tempo máximo de esvaziamento previsto de 28 horas;
  - 01 bomba do tipo centrífuga de eixo horizontal, destinada à alimentação do reservatório superior (5 m<sup>3</sup>) de água de serviço. Localiza-se no piso do 1º pavimento e apresenta sucção em tubo advindo da ETA. Vazão de 3,0 l/s, altura manométrica de 16 m e potência de 1,5 Cv;
  - 02 compressores do tipo parafuso e reservatório de capacidade 0,5 m<sup>3</sup>. A pressão é de 0,7 a 0,9 MPa, e a capacidade dos compressores de 0,5 a 0,8 m<sup>3</sup>/min. Estas unidades compõem a central de ar comprimido, que tem

- por finalidade a limpeza de equipamentos, alimentação de ferramentas, válvulas e freios pneumáticos.
- 08 sistemas forçados de exaustão incorporados na carcaça do motor dos dois conjuntos motobombas. Destina-se a resfriar o ar quente que será conduzido para o exterior por um duto em chapa de aço, fornecido pelo fabricante do motor de exaustão – Weg;
  - 08 sistemas de resfriamento de óleo dos mancais da bomba e do rotor, composto dos seguintes equipamentos:
    - 02 derivações de tubos nas linhas de recalque, Dn 1” interligadas de forma a conduzir a água que alimentará o sistema pressurizado pela própria coluna d'água do recalque do bombeamento;
    - 02 filtros autolimpantes;
    - 02 válvulas motorizadas destinadas ao isolamento do circuito de cada unidade de bombeamento, que abrirá automaticamente na partida de cada conjunto respectivamente, e fechará na parada desta unidade;
    - 01 sensor de temperatura;
    - 01 sensor de vibração.
  - 10 centrais óleo hidráulico. A central óleo-hidráulica é constituída dos seguintes equipamentos principais:
    - 02 grupos motobombas, constituídos de motores elétricos e bombas autoescorvantes;
    - Manômetro;
    - Bomba manual;
    - Sistema elétrico de comando, controle, proteção e sinalização;
    - Distribuidor de comando da válvula de descida, com respectivo comando manual;
    - Tubulações, válvulas e demais acessórios de segurança e retenção do circuito óleo-hidráulico;
    - Tanque de óleo.
  - 02 medidores de nível d'água com transmissão remota para o comando das bombas;
  - 01 medidor de vazão do tipo ultrassônico;
  - 01 reservatório com capacidade de 5.000 litros localizados na área interna das Estações de Bombeamento;
  - 01 caixa separadora de água e óleo (SAO), com capacidade estimada de 15 m<sup>3</sup>/h. O óleo separado será coletado por bombas portáteis para tambores e removido para locais apropriados;
  - 01 grupo gerador diesel de emergência do tipo estacionário, com instalação abrigada em área externa, com finalidade de atender a uma situação emergencial da estação de bombeamento, isto é, quando as fontes normais do sistema estejam indisponíveis. O motor e o gerador deverão ser montados sobre uma base metálica única, provida de amortecedores de vibrações. O GDGE tem comando manual e automático, e deverá ser capaz de fornecer a potência de 150 KVA, trinta segundos após o comando de partida;

- 02 reservatórios de passagem, de 1.000 l cada, para funcionamento das prumadas de água fria dos sanitários e copa, instalados dentro do edifício da estação;
- 01 reservatório elevado com capacidade de 5.000 l, localizado fora do edifício, em torre de caixa d'água em aduelas pré-moldadas de concreto armado. Esse reservatório elevado está dimensionado para servir os sistemas de água fria predial por sete dias de operação ininterrupta, supondo o consumo médio de 70 l/dia por pessoa, contando 10 pessoas residentes;
- 01 ETA compacta, com vazão nominal de 0,5 m<sup>3</sup>/h, composta por:
  - Tanques de preparação dos reagentes químicos;
  - Bomba dosadora múltipla;
  - Tubulações de aplicação;
  - Misturador hidráulico;
  - Floco decantador;
  - Filtro à pressão de areia e antracito;
  - Tubulações de interligação;
  - Válvulas de manobras;
  - Medidor de vazão;
  - Bomba de água de lavagem do filtro;
- 01 sistema de tratamento de esgoto, composto por um reator anaeróbio de fluxo ascendente, (UASB) seguido de filtro anaeróbio de 1.400 l. O UASB é feito em polietileno absolutamente impermeável. O filtro anaeróbio é um recipiente fechado de polietileno, preenchido com brita nº4 para a função de leito filtrante;
- 01 sala para abrigo dos painéis elétricos de controle e monitoramento, dotada de dois aparelhos de ar condicionado;
- 01 sala de controle operacional ocupada na maior parte de tempo por duas pessoas no máximo, composta de notebook's e 02 aparelhos de ar condicionado;
- 01 copa para uso cotidiano dos funcionários;
- 02 sanitários (feminino e masculino);
- 01 sistema de combate a incêndios composto por extintores de incêndio, fixados nos pilares e/ou paredes, ou sobre rodas, devidamente identificados e dois hidrantes de duas polegadas e meio, instalados próximo à área de descarga;
- Paisagismo da estação com plantio de gramíneas, espécies arbustivas nativas de médio e grande porte, de acordo com o local específico e o seu uso pretendido;
- 01 subestação N1 com capacidade de 230 Kv;
- Guarita em abrigo cerca com arame e mourões, sistema de drenagem predial e de pátio.

Forebay de Jusante da Estação de Bombeamento EBI-1: Esta estrutura foi executada com solo compactado, com uma camada intermediária de solo cimento, revestido com uma manta impermeável (geomembrana texturizada),

sendo aplicada sobre esta, uma camada de concreto com sete centímetros de espessura em sua base e cinco centímetros nos taludes laterais.

O *Forebay* de jusante apresenta construção em concreto armado; fck 35, com as seguintes características:

- Extensão = 195 m;
- Largura da base do canal = redução gradual de 63 m até 6,0 m;
- N. A. mínimo = 481,75 m;
- N. A. máximo = 493,15, m;
- Cota de fundo = 479,95 m;
- Altura total = 13,20 m;
- Estaca de Início = 117+15.

Há um sistema de drenagem interna composto por drenos cegos, que possuem um núcleo em brita, envoltos por um geotêxtil não tecido, localizados longitudinalmente ao *forebay* de jusante. O fluxo d'água captado pelo sistema de drenagem interna será descarregado em um ponto pré-determinado, constando uma estrutura de saída que restrinja a erosão na região de deságue, dotada de um sistema de medição de vazão; vertedor triangular.

Na saída da estrutura do *forebay* de jusante, ocorre uma transição em uma extensão de 86 m, com a base do canal diminuindo gradualmente de 63,3 m até 6,0 m, onde esta o início do 1º trecho de canal que é interligado ao reservatório Tucutu.

Canais: Os canais foram edificadas para vazão máxima de 99 m<sup>3</sup>/s, com declividade do trecho de 10 cm/km (0,01%). Sua implantação apresenta-se em três situações típicas: em aterro, em corte ou em seção mista.

Na situação em aterro, a seção transversal trapezoidal do canal tem base acabada de 6,0 m de largura e altura variável entre 5,2 e 6 m, com taludes com inclinação interna e externa de 1 V:1,5H. Os taludes internos apresentam geomembranas com revestimento em concreto de espessura 5 cm nos taludes laterais e 7,0 cm na base. Os taludes externos são protegidos com enrocamento.

Os trechos edificadas em concreto apresentam juntas secas construtivas a cada 3,0 m e juntas de dilatação a cada 30 m, preenchidas com isopor e mastique. Além dessas, são empregadas também juntas de retração longitudinais, locadas a meia altura dos taludes laterais.

O sistema de drenagem interna do canal é composto por dispositivos de drenagem nos taludes (drenos tipo “finger” ou geocompostos drenantes) e um colchão drenante de areia, com espessura de 10 cm, executado sob a base do canal. Para a captação e condução da água coletada, é instalado um tubo perfurado envolto por brita e geotêxtil não tecido em uma vala escavada sob a base do canal. O seu efluente é descarregado nos talwegues naturais através de estruturas dotadas de medidores de vazão; vertedor triangular, o que permite o monitoramento do sistema.

Com o intuito de minimizar perdas de água, a seção hidráulica do canal é revestida por uma geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD) texturizada em ambas as faces, com espessura de 1,0 mm, e/ou por uma geomembrana de policloreto de vinila (PVC), também com 1,0 mm de espessura, acoplada a um geotêxtil não tecido em uma das faces. A ancoragem da geomembrana é executada em uma trincheira escavada no topo dos taludes do canal, sendo esta preenchida com solo-cimento compactado.

Os taludes em corte acima da seção hidráulica, escavados em solo (1ª categoria) possuem inclinação de 1 V:2H e são protegidos com uma camada de enrocamento, com largura de 1,0 m, medida na horizontal. Nas bermas implantadas entre as camadas de solo (1ª categoria) e saprolito (2ª categoria) é prevista a execução de canaletas de drenagem em concreto moldado "in loco".

Nos trechos em corte é prevista a execução do patamar, imediatamente acima da seção hidráulica, com largura total de 4,0 m. Neste patamar deverão ser implantadas as pistas de serviço, revestidas com cascalho.

Nos trechos com escavação predominante em solo e/ou saprolito, é empregada uma camada com solo-cimento para a regularização dos taludes da seção hidráulica. No entanto, nos trechos com predomínio de rocha, é empregado concreto poroso na regularização desses taludes.

Os taludes escavados em solo (1ª categoria) acima da seção hidráulica possuem inclinação de 1 V:2H e são protegidos com uma camada de enrocamento, com largura de 1,0 m, medida na horizontal.

Nos taludes escavados em saprolito (2ª categoria) acima da seção hidráulica, é adotada a inclinação de 2 V:1H, sendo prevista a eventual proteção dos taludes com grampos e geogrelhas.

Os taludes escavados em rocha acima da seção hidráulica devem ter inclinação de 4V:1H, sendo previstos tratamentos eventuais com o uso de tirantes e/ou chumbadores, conforme as características geológicas verificadas no local.

Os trechos em seções mistas incorporam tanto os detalhes apresentados para as seções em corte quanto para as seções em aterro.

As Figuras 2.4.12 e 2.4.13 apresentam a estrutura típica dos canais adutores em corte.

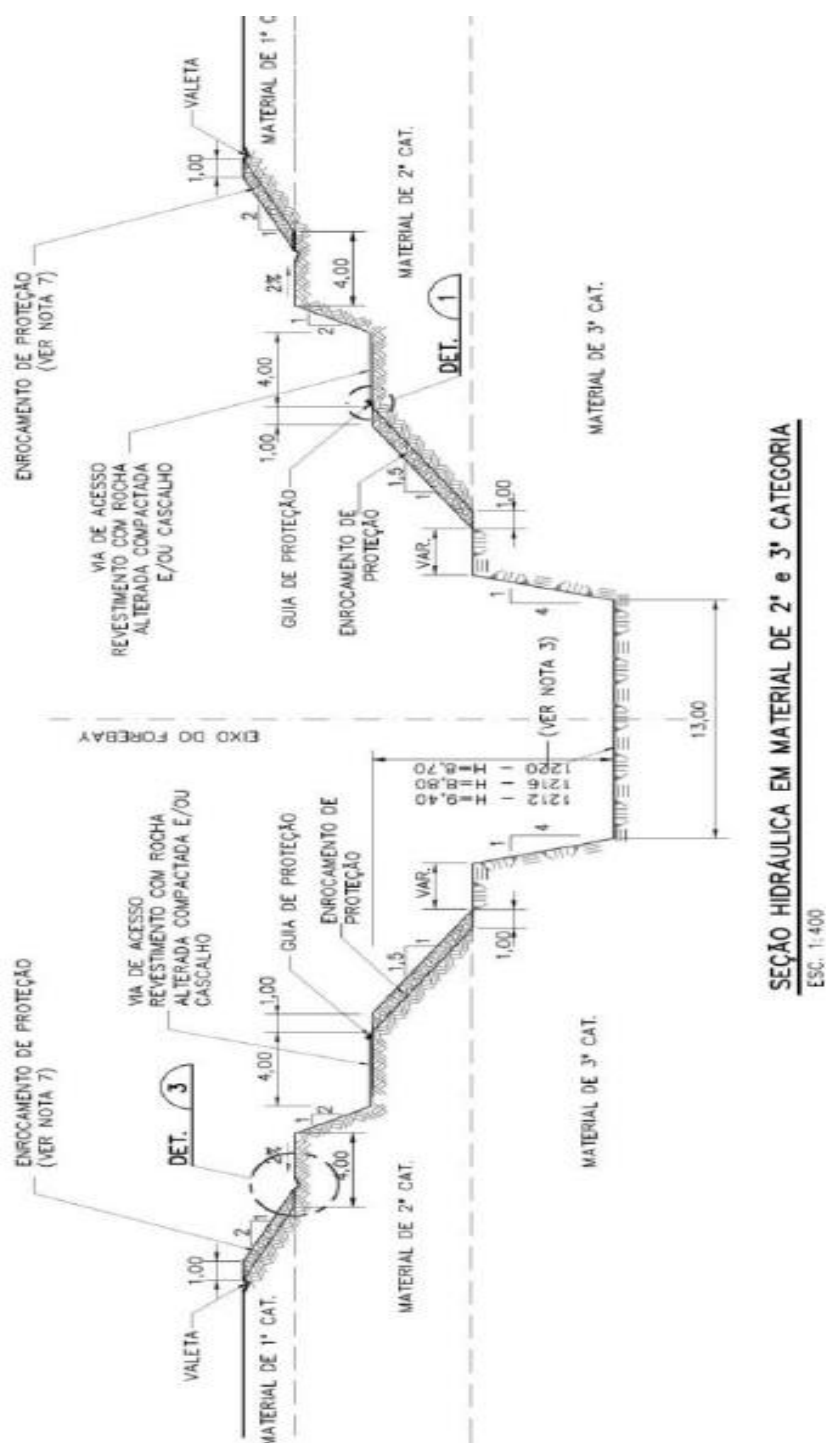
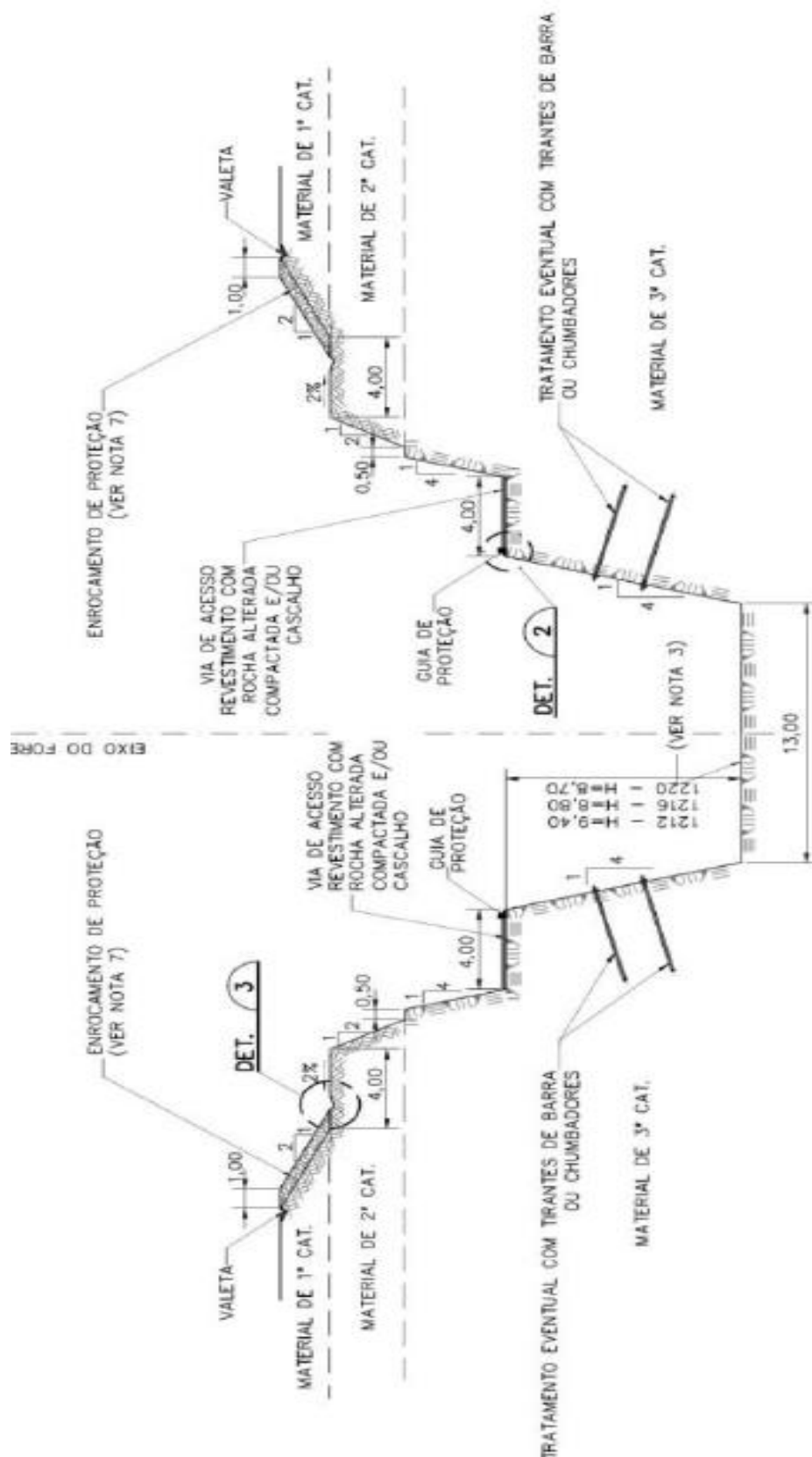


Figura 2.4.12. Corte típico de canais





**SEÇÃO HIDRÁULICA EM MATERIAL DE 3ª CATEGORIA**

ESC. 1:400

Figura 2.4.13. Corte típico de canais

1º Trecho – Interligação do Forebay de Jusante da EB-1 ao Reservatório Tucutu:

Seguindo o curso das águas, o 1º trecho de canal interliga o Forebay de jusante da EB-1 ao reservatório Tucutu. Apresenta as seguintes características:

- Denominação: Canal 1205 - CN01(projeto executivo);
- Extensão total: 6.582,0 m;
- Largura da Base: 6,0 m;
- Altura Total: variável entre 5,5 a 6,0 m;
- Inclinação interna e externa de 1 V:1,5H;
- Nível d'água mínimo: 1,80 m; (01 bomba em operação);
- Nível d'água máximo: 5,25 m;
- Bordo Livre: 0,75 m;
- Drenagem externa: 03 bueiros e 5.224 m de canaletas e sarjetas de características variáveis;
- Drenagem interna;
- 0,2 km de estradas laterais na margem esquerda e 6,62 km na margem direita;
- Ponte na BR-428, distante 2.088 m de seu trecho inicial, com extensão de 35 m;
- Dispositivos de segurança: cercas (6.600 m), portões e sinalização.

Para o caso do canal 1205 (CN01), 31% da extensão do canal apresenta seção em aterro (2.040m), 41% (2.699m) do canal apresenta seção mista e 28% apresenta seção em corte (1.843m).

Reservatório Tucutu: Em todas as barragens são previstos vertedouros para assegurar a extravasão dos volumes adicionais afluentes aos reservatórios, seja por fluxo dos canais, seja pelas chuvas que não são absorvidas pelo sistema.

O reservatório Tucutué formado por barragem em enrocamento com núcleo argiloso, com as seguintes características:

- Sub-bacia: Riacho Tucutu;
- Altura máxima: 27,50 m;
- Comprimento de crista: 2.340 m;
- Área de inundação: 3,47 km<sup>2</sup> (N. A. máx.max.);
- Volume útil: 15,20 milhões de m<sup>3</sup> (N. A. mín.min);
- Comprimento do vertedor de soleira livre: 160 m;
- N. A. mínimo minimorum: 356,73 m;
- N. A. mínimo operacional: 357,48 m;
- N. A. máximo operacional: 359,73 m.

Apresenta uma estrutura em seu interior em dreno ou filtro de areia vertical e colchão drenante horizontal tipo “sanduiche”, destinada às possíveis percolações que possam ocorrer no maciço.

Instrumentação: A instrumentação para avaliação do comportamento da barragem nas fases construtivas e de operação consiste de piezômetros, medidor de vazão,

medidores de recalque interno e marcos superficiais de referência. Apresenta os seguintes instrumentos:

- Piezômetros do tipo pneumático, denominado Casagrande, para avaliação do nível d'água no maciço e na fundação. Localizam-se junto ao vertedor, a jusante dos talvegues existentes nas ombreiras, no vale principal, nas seções de máxima, e na ombreira esquerda;
- Marcos superficiais: para avaliação da deformação do maciço, a cada 80 m ao longo da crista da barragem e nas seções instrumentadas com medidores de recalque, tanto no talude de montante quanto de jusante;
- Medidores de recalque tipo telescópio destinados à avaliação da deformação do maciço e da fundação nas seções de máxima altura e na ombreira esquerda do vale principal;
- Medidores de vazão do tipo vertedor triangular para determinação das vazões de percolação.

**Estrutura de Controle:** Este reservatório é dotado de estrutura de controle de vazões em sua saída para o canal de jusante, com a função de aperfeiçoar e melhor equilibrar o fluxo de massa de água que gravitará diariamente no sistema. Cumpre as seguintes finalidades:

- Controle do deplecionamento e subida dos níveis d'água nos reservatórios, de forma a contribuir com a minimização dos efeitos transitórios hidráulicos ocasionados pelas paradas bruscas ou paradas normais diárias dos conjuntos motobomba;
- Controle das descargas para jusante, de forma a garantir um melhor equilíbrio das massas de água que gravitarão diariamente no sistema de adução e recalque;
- Promover condições de controle refinado de vazões, com as aberturas parciais das comportas;
- Promover condições de ensecamento para operações de inspeção e manutenção das estruturas.

As estruturas de controle são equipadas, cada uma, com quatro comportas do tipo segmento, com controle de nível a montante e a jusante e o controle de vazão pela abertura ou fechamento de cada comporta. O acionamento das comportas realiza-se com dois servo motores óleo-hidráulicos por comporta, um em cada lateral, totalizando oito servo motores por estrutura de controle.

Haverá uma única central de pressurização de óleo para alimentação das quatro comportas. Encontra-se em abrigo fechado e cercado. Apresenta as seguintes estruturas e equipamentos:

- 04 comportas (2,40 x 3,0 m) tipo segmento, para controle de nível a montante e a jusante e também as descargas a jusante. Acionamento telecomandado ou operado por comando local;
- 04 servo motores óleo-hidráulicos por comporta para seu acionamento;
- 01 central de pressurização de óleo para alimentação das quatro comportas;

- 02 comportas tipo ensecadeira (2,45 x 3,15 m), localizadas a montante e a jusante para manutenção via caminhão Munck;
- 01 Sala de abrigo para uma bomba autoescorvante e comando elétrico; painéis elétricos, QDCA, TELECOM e SDSC;
- Bacia de dissipação com aproximadamente 8,0 m de extensão e 1,3m de profundidade;
- 01 central óleo hidráulico, constituída dos seguintes equipamentos principais:
  - 02 grupos motobombas, constituídos de motores elétricos e bombas autoescorvantes;
  - Manômetros;
  - Bomba manual;
  - Sistema elétrico de comando, controle, proteção e sinalização;
  - Distribuidor de comando da válvula de descida, com respectivo comando manual;
  - Tubulações, válvulas e demais acessórios de segurança e retenção do circuito óleo -hidráulico;
  - Tanque de óleo.
- 01 medidor de nível d'água com transmissão remota para o comando das bombas;
- Cerca e portão;
- 01 transformador abaixador de tensão de 13800-380/220 V.

A alimentação dos sistemas elétricos das estruturas de controle será garantida através de uma linha de transmissão em 13,8 Kv proveniente da estação de bombeamento mais próxima.

**Tomada d'água:** A tomada d'água na barragem tem como finalidade atender a demanda de uso difuso no local do reservatório, bem como permitir manter uma vazão mínima a jusante da barragem.

Os arranjos das tomadas d'água são compostos basicamente de:

- Torre de concreto composta de duas ranhuras com guias, em que na primeira (a montante) serão instaladas as grades e, havendo necessidade de manutenção em qualquer equipamento, é prevista a descida de uma comporta ensecadeira equipada com by-pass na segunda ranhura (a jusante). Apresenta talha elétrica para manuseio da comporta;
- Casa de válvulas onde serão instaladas válvulas borboletas para manutenção, medidores de vazão e válvulas dispersoras;
- Tubulação envelopada com concreto que liga a torre de concreto à casa de válvula. Na saída da tubulação na casa de válvulas será instalado um "Y" para divisão da vazão;
- Medição de vazão com medidores eletromagnéticos.

As vazões em tais estruturas são da ordem de 0,5 m<sup>3</sup>/s a 2,0 m<sup>3</sup>/s, referentes ao funcionamento de uma ou duas válvulas dispersoras. Na primeira etapa consta somente 01 válvula dispersora.

Apresenta as seguintes estruturas e equipamentos:

- 01 Torre de concreto com altura de 3,20 m composta de passarela metálica com extensão de 20 m;
- 01 grade com dimensões 5,30x 2,30 m;
- 01 comporta tipo ensecadeira com dimensões 5,40x 2,50 m;
- 01 sistema de “by-pass” para a comporta ensecadeira;
- 01 talha manual;
- 01 Viga pescadora;
- 01 tubulação Dn 700 mm em ferro fundido, envelopada em concreto com extensão média de 30 m;
- 01 Válvula borboleta, Dn 700 mm para manutenção na 1ª etapa e 02 no fim do plano. Acionamento por telecomando por meio de servo-motor com um sistema óleo dinâmico;
- 01 Válvula dispersora para descarga, Dn 700 mm na 1ª etapa e 02 em no do plano. Acionamento por telecomando por meio de servo-motor com um sistema óleo dinâmico;
- 01 medidor de vazão do tipo eletromagnético;
- 01 abrigo para a central de controle dos painéis elétricos, QDCA, TELECOM e SDSC;
- 01 transformador abaixador de tensão de 13800-380/220 V.

2º Trecho – Canal Interligação: Reservatório Tucutu ao Reservatório Terra Nova:

Este trecho de canal apresenta características muito similares aos existentes no 1º trecho de canal, exceto:

- Denominação: Canal 1206 ao canal 1211, CN02 ao CN 07(projeto executivo);
- Extensão total: 32.929 m;
- Drenagem externa: 20 bueiros, entre unidades simples, duplas e triplas, 5.224 m de canaletas e sarjetas de características variáveis;
- Drenagem interna;
- 9,9 km de estradas laterais na margem esquerda e 25,8 km na margem direita;
- Ponte na BR-PE-499 e 05 pontes em estradas vicinais;
- 20 bueiros;
- 05 passarelas;
- Dispositivos de segurança: cercas (33.000 m), portões e sinalização.

Para o caso do canal neste trecho (CN02 a CN07), verificou-se que 18% da extensão do canal apresenta seção em aterro (5.964 m), 22% (7.447 m) do canal apresenta seção mista e 49% apresenta seção em corte (119.518 m).

Aquedutos: São formados por estruturas celulares com seção transversal em “U”, com altura de 5,80 m e largura de 5,20 m, sendo as paredes e a laje de fundo,

dimensionadas com 0,40 m de espessura. Foram dimensionados para a vazão de  $99 \text{ m}^3/\text{s}$ .

O aqueduto tem a superestrutura composta por duas células justapostas, porém independentes, ou seja, cada célula tem meso e infraestrutura individuais. Os pilares no leito do rio apresentam forma hidrodinâmica na face de montante.

Os vãos modulados em 25 m são apoiados em fundação direta e tubulões. A estanqueidade nas juntas de construção das peças pré-moldadas é garantida através de veda juntas do tipo Fungenband 0-22. Na 1ª etapa encontra-se edificado somente uma célula.

Os Aquedutos constantes deste trecho em sequência são:

- Logradouro: Extensão de 70 m;
- Saco da Serra: Extensão de 100 m;
- Mari: Extensão de 275 m;
- Terra Nova: Extensão de 75 m.

#### Reservatório Terra Nova:

O reservatório Terra Nova apresenta maciço homogêneo de solo compactado, com as seguintes características:

- Sub-bacia: Rio Terra Nova
- Altura máxima: 10,90 m;
- Comprimento de crista: 2.331 m;
- Área de inundação:  $23,3 \text{ km}^2$  (N. A. máx. max.);
- Comprimento do vertedor de soleira livre: 160 m;
- N. A. mínimo minimorum: 354,04 m;
- N. A. normal operacional: 354,55 m;
- N. A. máximo operacional: 355,64 m.

O sistema de drenagem interna do maciço da barragem será composto por filtro-chaminé inclinado para montante e dreno horizontal suspenso no trecho central do maciço.

O filtro-chaminé terá inclinação de 1 V:0,6H para montante, largura de 0,5 m e crista na cota 355,70 m que atende às elevadas deformabilidades da fundação.

O dreno horizontal suspenso estará a 1,5 m acima da fundação da barragem e apresentará espessura de 0,70 m. O trecho do filtro horizontal junto à fundação será composto por filtro sanduíche de pedrisco com 0,20 m de espessura, envolvido por areia com 0,25 m de espessura, dimensionados para controlar as vazões de percolação e desenvolvimento das subpressões.

A transição entre o trecho do dreno horizontal suspenso (tapete impermeável interno) e o filtro horizontal junto a fundação terá inclinação de 1 V:0,8H e deverá estar alinhado com o “offset” de jusante da crista da barragem.



**Instrumentação:** A instrumentação para avaliação do comportamento da barragem nas fases construtiva e de operação consistirá de piezômetros, medidor de vazão, medidores de recalque interno e marcos superficiais indicados nos desenhos de projeto:

- 03 Piezômetros: para avaliação do nível d'água no maciço, na fundação e no filtro;
- 08 Marcos superficiais: para avaliação da deformação do maciço, a cada 100m ao longo da crista da barragem, na tomada d'água e junto aos medidores de recalque e aos piezômetros;
- 06 Medidores de recalque para avaliação da deformação do maciço e da fundação nas seções de máxima altura, junto à tomada d'água (est. 17) e aos piezômetros;
- 01 Medidor de vazão para determinação das vazões de percolação. Foi implantado apenas um medidor de vazão acima do NA de jusante da provável cheia do Rio Terra Nova. Estes medidores serão do tipo vertedor triangular, abrigados em estrutura de concreto.

**Tomada D'água:** Apresenta-se como estrutura padronizada nas barragens onde ocorre sua edificação, compondo os mesmos equipamentos e acessórios já discriminados anteriormente.

Apresenta torre de tomada, grade, comporta, talha, viga pescadora, tubulação e válvulas dispersoras e bloqueio, Dn 700 mm, além de medidor de vazão do tipo eletromagnético e central de comando óleo hidráulico.

### **3º Trecho – Canal de Interligação: Reservatório Terra Nova a EBI-2:**

Apresenta as seguintes características:

- Denominação: Canal 1212 CN 08;
- Extensão total: 3.342 m;
- Drenagem externa: somente sarjeta simples na base de taludes;
- Drenagem interna: inexistente;
- 1,6 km de estrada na margem direita;
- 02 Pontes em estradas vicinais;
- Dispositivos de segurança: cercas (33.000 m), portões e sinalização.

Apresenta 100 % de sua seção transversal em corte, com a presença elevada de rochas. Os taludes têm altura de 9,8 m e base de 13 m.

**Estação de Bombeamento EBI-2:** As características arquitetônicas e o arranjo de equipamentos eletromecânicos, automação e controle são idênticos ao apresentado na estação EBI-1. A casa de bomba EBI-2 apresenta Largura de 12,90 m, comprimento de 72,10 m, e altura máxima de 27,20 m.

A estação EBI- 2 apresenta capacidade de recalque de 99 m<sup>3</sup>/s, captados da cota 353,22 m para a cota 408,06 m, perfazendo um desnível geométrico de 54,84. A estação tem 71,6 MW de potência total e será munida de oito conjuntos motobombas em fim de plano.

Na primeira etapa serão instalados dois conjuntos motobombas com as seguintes características:

- Tipo: Semi axial com duplo mancal, instalação vertical em poço úmido;
- Fabricação: ALSTON, tipo SATURNE 50-2400;
- Motor síncrono 8.950 Kw (ALSTON); 6,9Kv, 60Hz com acoplamento flexível;
- Vazão individual de 12,37 m<sup>3</sup>/s (01 bomba) e total de 24,75 m<sup>3</sup>/s (02 bombas);

No quadro 2.4.1, são apresentadas as pressões de trabalho nas bombas da EBI-2.

Quadro 2.4.1. Pressões nas bombas da EBI-2

<i>NAs características</i>	<i>Número de Bombas</i>	<i>NA Montante (m)</i>	<i>NA Jusante (m)</i>	<i>Altura Manométrica (m)</i>
Mínimo	1	352,89	405,06	52,17
Normal	1	352,89	405,72	52,83
Normal	8	353,92	408,30	54,38
Máximo	8	354,55	408,30	53,75
Máx. Maximorum	8	355,64	409,49	53,85

As instalações de recalque são compostas por quatro condutos (um tubo de recalque para cada duas bombas) que interligam as descargas das bombas às estruturas de deságue a jusante, *forebay*. Em 1ª etapa, encontra-se instalado apenas uma linha de recalque correspondente às duas bombas adquiridas. Apresentam um trecho reto principal, com 200 m de comprimento, com diâmetro de 3.000 mm, fornecido completo com apoios para instalação ao tempo, juntas de expansão e ancoragem.

As válvulas de retenção e de bloqueio são operadas via acionamento óleo-hidráulico com contrapeso e apresentam diâmetro nominal de 2,0 metros.

Os arranjos da estrutura de desague, exceto pequenas variações dimensionais, são idênticos à EBI-1, assim como os aspectos construtivos das câmaras de carga de montante e de jusante "*Forebay's*".

O *Forebay* de montante apresenta largura de 84,50 m, comprimento de 146 m e altura máxima de 6,0 m, e o *Forebay* de jusante apresenta largura de 70 m, comprimento de 273 m e altura máxima de 5,0 m.

#### 4º trecho – Canal de Interligação: EBI-2 ao Reservatório do Livramento

Apresenta as seguintes características:

- Denominação: Canal 1213 CN 09;
- Extensão total: 1.308 m;
- Drenagem externa: 1.260 m de canaletas e sarjetas de características variáveis;
- Drenagem interna;
- 1,6 km de estrada na margem direita;
- Dispositivos de segurança: cercas (1.400 m), sinalização.

Apresenta 31% (405 m) de sua seção transversal em aterro e 69 % (902 m) em seção mista, com a presença elevada de rochas. Os taludes têm altura de 9,8 m e base de 13 m.

Reservatório Serra do Livramento: O reservatório Serra do Livramento apresenta seção transversal típica em núcleo impermeável de aterro compactado e espaldares de enrocamento compactado, com as seguintes características:

- Sub-bacia: 02 talvegues principais que convergem para uma drenagem comum;
- Altura máxima: 25,80 m;
- Comprimento de crista: 2.944 m;
- Área de inundação: 2,5 km<sup>2</sup> (N. A. máx.max.);
- Comprimento do vertedor de soleira livre: 160 m;
- N. A. mínimo minimorum: 408,04 m;
- N. A. normal operacional: 405 m;
- N. A. máximo operacional: 409,40 m.

Os taludes de montante deverão ser protegidos com camada com um metro de espessura, composto por blocos de rocha de dimensões selecionadas.

No maciço homogêneo foi previsto filtro vertical ( $e=0,50$  m), alinhado com o "off-set" de jusante da crista, e tapete drenante horizontal com espessura de 0,70 m.

A instrumentação conta com 05 piezômetros, marcos superficiais: para avaliação da deformação do maciço, a cada 140 m, 03 medidores de recalque, 03 medidores de vazão implantados próximo aos talvegues existentes.

Apresenta também Estrutura de Controle e Tomada D'água.

#### 5º Trecho – Canal Interligação: Reservatório do Livramento – Reservatório Manqueira:

Apresenta as seguintes características:

- Denominação: Canal 1214 CN 10 e 1215 CN 11;
- Extensão total: 16.756 m;

- Drenagem externa: 04 bueiros entre unidades simples, dupla e tripla, e 19.226 m de canaletas e sarjetas de características variáveis;
- Drenagem interna;
- 01 ponte na BR – PE 483 e 01 ponte em estrada vicinal;
- 14,4 km de estradas na margem esquerda e 0,46 Km na margem direita;
- Dispositivos de segurança: cercas (17.00 m), sinalização.

Apresenta 9 % (1.508 m) de sua seção transversal em aterro, 17 % (2.848 m) em corte e 74 % (12.400 m) em seção mista, com a presença acentuada de rochas como biotita, xisto e gnaiss.

Apresenta também 1 Aqueduto denominado Salgueiro, com extensão de 150 m, com as mesmas características já citadas anteriormente.

Reservatório Mangueira: O reservatório Mangueira apresenta seção transversal típica em núcleo impermeável de aterro compactado, argiloso. Esta barragem irá fornecer água ao Trecho VI, de forma a abastecer via gravidade aos reservatórios existentes na porção sudoeste do estado do Ceará, com a demanda máxima prevista de 10 m<sup>3</sup>/s.

Apresenta as seguintes características:

- Sub-bacia: talvegue sem nome
- Altura máxima: 27,13 m;
- Comprimento de crista: 1.184 m;
- Comprimento do vertedor de soleira livre: 180 m;
- N. A. mínimo minimorum: 405,08 m;
- N. A. normal operacional: 405,46 m;
- N. A. máximo operacional: 406,56 m.

Os taludes de montante, tanto do dique quanto da barragem, são protegidos com camada com 1,0 m de espessura, composto por blocos de rocha. Em todo o talude de jusante apresenta-se enrocamento de proteção

A instrumentação conta com 08 piezômetros; marcos superficial para avaliação da deformação do maciço, a cada 80 m; 04 medidores de recalque; e 01 medidor de vazão do tipo vertedor triangular.

Apresenta tomada d'água e não dispõe de estrutura de controle, uma vez que as oscilações de níveis serão absorvidas pelo forebay de montante da EBI-3.

#### 6º trecho - Canal Interligação: Reservatório Mangueira – EBI-3

Apresenta as seguintes características:

- Denominação: Canal 1216 CN 12;
- Extensão total: 3.520 m;
- Drenagem externa: 5.387 m de canaletas e sarjetas de características variáveis;

- Drenagem interna;
- 01 ponte vicinal;
- 2,36 km de estrada na margem direita;
- Dispositivos de segurança: cercas (3.550 m), sinalização.

Apresenta 100 % em corte com taludes de 13 m de largura e 8,8 m de altura.com a presença acentuada de rochas como biotita, xisto e gnaisse.

**Estação de Bombeamento BI-3:** As características arquitetônicas e o arranjo de equipamentos eletromecânicos, automação e controle são idênticos ao apresentado na estação EBI-1 e EBI-2. A casa de bombas EBI-3 apresenta Largura de 15,40 m, comprimento de 92,60 m e altura máxima de 28,40 m.

A capacidade de recalque é de 89 m<sup>3</sup>/s, captados da cota 407,70 m para a cota 494,00 m (nível mínimo), perfazendo um desnível geométrico de 86,3 m. Cumpre ressaltar que a vazão de 99 m<sup>3</sup>/s provinda da EBI-2, 10 m<sup>3</sup>/s será aduzida para o reservatório Livramento localizado no agreste oeste de Pernambuco.

A estação tem 102 MW de potência total e será munida de oito conjuntos motobombas no fim de plano.

Na primeira etapa serão instalados dois conjuntos motobombas com as seguintes características:

- Tipo: Semi axial com duplo mancal, instalação vertical em poço úmido;
- Fabricação: ALSTON, tipo SATURNE 60-1900;
- Motor síncrono 12.660 KvA (ALSTON), 6,9 Kv, 60Hz com acoplamento flexível;
- Vazão individual de 11,12 m<sup>3</sup>/s (01 bomba) e total de 22,24 m<sup>3</sup>/s (02 bombas).

A seguir no quadro 2.4.2, são apresentadas as pressões de trabalho nas bombas da EBI-3.

Quadro 2.4.2. Pressões nas bombas da EBI-3

<i>NA's Característicos</i>	<i>Número de Bombas</i>	<i>NA Montante (m)</i>	<i>NA Jusante (m)</i>	<i>Altura Manométrica (m)</i>
Mínimo	1	404,29	491,06	86,77
Normal	1	404,29	491,80	87,51
Normal	8	405,46	494,06	88,60
Máximo	8	405,46	494,06	88,60
Máx. Maximorum	8	406,56	495,23	88,67

As instalações de recalque são compostas por quatro condutos que interligam as descargas das bombas às estruturas de deságue a jusante. Na 1ª Etapa foi instalada apenas a linha correspondente às bombas adquiridas para essa mesma etapa, em número de duas unidades. Apresentam um trecho reto principal, com 360 m de comprimento e com diâmetro de 2.900 mm, fornecido completo com apoios para instalação ao tempo, juntas de expansão e ancoragem.

As válvulas de retenção e de bloqueio são operadas via acionamento óleo-hidráulico com contrapeso e apresentam diâmetro nominal de 1,8 metros.

Os arranjos da estrutura de desagüe são idênticos à EBI-1, assim como os aspectos construtivos das câmaras de carga de montante e de jusante “Forebay’s”.

O *Forebay* de montante apresenta largura de 70,0 m, comprimento de 276 m e altura máxima de 6,0 m, e não dispõem de *Forebay* de jusante, tendo em vista a adução direta para o Reservatório da EBI-3, destinado ao amortecimento das oscilações de nível d’água, provocadas por transientes hidráulicos durante as paradas dos motores das bombas.

#### 7º Trecho – Canal Interligação EBI-3 – Reservatório da EBI-3

Apresenta as seguintes características:

- Denominação: Canal 1216 CN 12;
- Extensão total: 3.520 m;
- Drenagem externa: 5.387 m de canaletas e sarjetas de características variáveis;
- Drenagem interna;
- Concreto poroso;
- 01 ponte vicinal;
- 2,36 km de estrada na margem direita;
- Dispositivos de segurança: cercas (3.550 m) e sinalização.

Apresenta 100 % em corte com taludes de 13 m de largura e 8,8 m de altura, com a presença acentuada de rochas como biotita, xisto e gnaisse.

Reservatório da EBI-3: Este reservatório foi implantado como barramento de passagem, de forma a operar como um forebay de jusante da EBI-3, minimizando os efeitos dos transientes hidráulicos nas paradas do bombeamento. Apresenta espelho d’água de 191 m de extensão e 31 m de altura. Apresenta as mesmas características construtivas dos demais reservatórios já citados.

#### 8º trecho - Canal Interligação: Reservatório da EBI-3 – Reservatório Negreiros:

Apresenta as seguintes características:

- Denominação: Canal 1217 CN 13;
- Extensão total: 818 m;



- Drenagem externa: 5.387 m de canaletas e sarjetas de características variáveis;
- Drenagem interna;
- Concreto poroso
- 01 ponte vicinal;
- 2,13 km de estrada na margem direita;
- Dispositivos de segurança: cercas (850 m), sinalização.

Apresenta 100 % em corte com taludes de 35 m de largura e 5,0 m de altura.com a presença acentuada de rochas como biotita, xisto e gnaiss.

Reservatório Negreiros: O reservatório Negreiros apresenta construção em concreto compactado a rolo.

O maciço e também o dique são compostos de camadas de CCR de 0,3 m de espessura sobrepostas sobre camada de argamassa de berço de 0,015 m de espessura, consecutivamente.

Apresenta as seguintes características:

- Sub-bacia: talvegue sem nome
- Altura máxima: 36,6 m;
- Comprimento de crista: 246 m;
- Área de inundação: 12,2km<sup>2</sup> (N. A. máx. max.);
- Comprimento do vertedor de soleira livre: 180 m;
- N. A. mínimo minimorum: 494,00 m;
- N. A. normal operacional: 494,00 m;
- N. A. máximo operacional: 495,22 m;

A drenagem do maciço de CCR apresenta drenos de junta com Ø = 4" localizados a 0,6 m do paramento de montante, dispostos verticalmente entre a fundação e a crista do CCR, e nas seções onde foram previstas juntas induzidas, espaçadas a cada 16 m. A montante e jusante dos drenos de junta foram previstos dispositivos veda juntas O35, espaçados dos drenos a 0,3 m.

A instrumentação para avaliação do comportamento da barragem conta com os seguintes acessórios:

- 04 piezômetros;
- 06 marcos superficiais para avaliação da deformação do maciço;
- 02 pinos medidores de recalque e 04 medidores da vazão de percolação;
- 02 termômetros para avaliar o calor da hidratação do cimento;
- 11 medidores triortogonal destinados à avaliação dos recalques diferenciais dos blocos e deslocamentos de juntas;
- Extensômetro de hastes múltiplas destinado a avaliação do deslocamento angular da fundação.

Para o Dique, a instrumentação conta com 07 piezômetros, marcos superficiais a cada 50 m, 02 medidores de recalque e 03 medidores de vazão.

O vertedouro de soleira livre em CCR tem 160,0 m de largura.

Apresenta tomada d'água e dispõe de uma estrutura de controle localizada a montante do canal de saída.

9º Trecho – Canal Interligação: Reservatório Negreiros – Reservatório Milagres

Apresenta as seguintes características:

- Denominação: Canal 1218 CN 14;
- Extensão total: 19.951 m;
- Drenagem externa: 46 bueiros com seção simples e dupla e 21.074 m de canaletas e sarjetas de características variáveis;
- Drenagem interna; tubos perfurados com brita e bidim;
- 02 pontes nas BR -232 e BR 116;
- 02 pontes tipo vicinal;
- 7,74 km de estrada na margem esquerda e 13,6 Km na margem direita;
- Dispositivos de segurança: cercas (20.000 m), sinalização.

Dispõe em seu trecho uma galeria celular sob a plataforma da Ferrovia denominada Transnordestina.

Apresenta 37 % (7.382 m) de sua seção transversal em aterro, 28 % (5.586 m) em corte e 35 % (6.983 m) em seção mista.

Reservatório Milagres: O reservatório Milagres apresenta seção transversal típica em núcleo impermeável de aterro compactado argiloso.

Os drenos compostos pelas transições constituem em filtros efetivos do solo do núcleo, para evitar o carreamento de partículas do núcleo pelo dreno e/ou pelas camadas de transição que se seguem.

Apresenta as seguintes características:

- Sub-bacia: união de dois vales interligados por um canal;
- Altura máxima: 39 m;
- Comprimento de crista: 1.050 m;
- Área de inundação: 83,5 km<sup>2</sup> (N. A. máx. max.);
- Comprimento do vertedor de soleira livre: 180 m;
- N. A. mínimo minimorum: 491,09 m;
- N. A. normal operacional: 491,09 m;
- N. A. máximo operacional: 491,89 m.

Os taludes de montante, tanto do dique quanto da barragem, são protegidos com camada com 1,0 m de espessura, composto por blocos de rocha. Em todo o talude de jusante apresenta-se enrocamento de proteção.

A instrumentação conta com 03 piezômetros; marcos superficiais para avaliação da deformação do maciço a cada 50 m; 03 medidores de recalque; e 01 medidor de vazão.

Para o Dique com extensão de 493 m, a instrumentação conta com 05 piezômetros, marcos superficiais a cada 50 m, 03 medidores de recalque e 01 medidor de vazão

Apresenta tomada d'água e estrutura de controle localizada a montante do canal de saída.

#### 10º Trecho – Canal Interligação: Reservatório Milagres- Reservatório Jati

Apresenta as seguintes características:

- Denominação: Canal 1218 CN 15 a Canal 1221 CN 17;
- Extensão total: 19.131 m;
- Drenagem externa: 17 bueiros com seção simples e dupla e 23.487 m de canaletas e sarjetas de características variáveis;
- Drenagem interna;
- 02 pontes na BR 116 e 02 pontes tipo vicinal;
- 2,0 km de estrada na margem esquerda e 16,74 Km na margem direita;
- Dispositivos de segurança: cercas (20.000 m), sinalização.

Dispõe de uma galeria celular denominada Pena Forte com extensão de 376 m, largura de 4,9 m e altura total de 6,0 m.

Apresenta 24 % (4.591 m) de sua seção transversal em aterro, 19 % (3.635 m) em corte e 57 % (10.905 m) em seção mista.

Túnel Milagres-Jati: O Túnel Milagres-Jati situa-se na divisa dos estados de Pernambuco e Ceará em um maciço rochoso.

O revestimento interno foi executado em duas etapas: o revestimento primário, em concreto projetado, com espessura mínima de 0,30 m na abóbada e nas paredes, sendo que na abóbada são implantadas cambotas treliçadas e uma sapata de apoio com 0,90 m de largura (1,20 m na 1ª fase construtiva). O revestimento secundário foi executado em concreto estrutural, com espessura de 0,50 m ao longo de toda a seção do túnel, inclusive o piso.

O túnel apresenta 1.426 m de extensão e seção de 10m x 9,0 m em formato como o apresentado na Figura 2.4.14.

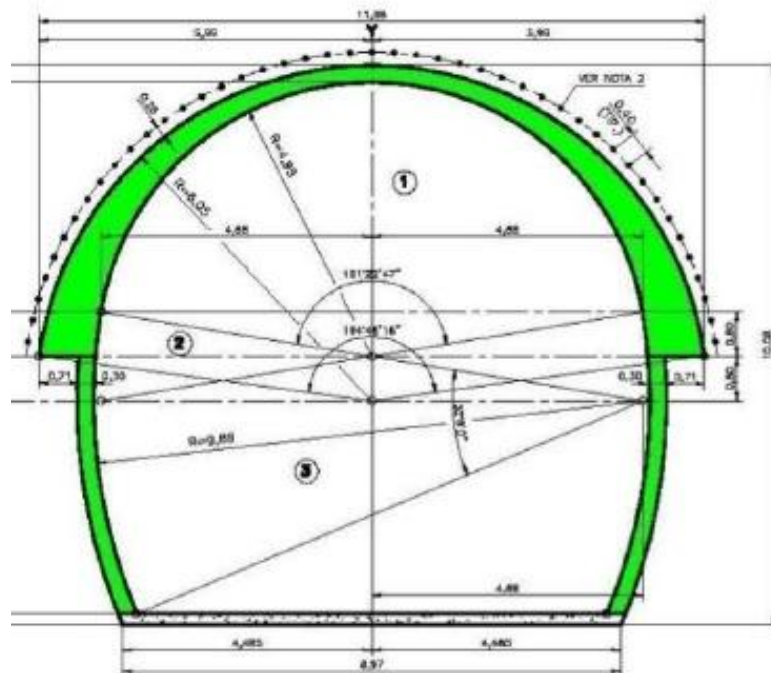


Figura 2.4.14. Túnel Milagres-Jati. Corte

### 2.4.1.2. Trecho II

As obras que conformam o trecho II compreendem o trecho entre as Barragens Jati e usina hidroelétrica São Gonçalo, a primeira situada no sul do Estado do Ceará e a usina no Estado da Paraíba, em continuidade ao sistema adutor da transposição. A água é conduzida por gravidade, através de canais e reservatórios, até ser descarregada no rio Piranhas na Paraíba, completando assim o Eixo Norte. Apresenta extensão total de 120 km.

A vazão máxima de afluente é de 89 m<sup>3</sup>/s com o projeto totalmente implantado e de 22,25 m<sup>3</sup>/s (máxima) na 1ª etapa.

O trecho é composto pelas seguintes unidades (no sentido sequencial):

- Barragem e UHE Jati
- Canal Jati/Atalho
- Barragem e UHE Atalho
- Barragem e Dique dos Porcos
- Estrutura de Controle dos Porcos
- Canal Porcos/Cana Brava
- Barragem Cana Brava
- Canal Cana Brava/ Cipó
- Barragem Cipó
- Canal Cipó/Boi
- Barragem do Boi I

- Barragem do Boi II
- Estrutura de Controle do Boi
- Canal Boi/Aqueduto do Boi
- Aqueduto do Boi
- CanalBoi/Pinga
- Aqueduto Pinga
- Canal Pinga/Catingueira
- Aqueduto Catingueira
- Canal Catingueira/ Palha
- Bueiro Palha
- Canal Palha/ Sobradinho
- Galeria Sobradinho
- CanalSobradinho/Túnel Cuncas I
- Túnel Cuncas I
- Canal Cuncas I/ Morros
- Barragem Morros
- Canal Morros/Boa Vista
- Barragem Boa Vista
- Dique Cuncas
- Dique Pereiros
- Estrutura de Controle
- Canal Boa Vista/Cuncas II
- Túnel Cuncas II
- Barragem Caiçara
- Estrutura de Controle
- Canal Caiçara/Piranhas
- Aqueduto Piranhas
- Canal Piranhas/Ávidos I
- UHE Avidos
- UHE Avidos II
- UHE São Gonçalo
- 12 Pontes e três Passarelas para travessia do Canal.

Canais: O canal adutor tem dois tipos de seção, dependendo do local onde se desenvolve:

- Sem revestimento, ou seja, de enrocamento, nos trechos em que o canal interliga dois reservatórios ou aflui a um deles, permitindo assim que as águas infiltradas contribuam para o reservatório de jusante;
- Revestido com manta geotextil, evitando perda d'água, que recebe uma camada de concreto para proteção mecânica dessa manta.

A seção básica do canal em enrocamento:

- Base: 10,0 m a 37,5 m
- Talude: 1:2
- Profundidade da seção hidráulica do canal: 5,65 m a 6,75

A seção básica do canal revestido:

- Base: 6,0 m
- Talude: 1:1,5
- Profundidade da seção hidráulica do canal: 5,58 m
- Largura da Berma em aterro: 4,43 m
- Largura da Berma em trecho escavado: 4,00 m

As duas seções tipo são apresentadas nos desenhos a seguir.

O canal foi implantado dentro de uma “faixa” desapropriada, com largura de 200 m sendo 100 m para cada lado do seu eixo, com cerca dos dois lados e com estradas de serviço laterais a cada um dos lados, sendo implantada em, 1ª etapa, apenas uma delas.

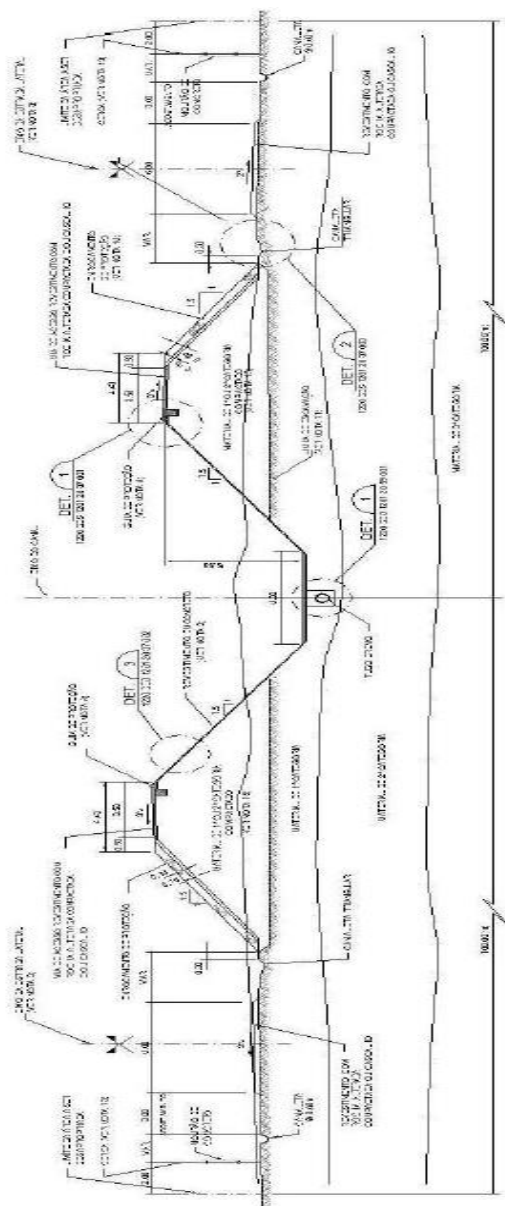
As figuras 2.4.15 e 2.4.16 a seguir, apresentam o esquema típico dos canais em seção mista (corte e aterro).

Os aspectos construtivos dos canais relativos à drenagem interna e externa, tomada d'águas, estruturas de controle e automação seguem os mesmos critérios já citados no trecho I.

O Canal Adutor do Trecho II começa no canal de fuga da casa de força da UHE Jati, a jusante da bacia de dissipação das válvulas dispersoras, e termina na câmara de carga da UHE de Ávidos I, totaliza 57.026 m, sendo composto dos seguintes trechos característicos:

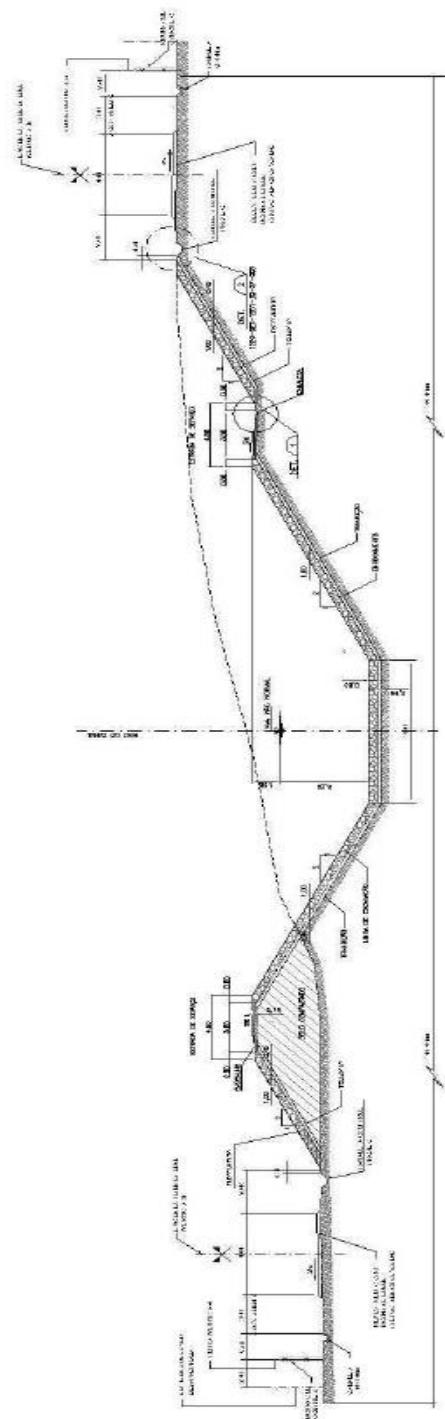
- Canal Jati-Atalho, enrocado, interliga a bacia de dissipação das válvulas dispersora da Barragem Jati com o remanso do reservatório de Atalho, com extensão de 2.349 m;
- Canais de interligação dos Córregos Sabonete e Ribeirão Jardim ao canal Jati-Atalho, enrocados, com extensão total de 780 m;
- Canal de adução entre o desemboque do Túnel Cuncas I e o Reservatório Morros, enrocado, com extensão de 2.054 m;
- Canal de adução entre o Reservatório Morros e o Reservatório Boa Vista, revestido, com extensão de 4.288 m;
- Canal de adução entre o Reservatório Boa Vista e o Túnel Cuncas II, enrocado, com 440 m;
- Canal de adução entre o Reservatório Caiçara e a câmara de carga da UHE Ávidos I, revestido, intercalado pelo Aqueduto Piranhas, com extensão de 6.331 m.





CANAL REVESTIDO

Figura 2.4.15. Esquema típico dos canais - Seção mista



CANAL ENROCADO

Figura 2.4.16. Esquema típico dos canais

**Barragens:** Ao longo do traçado do Trecho II existem 14 barramentos, dos quais três são existentes, além de dois diques. Os barramentos a serem construídos são: Jati, Porcos, Cana Brava, Cipó, Boi I, Boi II, Morros, Boa Vista, e Caiçara e os diques Cuncas e Pereiros;

Os barramentos existentes são: Atalho, Ávidos II (Eng. Ávidos) e São Gonçalo sendo que o primeiro será alteado. O Quadro 2.4.3, apresenta as características principais das barragens do Trecho II.

**Quadro 2.4.3. Características das Barragens do Trecho II**

Barragem	Comprimento da Crista (1) (m)	Altura Máxima (m)	Volume do Aterro Compactado (m <sup>3</sup> )	Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )
JATI	1.885	69,4	3.099.590	1,3
ATALHO (2)	213	19,5	7.313	existente
PORCOS	1.379	12,8	1.309.425	8,2
Vertedor (CCR)	334	63	197.089 (3)	
CANA BRAVA	2.170	26,50	2.235.443	0,9
CIPÓ	616	25,65	158.481	0,6
BOI I	1.425	26,15	1.611.097	1,8
BOI II	1.361	28,35	1.189.196	
MORROS	533	15,0	84.200	0,9
BOA VISTA	875	25,3	2.502.026	16,7
DIQUE CUNCAS	261	2,8	2.018	
DIQUE PEREIRO	50	6,1	14.190	
CAIÇARA	960	27,2	157.084	0,5

Notas: (1) inclui extensão de diques (onde não especificado) e vertedor

(2) alteamento da barragem existente

(3) volume de CCR

**Reservatório Jati:** Esta barragem contará com aproveitamento hidrelétrico na 2ª etapa. É uma barragem de seção tipo zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias) com vertedouro livre à direita da barragem, tomada de água, túnel adutor que se direciona à futura casa de força, e que na 1ª etapa conterà apenas duas válvulas dispersoras, que garantirão a continuidade do sistema. A crista da barragem ficará situada na cota 488,80 m.

Apresenta Tomada d'água e não dispõem de estrutura de controle.

**Reservatório Atalho:** A Barragem Atalho é uma obra existente, inaugurada em 1993, com crista na cota 431,00 m.

Igualmente a Jati conta com uma unidade de geração na 2ª etapa, tendo na 1ª apenas as duas válvulas dispersoras que garantirão a continuidade do sistema.

**Reservatório dos Porcos:** A Barragem dos Porcos é constituída por uma seção típica zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias), com bermas de equilíbrio a montante e jusante. Contém um vertedouro livre de 334 m, que será executado em CCR – concreto compactado a rolo. A crista da barragem ficará situada na cota 405,50 m. Apresenta estrutura de controle.

**Reservatório Cana Brava:** A Barragem Cana Brava é constituída por uma seção típica zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias), com bermas de equilíbrio a montante e jusante, com altura máxima de 26,50 m, crista na cota 402,35 m e 2.169,7 m de comprimento.

**Reservatório Cipó:** A Barragem do Cipó tem seção tipo zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias), com crista na cota 402,35 m, altura máxima de 25,65 m e comprimento de 616 m.

**Reservatório do Boi I:** A Barragem do Boi I tem 1.425 m de comprimento e 26,15 m de altura máxima. Trata-se de uma barragem tipo zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias) e prevê estrutura de controle.

**Reservatório do Boi II:** A Barragem Boi II em continuação à do Boi I, é separada por um vertedouro complementar de 100 m e totalizará 1.361 m de comprimento.

A altura máxima é de 28,35 m. Trata-se de uma barragem tipo zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias).

**Reservatório Morros:** A Barragem Morros tem 533 m de comprimento, altura de 15,00 m, com a crista na cota 391,20 m. A seção típica da barragem é zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias).

**Reservatório Boa Vista:** O Reservatório de Boa Vista é formado pela barragem principal e dois diques denominados: Cuncas e Pereiros. Há duas tomadas de água no reservatório de Boa Vista, a primeira localizada no Dique Cuncas, com derivação para o riacho Cuncas, e a segunda localizada na Barragem Boa Vista com derivação para o riacho Mulungú.

O Dique Pereiros apresenta uma extensão de 50 m, e altura máxima de 6,10 m. Complementa essa obra a implantação do vertedouro em ambas as ombreiras.

A seção típica da Barragem Boa Vista é zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias), com coroamento na cota 391,40. Apresenta estrutura de controle.

**Reservatório Caiçara:** A Barragem Caiçara é do tipo terra-enrocamento. Trata-se de uma obra importante no contexto das obras de integração, uma vez que o reservatório serve como pivô para distribuição das vazões para os futuros trechos que alimentarão o rio Salgado, localizado no estado do Ceará e o rio Apodi,

localizado no estado do Rio Grande do Norte. Tem um comprimento de 960 m e uma altura máxima da ordem de 28 m. O vertedouro tem 74 m, comprimento de 896 m e coroamento na cota na cota 390,00.

Apresenta estrutura de controle.

As Barragens Ávidos II e São Gonçalo são existentes e não se prevê alteração nas mesmas. A Figura 2.4.17 demonstra a estrutura típica das barragens.

### Pontes

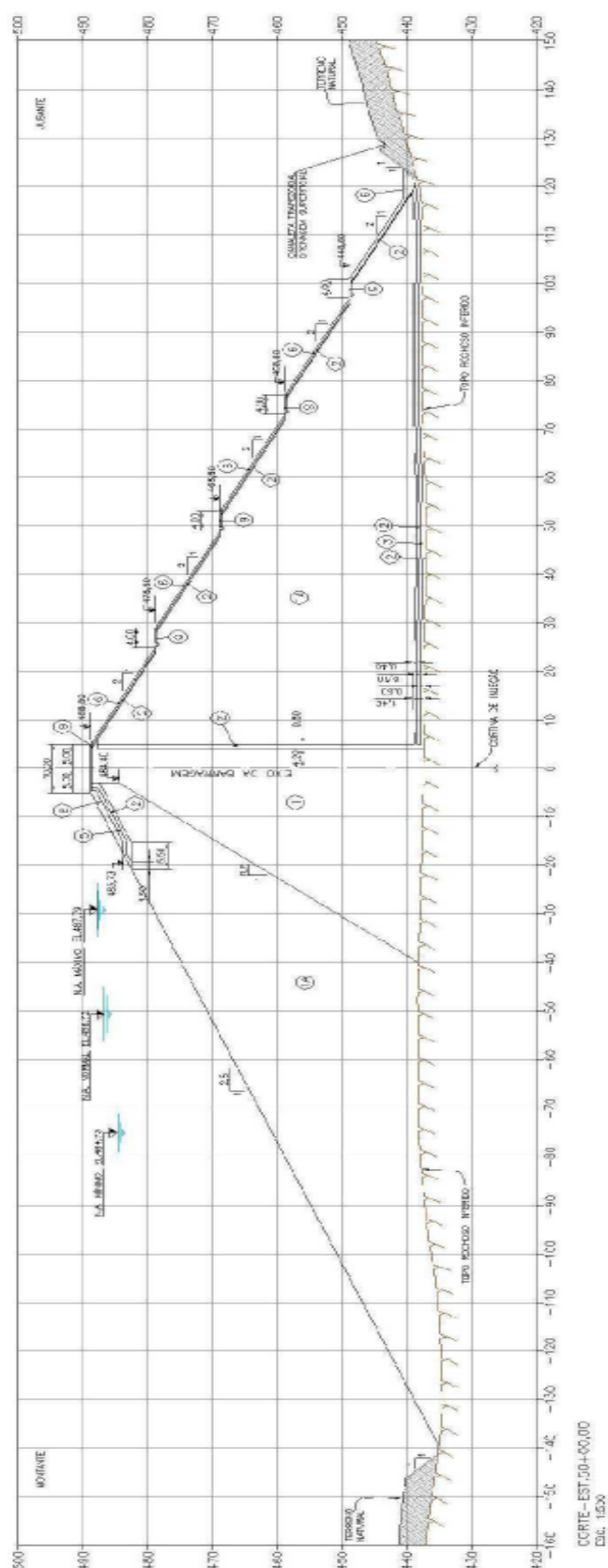
No Trecho II foram edificadas 12 pontes. As pontes foram projetadas para:

- Veículo Tipo: TB45 - em todas as estradas;
- Largura da plataforma: 13 m;
- Comprimento da plataforma: 20, 30 ou 40 m;
- Concreto (Resistência Característica):
  - Protendido (CP) – Classe C30 ( $f_{ck} = 30 \text{ mPa}$ )
  - Armado (CA) – Classe C25 ( $f_{ck} = 25 \text{ mPa}$ ).

A altura livre da passagem das bermas sob as pontes foi fixada em 4,50 m no cruzamento com rodovias estaduais e de 1,50m nas demais estradas (vicinais que podem ser contornadas).

O Trecho II conta com as seguintes pontes:

- Ponte na CE-153
- Ponte do Km 33+900
- Ponte do Km 39+800
- Ponte do Km 45+970
- Ponte do Km 54+600
- Ponte na CE-384
- Ponte do Km 62+150
- Ponte do Km 66+200
- Ponte do Km 70+790
- Ponte do Km 74+320
- Ponte na PB-366 (rodovia existente a ser relocada)
- Ponte do Km 06+870



Nº	MATERIAL
①	SOLTO AREILHOSO
②	SAPROLITO
③	ÁREA MÉDIA A GROSSA, LAVADA
④	PEDRISCO
⑤	BRITA
⑥	TRANSIÇÃO GROSSA (BEM GRADUADA, 8mód. 0,20)
⑦	BICA CORRIDA FINA (8mód. 3")
⑧	ENROCAMENTO FINO DE PROTEÇÃO (BEM GRADUADA e MAX. 0,20)
⑨	ENROCAMENTO COMPACTADO
⑩	RP-RAP (D100=0,30 - D50=0,20)
⑪	ROCHA DECOMPOSTA OU CASCALHO ARENOSO

Figura 2.4.17. Estrutura típica das barragens



**Túneis:** Ao longo do canal adutor do Trecho II foram implantados dois túneis, que garantirão a continuidade do sistema.

Pelos dois túneis está previsto o escoamento da mesma vazão, de 83,73 m<sup>3</sup>/s, resultando a mesma seção para ambos, que corresponde a um arco retângulo com 9,10 m de largura e a mesma dimensão na altura.

O Túnel Cuncas I tem 15 km de extensão e o Cuncas II 4 km. Para a implantação do Cuncas I foi ainda construído um túnel janela, com extensão de 2 km, que se entronca com túnel no seu trecho médio, em seção arco retângulo com largura de 7,0 m e altura de 7,18 m.

A figura 2.4.18 apresenta estrutura típica do túnel.

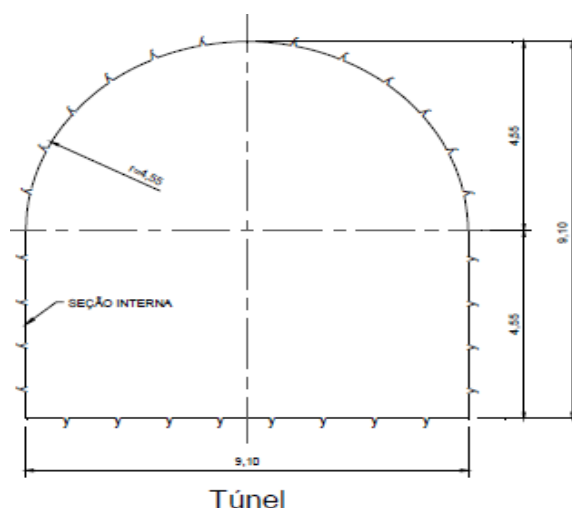


Figura 2.4.18. Túnel

Os tuneis não tem revestimento, conforme os estudos e proposições do Projeto Básico.

O escoamento da água através dos Túneis Cuncas I e II ocorre com velocidade média de 1,35 m/s e altura máxima da lâmina líquida de 75% da seção. Esses túneis, de importância fundamental no funcionamento do sistema adutor, são obras que pelas dimensões, características (escavado em rocha, sem revestimento) e finalidade (transporte de água funcionando em seção livre), serão os maiores do Brasil.

**Bueiro Palha:** O Bueiro Palha está inserido no canal e tem por finalidade garantir a sua passagem sobre o córrego Palha. Constitui-se de galeria de drenagem multicelular, com dimensões de 90 m x 20 m, com 21 células de 4,2 m de largura por 4,4 m de altura. Sobre esta, estará implantado o canal de concreto com seção retangular.

**Galeria Sobradinho:** A Galeria Sobradinho também está inserida no canal, com finalidade inversa ao do Bueiro Palha, ou seja, irá garantir que o canal passe sob o rio Sobradinho. Ela é constituída por 3 canais com seção de 4,60 m x 5,64 m, com largura total de 186 m. Sobre esta galeria encontra-se uma laje de cobertura que recebe as águas veiculadas pelo rio nos períodos de chuva.

**Usinas Hidroelétricas- UHE:** O Trecho II do Eixo Norte do PISF contará com 05 Usinas Hidrelétricas (UHE). Destas, uma será implantada em uma barragem projetada (Jati), outras 3 em barramentos existentes adaptados para recebê-las, Atalho, Ávidos II e São Gonçalo, e uma, Ávidos I, fará a tomada d'água no canal adutor, aproveitando um grande desnível existente junto ao reservatório formado pela Barragem Ávidos II.

Essas UHE foram concebidas originalmente para serem implantadas na 1ª etapa das obras, juntamente com o canal adutor. Entretanto, houve alteração dessa filosofia, passando as unidades geradoras para uma 2ª etapa. Dessa maneira, na 1ª etapa das obras, serão implantadas tomadas d'água, túnel adutor, barrilete de descarga e as válvulas dispersoras que garantem a descarga da água captada nos reservatórios.

Assim, no tocante à futura unidade geradora, o detalhamento executivo se restringiu às obras de terraplenagem que interferem com a sua futura implantação.

Em função de problemas identificados nas Barragens de Eng. Ávidos e de São Gonçalo, e considerando que as obras de implantação dessas unidades nas barragens serão executadas na 2ª etapa, foi decidido não projetar as UHE Ávidos II e São Gonçalo, pois estas barragens, pelos problemas que apresentam, requerem estudos de maior abrangência, e não simplesmente a locação de uma UHE.

As UHE previstas neste trecho estarão aptas a gerar um total de 123 MW, sendo 49 MW em Jati, 18,5 MW em Atalho, 29,5 MW em Ávidos I, 18 MW em Ávidos II e 8,0 MW em São Gonçalo.

As válvulas dispersoras que garantirão a continuidade do escoamento das águas afluentes aos reservatórios são comandadas à distância, assistidas por medidores eletromagnéticos de vazão e seu acionamento se fará através de servomotor, que juntamente com outras unidades de comando estão instaladas nas Casas de Comando, situadas próximas à caixa de abrigo dessas válvulas.

**Aquedutos:** No trecho de canal entre o Reservatório do Boi e o Túnel Cuncas I existem três aquedutos, com células duplas que permitem o fluxo de metade da vazão a ser veiculada na etapa final do projeto, em cada uma delas.

Na primeira etapa do projeto, somente um dos ramos da bifurcação foi executado. No trecho do canal entre o reservatório Caiçara e a UHE Ávidos I será construído projetado o Aqueduto Piranhas com célula única, a ser implantada na 1ª etapa.

As características dos aquedutos estão indicadas no quadro 2.4.4.

Quadro 2.4.4. Características dos aquedutos

AQUEDUTO	VAZÃO (m <sup>3</sup> /s)	EXTENSÃO (m)	ALTURA MÁXIMA (m)
Boi	83,73	175	15,81
Pinga	83,73	150	13,97
Catingueira	83,73	175	9,52
Piranhas	53,48	750	50,48

Os aquedutos têm início em uma estrutura de transição, permitindo a passagem da seção do canal, de forma trapezoidal, para a seção do aqueduto, de formato retangular. A mesma situação ocorre na saída do aqueduto, com a transição de jusante, sendo que esta faz a passagem da forma retangular do aqueduto para a forma trapezoidal do canal.

As fundações dos pilares dos aquedutos são em estadas escavadas de 1,0 m de diâmetro (exceto Piranhas), cujas bases serão assentes no topo da rocha sã e em sapatas isoladas, assentes sobre rocha sã superficial.

No Aqueduto Piranhas as estacas escavadas devem ter diâmetro 1,20 m.

Os aquedutos, exceto o Piranhas, tiveram concepção construtiva semelhante, com seção pré-moldada em duas partes, executada no solo, içamento para fixação nos pilares e execução do fechamento da base e travamento da seção, na posição definitiva.

O Aqueduto Piranhas, pelo seu porte, apresenta características construtivas especiais, enquanto que as colunas de sustentação dos outros aquedutos têm seção em forma de duplo T conjugado com área de 2,12 m<sup>2</sup>, a deste aqueduto tem seção em duplo U isolado, com área de 5,28 m<sup>2</sup>. As peças pré-moldadas no solo serão içadas por guindastes posicionados na parte superior das colunas.

#### 2.4.1.3 Ramal Entremontes

Começa no reservatório de Mangueira do Trecho I, no Estado de Pernambuco, atendendo a bacia do Rio Brígida e as demandas difusas ao longo do traçado (Figura 2.4.19.).

Denominado Trecho IV, atravessa o território do Estado de Pernambuco até os açudes existentes Chapéu e Entremontes, a conduzir a vazão de 10 m<sup>3</sup> /s.

As barragens e as estruturas deste ramal são existentes, prevendo-se a implantação de uma estação de bombeamento para elevar a água em

aproximadamente 13 m, de modo a atingir cotas suficientes para a transferência de água para os açudes existentes.



Figura 2.4.19. Ramal Entremontes

#### 2.4.1.4 – Ramal Apodi

O ramal Apodi inicia-se na estrutura de controle do reservatório Caiçara, localizada no município de São José de Piranhas, estado da Paraíba e tem seu término na barragem Angicos.

A condução do fluxo realiza-se totalmente por gravidade, com desnível geométrico total de 116 m e compõe o trecho IV, lote F da transposição (Figura 2.4.20.).

Com extensão total de 115,6 km, este ramal apresenta dois subtrechos, a conduzir a vazão de 40 m<sup>3</sup>/s destinados ao atendimento da urgente demanda de água dos estados do Rio Grande do Norte (20 m<sup>3</sup>/s) com desemboque no rio Apodi e o estado do Ceará (20 m<sup>3</sup>/s) com desemboque no rio Salgado.

O 1º subtrecho inicia-se na estrutura de controle da Barragem Caiçara, conduzindo a vazão total de 40 m<sup>3</sup>/s, até sua bifurcação para o estado do Ceará; denominado Trecho III, que por sua vez estará interligado com o sistema do “Eixão” das Águas localizado no mesmo estado, abastecendo a barragem existente; Castanhão. A vazão para o “Eixão” será de 20 m<sup>3</sup>/s.

O 2º subtrecho corresponde à adução da vazão de 20 m<sup>3</sup>/s, cujo percurso irá abastecer o reservatório de Angicos, localizado no estado do Rio Grande do Norte.



Figura 2.4.20. Concepção Geral do Trecho III e IV – Lote F

O Sistema Adutor do Trecho IV apresenta as seguintes estruturas:

- 04 Estruturas de Controle com comportas de segmento: Caiçara, Tambor, km 30 e Angicos;
- 17 segmentos de canal totalizando 96.731,66 m;
- 01 trecho ao longo do rio Tambor e lago do reservatório da barragem Tambor, com 5.323,14 m;
- 07 Aquedutos: Cabeça da Onça, Pedra Preta, Pitombeira, Bananeiro, sobre a Ferrovia, Lagoa Vermelha e Peixe;
- 01 Túnel com extensão de 6.510 m (Major Sales);
- 08 Rápidos: Arruído, Angical 1, Angical 2, Cabaceira, Timbauba, Lagoa de Dentro, Santa Galo e Arapuá;
- 04 Sifões Invertidos: PB-420, BR-405, Uiraúna e Bela Vista;
- 01 Queda e duas Soleiras Bico de Pato;



- 01 Queda e duas Soleiras Bico de Pato. A parte de segmentos de canais mais a do leito do rio e lago do reservatório da barragem Tambor totalizam 102.054,80 m, enquanto que a extensão das obras 13.520,84 m;

O Quadro 2.4.5 a seguir, apresenta um resumo de todas as obras do sistema adutor de condução, previstas no Projeto Executivo do Lote F – Trecho IV.

Quadro 2.4.5. Obras do Sistema Adutor do Trecho IV- Lote F

Obras	Quantidade	Extensão (m)
Estruturas de Controle	4	284,70
Canais	23	96.731,66
Aquedutos	7	3.010,00
Túneis	1	6.510,35
Rápidos e obras auxiliares	8	2.921,94
Sifão Invertido	4	370,02
Soleira Bico de Pato e Queda	3	144,00
Leito do Rio + Reservatório Tambor	1	5.323,14
Canal de aproximação/Restituição	4	279,83
Extensão Total	55	115.575,64

Nos Quadros 2.4.6. e 2.4.7. apresentam os dois subtrechos do sistema adutor, um com vazão de 40 m³/s e o outro com vazão de 20 m³/s.

Quadro 2.4.6. - Subtrecho do Sistema Adutor IV – Vazão de 40 m³/s

Identificação da Obra	Estaca Locação (m)		Progressiva (m)		Canal	Lago Barr. Tambor	Canal de Aprox.	Aqueduto	Rápido	Túnel	Estrutura de Controle	Sifão Invertido	Total (m)	Segmento
	Inicial	Final	Inicial	Final										
Canal de Aprox. da E.C. Caiçara	6.260,00	6.290,90	0,00	30,90			30,90						30,90	1
Estrutura de Controle Caiçara	6.290,90	6.340,00	30,90	80,00							49,10		49,10	
Canal 1	6.340,00	6.770,00	80,00	510,00	430,00								430,00	2
Rápido Arruído	6.770,00	6.869,00	510,00	609,00					99,00				99,00	
Canal 2	6.869,00	6.983,29	609,00	723,29	114,29								114,29	3
Canal 2	6.886,37	9.175,00	723,29	3.011,92	2.288,63								2.288,63	
Aqueduto Cabeça da Onça	9.175,00	9.700,00	3.011,92	3.536,92				525,00					525,00	4
Canal 3	9.700,00	13.338,00	3.536,92	7.174,92	3.638,00								3.638,00	
Rápido Angical 1	13.338,00	14.531,00	7.174,92	8.367,92					1.193,00				1.193,00	5
Canal 4	14.531,00	15.663,00	8.367,92	9.499,92	1.132,00								1.132,00	
Rápido Angical 2	15.663,00	15.829,86	9.499,92	9.666,78					166,86				166,86	6
Lago da Barragem Tambor	15.829,86	21.153,00	9.666,78	14.989,92		5.323,14							5.323,14	
Canal de Aprox. da E.C. Tambor	21.153,00	21.233,30	14.989,92	15.070,22			80,30						80,30	7
Estrutura de Controle Tambor	21.233,30	21.319,40	15.070,22	15.156,32							86,10		86,10	
Canal 5	21.319,40	21.421,44	15.156,32	15.258,36	102,04								102,04	8
Canal 5	18.900,00	23.375,00	15.258,36	19.733,36	4.475,00								4.475,00	
Aqueduto Pedra Preta	23.375,00	23.625,00	19.733,36	19.983,36				250,00					250,00	9
Canal 6	23.625,00	23.922,14	19.983,36	20.280,50	297,14								297,14	
Sifão Invertido da PB-420	23.922,14	24.023,08	20.280,50	20.381,44								100,94	100,94	10
Canal 7	24.023,08	27.600,00	20.381,44	23.958,36	3.576,92								3.576,92	
Aqueduto Pitombeira	27.600,00	28.300,00	23.958,36	24.658,36				700,00					700,00	11
Canal 8	28.300,00	30.220,00	24.658,36	26.578,36	1.920,00								1.920,00	
Total (m)					17.974,02	5.323,14	111,20	1.475,00	1.458,86	0,00	135,20	100,94	26.578,36	-
Quantidade					8	1	2	3	3	0	2	1	20	8



### Quadro 2.4.7. Subtrecho do Sistema Adutor IV – Vazão de 20 m³/s

Identificação da Obra	Estaca Locação (m)		Progressiva (m)		Canal	Canal Aprox./ Restit.	Aquaduto	Rápido	Túnel	Estrutura de Controle	Sifão Invertido	Soleira/ Queda	Total (m)	Segmento
	Inicial	Final	Inicial	Final										
Estrutura de Controle do km 30	30.220,00	30.315,30	26.578,36	26.673,66						95,30			95,30	8
Canal 9	30.315,30	37.542,00	26.673,66	33.900,36				7.226,70					7.226,70	
Rápido Cabaceira	37.542,00	37.950,00	33.900,36	34.308,36				408,00					408,00	9
Canal 10	37.950,00	41.755,00	34.308,36	38.113,36				3.805,00					3.805,00	
Aquaduto Bananeira	41.755,00	42.120,00	38.113,36	38.478,36				365,00					365,00	10
Canal 11	42.120,00	49.342,00	38.478,36	45.700,36				7.222,00					7.222,00	
Rápido Timbauba	49.342,00	49.596,00	45.700,36	45.954,36				254,00					254,00	11
Canal 12	49.596,00	50.685,48	45.954,36	47.043,84				1.089,48					1.089,48	
Aquaduto sobre a Ferrovia e Rápido Lagoa de Dentro	50.685,48	50.855,56	47.043,84	47.213,92				90,00	80,08				170,08	12
Canal 13	50.855,56	53.024,80	47.213,92	49.383,16				2.169,24					2.169,24	
Canal 13	53.024,80	54.656,70	49.383,16	51.015,06				1.631,90					1.631,90	13
Aquaduto Lagoa Vermelha	54.656,70	55.620,00	51.015,06	51.408,75				393,69					393,69	
Canal 14	55.620,00	72.000,00	52.273,75	68.653,75				865,00					865,00	14
Queda Cachimbo Velha	72.000,00	72.048,00	68.653,75	68.701,75								48,00	48,00	
Canal 15	72.048,00	86.000,00	68.701,75	82.653,75				13.952,00					13.952,00	15
Soleira Bico de Pato 1	86.000,00	86.048,00	82.653,75	82.701,75								48,00	48,00	
Canal 16	86.048,00	86.145,00	82.701,75	82.798,75				97,00					97,00	16
Aquaduto Peixe	86.145,00	86.360,00	82.798,75	83.013,75				215,00					215,00	
Canal 17	86.360,00	93.354,10	83.013,75	90.007,85				6.994,10					6.994,10	17
Sifão Invertido sob a BR-405	93.354,10	93.433,18	90.007,85	90.086,93							79,08		79,08	
Canal 18	93.433,18	93.544,58	90.086,93	90.198,33				111,40					111,40	18
Canal 18	93.544,58	94.155,00	90.198,33	90.808,75				610,42					610,42	
Sifão de Uirana	94.155,00	94.245,00	90.808,75	90.898,75							90,00		90,00	19
Canal 19	94.245,00	95.674,44	90.898,75	92.328,19				1.429,44					1.429,44	
Canal 19	95.674,44	96.760,00	92.328,19	93.422,54				1.094,35					1.094,35	20
Sifão Bela Vista	96.760,00	96.850,00	93.422,54	93.522,54							100,00		100,00	
Canal 20	96.850,00	97.040,00	93.522,54	93.712,54				190,00					190,00	21
Soleira Bico de Pato 2	97.040,00	97.088,00	93.712,54	93.760,54								48,00	48,00	
Canal 21	97.088,00	98.631,42	93.760,54	95.303,96				1.543,42					1.543,42	22
Canal 21	98.631,42	98.920,00	95.303,96	95.592,54				288,58					288,58	
Túnel Major Sales	98.920,00	99.694,45	95.592,54	96.366,99					774,45				774,45	23
Túnel Major Sales	99.694,45	105.530,00	96.366,99	102.102,89					5.735,90				5.735,90	
Canal 22	105.530,00	112.212,89	102.102,89	108.785,78				6.682,89					6.682,89	24
Canal 22	112.212,89	114.642,00	108.785,78	111.214,89				2.429,11					2.429,11	
Rápido Santa Galo	114.642,00	114.838,00	111.214,89	111.410,89				196,00					196,00	25
Canal 23	114.838,00	115.196,21	111.410,89	111.769,10				358,21					358,21	
Canal 23	115.196,21	117.812,00	111.769,10	114.827,81				3.058,71					3.058,71	26
Rápido Arapuaí	117.812,00	118.337,00	114.827,81	115.352,81				525,00					525,00	
Canal de Aprox. Estr. Contr. Angicos	0,00	48,63						48,63					48,63	-
Estrutura de Controle Angicos	119.117,00	119.171,20	-	-						54,20			54,20	-
Canal de Restit. Estr. Contr. Angicos	0,00	120,00						120,00					120,00	-
Total (m)					78.757,64	168,63	1.535,00	1.463,08	6.510,35	149,50	269,08	144,00	88.997,28	-
Quantidade					15	2	4	5	1	2	3	3	35	9

Canais: O dimensionamento das seções transversais dos segmentos de canais do sistema adutor do Trecho IV resultou no seguinte:

Seções com vazão de 40 m³/s:

- Totalmente revestida em concreto: declividade = 20 cm/km,
- Base = 4,0 m; m = 1,5H:1V;
- Altura normal da água = 3,22 m;
- Velocidade = 1,41 m/s;
- Revanche = 0,55 m;
- Altura total da seção = 3,77 m.
- Escavada em rocha, somente o fundo revestido em concreto:
- Declividade = 60 cm/km;
- Base = 6,90 m;
- Inclinação = 1H:2V;
- Altura normal da água = 3,21 m;
- Velocidade = 1,47 m/s;

- Revanche = 0,55 m;
- Altura total da seção = 3,76 m.

Seções com vazão de 20 m<sup>3</sup>/s:

- Totalmente revestida em concreto;
- Declividade = 10 cm/km,
- Base = 3,0 m;
- Inclinação = 1,5H:1V;
- Altura normal da água = 2,95 m;
- Velocidade = 0,91 m/s;
- Revanche = 0,45 m;
- Altura total da seção = 3,40 m.
- Escavada em rocha, d
- Declividade = 40 cm/km;
- Base = 5,10 m; m
- Altura normal da água = 2,94 m;
- Velocidade = 1,04 m/s;
- Revanche = 0,46 m;
- Altura total da seção = 3,40 m.

A drenagem interna tem como função proteger o revestimento do canal dos esforços de subpressão. Esses esforços poderão ser originados por duas fontes, o Afluxo de Água Subterrânea Transversal ao Eixo do Canal que afeta as seções transversais do canal situadas totalmente em corte ou em seção mista; e a Perda de Água pela Geomembrana em Pontos de Fuga Originados Durante o Processo da sua Instalação e Não Detectados que afeta tanto os trechos em aterro como em corte.

Adicionalmente, pelo controle da vazão de saída dos drenos de fundo do canal, medida no vertedouro da Estrutura de Saída, pode ser constatado que está havendo uma fuga de água além do normal, o que deve servir para que se tome providência para identificar o problema e evitar o seu agravamento.

A drenagem interna do canal apresenta extensão de 94.470 m e é constituída pelos seguintes elementos:

- Drenos “*Fingers*”: são drenos espaçados a cada 4,0 m, executados no talude do canal, acompanhando a sua inclinação, situados sob a geomembrana de impermeabilização - têm a função de captar as águas que chegam ao talude externo e conduzir para a camada drenante de areia sob a laje de fundo do canal;
- Camada drenante de areia: corresponde a um leito de areia grossa, com espessura de 10 cm, executado em toda a largura da base do canal;
- Dreno de fundo: localizado numa vala escavada sob o fundo do canal, em comunicação com a camada drenante de areia - constituído por uma tubulação em PEAD corrugado, perfurado, parede dupla, lisa internamente, envolvida com um envelope de brita e protegido por uma manta de

- geotextil; o dreno de fundo captará toda a água das duas fontes citadas e conduzirá até uma Caixa Coletora de Saída;
- Caixa Coletora de Saída: é uma caixa de concreto armado, fechada com uma tampa, que recebe uma ou mais tubulação de drenagem, tendo como saída o tubo coletor de saída;
  - Tubo Coletor de Saída: é um tubo de concreto armado de 300 mm de diâmetro, que recebe a água da Caixa Coletora de Saída e a conduz transversalmente ao eixo do canal até a Estrutura de Saída e Medição; o tubo é assentado numa vala, envolvido por um envelope de areia de 70 cm x 70 cm; as juntas dos tubos são envolvidas com uma faixa de geotextil;
  - Estrutura de Saída e Medição: é uma estrutura de concreto armado, semelhante a uma “boca de saída” de um bueiro, com geometria ajustada ao talude do canal; a estrutura dispõe de um vertedouro triangular de soleira delgada, que permitirá avaliar a vazão de saída pela leitura da altura da água sobre o vértice do vertedouro.

**Barragem Tambor:** Esta barragem apresenta as seguintes características:

- Extensão: 4.503 m;
- Altura total: 12 m;

O reservatório da Barragem Tambor desempenhará um papel importante na operação do sistema adutor do Trecho IV: a sua operação oscilará entre o nível máximo de 328,50 m – correspondente à cota da soleira do vertedouro – e o nível mínimo de 327,65 m.

Esta condição dará maior flexibilidade à operação do sistema, permitindo que a operação da estrutura de controle do reservatório de Caiçara se limite a enviar água para jusante, de modo a garantir que o nível d’água no reservatório da barragem Tambor fique situado entre os níveis citados.

**Estrutura de Controle no reservatório da Barragem Caiçara:** Foram projetadas quatro estruturas de controle no Trecho IV do Lote F. A derivação de água na barragem Caiçara será única para atender às vazões dos Trechos III e IV do Lote F. O trecho do sistema adutor do Trecho IV até o “km 30” conduzirá a vazão integral de 40 m<sup>3</sup>/s para atender ao Trecho III (20 m<sup>3</sup>/s) e ao Trecho IV (20 m<sup>3</sup>/s).

Apresenta as seguintes características:

- Vazão total: 40 m<sup>3</sup>/s
- Controle operacional: para o nível mínimo operacional – cota 387,29 m
- Admitiu-se que o vão da comporta de segmento estará livre sem a sua interferência, que estará totalmente aberta; qualquer outra condição de nível e vazão será controlada pelas comportas de segmento.
- Dados da Estrutura de concreto armado:
  - Número de vãos: 03
  - Largura de cada vão: 3,00 m
  - 02 paredes internas: 1,20 m de espessura
  - 02 paredes externas: 1,00 m de espessura
  - Cota do topo: 390,00 m

- Cota do fundo: 383,49 m
- Corpo principal da estrutura:
  - ✓ Comprimento = 19,10 m;
  - ✓ Largura interna = 11,40 m;
  - ✓ Altura = 7,51 m;
  - ✓ Transição de montante = 10,00 m
  - ✓ Transição de jusante = 20,00 m
- 02 pontes de acesso com vão livre de 3,15 m, uma à montante das comportas de segmento e outra à jusante, com 3,65 m cada onde suas estruturas são apoiada sobre as paredes da estrutura principal.

Comportas de Segmento:

- Quantidade de comportas: 03
- Vazão por comporta: 13,33 m<sup>3</sup>/s
- Vão da estrutura por comporta: 3,00 m
- Raio da comporta: 7,50 m;
- Altura da comporta = 5,96 m

Comportas Ensecadeiras: Será considerado apenas um conjunto de comportas ensecadeiras para manutenção, isolando um vão por vez: uma para montante e outra para jusante.

- Vão da estrutura por comporta: 3,00 m
- Altura da comporta de montante: 6,00 m
- Quantidade de painéis por comporta: 05
- Altura de cada painel: 1,20 m
- Altura da comporta de jusante: 3,60 m
- Quantidade de painéis por comporta: 03
- Altura de cada painel: 1,20 m

Grades: Considerou-se um conjunto de grades do lado de montante da estrutura, em cada vão, que ficará instalado de forma semipermanente. Tanto a grade como a comporta ensecadeira utilizará a mesma ranhura da obra. Quando necessário, numa eventual manutenção de uma comporta, a grade será removida e instalada a comporta ensecadeira no mesmo local.

Estrutura de Controle no reservatório da barragem Tambor: O reservatório da barragem Tambor desempenhará um papel importante na operação do sistema adutor do Trecho IV: a sua operação oscilará entre o nível máximo de 328,50 m – correspondente à cota da soleira do vertedouro – e o nível mínimo de 327,65 m. Esta condição dará maior flexibilidade à operação do sistema, permitindo que a operação da estrutura de controle do reservatório de Caiçara se limite a enviar água para jusante, de modo a garantir que o nível d'água no reservatório da barragem Tambor fique situado entre os níveis citados.

A estrutura de controle na barragem Tambor foi projetada com os seguintes dados:

- Vazão: 40 m<sup>3</sup>/s • Cota do topo da obra: 331,00 m
- Admitiu-se que o vão da comporta de segmento estará livre sem a sua interferência, que estará totalmente aberta; qualquer outra condição de nível e vazão será controlada pelas comportas de segmento.
- Dados da Estrutura de concreto armado:
  - Número de vãos: 03;
  - Largura de cada vão: 3,00 m;
  - 02 paredes internas: 1,20 m de espessura;
  - 02 paredes externas: 1,00 m de espessura;
  - Corpo principal da estrutura: comprimento = 19,10 m;
  - Largura interna = 11,40 m;
  - Altura = 6,72 m;
  - Transição de montante = 10 m

À jusante, como parte integrante da estrutura de controle, projetou-se um vertedouro bico-de-pato que terá duas funções:

- Levar a comporta a trabalhar sempre afogada, evitando velocidades excessivas à jusante das mesmas, e propiciar uma queda de 0,73 m, entre montante e jusante do mesmo, incluindo a perda de carga na comporta e no próprio vertedouro. A extensão dessa obra será de 27 m e sua largura de 15 m.
- Após essa obra será feita uma transição progressiva com o canal, numa extensão de 15m. •
- 02 pontes de acesso e para facilitar a manutenção, com vão-livre de 3,50 m, uma à montante e outra à jusante das comportas de segmento, com estrutura apoiada sobre as paredes da estrutura principal Adjacente à estrutura principal será construída a casa de comando das comportas.

Adjacente à estrutura principal será construída a casa de comando das comportas.

Apresenta um canal de aproximação com extensão de 95,30 m. A declividade é invertida e reduz/elimina o carreamento de material de fundo para o corpo da estrutura para níveis baixos de operação.

A pequena extensão do canal e a dimensão da sua seção transversal se assemelha a uma captação no próprio lago da barragem.

Apresenta seção trapezoidal sem revestimento, com base de 21,40 m, taludes em rocha 1H:2V; em material de segunda categoria 1,5H:1V e 2H:1V em solo.

#### Comportas de Segmento:

- Quantidade de comportas: 03;
- Vazão por comporta: 13,33 m<sup>3</sup>/s;
- Vão da estrutura por comporta: 3,00 m;
- Raio da comporta: 7,50 m;
- Altura da comporta = 5,74 m.

**Comportas Ensecadeiras:** Será considerado apenas um conjunto de comportas ensecadeiras para manutenção, isolando um vão por vez: uma para montante e outra para jusante, conforme a seguir:

- Vão da estrutura por comporta: 3,00 m;
- Altura da comporta de montante: 6,00 m;
- Quantidade de painéis por comporta: 05
- Altura de cada painel: 1,20 m;
- Altura da comporta de jusante: 3,60 m;
- Quantidade de painéis por comporta: 03
- Altura de cada painel: 1,20 m.

A estrutura de controle projetada para captar na barragem entregará a vazão de 40 m<sup>3</sup>/s a um pequeno trecho de canal, com extensão de 102 m, de concordância com o traçado original, no km 18+900.

**Estrutura de Controle do km 30:** No local denominado km 30 do Trecho IV foi projetada uma obra de concreto armado onde ficarão localizadas as duas estruturas de controle que permitirão derivar e controlar a vazão para os Trechos III e IV.

A vazão máxima a derivar para cada Trecho é de 20 m<sup>3</sup>/s. A forma e dimensões da obra foram determinadas para posicionar adequadamente as duas estruturas de controle.

A estrutura de controle do km 30 tem as seguintes características gerais:

- Uma transição entre o canal e o reservatório de transição com 15 m de extensão;
- Um reservatório de transição com dimensões em planta de 20,20 m x 16,20 m;
- Uma transição para a estrutura de controle do Trecho III;
- Uma transição para a estrutura de controle do Trecho IV;
- Estrutura de controle do Trecho III

A concepção da obra é semelhante à da estrutura de controle prevista para as barragens Caiçara e Tambor, mudando apenas as cotas e características das comportas.

**Comportas de Segmento:**

- Quantidade de comportas: 02;
- Vazão por comporta: 10,00 m<sup>3</sup>/s;
- Vão da estrutura por comporta: 2,50 m;
- Raio da comporta: 5,80 m;
- Altura da comporta = 3,85 m.



**Comportas Ensecadeiras:** Será considerado apenas um conjunto de comportas ensecadeiras para manutenção, isolando um vão por vez, uma para montante e outra para jusante:

- Vão da estrutura por comporta: 2,50 m;
- Altura da comporta de montante: 3,90 m;
- Quantidade de painéis por comporta: 03;
- Altura de cada painel: 1,30 m;
- Altura da comporta de jusante: 3,90 m;
- Quantidade de painéis por comporta: 03
- Altura de cada painel: 1,30 m.

**Grades:** Considerou-se um conjunto de grades do lado de montante da estrutura, em cada vão, que ficará instalado de forma semipermanente. Tanto a grade como a comporta ensecadeira utilizará a mesma ranhura da obra. Quando necessário, numa eventual manutenção de uma comporta, a grade será removida e instalada a comporta ensecadeira no mesmo local.

**Estrutura de Controle no Açude Angicos:** As características geométricas e hidráulicas adotadas foram as seguintes:

- Vazão máxima de projeto: 20 m<sup>3</sup>/s;
- Controle operacional: para o N. A. máximo normal – cota 271,20 m.
- Número de vãos: 02;
- Largura de cada vão: 2,50 m;
- 01 paredes interna: 1,20 m de espessura;
- 02 paredes externas: 1,00 m de espessura;
- Corpo principal da estrutura: comprimento = 20,95 m; largura interna = 6,20m;
- Altura = 7,30 m.

**Comportas de Segmento:**

- Quantidade de comportas: 02;
- Vazão por comporta: 10,0 m<sup>3</sup>/s;
- Vão da estrutura por comporta: 2,50 m;
- Raio da comporta: 7,30 m;
- Altura da comporta: 6,50 m.

**Comportas Ensecadeiras:** Será considerado apenas um conjunto de comportas ensecadeiras para manutenção, isolando um vão por vez: uma para montante e outra para jusante, conforme a seguir:

- Vão da estrutura por comporta: 2,50 m;
- Altura da comporta de montante: 6,50 m;
- Quantidade de painéis por comporta: 05;
- Altura de cada painel: 1,30 m;
- Altura da comporta de jusante: 3,90 m;
- Quantidade de painéis por comporta: 03;
- Altura de cada painel: 1,30 m.

**Grades:** Considerou-se um conjunto de grades do lado de montante da estrutura, em cada vão, que ficará instalado de forma semipermanente. Tanto a grade como a comporta ensecadeira utilizará a mesma ranhura da obra. Quando necessário, numa eventual manutenção de uma comporta de segmento, a grade será removida e instalada a comporta ensecadeira no mesmo local.

**Aquedutos:** Os aquedutos são calhas hidráulicas em concreto armado, de seção retangular, apoiadas sobre pilares, destinadas a dar continuidade aos segmentos de canal no cruzamento de um vale topográfico. Foram projetados sete aquedutos ao longo do sistema adutor do Trecho IV: 03 no 1º subtrecho com vazão de 40 m³/s e 04 com vazão de 20 m³/s.

O Quadro 2.4.8. apresenta a localização e características principais dos aquedutos.

Quadro 2.4.8. Características dos Aquedutos

Item	Aqueduto	Vazão (m³/s)	Estaca (km+m)				N	Transições (m)	Extensão (m)			Cotas (m)		Desnível (m)
			Início	Final	Pilar 1	Pilar N			Transição	Calha	Total	A	B	
1	Cabeça da Onça	40	9+175	9+700	9+200	9+675	20	2 x 25	50,00	475,00	525,00	375,519	375,118	0,401
2	Pedra Preta	40	23+375	23+625	23.400	23.600	9	2 x 25	50,00	200,00	250,00	323,034	322,804	0,230
3	Pitombeira	40	27+600	28+300	27+625	28+275	27	2 x 25	50,00	650,00	700,00	321,608	321,108	0,500
4	Bananeira	20	41+755	42+120	41+775	42+100	14	2 x 20	40,00	325,00	365,00	315,188	314,999	0,189
5	Sobre a Ferrovia	20	50+718	50+808	50+733	50+808	4	1 x 15	15,00	75,00	90,00	308,560	308,530	0,030
6	Lagoa Vermelha	20	54+755	55+620	54+775	55+600	34	2 x 20	40,00	825,00	865,00	302,199	301,809	0,390
7	Peixe	20	86+145	86+320	86+165	86+340	8	2 x 20	40,00	175,00	215,00	297,416	297,286	0,130
Total							-	-	285,00	2.725,00	3.010,00	-	-	1,870

**Rápidos:** Foram projetados oito rápidos ao longo do sistema adutor do Trecho IV: três no 1º subtrecho com vazão de 40 m³/s e 05 com vazão de 20 m³/s no 2º subtrecho.

Os rápidos são obras hidráulicas de concreto armado, de seção retangular, destinadas a conduzir a água de um segmento de canal para o seguinte, vencendo um desnível topográfico do terreno. Todo rápido é constituído por:

- Transição e soleira bico-de-pato à montante, rápido propriamente dito;
- Bacia de dissipação e transição de jusante com extensão total de 3.012 m.

O Quadro 2.4.9. apresenta a localização e características principais dos rápidos.

Quadro 2.4.9. Características Principais dos Rápidos

Item	Rápido	Vazão (m³/s)	Estaca (km+m)		Extensão (m)	Cotas (m)		Desnível (m)
			Início	Final		A	B	
1	Arruido	40	6+770	6+869	99,00	383,422	375,999	7,423
2	Angical 1	40	13+338	14+531	1.193,00	374,391	344,990	29,401
3	Angical 2	40	15+663	15+829,86	166,86	344,764	330,000	14,764
4	Cabaceira	20	37+542	37+950	408,00	319,544	315,569	3,975
5	Timbauba	20	49+342	49+596	254,00	314,277	309,037	5,240
6	Lagoa de Dentro (*)	20	50+685,48	50+855,56	170,08	308,928	302,618	6,310
7	Canta Galo	20	114+642	114+838	196,00	290,541	282,882	7,659
8	Arapuá	20	117+812	118+337	525,00	282,540	268,000	14,540
Total					3.011,94	-	-	89,312

**Sifões Invertidos:** são obras hidráulicas projetadas para cruzamento do canal do sistema adutor sob uma rodovia (sifões da PB-420 e da BR-405), ou para cruzar sob a calha de drenagem de superfície de grande vazão (sifões de Uiraúna e Bela Vista).

Os elementos de projeto que compõem um sifão invertido são:

- Uma transição e um poço de montante;
- Uma tubulação, em aço, ligando os poços de montante e jusante;
- O poço e transição de jusante.

**Queda e Soleiras:** A Queda Cacimba Velha e as Soleiras 01 e 02 são vertedouros bico-de-pato projetados para realizar ajustes do canal à topografia, bem como garantir armazenamento de água à montante dessas obras. O Quadro 2.4.10. apresenta as suas características.

Quadro 2.4.10. Trecho IV – Características da Queda e Soleiras

Item	Obra	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Estaca (km+m)		Extensão (m)	Cotas (m)		Desnível (m)
			Início	Final		A	B	
1	Queda Cacimba Velha	20	72+000	72+048	48,00	300,171	299,171	1,000
2	Soleira 1	20	86+000	86+048	48,00	297,776	297,426	0,350
3	Soleira 2	20	97+040	97+088	48,00	295,194	294,853	0,341
Total					144,00	-	-	1,691

**Sistema de Drenagem:** O sistema de drenagem do Trecho IV, com extensão total de 81.836,88 m, é constituído pelas seguintes obras:

- Drenos de superfície longitudinais: 81.74,00 m;
- Bueiros;
- Valetas de proteção;
- Calhas; 20 unidades com largura variável de 1,00 m a 2,00 m;
- *Overchutes*: 265,00 m;
- Seção média de 1,00 x 1,00 m;
- Drenagem interna dos segmentos de canal: 94.470,00 m;
- Escadas dissipadoras de energia; 8.947,00 m.

**Túnel Major Sales:** Esta estrutura apresenta extensão de 6.510 m, e atravessa a rodovia federal BR-405, localizando-se muito próximo ao limite entre os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.

**Sistema Viário:** O Sistema Viário do Trecho IV é um sistema complementar ao sistema de adução principal, constituído de estradas laterais implantadas sempre que possível no terreno natural – greide colado, no interior da faixa de domínio de 200,00 m prevista para o canal.

Procurando a integração, principalmente, das populações que serão encontradas pelo canal, o sistema viário dotou-se de pontes e passarelas, destinadas á

transferência de veículos, pessoas e animais. O Quadro 2.4.11. apresenta as características das pontes e passarelas.

Quadro 2.4.11. Características das Pontes e Passarelas

Segmento do canal	Obra	Estacas canal (km)	Lado do Canal com Estrada
1º	Passarela 1	6+900	A DIREITA
2º	-	-	
3º	Passarela 2	10+780	
4º	Passarela 3	15+140	
5º	Ponte 1	ELIMINADA	
6º	Passarela 4	18+908	A ESQUERDA
	Ponte 2	19+250	
	Passarela 5	19+900	
	Ponte 3	22+880	
7º	-	-	
8º	Ponte 4 (BR 230)	30+740	
	Ponte 5	34+320	
	Passarela 6	36+120	
9º	Ponte 6	39+800	
10º	Passarela 7	45+520	
	Passarela 8	48+280	
11º	-	-	
12º	Ponte 7	51+100	
	Ponte 8	53+580	
13º	Passarela 9	58+400	
	Ponte 9	62+882	
	Passarela 10	65+980	
	Ponte 10	67+627	
	Ponte 11	70+770	
14º	Passarela 11	72+120	A DIREITA
	Ponte 12	74+020	
	Passarela 12	77+180	
	Ponte 13	79+900	
	Passarela 13	82+100	
15º	Ponte 14	85+616	A ESQUERDA
	Ponte 15	87+270	
	Passarela 14	90+760	
	Passarela 15	92+720	
	Ponte 16 (PB 391)	95+120	
16º	Passarela 16	95+980	A DIREITA
	Ponte 17	108+180	
	Ponte 18 (BR 405)	109+710	
	Ponte 19	112+965	
17º	Passarela 17	114+300	
	Ponte 20	117+715	

As principais interferências encontradas são com as BR-230, 405 e a estadual PB-391, com extensão total de 108.073,00 m. O Quadro 2.4.12.. apresenta as características das estradas de serviço por segmento de canal.

Quadro 2.4.12. Extensão das Estradas de Serviço por Segmento de Canal

Segmento do canal	Estacas (m) <sup>(1)</sup>		Extensão (m)
	início	Fim	
1º	0,00	629,95	629,95
2º	629,95	3.103,36	2.473,41
3º	3.103,36	7.410,91	4.307,55
4º	7.410,91	9.713,56	2.302,65
5º	9.713,56	14.125,07	4.411,51
6º	14.125,07	18.730,91	4.605,84
7º	18.730,91	23.588,58	4.857,67
8º	23.588,58	33.263,24	9.674,66
9º	33.263,24	37.115,25	3.852,01
10º	37.115,25	45.126,49	8.011,24
11º	45.126,49	46.300,00	1.173,51
12º	46.300,00	51.382,50	5.082,50
13º	51.382,50	67.730,91	16.348,41
14º	67.730,91	83.278,17	15.547,26
15º	83.278,17	94.970,93	11.692,76
16º	94.970,93	104.684,85	9.713,92
17º	104.684,85	108.073,45	3.388,60
<b>Total</b>			<b>108.073,45</b>

#### 2.4.1.5 – Ramal Salgado

Este ramal denominado trecho III irá atender a demanda crescente de água ao estado do Ceará, através de uma derivação no Km 30 do Trecho IV, onde será instalada uma estrutura de controle para o desvio de 20 m<sup>3</sup>/s.

Tem seu início na estrutura de controle do Km 30 do trecho IV e término no rio Salgado localizado no estado do Ceará, que por sua vez é afluente pela margem direita do rio Jaguaribe que abastece a barragem Castanhão, fonte de água para potabilização da demanda da cidade de Fortaleza, indústria e povoados, bem como irrigação.

O traçado projetado em cotas altas para o Trecho III, conforme previsto no Projeto Básico, com muitos aquedutos e com trechos de canais a serem implantados em áreas de cumeada e de meia encosta, com o objetivo principal de atender a premissa de geração de energia, não encontra mais justificativas econômicas.

Em recente leilão para fornecimento de 1.300 MW de energia eólica, o preço do MWh chegou a R\$ 153,00. Este preço é cerca de 1/3 do custo da energia gerada pelas UHE's de Salgado I e Salgado II, usinas projetadas para o Trecho III.

Adicionalmente, as características do traçado gerariam situações de difíceis soluções de engenharia e ambientais, assim como, dificuldades de definições dos acessos, tanto para construção quanto para a operação e manutenção do empreendimento.

As modificações introduzidas pela projetista na concepção do Projeto Básico do Lote F foram justificadas, e aprovadas pelo MI nos documentos “Relatório de Justificativas Técnicas para Alterações do Projeto Básico: 1260-REL-4001-00-00-016”. Neste documento foram propostas e aceitas pelo MI as seguintes modificações:

- Mudança do objetivo de geração de energia, para não geração;
- Mudança do traçado do Projeto Básico, que inicia na Barragem Caiçara e se desenvolve pela meia encosta da Serra do Amaro até atingir o Rio Salgado, com 58,653 km de extensão, para derivação diretamente no Canal do Trecho IV, no quilômetro 23,8 desenvolvendo-se ao norte da Serra do Amaro até o Rio Salgado com extensão de 36,112 km;
- Mudança na vazão transportada máxima de 45,5 m<sup>3</sup>/s para 20 m<sup>3</sup>/s, sendo que o saldo de 25,5 m<sup>3</sup>/s será derivado para o Projeto do Cinturão das Águas do Ceará-CAC, a partir do Reservatório de Jatí.

As modificações gerais acima descritas foram justificadas através de um estudo técnico-econômico-ambiental elaborado pela Projetista no âmbito do Contrato nº 37/2007.

Neste documento, serão descritas apenas as modificações introduzidas no Trecho IV na fase de Projeto Executivo. O Trecho III terá a sua síntese em documento específico.

Apresenta as seguintes estruturas:

- Canais adutores dimensionados para a vazão de 20 m<sup>3</sup>/s;
- 14 Aquedutos:
  - São Joaquim;
  - Várzea Grande;
  - São Joaquim;
  - Angical;
  - Taboca de cima;
  - Balanço;
  - Cipó;
  - Bom Jardim;
  - Serra da Areia;
  - Casimiro;
  - Serra Nova;
  - Mofimbo;
  - Ribeiro;
  - Taboca;
  - Jitirana;
  - Salgado;
- 01 Túnel Serra da Areia;
- 01 Reservatório Várzea Grande;





No trecho de captação até o reservatório Copiti há duas tomadas d'água de derivação: a primeira situada no reservatório Muquém, com capacidade de derivar até 10 m<sup>3</sup>/s para o reservatório Barra do Juá, no riacho do Navio, bacia do Pajeú; a segunda, com capacidade de derivar até 18 m<sup>3</sup>/s, a partir do reservatório Copiti, para o reservatório Poçoda Cruz, no rio Moxotó.

No trecho após o reservatório Copiti, há uma única derivação, a partir do reservatório Barro Branco, para o denominado Ramal do Agreste, com capacidade de adução de oito m<sup>3</sup>/s, com finalidade de abastecimento do agreste pernambucano.

O Eixo Leste tem um total de 06 estações elevatórias para vencer um desnível de cerca de 300,00 m e extensão total de 217 km.

A obra encontra-se em andamento com implantação de todo o sistema adutor e montagem de apenas 02 conjuntos motobombas na 1ª etapa em todas as estações elevatórias implantadas.

#### **2.4.2.1. Trecho I**

As obras que conformam o trecho I estão compreendidas entre a tomada d'água na margem esquerda do Rio São Francisco, junto ao reservatório da UHE Itaparica, até o Reservatório Copiti, localizado próximo à cidade de Ibimirim, no sul do Estado de Pernambuco.

O sistema adutor neste trecho apresenta extensão total de 141 Km é composto por:

- Tomada d'água no Rio São Francisco;
- 14 segmentos de canais que perfazem aproximadamente 93,8 km de extensão;
- 03 Aquedutos: Aqueduto BR-316 (145,00 m), Jacaré (163,00 m) e Caetitu (163,00 m);
- 07 Barragens: Areias, Braúnas, Mandantes, Salgueiro, Munuém, Cacimba Nova, Bagres e Copiti;
- 04 Estações de bombeamento EBV-1, EBV-2, EBV-3 e EBV-4 (incluindo as subestações) que alcançam o desnível geométrico de 214,00 m;
- 04 Estruturas de controle de saída dos reservatórios das barragens Areias, Braúnas, Salgueiro e Munquém;
- 13 travessias em pontes nas Br's estaduais e federal;
- Passarelas, macrodrenagem, tomadas d'água para usos difusos localizadas nos reservatórios e ao longo dos canais.

**Captação:** A tomada d'água localiza-se no reservatório da usina Hidroelétrica - UHE Itaparica. Neste lago ocorrerá o desvio de 28 m<sup>3</sup>/s em condições críticas de N. A. mínimo no rio São Francisco.

O emboque da tomada d'água é formado por um canal de aproximadamente 120 m de largura e extensão de 60,00 m. Apresenta um dique circundando toda a

área de aproximação do canal de tomada, construído em aterro compactado e revestido com enrocamento em pedras de rocha fina, conformando um gabião do tipo “Cochão Reno”.

O canal de tomada atende às condições de flutuação dos níveis d’água do rio São Francisco, dificultando as condições de transporte de sedimentos e controle da amplitude das oscilações de níveis junto à tomada da EBV-1. N. A. mínimo observado na cota 299,00 m e máximo em 305,00 m.

O canal de alimentação apresenta extensão total de 5.734,00 m e tem seção transversal trapezoidal com 25,00 m de base e 6,50 m de altura e taludes com inclinação de 1 V:1,5H. Também apresenta revestimento do tipo colchão Reno.

*Forebay de Montante:* Apresenta seção impermeabilizada com geomembrana de polietileno de alta densidade, Pead, recoberta com placas de concreto simples com fibra sintética de polipropileno ou náilon em concreto.

*Estação de Bombeamento (EBV-1):* A EBV-1 tem parte de suas estruturas escavada, parte sobre o terreno natural, constituindo-se das seguintes estruturas principais:

- *Forebay* de Montante (entrada);
- Casa de Bombas;
- Linha de Recalque;
- Estruturas de deságue situada no final do recalque e na entrada do *foreba* de jusante;
- *Forebay* de Saída ou jusante;
- Subestação rebaixadora de alimentação elétrica da estação de bombeamento (força e iluminação).

A arquitetura, arranjo e disposição de equipamentos eletromecânicos segue o mesmo modelo das elevatórias presentes no eixo Norte. A casa de bombas possui largura de 12,70 m, comprimento de 39,16 m, altura de 25,20 m.

O edifício de apoio apresenta 4,80 m de largura, 12,50 m de altura e comprimento de 39,90 m.

A estação EBV-1 possui capacidade de recalque de 28 m<sup>3</sup>/s, captados da cota 304,00 m para a cota 362,23 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 58,23 m. A estação tem 21,2 MW de potência total e será munida de quatro conjuntos motobombas quando completa.

O comando, controle, medições e supervisão são feitos no Sistema Digital de Supervisão e controle (SDSC), localizado no 3º pavimento da casa de bombas.

Em primeira etapa encontra-se instalados dois conjuntos motobombas com as seguintes características:

- Tipo: Semi axial com duplo mancal, instalação vertical em poço úmido;
- Fabricação: Sulzer modelo Bk 1400-1870-1s/033;

- Motor síncrono 5.500 Kw (WEG); 6,9Kv, 60Hz com acoplamento flexível;
- Vazão individual de 7,00 m<sup>3</sup>/s (01 bomba) e total de 14,00 m<sup>3</sup>/s (02 bombas).

As condições da operação normal de funcionamento preveem o bombeamento contínuo da vazão máxima, fixada para cada trecho de canal, durante 21 horas diárias, de segunda a sexta feira, prevendo-se a paralisação do sistema durante 3 horas diárias, por razões econômicas.

A atual operação para aferição da vazão bombeada realiza-se através de manômetro instalado na tubulação de recalque, interligado a um sistema remoto de transmissão de dados de pressão que são processados conjuntamente com a curva “Altura Manométrica x Vazão” da bomba. Os Níveis operacionais e as pressões de serviços são:

- Nível D’água de Jusante: 358,82 m;
- Cota da geratriz Inferior do Sifão: 362,75 m;
- Cota do Topo do Sifão: 364,05;
- Altura manométrica: 63,60 m;
- Altura de Subpressão: 55,15 m;
- Diferencial de subpressão: 8,45 m;
- Altura de Sobrepressão: 372,00 m.

O poço de sucção abriga a tomada da sucção da bomba, eixo do mancal, grades e comporta tipo ensecadeira destinada à manutenção. Apresenta largura de 5,16 m, comprimento de 12,90 m, altura de 12,40 m e volume de 782,00 m<sup>3</sup>.

Para a manutenção do poço de sucção utiliza-se de uma bomba submersa que apresenta vazão de 50 l/s, altura manométrica de 13,00 m, tempo de esgotamento de 04h horas.

Dispõe de gradeamento, comporta ensecadeira com “by-pass” pórtico e pontes rolantes similares às do eixo Norte.

As bombas das Estações de Bombeamento EBV-1 são dotadas de rotor único e possuem mancais de guia, intermediários, localizados ao longo do eixo, do tipo lubrificado e resfriado pelo próprio líquido bombeado e um mancal guia conjugado com o mancal de escora localizado no cabeçote da bomba.

O mancal conjugado guia e escora das bombas da EBV-1 e EBV-2 é do tipo de rolamento de rolos cônicos, imerso em óleo, com refrigeração por circulação de água.

O motor elétrico do tipo síncrono trifásico é dotado de dois mancais, um superior de guia e escora, localizado acima do rotor e outro inferior de guia localizado na estrutura da carcaça do estator. O mancal superior é do tipo imerso em óleo, autolubrificante, constituído de um rotor de aço e as partes anexas e uma seção não rotativa que inclui as sapatas girantes revestidas com metal patente, com

refrigeração por circulação de água. O mancal guia inferior é também do tipo imerso em óleo, autolubrificante, de deslizamento e com refrigeração natural.

A tubulação de saída das bombas é composta por um conjunto de válvulas e juntas no diâmetro de 1.600,00 mm e 01 Trecho reto principal, com 161,00 m de comprimento e diâmetro de 2.235,00 mm, com apoios para instalação ao tempo, juntas de expansão e ancoragens em aço carbono ASTM A 36. Toda a tubulação é revestida interna e externamente com pintura de acordo com a AWWA C 210, e também estão dotadas de sistema de proteção catódica por corrente impressa.

Dispõem de uma válvula de retenção de fechamento rápido e suave acionamento óleo-hidráulico e outra para bloqueio, Dn 1.600,00 mm.

A descarga de todo o sistema adutor realiza-se através de tomada na tubulação de recalque em material de ferro fundido Pn 16, Dn 600,00 mm, com deságue no *Forebay* de montante.

Todos os equipamentos eletromecânicos inseridos na casa de bombas são idênticos aos descritos no Eixo Norte, a citar: sistema de ar comprimido, sistema de resfriamento do óleo dos mancais, proteção anti-incêndio, sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário, fornecimento de energia elétrica, baterias e respectivos carregadores, grupo gerador diesel de emergência, central óleo hidráulico, medidor de nível d'água, medidor de vazão do tipo ultrassônico e sistema de exaustão dos motores.

A estrutura do *Forebay* de jusante apresenta as mesmas características da unidade de montante.

Estação de Bombeamento (EBV-2): A arquitetura, arranjo e a quantidade e disposição de equipamentos segue o mesmo modelo da elevatória EBV-1, a incluir os mesmos diâmetros para todo sistema de recalque.

A casa de bombas possui largura de 12,70 m, comprimento de 39,90 m e altura de 20,00 m. O edifício de apoio apresenta 4,80 m de largura, 12,50 m de altura e comprimento de 39,90 m.

A estação EBV-2 apresenta capacidade de recalque de 28 m<sup>3</sup>/s, captados da cota 361,00 m para a cota 401,10 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 40 m. A estação tem 14,80 MW de potência total e será munida de quatro conjuntos motobombas quando completa.

Na primeira etapa encontram-se instalados dois conjuntos motobombas com as seguintes características:

- Tipo: Semiaxial com duplo mancal, instalação vertical em poço úmido;
- Fabricação: Sulzer, modelo Bkn 4000-1470-1s/030;
- Motor síncrono 3.700 KvA (WEG); 6,9Kv, 60Hz com acoplamento flexível;



- Vazão individual de 7,00 m<sup>3</sup>/s (01 bomba) e total de 14,00 m<sup>3</sup>/s (02 bombas).

A tubulação de recalque, diâmetro, material e seus acessórios são idênticos à EBV-1, com extensão de 107,00 m.

O poço de sucção apresenta largura de 5,16 m, comprimento de 12,90 m, altura de 12,40 m e volume de 782,00 m<sup>3</sup>. A manutenção do poço utiliza bomba submersa e comporta ensecadeira.

A bomba submersa apresenta vazão de 50 l/s, altura manométrica de 13,00 m, tempo de esgotamento de 4,0 horas.

Estação de Bombeamento (EBV-3): A arquitetura, arranjo, quantidade e disposição de equipamentos eletromecânicos segue o mesmo padrão da elevatória EBV-2. A casa de bombas possui largura de 12,70 m, comprimento de 33,70 m e altura de 20,00 m.

O edifício de apoio apresenta 12,70 m de largura, 12,50 m de altura e comprimento de 39,90 m.

A estação EBV-3 apresenta capacidade máxima de recalque de 28,00 m<sup>3</sup>/s, captados da cota 399,60 m para a cota 459,50 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 60,00 m. A estação tem 22,00 MW de potência total e será munida de quatro conjuntos motobombas no final do plano.

Na primeira etapa foram instalados dois conjuntos motobombas com as seguintes características:

- Tipo: Semiaxial com duplo mancal, instalação vertical em poço úmido;
- Fabricação: KSB modelo 2 N15-110/2;
- Motor síncrono 5.500 KvA (WEG); 6,9Kv, 60Hz com acoplamento flexível;
- Vazão individual de 7,00 m<sup>3</sup>/s (01 bomba) e total de 14,00 m<sup>3</sup>/s (02 bombas).

O poço de sucção apresenta as mesmas dimensões: largura de 5,16 m, comprimento de 12,90 m, altura de 12,40 m e volume útil de 425,00 m<sup>3</sup>. A manutenção do poço utiliza bomba submersa e comporta ensecadeira.

A tubulação de recalque, diâmetro, material e seus acessórios são idênticos à EBV-1, com extensão de 167,00 m.

Estação de Bombeamento (EBV-4): A arquitetura, arranjo, quantidade e disposição de equipamentos eletromecânicos segue o mesmo padrão das demais elevatórias citadas. A casa de bombas possui largura de 12,70 m, comprimento de 33,70 m e altura de 20,00 m. O edifício de apoio apresenta 12,70 m de largura, 12,50 m de altura e comprimento de 39,90 m.



A estação EBV-4 apresenta capacidade máxima de recalque de 28,00 m<sup>3</sup>/s, captados da cota 454,00 m para a cota 510,00 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 56,00 m. A estação tem 21,2 MW de potência total e será munida de quatro conjuntos motobombas no final do plano.

Na primeira etapa foram instalados dois conjuntos motobombas com as seguintes características:

- Tipo: Semiaxial com duplo mancal, instalação vertical em poço úmido;
- Fabricação: KSB modelo 2 N15-110/2;
- Motor síncrono 5.300 KvA (WEG); 6,9Kv, 60Hz com acoplamento flexível;
- Vazão individual de 7,00 m<sup>3</sup>/s (01 bomba) e total de 14,00 m<sup>3</sup>/s (02 bombas).

O poço de sucção apresenta as mesmas dimensões largura de 5,16 m, comprimento de 12,90 m, altura de 12,40 m e volume útil de 425,00 m<sup>3</sup>. A manutenção do poço utiliza de bomba submersa e comporta ensecadeira.

A tubulação de recalque, diâmetro, material e seus acessórios são idênticos à EBV-1, com extensão de 153,00 m.

Canais: As características básicas dos canais implantados são:

- Formato trapezoidal com largura de base 4,00 m; taludes de 1 V:1,5H; lâmina de água de 3,2 1m; bordo livre 0,50 m em relação ao N. A. normal e 0,30 m em relação ao N. A. Máximo Maximorum. Exceção ocorre no canal 2214 que apresenta base de 5,28 m, altura total mínima de 5,35 m e taludes 1 V:1,38 H;
- Impermeabilizado com geomembrana de polipropileno de alta densidade (PEAD), com 1,00 mm de espessura, ou geomembrana de PVC de 1,00 mm, recoberta com placas de concreto simples com fibra sintética de polipropileno ou náilon, cuja finalidade é a de reduzir os fissuramentos nas placas. As espessuras das placas de revestimento dos canais são de 7,00 cm no fundo e 5,00 cm nas laterais (taludes). Exceção ocorre em um trecho (canal 2214) que apresenta emprego de concreto poroso no revestimento da seção hidráulica, sendo a drenagem interna eliminada neste segmento;
- Bermas de 3,50 m de largura nos trechos em corte onde não estão previstas muretas, 4,00 m nos trechos em corte com muretas e 4,00 m nos trechos em aterro;
- Os taludes externos dos canais são protegidos por enrocamento fino sobre transição graduada;
- Juntas transversais secas formadas pelo método construtivo de placas alternadas a cada 3,00 m estão previstas. Junta de dilatação com abertura de 0,02 m; a cada 30,00 m será instalada uma. Estas juntas absorverão a expansão do concreto devido ao aumento de temperatura;
- Sistema de drenagem é compreendido de drenos laterais tipo “fingers” compostos de areia com 0,10 m de espessura e 0,50 m de largura situados a cada 4,00 m; camada de areia ou de pedrisco de regularização do fundo do canal e tubos de concreto perfurado, desenvolvendo-se ao longo do

eixo em vala forrada com geotêxtil e envelopado com brita. Em determinados pontos nas transições de corte/aterro, se faz a derivação para caixas de medição de vazão em vertedor de perfil triangular.

As figuras 2.4.22. a 2.4.24. a seguir, ilustram as diversas situações de implantação dos canais.

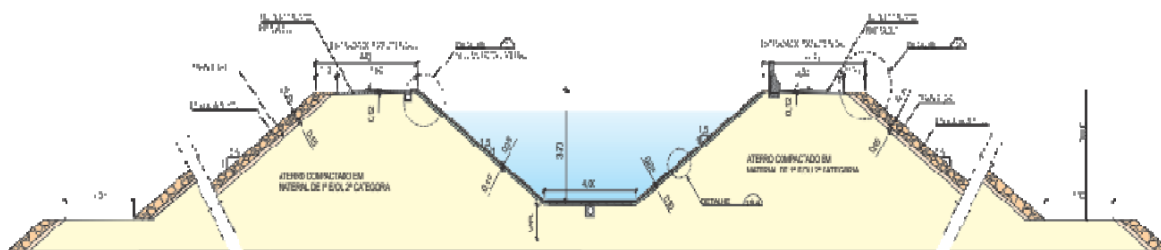


Figura 2.4.22. Canal em aterro revestido em concreto

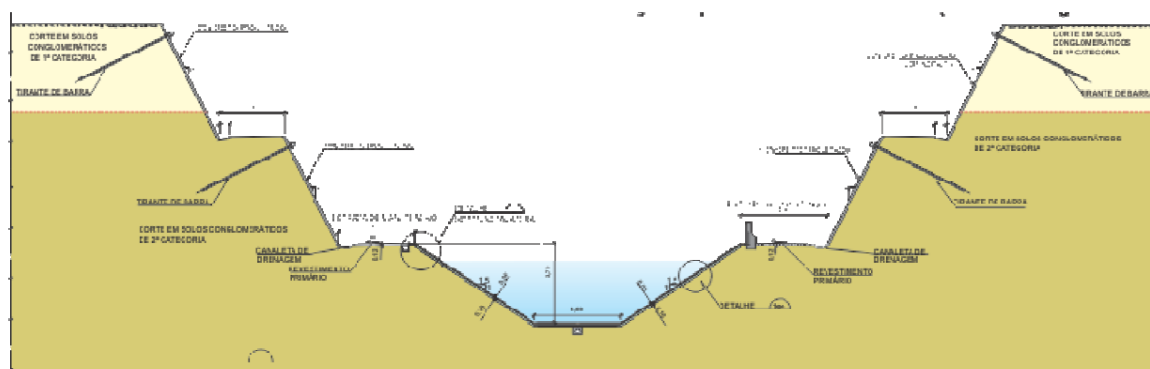


Figura 2.4.23. Canal em corte sobre rocha ou em solo

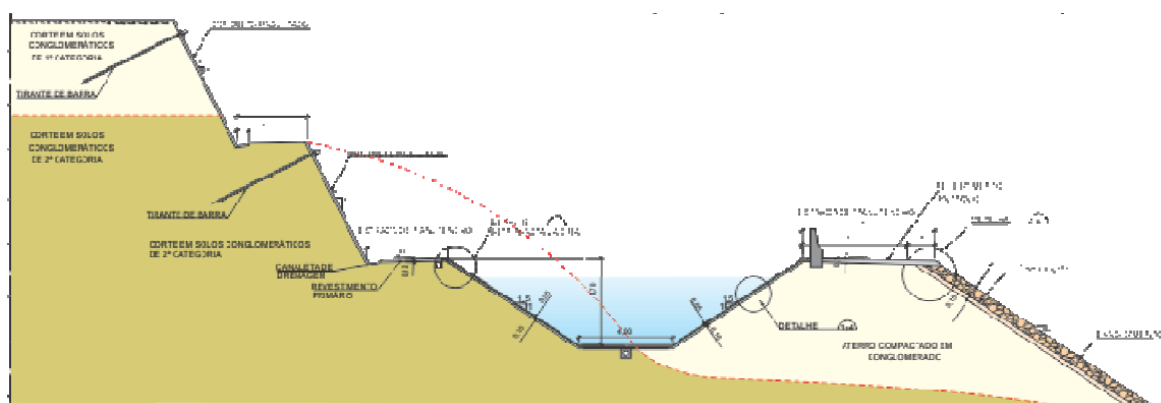


Figura 2.4.24. Canal em corte e aterro

Com extensão total de 93.671,00 m, apresenta-se a seguir as características dos canais adutores revestido em concreto:

- Segmento 2205: Localizado entre o final do *Forebay* de Jusante da Estação de Bombeamento EBV-1 e o início do deságue no Reservatório da Barragem Areias. Extensão total deste segmento de canal: 6.678,00 metros;
- Segmento 2206: Localizado entre o final da Estrutura de Controle do Reservatório Areias (estaca 788,00 + 15,31) e o início do *Forebay* de Montante da Estação de Bombeamento EBV-2; Extensão: 1.371,96 metros;
- Segmento 2207: Localizado entre o final do *Forebay* de jusante da Estação de Bombeamento EBV-2 e deságue no Reservatório da Barragem Braúnas. Extensão: 2.038,11 metros;
- Segmento 2208: Localizado entre o final da Estrutura de Controle da barragem Braúnas e o final do canal revestido/início do deságue no reservatório da Barragem Mandantes. Extensão: 11.249,91 metros;
- Segmento 2209: Localizado entre a tomada do canal no reservatório da barragem Mandantes e o início do *Forebay* de Montante da Estação de Bombeamento EBV-3. Extensão: 1.213,65 metros;
- Segmento 2210: Localizado entre o final do *Forebay* de Jusante da Estação de Bombeamento EBV-3 e o final do canal revestido/início do deságue no reservatório da Barragem Salgueiro. Extensão: 1.374,06 metros;
- Segmento 2211: Localizado entre o fim da estrutura de controle de Salgueiro e o final do canal revestido/início do deságue no reservatório da Barragem de Muquém. Extensão: 30.322,00 metros;
- Segmento 2212: Localizado entre o final da Estrutura de Controle de Muquém, e início da transição para o Aqueduto Jacaré. Extensão: 9.933,29 metros;
- Segmento 2213: Localizado entre o final da transição de saída do Aqueduto Jacaré e o final do canal revestido/início do deságue no reservatório Cacimba Nova. Extensão: 10.624,76 metros;
- Segmento 2214: Localizado entre o início do canal revestido de tomada no reservatório de Cacimba Nova e o início do *Forebay* de Montante da EBV-4. Extensão: 864,98 metros;
- Segmento 2215: Localizado entre o final do *Forebay* de Jusante da EBV-4 e o final do canal revestido/início do deságue no reservatório de Bagres. Extensão: 5.243,32 metros;
- Segmento 2216: Localizado entre o final da estrutura de controle de Bagres e o início da transição de entrada para o aqueduto Caetitu. Extensão: 10.485,03 metros;
- Segmento 2217: Localizado entre o final da transição de saída do aqueduto Caetitu e o final do canal revestido/início do deságue no reservatório de Copiti. Extensão: 2.203,89 metros.

O sistema de macrodrenagem dos segmentos de canal são constituídos de drenagem lateral (valetas e drenos), transversal (bueiros e *overchute*) e drenagem dos taludes dos cortes.

As canaletas e sarjetas apresentam características variáveis e os bueiros são de unidades simples, dupla e alguns casos tripla e altura elevada para a passagem de animais. O quadro 2.4.13, apresenta a extensão de drenagem por canal.

Quadro 2.4.13. Extensão de drenagem lateral em canais

Lote de Obra	Segmento de Canal		Extensão (m)
9	2705	EBV-1 - Reservatório Areias	6.328,48
	2706	Reservatório Areias - EBV-2	3.225,71
	2707	EBV-2 - Reservatório Braúnas	3.542,99
	2708	Reservatório Braúnas - Reservatório Mandantes	13.529,32
	2709	Reservatório Mandantes - EBV-3	1.575,27
	2710	EBV-3 - Reservatório Salgueiro	969,37
	2711	Reservatório Salgueiro - Reservatório Muquém	32.747,40
<b>Total do Lote 9</b>			<b>61.918,54</b>
10	2712	Reservatório Muquém - Aqueduto Jacaré	9.785,91
	2713	Aqueduto Jacaré - Reservatório Cacimba Nova	13.730,30
	2714	Reservatório Cacimba Nova - EBV-4	1.158,29
	2715	EBV-4 - Reservatório Bagres	6.057,28
	2716	Reservatório Bagres - Aqueduto Caetitu	10.660,39
	2717	Aqueduto Caetitu - Reservatório Copiti	3.598,08
<b>Total do Lote 10</b>			<b>44.990,25</b>
<b>Total Geral</b>			<b>106.908,79</b>

Neste trecho foram implantados 92 bueiros com dimensões médias de 2,00 x 2,00 m e 1,50 x 1,50 m; 2.012,00 m de drenos de talude nos canais; 42.343,00 m de drenos nas bermas; e 111.323,00 m de drenagem externa lateral nas estradas de serviço.

O trecho apresenta 13 pontes com dimensões em planta de 40,40 x 9,40 m, nove passarelas e 115.980,00 m de estradas de serviço, operação e manutenção e acesso às unidades de bombeamento e estruturas de controle.

**Reservatórios:** Em todas as barragens foram edificadas tomadas d'água de fundo para o suprimento aos usos difusos de água e garantir a eventual necessidade de rebaixamento do nível d'água dos reservatórios e dos canais.

As estruturas e equipamentos das tomadas d'água seguem o mesmo padrão já citado. A tubulação de saída possui envelopamento de forma a possibilitar eventuais necessidades de reparos nas tubulações no caso de ocorrência de recalques nos maciços das barragens.

Os reservatórios apresentam maciço homogêneo de solo compactado e núcleo argiloso e espaldares em material conglomerático. Possuem sistema drenante

horizontal e vertical, constando de instrumentação para avaliação de sua estanqueidade e deformação.

Os taludes de jusante e de montante são protegidos contra processos erosivos por “*riprap*” assentado sobre transição graduada de areia e brita.

O sistema de drenagem interna da barragem é formado por filtros verticais e tapete drenante horizontal que termina em simples drenos de pé de enrocamento compactado. A figura 2.4.25, ilustra o aspecto dos barramentos e tomada d’água em situação mais frequente.

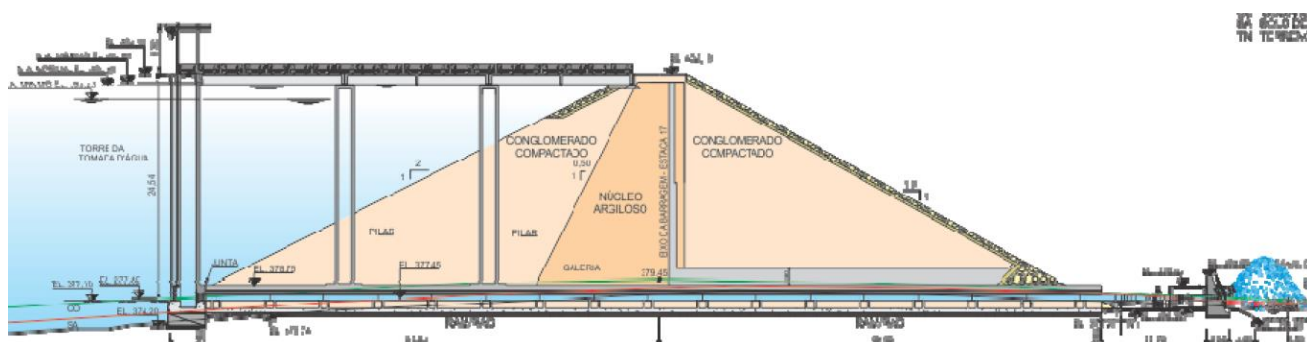


Figura 2.4.25. Barragens e tomadas d’água

**Reservatório Braúnas:** A barragem Braúnas é o segundo barramento do Eixo Leste no sentido montante - jusante do sistema adutor. Esta situada entre a estação elevatória EBV-2 e a barragem Mandantes. Nos quadros 2.4.14. a 2.4.16. estão apresentadas as principais características dessa barragem.

Quadro 2.4.14. Características da barragem

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	400,88
Área da bacia de drenagem	km <sup>2</sup>	4,60
Área do reservatório no N.A normal	km <sup>2</sup>	1,13
Acumulação do reservatório no N.A normal	m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>	14,20
Comprimento máximo do reservatório	km	1,85
Largura máxima do reservatório	km	1,05
Profundidade máxima do reservatório	m	32,84

Quadro 2.4.15. Características do maciço

Tipo	gravidade
Seção	zoneada (conglomerado / núcleo argiloso)
Localização no eixo barrável	Est 0+19,00m a Est 35+10,00m
Comprimento da crista	691,00m
Cota do coroamento	402,10m
Altura máxima	37,10m

Quadro 2.4.16. Características da tomada d'água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto armado
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 17 + 0,00m
Altura da torre:	26,36m
Comprimento da passarela:	48,04m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	99,52m
Extensão total da tomada d'água:	118,68m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 103,12m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de deságue:	DN 500 / 2 x 7,21m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Válvula dispersora:	1 x DN 500 / 1m³/s
Vazão total de projeto:	2 m³/s

A instrumentação é composta por 08 medidores de recalque telescópico para medição da deformação do maciço, 16 piezômetros tipo Casagrande e 06 marcos.

A barragem dispõe também, de estrutura de controle de nível d'água a montante do canal de saída.

**Reservatório Mandantes:** A barragem Mandantes está situada entre a estação elevatória EBV-3 e a barragem Braúnas e possui conglomerado com núcleo argiloso. Nos quadros 2.4.17. a 2.4.19. estão apresentadas as principais características dessa barragem.

Quadro 2.4.17. Características da barragem

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A. normal	m	399,69
Área da bacia de drenagem	km²	23,60
Área do reservatório no N.A. normal	km²	0,95
Acumulação do reservatório no N.A. normal	m³ x 10 <sup>6</sup>	4,12
Comprimento máximo do reservatório	km	2,00
Largura máxima do reservatório	km	7,50
Profundidade máxima do reservatório	m	21,40



Quadro 2.4.18. Características do maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea de terra (conglomerado)
Localização no eixo barrável	Est 2+9,08m a Est 79+19,46m
Comprimento da crista	1550,38m
Cota do coroamento	401,50m
Altura máxima	21,40m

Quadro 2.4.19. Características da tomada d'água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto armado
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 58 +0,00m
Altura da torre:	11,05m
Comprimento da passarela:	16,70m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	44,34m
Extensão total da tomada d'água:	68,98m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 53,18m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de saída	DN 500 / 2 x 7,42m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Válvula dispersora:	1 x DN 500 / 1m³/s
Vazão total de projeto:	2 m³/s

A instrumentação é composta por 04 medidores de recalque telescópico para medição da deformação do maciço, 07 piezômetros tipo Casagrande e 19 marcos.

A barragem dispõe também, de estrutura de controle de nível d'água a montante do canal de saída.

Reservatório Salgueiro: A barragem Salgueiro está situada entre a barragem Braúnas e a EBV-3, e possui seção zoneada, conglomerado com núcleo argiloso e materiais de alteração de rocha. Nos quadros 2.4.20. a 2.4.22. estão apresentadas as principais características dessa barragem.

Quadro 2.4.20. Características da barragem

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	459,43
Área da bacia de drenagem	km <sup>2</sup>	6,60
Área do reservatório no N.A normal	km <sup>2</sup>	1,00
Acumulação do reservatório no N.A normal	m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>	4,49
Comprimento máximo do reservatório	km	1,60
Largura máxima do reservatório	km	0,92
Profundidade máxima do reservatório	m	20,70

Quadro 2.4.21. Características do maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea
Localização no eixo barrável	0P a 2E+10,25m
Comprimento da crista	1853,81m
Cota do coroamento	460,60m
Altura máxima	20,70m

Quadro 2.4.22. Características da tomada d'água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 64+0,00m
Altura da torre:	12,66m
Comprimento da passarela:	20,00m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	44,06m
Extensão total da tomada d'água:	65,00m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 49,50m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de saída	DN 500 / 2 x 7,13m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Válvula dispersora:	1 x DN 500 / 1m <sup>3</sup> /s
Vazão total de projeto:	2 m <sup>3</sup> /s

A instrumentação é composta por 09 medidores de recalque telescópico para medição da deformação do maciço, 18 piezômetros tipo Casagrande e 06 marcos.

A barragem dispõe também, de estrutura de controle de nível d'água a montante do canal de saída.

**Reservatório Muquém:** A barragem Muquém está situada entre a barragem Salgueiro e o aqueduto Jacaré. Possui seção zoneada conglomerado com núcleo argiloso e materiais de alteração de rocha. Apresenta também uma porção de barramento em concreto compactado a rolo-CCR com extensão de 200,00 m. Nos quadros 2.4.23. a 2.4.25. estão apresentadas as principais características dessa barragem.

Quadro 2.4.23. Características da barragem

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	456,38
Área da bacia de drenagem	km <sup>2</sup>	63,90
Área do reservatório no N.A normal	km <sup>2</sup>	0,76
Acumulação do reservatório no N.Am	m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>	3,18
Comprimento Máximo do reservatório	km	1,60
Largura máxima do reservatório	km	1,25
Profundidade máxima do reservatório	m	13,3

Quadro 2.4.24. Características do maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea (argiloso)
Localização no eixo barrável	Est 0 a 22 e Est 36 a 74+16m
Comprimento da crista	1399,00m
Cota do coroamento	458,28m
Altura máxima	19,29m

Quadro 2.4.25. Características da tomada d'água

Tipo de tomada d'água:	derivação
Tipo de estrutura:	Galeria afogada em concreto armado
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 33+10,00m
Altura até a crista:	12,78m
Comprimento da galeria:	13,91
Extensão total da tomada d'água:	44,92
Tubulação inserida na galeria:	DN 1800 / 30,95m
Tubulação da estrutura de saída:	DN 900 / 2 x 2,75m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 900
Válvula dispersora:	2 x DN 900 / 5m <sup>3</sup> /s
Vazão total de projeto:	10 m <sup>3</sup> /s

A instrumentação é composta por 09 medidores de recalque telescópico para medição da deformação do maciço, 14 piezômetros tipo Casagrande e 07 marcos.

A barragem dispõe também, de estrutura de controle de nível d'água a montante do canal de saída.

**Reservatório Cacimba Nova:** A barragem Cacimba Nova está situada entre o aqueduto Jacaré e a EBV-4. Possui seção homogênea de solo argiloso proveniente de área de empréstimo situada na bacia hidráulica, sem filtro vertical e horizontal. A drenagem do aterro nesta concepção é feita por drenos de pé, em enrocamento compactado acompanhado das devidas transições. Foi prevista, ainda, proteção de enrocamento (*rip-rap*) a montante e a jusante. Nos quadros 2.4.26. a 2.4.28. estão apresentadas as principais características dessa barragem.

**Quadro 2.4.26. Características da barragem**

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	454,18
Área da bacia de drenagem	km <sup>2</sup>	22,10
Área do reservatório no N.A normal	km <sup>2</sup>	0,90
Acumulação do Reservatório no N.A normal	m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>	2,77
Comprimento máximo do reservatório	km	0,54
Largura máxima do reservatório	km	3,90
Profundidade máxima do reservatório	m	13,91

**Quadro 2.4.27. Características do maciço**

Tipo	gravidade
Seção	homogênea
Localização no eixo barrável	Est 0+5,43n a Est 0P+8,74m
Comprimento da crista	3966,41m
Cota do coroamento	456,40m
Altura máxima	13,91m

**Quadro 2.4.28. Características da tomada d'água**

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto
Localização em relação ao eixo da	Estaca 194 + 0,00m
Altura da torre:	8,66m
Comprimento da passarela:	12,70m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	35,29m
Extensão total da tomada d'água:	56,74m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 41,27m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de	DN 500 / 2 x 7,13m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Válvula dispersora:	1 x DN 500 / 1m <sup>3</sup> /s
Vazão total de projeto:	2 m <sup>3</sup> /s

A instrumentação é composta por 08 medidores de recalque telescópico para medição da deformação do maciço, 16 piezômetros tipo Casagrande e 09 marcos.

Não dispõem de estrutura de controle de nível d'água, sendo este realizado pelo forebay de montante da estação de bombeamento EBV- 4.

**Reservatório Bagres:** A barragem Bagres está situada entre a EBV-4 e o aqueduto Caetitu. Possui maciço e o sistema de drenagem interna é composto de um filtro vertical, um tapete horizontal e um dreno de pé. Uma caixa medidora de vazão do sistema interno de drenagem foi prevista com a finalidade de monitoramento da drenagem.

Os taludes de montante e jusante, ambos com inclinação do talude de 1,0V:2,0H, são protegidos com enrocamento tipo "rip-rap". Nos quadros 2.4.29. a 2.4.31. estão apresentadas as principais características dessa barragem.

A instrumentação é composta por 03 medidores de recalque telescópico para medição da deformação do maciço, 8 piezômetros tipo Casagrande e 03 marcos

A barragem dispõe também, de estrutura de controle de nível d'água a montante do canal de saída.

Quadro 2.4.29. Características da barragem

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	509,49
Área da bacia de drenagem	km <sup>2</sup>	2,25
Área do reservatório no N.A normal	km <sup>2</sup>	0,77
Acumulação do reservatório no N.A normal	m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>	2,36
Comprimento máximo do reservatório	km	1,60
Largura máxima do reservatório	km	0,92
Profundidade máxima do reservatório	m	13,20

Quadro 2.4.30. Características do maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea de terra (argilosa)
Localização no eixo barrável	Est 2D+15,00m a Est 5P+7,49m
Comprimento da crista	827,04m
Cota do coroamento	510,70m
Altura máxima	14,25m

Quadro 2.4.31. Características da tomada d'água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto
Localização em relação ao eixo da	Estaca 7 + 0,00m
Altura da torre:	7,96m
Comprimento da passarela:	11,7
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	32,29
Extensão total da tomada d'água:	51,44m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 35,95m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de saída:	DN 500 / 2 x 7,13m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Válvula dispersora:	1 x DN 500 / 1m³/s
Vazão total de projeto:	2 m³/s

**Reservatório Copiti:** A barragem Copiti está situada entre o aqueduto Caetitu e o aqueduto Branco. Possui maciço e o sistema de drenagem interna é composto de um filtro vertical, um tapete horizontal e um dreno de pé. Uma caixa medidora de vazão do sistema interno de drenagem foi instalada com a finalidade de monitoramento da drenagem.

Os taludes de montante e jusante, ambos com inclinação do talude de 1 V:2,0H, são protegidos com enrocamento tipo “rip-rap”. Nos quadros 2.4.32. a 2.4.34. estão apresentadas as principais características dessa barragem.

Quadro 2.4.32. Características da barragem

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	508,06
Área da bacia de drenagem	km²	9,50
Área do reservatório no N.A normal	km²	1,50
Acumulação do reservatório no N.A normal	m³ x 10 <sup>6</sup>	6,32
Comprimento máximo do reservatório	km	2,05
Largura máxima do reservatório	km	1,84
Profundidade máxima do reservatório	m	17,24



Quadro 2.4.33. Características do maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea de terra (argilosa)
Localização no eixo barrável	Est 1D+13,40m a Est 3E+2,78m
Comprimento da crista	2014,20m
Cota do coroamento	509,70m
Altura máxima	17,24m

Quadro 2.4.34. Características da tomada d'água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto armado
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 53 + 0,00m
Altura da torre:	11,95m
Comprimento da passarela:	16,39m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	46,56m
Extensão total da tomada d'água:	84,12m
Tubulação inserida na galeria:	DN 2400 / 68,86m
Bifurcação:	DN 2400/1200 / 3,91m
Tubulação da estrutura de saída:	DN 1200 / 2 x 3,65m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 1200
Válvula dispersora:	2 x DN 1200 / 9m³/s
Vazão total de projeto:	18 m³/s

A instrumentação é composta por 03 medidores de recalque telescópico para medição da deformação do maciço, 11 piezômetros tipo Casagrande e 04 marcos

A barragem dispõe também, de estrutura de controle de nível d'água a montante do canal de saída.

Aquedutos: Os três aquedutos têm declividade de 0,0004 m/m e capacidade de condução de 28,00 m³/s, sendo edificadas em estrutura de concreto armado.

O aqueduto da BR-316, ao receber as águas do forebay de jusante da EBV-1, situa-se logo no início do desenvolvimento do Eixo Leste do PISF, possibilitando a passagem da vazão de projeto sobre a rodovia federal.

Os aquedutos Jacaré e Caetitu foram implantados com a finalidade de travessia dos rios de mesmos nomes. O quadro 2.4.35. apresenta as principais características destas estruturas.

Quadro 2.4.35. Características dos aquedutos

Aqueduto	WBS	Lote de Obra	Localização		Extensão (m)	Dimensões da Superestrutura		Tipo de Estrutura
			Estaca Inicial	Estaca Final		Base (m)	Altura (m)	
Sobre a BR-316	2304	09	317+14,70	324+19,98	145,28	4,25	4,16	Moldado "in loco"
Jacaré	2305	10	4028+5,40	4036+8,88	163,48	4,20	5,17	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
Caetitu	2306	10	5743+6,52	5751+10,00	163,48	4,20	5,17	Moldado "in loco" / Pré-Moldada

**Tomadas D'água em Canais:** As tomadas d'água de uso difuso são estruturas flutuantes assentadas sobre os espelhos d'água dos reservatórios e canais, projetadas para atendimento às demandas de consumo humano e suprimento de água às pequenas áreas irrigadas existentes ao longo do desenvolvimento do sistema adutor.

As tomadas d'água são instaladas após a conclusão definitiva das obras e a entrada em operação do sistema adutor. As localidades a serem atendidas com oferta de água para consumo humano e suas respectivas demandas, foram levantadas pelo DNOCS. As manchas de terra para irrigação e suas demandas ainda não foram identificadas e levantadas pelo Ministério.

As tomadas d'água foram projetadas com captação no canal através de bomba centrífuga montada em base flutuante e ancorada nos dois lados do canal por cabos de aço com comprimentos que permitem o movimento vertical do conjunto nas variações de nível do canal.

A localidades a serem abastecidas são: Papagaio – Floresta (PE), Lagoinha e Roça Velha – Floresta (PE), Caraíbas – Floresta (PE), Tabuleiro dos Porcos – Floresta (PE), Volta, Serra Branca e Cacimbinha – Betânia (PE), Cachoeirinha e Pau Ferro – Betânia (PE), Riacho do Mel – Custódia (PE), Caiçara, Salgado e Samambaia – Custódia (PE) e Fazenda Nova e Cacimbinha de Baixo.

A figura 2.4.26. ilustra a concepção geral das tomadas de uso difuso em canais:

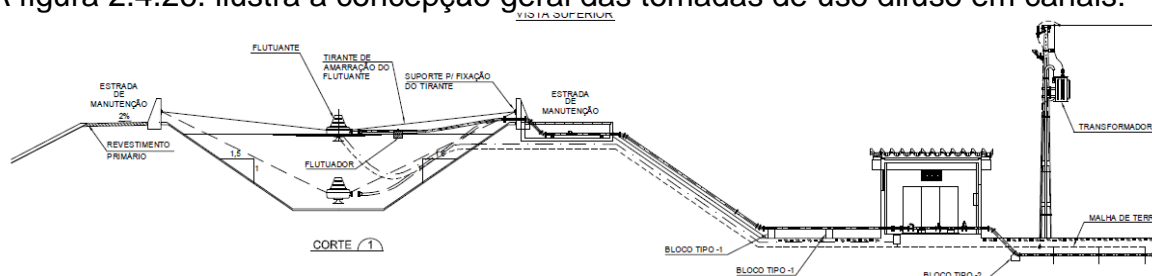


Figura 2.4.26. Tomada d'água em canais

#### 2.4.2.2. Trecho II

Este trecho compreende as obras a partir do Eixo I; da estrutura de controle do reservatório Copitiatéa adutora Monteiro, que abastece o reservatório Poções, existente no interior do Estado da Paraíba.

Ao longo deste trecho, a obra apresenta as seguintes estruturas:

- 70 Km de canal adutor;
- 02 aquedutos (Branco e Barreiros);
- 04 Reservatórios: Moxotó; Barreiro, Campos e Barro Branco;
- 10 Tomadas d'água de uso difuso posicionadas nas bermas dos canais;
- 02 Estações de Bombeamento: EBV-5 e EBV- 6;
- 01 Galeria em concreto armado com 4,00 km de extensão;
- 01 Túnel Monteiro com 3,08 Km de extensão.

Canais: Os canais adutores neste trecho apresentam-se com muitas situações em corte e algumas extensões com elevadas profundidades. Apresentam extensão total de 43,381km e 10 segmentos intercalados por reservatórios, aquedutos, 01 túnel e 02 estações de bombeamento, descritos a seguir:

- Reservatório Copiti - Aqueduto Branco:  
Com seção transversal trapezoidal, taludes internos com inclinação 1 V:1,5 H, largura de base com 3,00 m, altura da lâmina d'água de 2,81 m e bordo livre de 0,50 m; Este canal contém revestimento em geomembrana e cobertura de concreto armado com 5,00 cm nos taludes e 7,00 cm na base; Apresenta seções em corte, aterro e seção mista, com 28.380 m de extensão, cinco pontes, quatro passarelas. A drenagem externa é composta por 21 bueiros e 10 *overchutes* e 39,9 km de canais, canaletas e sarjetas de características variáveis.
- Aqueduto Branco – Aqueduto Barreiro: Apresenta seção e revestimento semelhantes ao trecho anterior, com extensão de 3.020,00 m, constando um bueiro simples e 1,35 km de canais de drenagem externa.
- Aqueduto Barreiro – Reservatório Moxotó: Com revestimento em geomembrana e placas de concreto e seções mistas, este trecho apresenta extensão de 6.390,00 m, 02 pontes, sendo uma sob a BR-232 e 01 vicinal, e 02 passarelas. A drenagem externa tem 05 bueiros e 3,73 km de canaletas.
- Reservatório Moxotó – Estação de bombeamento EBV-5: Este trecho apresenta-se quase totalmente em corte e drenagem interna restrita, utilizando-se em algumas extensões concreto poroso; Apresenta 3.090,00 m de extensão, 01 ponte vicinal e drenagem externa com 4,04 km de canais e canaletas.
- Estação de bombeamento EBV-5 – Reservatório Barreiro: Apresenta-se todo em corte com revestimento em geomembrana e placas de concreto. Sua extensão é de 2.501,00 m e possui 04 bueiros e 2,4 km de drenagem externa.
- Reservatório Barreiro-Estação de bombeamento EBV6: Este trecho foi construído totalmente em corte, confinado e com revestimento em

concreto poroso para a drenagem interna. Tem extensão de 1.667,00 m, 01 ponte sob a rodovia estadual PE-280, e drenagem externa composta de 03 *overchutes* e 2,65 km de drenos em canaletas.

- Estação de bombeamento EBV-6–Reservatório Campos: Apresenta-se com seções mistas, revestimento em geomembrana e placas de concreto. Sua extensão é de 5.943,00 m e apresenta 01 ponte vicinal, e drenagem externa com 04 bueiros simples e 3,65 km de canaletas e sarjetas.
- Reservatório Campos – Reservatório Barro Branco: Apresenta-se com seções mistas e revestimento em geomembrana e placas de concreto. Sua extensão é de 5.020,00 m e apresenta 01 ponte vicinal e 02 passarelas. A drenagem é composta por 07 bueiros, 01 *overchute* e 5,83 km de canaletas.
- Reservatório Barro Branco – Túnel Monteiro: Apresenta-se com seções mistas, revestimento em geomembrana e placas de concreto. Sua extensão é de 9.720,00 m e apresenta 02 pontes, sendo 01 vicinal e a outra sob a rodovia PE- 265 e 2 passarelas. A drenagem externa é composta por 11 bueiros, 07 *overchutes* e 11,89 km de drenos.
- Túnel Monteiro – Adutora Monteiro: Apresenta-se totalmente em corte com elevadas profundidades, acima de 20,00 m. Utiliza-se de concreto poroso com espessura de 10,00 cm em seu revestimento e ausência de drenagem interna; O trecho inicial do canal, em uma extensão de 4 km, foi substituído por uma galeria de concreto armado com dimensões de 4,00 x 4,00 m. Tem extensão de 8.240,00 m e drenagem externa composta de 4,39 km de drenos.

O quadro 2.4.36 apresenta de forma sucinta a relação das estruturas componentes deste trecho da transposição do eixo leste.

Quadro 2.4.36. Estruturas existentes no trecho do Reservatório Capoti ao Reservatório Poções (Parte 1 de 5)

Obra/Tipo	WBS	Localização		Dimensões (m)	Vazão (m³/s)	Extensão (m)
		Estaca	km+m			
Segmento de Canal 2218						
Estrutura de Controle do Reservatório Copiti	2260	E5970	0+000	-	-	53,12
Ponte Estrada Vicinal	2519	E6000+10	0+610	-	-	35,00
Overchute OTCC		E6034	1+280	2,0 x 1,5	17,703	22,00
Bueiro BSTC		E6080+10	2+210	Ø 1,50	4,689	45,00
Bueiro BTCC		E6146+19	3+539	2,0 x 2,0	21,429	66,22
Bueiro BSCC		E6175+03	4+103	1,5 x 1,5	1,162	55,27
Bueiro BTCC		E6204+13	4+693	2,5 x 2,5	41,02	107,19
Overchute ODCC		E6240	5+400	1,5 x 1,3	4,068	22,00
Overchute ODCC		E6343+2	7+462	1,5 x 1,3	6,954	22,00
Overchute OSCC		E6369+10	7+990	1,5 x 1,3	3,085	22,00
Bueiro BDTC		E6432+02	9+242	Ø 1,50	9,762	38,00
Ponte Estrada Vicinal	2520	E6453	9+660	-	-	38,00
Bueiro BDCC		E6470	10+000	2,0 x 2,0	19,472	46,02
Passarela p/ Pedestres	2570	E6567	11+940	-	-	19,73
Bueiro BTCC		E6585	12+300	2,5 x 2,5	43,664	90,22
Overchute OSCC		E6621+3	13+023	1,5 x 1,0	2,637	22,00
Ponte Estrada Vicinal	2521	E6677	14+140	-	-	26,00
Bueiro BTCC		E6722+07	15+047	3,0 x 3,0	119,15	109,71

**Quadro 2.4.36. Estruturas existentes no trecho do Reservatório Capoti ao Reservatório Poções (Parte 2 de 5)**

Obra/Tipo	WBS	Localização		Dimensões (m)	Vazão (m³/s)	Extensão (m)
		Estaca	km+m			
Bueiro BTCC		E6723+09	15+069	2,0 x 2,0	47,36	112,57
Passarela p/ Pedestres	2571	E6740+10	15+410	-	-	19,73
Bueiro BTCC		E6785+13	16+313	1,5 x 1,5	9,43	57,70
Bueiro BSTC		E6836+16	17+336	Ø 1,50	2,238	70,00
Ponte Estrada Vicinal	2522	E6854	17+680	-	-	24,00
Bueiro BTCC		E6868+05	17+965	3,0 x 3,0	84,85	58,03
Bueiro BTCC		E6869+05	17+985	3,0 x 3,0	84,85	58,06
Bueiro BSTC		E6891+02	18+422	Ø 1,50	4,482	45,00
Overchute ODCC		E6925+5	19+105	1,5 x 1,3	5,669	22,00
Overchute OSCC		E6958	19+760	1,5 x 1,0	1,271	36,00
Overchute OSCC		E6985+4	20+304	1,5 x 1,0	2,089	22,00
Bueiro BTCC		E7018+13	20+973	2,0 x 2,0	31,28	68,13
Passarela p/ Pedestres	2564	E7040	21+400	-	-	19,73
Bueiro BTTC		E7049+15	21+595	Ø 1,50	12,851	55,00
Overchute OSCC		E7115+2	22+902	1,5 x 1,0	2,561	41,20
Overchute OTCC		E7133+10	23+270	2,0 x 1,7	15,976	23,80
Bueiro BDTC		E7176+15	24+135	Ø 1,50	4,54	45,00
Bueiro BDTC		E7202+07	24+647	Ø 1,50	8,247	67,00
Passarela p/ Pedestres	2565	E7204+10	24+690	-	-	19,73
Bueiro BDTC		E7253+16	25+676	Ø 1,50	7,833	64,00
Bueiro BDTC		E7307+02	26+742	Ø 1,50	5,398	38,00
Bueiro BSTC		E7334+10	27+290	Ø 1,50	3,605	47,00
Ponte Estrada Vicinal	2532	E7360	27+800	-	-	24,00
Transição Canal x Aqueduto Branco		E7389	28+380	-	-	15,00
<b>Segmento de Canal 2219</b>						
Transição Aqueduto Branco x Canal		E7398	0+000	-	-	15,00
Bueiro BSCC		E7483+18	1+718	1,5 x 1,5	2,615	60,85
Transição Canal x Aqueduto Barreiro		E7549	3+020	-	-	20,00
<b>Segmento de Canal 2220</b>						
Transição Aqueduto Barreiro x Canal		E7561	0+000	-	-	20,00
Passarela p/ Pedestres	2572	E7616	1+100	-	-	19,73
Bueiro BSCC		E7667+19	2+139	1,5 x 1,5	1,498	50,70
Ponte na Rodovia BR-232	2523	E7677+18,1	2+338,1	-	-	32,00
Passarela p/ Pedestres	2573	E7752	3+820	-	-	19,73
Bueiro BSTC		E7805+9	4+889	Ø 1,50	1,603	41,00
Bueiro BSTC		E7818+2	5+142	Ø 1,50	2,083	47,00
Ponte Estrada Vicinal	2524	E7834+10	5+470	-	-	27,00
Bueiro BSTC		E7844	5+660	Ø 1,50	1,116	45,00
Bueiro BSTC		E7860+13	5+993	Ø 1,50	1,442	53,00
Estrutura de Deságue no Reservatório Moxotó		E7880+10	6+390	-	-	110,20

**Quadro 2.4.36. Estruturas existentes no trecho do Reservatório Capoti ao Reservatório Poções (Parte 3 de 5)**

Obra/Tipo	WBS	Localização		Dimensões (m)	Vazão (m³/s)	Extensão (m)
		Estaca	km+m			
Segmento de Canal 2221						
Captação no Reservatório Moxotó		E8031	0+000	-	-	72,20
Bueiro BSCC		E8042+18	0+238	1,5 x 1,5	2,322	32,00
Overchute ODCC		E8058+8	0+580	1,5 x 1,3	5,412	22,00
Overchute ODCC		E8105	1+480	1,5 x 1,3	7,271	22,00
Overchute ODCC		E8132	2+020	1,5 x 1,3	7,133	22,00
Ponte Estrada Vicinal	2525	E8174+15	2+875	-	-	34,00
Transição Canal x Forebay de Montante Estação EBV-5		E8185+10	3+090	-	-	40,00
Segmento de Canal 2222						
Transição Forebay de Jusante Estação EBV-5 x Canal		E8209	0+000	-	-	50,50
Bueiro BSCC		E8245+13	0+733	1,5 x 1,5	0,851	74,58
Bueiro BSTC		E8279+10	1+410	Ø 1,50	3,967	55,00
Bueiro BSTC		E8301+5	1+845	Ø 1,50	0,88	45,00
Bueiro BSTC		E8321+17	2+257	Ø 1,50	1,442	45,00
Estrutura de Deságue no Reservatório Barreiro		E8334+1	2+501	-	-	26,60
Segmento de Canal 2223						
Estrutura de Controle do Reservatório Barreiro	2261	E8416	0+000	-	-	53,12
Ponte na Rodovia PE-280	2526	E8437+6,59	0+426,59	-	-	36,00
Overchute OSCC		E8443+8	0+548	1,5 x 1,2	4,036	38,00
Overchute OSCC		E8464	0+960	1,5 x 1,0	2,50	40,00
Overchute OSCC		E8492+10	1+530	1,5 x 1,0	2,50	55,00
Transição Canal x Forebay de Montante Estação EBV-6		E8499+7	1+667	-		40,00
Segmento de Canal 2224						
Transição Forebay de Jusante Estação EBV-6 x Canal		E8541	0+000	-	-	38,70
Bueiro BSCC		E8568+13	0+553	1,5 x 1,5	1,076	78,42
Bueiro BSCC		E8650+15	2+195	1,5 x 1,5	0,897	124,91
Galeria de Passagem		E8660	2+380	3,0 x 3,0	-	58,00
Ponte Estrada Vicinal	2531	E8755	4+280	-	-	26,00
Bueiro BSTC		E8764+2	4+462	Ø 1,50	0,425	71,00
Bueiro BSTC		E8782	4+820	Ø 1,50	0,313	47,00
Estrutura de Deságue no Reservatório Campos		E8838+3	5+943	-	-	51,60
Segmento de Canal 2225						
Estrutura de Controle do Reservatório Campos	2262	E8881	0+000	-	-	53,12
Bueiro BSTC		E8894+10	0+270	Ø 1,50	1,736	58,00
Bueiro BSTC		E8911+17	0+617	Ø 1,50	0,629	42,00
Bueiro BTCC		E8934+12	1+072	3,0 x 3,0	67,393	73,86



**Quadro 2.4.36. Estruturas existentes no trecho do Reservatório Capoti ao Reservatório Poções (Parte 4 de 5)**

Obra/Tipo	WBS	Localização		Dimensões (m)	Vazão (m³/s)	Extensão (m)
		Estaca	km+m			
Bueiro BSCC		E8957+4	1+524	1,5 x 1,5	4,033	71,42
Bueiro BSTC		E8974+9	1+869	Ø 1,50	1,754	52,00
Passarela p/ Pedestres	2575	E8978	1+940	-	-	19,73
Bueiro BSTC		E9001+16	2+416	Ø 1,50	2,158	56,00
Overchute OSCC		E9016+17	2+717	1,5 x 1,0	0,652	22,00
Ponte Estrada Vicinal	2527	E9037	3+120	-	-	42,00
Bueiro BDCC		E9068+9	3+749	2,0 x 2,0	8,962	64,69
Passarela p/ Pedestres	2576	E9097	4+320	-	-	19,73
Estrutura de Deságue no Reservatório Barro Branco		E9132	5+020	-	-	125,20
<b>Segmento de Canal 2226</b>						
Estrutura de Controle do Reservatório Barro Branco	2263	E9167	0+000	-	-	39,51
Bueiro BDCC		E9187+19	0+419	1,5 x 1,5	10,478	57,16
Bueiro BSCC		E9200+2	0+662	1,5 x 1,5	3,559	58,76
Bueiro BSCC		E9221+2	1+082	1,5 x 1,5	1,932	59,00
Ponte Estrada Vicinal	2528	E9237	1+400	-	-	26,00
Bueiro BDCC		E9253+3	1+723	3,0 x 3,0	43,115	83,08
Bueiro BSCC		E9282+18	2+318	1,5 x 1,5	0,760	74,69
Bueiro BSCC		E9310+13	2+873	1,5 x 1,5	1,990	104,96
Bueiro BSTC		E9334	3+340	Ø 1,50	0,421	43,00
Bueiro BSTC		E9347	3+600	Ø 1,50	1,523	51,00
Bueiro BSTC		E9366+15	3+995	Ø 1,50	2,289	43,00
Passarela p/ Pedestres	2566	E9385	4+360	-	-	19,73
Overchute OSCC		E9391	4+480	1,5 x 1,0	0,969	22,00
Overchute OSCC		E9404	4+740	1,5 x 1,0	1,096	21,54
Bueiro BSTC		E9425+10	5+170	Ø 1,50	2,965	49,00
Passarela p/ Pedestres	2577	E9449	5+640	-	-	19,73
Bueiro BTTC		E9453	5+720	Ø 1,50	9,192	42,00
Overchute OSCC		E9468	6+020	1,5 x 1,0	0,607	22,00
Overchute ODCC		E9477	6+200	1,5 x 1,3	5,794	21,14
Overchute ODCC		E9508+15	6+835	1,5 x 1,3	6,250	22,00
Ponte na Rodovia BR-110	2529	E9533+1,13	7+321,13	-	-	37,00
Overchute ODCC		E9536	7+380	1,5 x 1,3	6,095	22,00
Overchute OQCC		E9631	9+280	1,5 x 1,3	15,588	86,51
<b>Segmento de Canal 2227</b>						
Transição Galeria X Canal		E10009	4+000	-	-	10,00
Overchute OTCC		E10058	4+980	1,65 x 2,50	32,340	58,00
Overchute OSCC		E10090	5+620	1,2 x 1,2	1,550	53,00
Ponte Estrada Vicinal	2530	E10105	5+920	-	-	54,00
Overchute ODCC		E10171	7+240	1,25 x 2,50	18,300	56,50

**Quadro 2.4.36. Estruturas existentes no trecho do Reservatório Capoti ao Reservatório Poções (Parte 5 de 5)**

Obra/Tipo	WBS	Localização		Dimensões (m)	Vazão (m³/s)	Extensão (m)
		Estaca	km+m			
Overchute OSCC		E10223	8+280	1,8 x 1,8	6,730	41,00
<b>Adutora Monteiro</b>						
Estrutura de Controle Monteiro	2264	E10230	0+000	-	-	35,00
Estrutura de Saída		E10430	4+000	-	-	24,70

O quadro 2.4.37. apresenta as extensões dos vários segmentos de canais no trecho: Reservatório Capoti ao Reservatório Poções

**Quadro 2.4.37. Relação dos segmentos de canais no trecho: Reservatório Capoti ao Reservatório Poções**

WBS	Denominação	Projeto Executivo		Projeto Executivo		Extensão (km)	Nível d'Água (m)		Fundo do canal terraplenagem (m)		Fundo do canal acabado(m)	
		Localização (Estaca)		Localização (km+m)			Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
		Início	Fim	Início	Fim							
2218	Entre Res. Copiti e Aqueduto Branco	5970	7389	000+000	028+380	28.380,00	507,990	505,152	504,960	502,122	505,180	502,342
2219	Entre Aqueduto Branco e Aqueduto Barreiro	7398	7549	000+000	003+020	3.020,00	505,094	504,792	502,064	501,762	502,284	501,982
2220	Entre Aqueduto Barreiro e Res. Moxotó	7561	7880	000+000	006+380	6.380,00	504,718	504,08	501,688	501,049	501,908	501,269
2221	Entre Res. Moxotó e Estação EBV-5	8031	8185+10	000+000	003+090	3.090,00	504,076	503,767	501,046	500,737	501,266	500,957
2222	Entre Estação EBV-5 e Res. Barreiro	8209	8334	000+000	002+501	2.501,00	541,002	540,752	537,972	537,722	538,192	537,942
2223	Entre Res. Barreiro e Estação EBV-6	8416	8499	000+000	001+667	1.667,00	540,708	540,542	537,678	537,511	537,898	537,731
2224	Entre Estação EBV-6 e Res. Campos	8541	8838	000+000	005+943	5.943,00	598,838	598,244	595,808	595,214	596,028	595,434
2225	Entre Res. Campos e Res. Barro Branco	8881	9121	000+000	005+020	5.020,00	598,208	597,706	595,178	594,676	595,398	594,896
2226	Entre Res. Barro Branco e Túnel Monteiro	9167	9653	000+000	009+720	9.720,00	597,666	596,694	594,636	593,664	594,856	593,884
2227	Entre Túnel Monteiro e Adutora Monteiro	9809	10230	000+000	008+420	8.420,00	595,440	594,000	591,740	590,860	591,840	590,960

O trecho II será composto também por 10 estruturas de tomadas d'água de uso difuso posicionadas nas bermas dos canais. Será utilizada estrutura de captação através de balsa fixa e bombas. Por fim, o trecho II é composto também por 02 aquedutos:

- **Branco:** Total de 150,00 m com transição de 15,00 m, largura de 5,20 m, 02 paredes laterais com altura de 4,17 m e comprimento de 25,00 m (cada módulo, num total de 06);
- **Barreiro:** Total de 200,00 m, largura de 5,20 m, 02 paredes laterais com altura de 4,17m, comprimento de 25,00 m cada módulo, num total de 08) com características construtivas semelhantes aos já citados anteriormente.

#### Reservatórios:

- **Reservatório Moxotó:** O reservatório Moxotó está localizado entre o aqueduto barreiro e a estação de bombeamento EBV-5, com seção tipo zoneada (mista), com proteção de enrocamento nos taludes de montante e jusante. Esse reservatório apresenta as seguintes características:
  - Extensão do dique: 2.540,00 m;

- Altura máxima do dique: 13,91 m;
  - Largura do Coroamento: 8,0 m (na elevação 505,60 m);
  - Área de drenagem: 7,91 Km<sup>2</sup>;
  - Vertedor tipo Creager construído em concreto convencional, do tipo livre, com largura da soleira de 20,00 m;
  - Dispõem de estrutura de controle, do tipo padrão.
- Reservatório Barreiro:
  - Tipo homogênea, com proteção de enrocamento lançado nos taludes de montante e jusante;
  - Extensão do dique: 721,48 m;
  - Altura máxima do dique: 14,39 m;
  - Largura do coroamento: 6,00m (na elevação 542,25 m);
  - Dispõem de estrutura de controle.
- Reservatório Campos:
  - Tipo homogênea, com proteção de enrocamento lançado nos taludes de montante e jusante;
  - Extensão do dique: 541,38 m;
  - Altura máxima do dique: 18,95 m;
  - Largura do coroamento: 7,00m (na elevação 599,74m);
  - Dispõem de estrutura de controle.
- Reservatório Barro Branco:
  - Tipo homogênea, com proteção de enrocamento lançado nos taludes de montante e jusante;
  - Extensão do dique: 320,10 m;
  - Altura máxima do dique: 12,56 m;
  - Largura do coroamento: 6,00 m (na elevação 599,23 m);
  - Dispõem de estrutura de controle.

#### Estações de Bombeamento:

- Estação de Bombeamento – EBV-5: A estação de Bombeamento – EBV-5 está localizada logo após a saída do reservatório Moxotó. A arquitetura, arranjo, quantidade e disposição de equipamentos eletromecânicos segue o mesmo padrão do modelo das demais elevatórias citadas. A casa de bombas possui largura de 22,00 m, comprimento de 26,25 m e altura de 20,00 m. O edifício de apoio apresenta 12,70 m de largura, 12,50 m de altura e comprimento de 26,25 m; Apresenta capacidade máxima de recalque de 28,00 m<sup>3</sup>/s, captados da cota 503,91 m para a cota 541,01 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 37,10 m. A estação tem 8,8 MW de potência total e está munida de quatro conjuntos motobombas quando totalmente implantada. Na primeira etapa foram instalados 02 conjuntos motobombas com as seguintes características:
  - Tipo semiaxial com duplo mancal, instalação vertical em poço úmido;
  - Fabricação: KSB modelo 2 N15-110/2;
  - Motor síncrono 5.300 KvA (WEG); 6,9Kv, 60Hz com acoplamento flexível;
  - Vazão individual de 4,5 m<sup>3</sup>/s (01 bomba) e total de 9,00 m<sup>3</sup>/s (02 bombas).

- O poço de sucção apresenta quatro câmaras com dimensões com um total de largura de 29,00 m, comprimento de 26,00 m, altura de 12,40 m. Utilização de bomba submersa e comporta ensecadeira para manutenção.
- A tubulação de recalque, com diâmetro de 2.200,00 mm, material e seus acessórios idênticos à às demais adutoras já citadas, com extensão de 117,80 m.
- Estação de Bombeamento – EBV-6: A estação de Bombeamento – EBV-6 está localizada entre os reservatórios Barreiro e Campos. A arquitetura, arranjo, quantidade e disposição de equipamentos eletromecânicos segue o mesmo padrão do modelo das demais elevatórias citadas. A casa de bombas possui largura de 22,00 m, comprimento de 26,25 m e altura de 20,00 m. O edifício de apoio apresenta 12,70 m de largura, 12,50 m de altura e comprimento de 26,25 m. Apresenta capacidade máxima de recalque de 28,00 m<sup>3</sup>/s, captados da cota 503,91 m para a cota 541,01 m (níveis normais), perfazendo um desnível geométrico de 37,10 m. A estação tem 8,8 MW de potência total e está munida de quatro conjuntos motobombas em fim de plano. Na primeira etapa foram instalados dois conjuntos motobombas com as seguintes características:
  - Tipo Semiaxial com duplo mancal, instalação vertical em poço úmido;
  - Fabricação: KSB modelo 2 N15-110/2;
  - Motor síncrono 5.300 KvA (WEG); 6,9Kv, 60Hz com acoplamento flexível;
  - Vazão individual de 4,5 m<sup>3</sup>/s (01 bomba) e total de 9,0 m<sup>3</sup>/s (02 bombas);
  - O poço de sucção apresenta quatro câmaras com dimensões com um total de largura de 29,00 m, comprimento de 26,00 m, altura de 12,40 m. Utilização de bomba submersa e comporta ensecadeira para manutenção.
  - A tubulação de recalque, diâmetro; 2.200 mm, material e seus acessórios são idênticos à EBV-1, com extensão de 471,50 m.

Túnel Monteiro: Esta estrutura se localiza entre os reservatórios Barro Branco construído recentemente, e Poções, existente no Estado da Paraíba.

Apresenta seção arco-retângulo e revestimento do piso e paredes a constar piso regularizado em concreto magro e concreto estrutural nas paredes e teto.

Foram adotados diferentes tipos de tratamento, como o uso de tirantes, cambotas e tela metálica. As principais características do túnel Monteiro são:

- Extensão: 3.080,00 m, a constar as estruturas de emboque e desemboque;
- Largura da base: 5,20 m;
- Raio do arco: 2,60 m;
- Altura da lâmina d'água: 3,91 m;
- Vão livre: 1,29 m;
- Declividade longitudinal: 0,0004 m/m.

**Adutora Monteiro:** Esta estrutura localiza-se entre o túnel Monteiro e o reservatório Poções e apresenta percurso no sítio urbano da cidade de Monteiro.

A adutora Monteiro conforma uma galeria de concreto armado pré-moldada, com módulos de 1,00 m.

E encontra-se enterrada e tem sua trajetória ao longo do riacho Mulungu presente na área urbana. Suas principais características são:

- Extensão: 4,0 km;
- Vazão máxima de adução: 18,00 m<sup>3</sup> /s;
- Dimensões internas: 4,00 x 4,00 m;
- Declividade longitudinal: 0,00025 m/m;
- Lâmina d'água: 3,60 m.

Apresenta uma estrutura em concreto armado de transição na saída, com dimensões internas de 10,00 x 10,00 m e altura de 4,73 m, seguida de um vertedor Creager com 3,0 m de altura, necessário para evitar fluxo reverso do riacho em épocas de cheias.

Dispõe de estrutura de controle de nível, do tipo padrão, dotada de comportas segmentos, comportas ensecadeiras e central de comando óleo hidráulica.

#### **2.4.2.3. Ramal do Agreste**

O Ramal do Agreste conduz a vazão total de 8,00 m<sup>3</sup>/s por cerca de 70,8 km de extensão e está situado ao norte do Estado de Pernambuco, próximo da fronteira com o Estado da Paraíba, abrangendo terrenos dos municípios de Sertânia e Arcoverde, nas sub-bacias hidrográficas dos rios Moxotó e Ipojuca.

O sistema tem início na estrutura de Controle do reservatório Barro Branco com condução gravitária através de canais trapezoidais escavados a céu aberto, aquedutos e túneis até o quilômetro 47,2 km onde se localiza a Estação de Bombeamento – EBVII-1 para recalcar a vazão de 8,00 m<sup>3</sup>/s, a cerca de 220,00 m de desnível de forma a transpor o divisor de águas entre as bacias dos rios Moxotó e Ipojuca, seguindo por gravidade até o reservatório Ipojuca, conforme ilustrado nas Figuras 2.4.22. e 2.4.23.



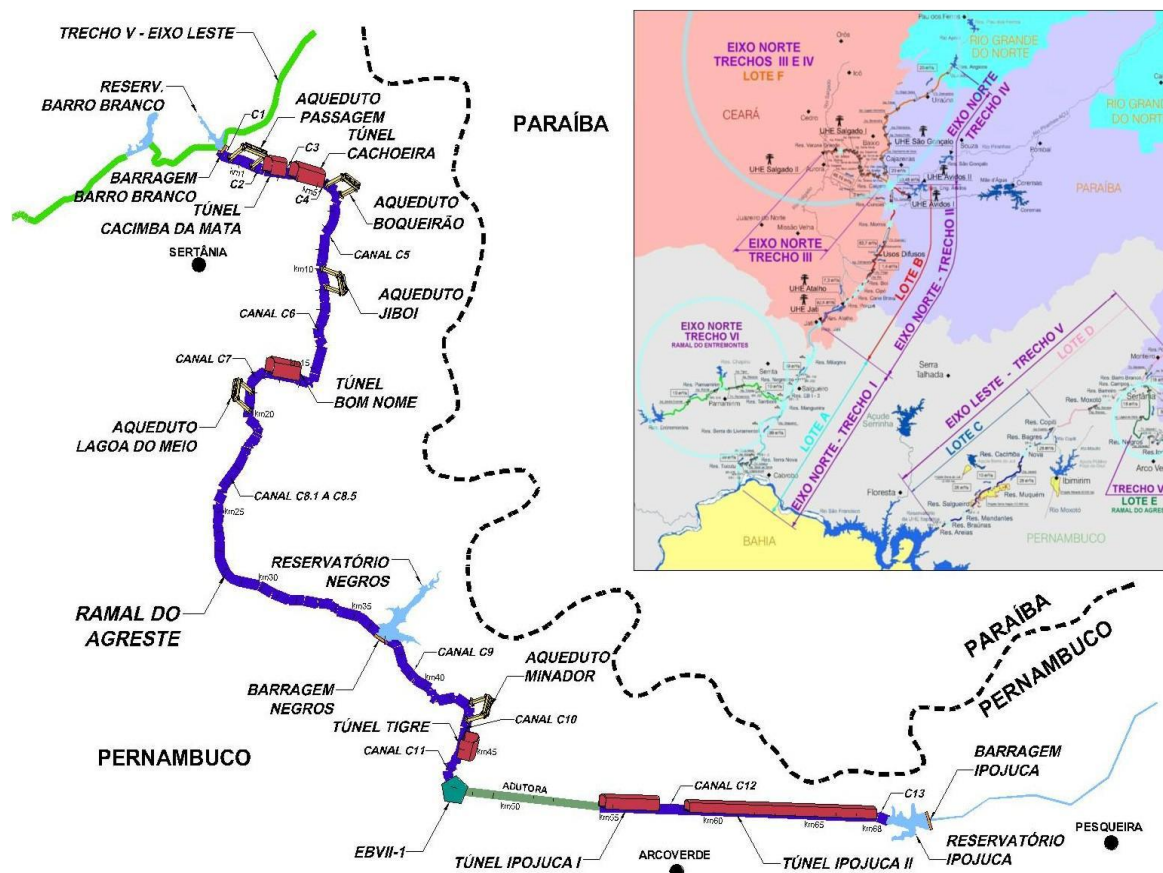


Figura 2.4.27. Croquis do Sistema do Ramal do Agreste



Figura 2.4.28. Croquis Esquemático do Sistema Adutor

A operação do Sistema Hidráulico do Ramal do Agreste (EBVII-1) está interligada com a operação da Estação de Bombeamento EBV-6 do Trecho V.

O Reservatório Campos, localizado no Trecho V, lote D, funcionará como reservatório de compensação, alimentando o Reservatório Barro Branco durante as 03 horas de parada das bombas. Desta forma, do Reservatório Barro Branco



derivará a vazão quase que constante de 8,00 m<sup>3</sup>/s para o Ramal do Agreste, além de 10,00 m<sup>3</sup>/s em direção ao açude Poções (Trecho V, lote D).

Está prevista uma manobra diária com parada das bombas por três horas (horário de pico de consumo de energia) durante 05 dias, provocando variações de alturas d'água que se propagam para montante, uma vez que os níveis de água vão subindo dia após dia com os resíduos que se somam.

Ao final do quinto dia de operação, o Reservatório Campos terá deslocado para o ramal do Agreste, além do volume bombeado pela EBVII-1, um volume da ordem de 432.000,00 m<sup>3</sup>, equivalente à adução por 05 dias, durante 03 horas por dia, da vazão de 8,00 m<sup>3</sup>/s.

Os principais componentes do Sistema do Ramal do Agreste são sintetizados a seguir:

- Extensão total: 71 km;
- Extensão de canais: 47,2 km;
- 02 Barragens: Barro Branco e Negros;
- 01 Estação de Bombeamento com 04 conjuntos moto bombas de 8 KWa cada; vazão individual de 2,67 m<sup>3</sup>/s e total de 8,00 m<sup>3</sup>/s;
- 01 Adutora de recalque, diâmetro de 2.100,00 mm e extensão de 7,14 Km;
- 06 Túneis com extensão total de 16 Km;
- 05 Aquedutos com extensão total de 1,9 Km;
- 02 Comportas de controle de nível e vazão localizados na barragens de Barro Branco e Negros;
- 08 Pontes Rodoviárias;
- 05 passarelas;
- Sistema viário de acesso com 113 Km de estradas de serviço, operação/manutenção;
- Cercas de proteção com altura de 2,00 m composta por mourões de concreto e 05 fios de arame liso com extensão total de 86.920,00 m;
- Drenagem superficial constando 50 Bueiros e 23 *Overchutes* (bueiros abertos).

**Captação:** A Estrutura de Controle do Reservatório Barro Branco é a obra de início do Ramal do Agreste e tem a finalidade de derivar a vazão quase que constante de 8,00m<sup>3</sup>/s para o mesmo.

Foi projetada com dois vãos de 2,50 m de largura e 4,67 m de altura, sendo cada vão equipado com uma comporta segmento de 5,10 m de raio e 04 comportas tipo ensecadeira para manutenção.

O acionamento de cada uma das comportas segmento é feito através de dois servomotores, realizada por uma única central hidráulica, instalada na casa de comando situada no coroamento da estrutura.

São operadas remotamente, através de um sistema de medição de nível d'água a montante e a jusante da estrutura, e uma unidade de transmissão remota; UTR.

A Figura 2.4.29. a seguir ilustra um corte da Estrutura de Controle da Barragem Barro Branco, onde estão indicadas a comporta de segmento, as comportas ensecadeiras, as transições de montante e jusante e a central hidráulica.

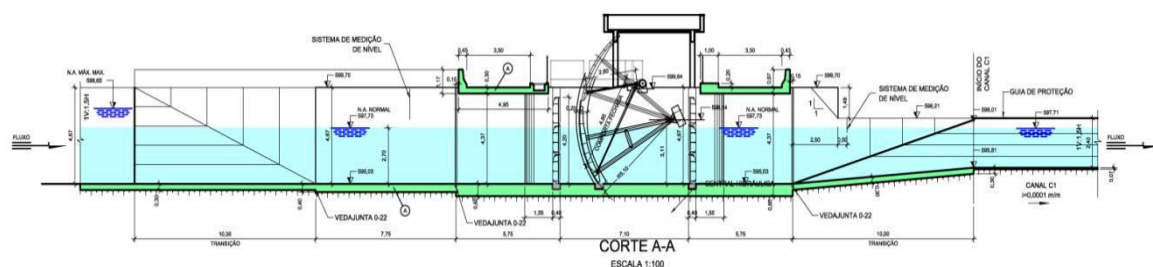


Figura 2.4.29. Comportas de Controle de nível e vazão. Barragem Barro Branco

**Canais:** Os canais foram dimensionados para uma vazão constante de  $8,00 \text{ m}^3/\text{s}$ , abastecido a partir da estrutura de controle do reservatório Barro Branco, com extensão total de 42,7 km.

A seção hidráulica dos canais tem as principais características destacadas a seguir:

- Largura da base: 3,00 m;
- Taludes laterais: 1V : 1,5 H;
- Revestimento com geomembrana e proteção com camada de concreto;
- Coeficiente de rugosidade:  $n = 0,015$ ;
- Altura da lâmina de água no regime permanente:  $h = 1,90 \text{ m}$ ;
- Declividade da linha d'água em regime permanente:  $0,0001 \text{ m/m}$ ;
- Borda Livre Mínima:  $f = 0,30 \text{ m}$ .

Apresenta seções em aterro (25%), conforme ilustrações da Figura 2.4.30:

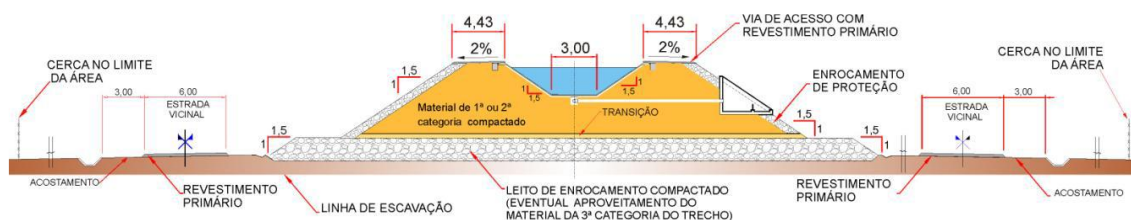


Figura 2.4.30. – Canais em Aterro. Seção Transversal

A seção em corte representa (55%), conforme ilustrações da Figura 2.4.31.

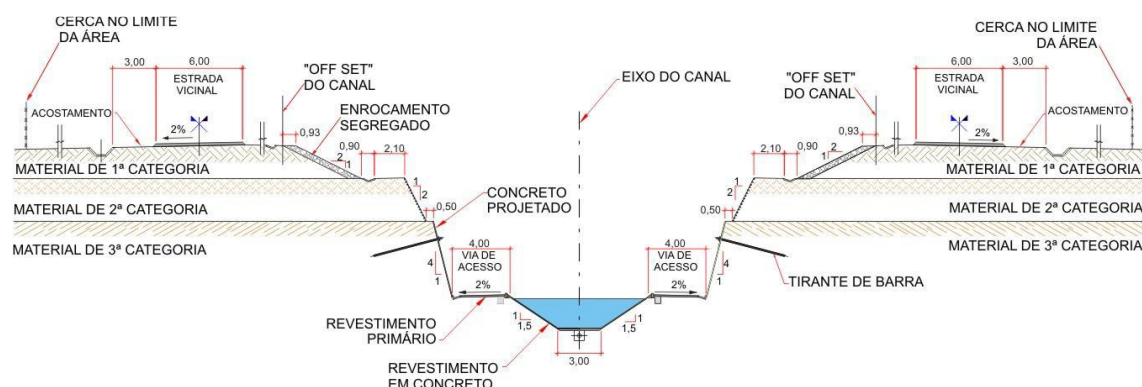


Figura 2.4.31. Canais em Seção Transversal

As seções mistas (29%) apresentam situações em corte e aterro simultaneamente, conforme Figura 2.4.32. a seguir:

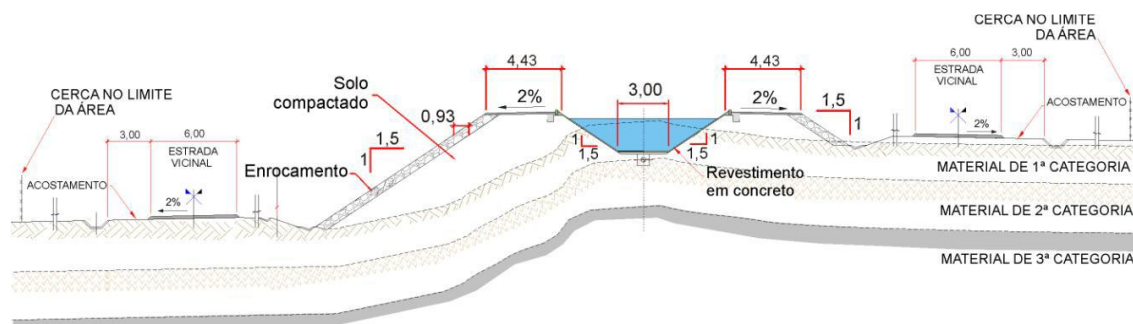


Figura 2.4.32. Canais em Seção Mista. Seção Transversal

As seções internas dos canais em aterro e mistas serão revestidas com geomembrana de PEAD texturizada em ambas as faces ou, alternativamente, com manta de PVC acoplada a geotêxtil. A geomembrana terá proteção de concreto com espessura de 5,00 cm nos taludes laterais e de 7,00 cm na base.

A ancoragem da geomembrana nas bermas laterais são feitas através de pequena cava executada no terreno e preenchida com solo cimento compactado, nos trechos em solo (1ª e 2ª categorias).

Para as seções em rocha a ancoragem da geomembrana nas bermas laterais se dá através de revestimento de concreto. Foi implantada uma guia de proteção de concreto ao longo de todas as seções hidráulicas dos canais de forma a minimizar a queda de pedras soltas e outros materiais que possam comprometer o fluxo ao longo dos canais.

Os canais contarão com um sistema de drenagem interna com o intuito de eliminar os efeitos das subpressões sobre o revestimento (colchão drenante), através da coleta, direcionamento e escoamento de eventuais afluxos de água.

Não existe drenagem interna de canais, nos trechos sem revestimento escavados em rocha, localizados próximos aos reservatórios Negros e Ipojuca. A figura 2.4.33. apresenta detalhe da drenagem interna nos canais.

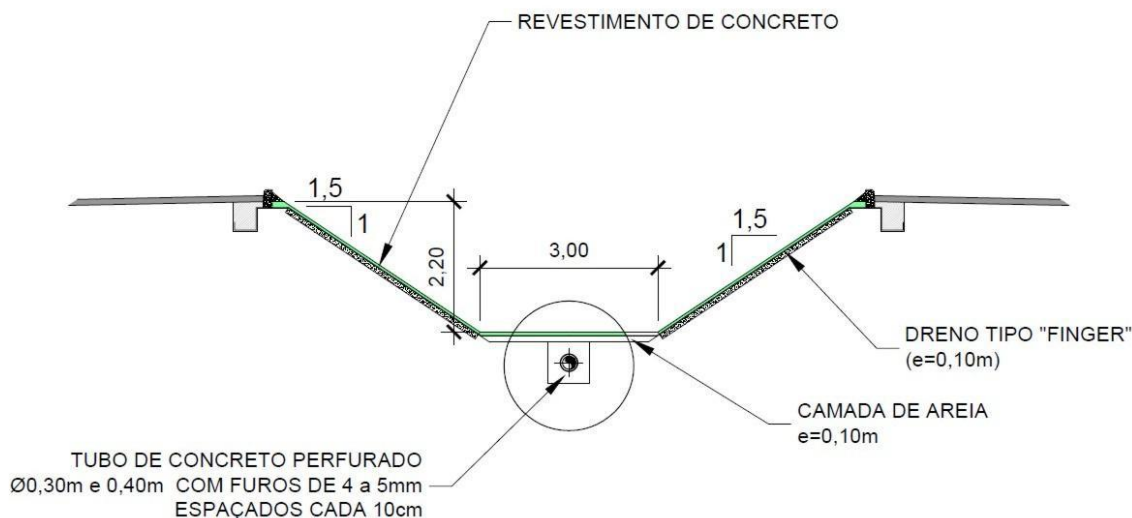


Figura 2.4.33 - Drenagem interna nos canais. Seção Típica

**Barragens:** O sistema conta com 2 barragens, cujas características principais são apresentadas a seguir:

- **Barragem Negros:** A barragem Negros é do tipo mista de enrocamento com núcleo de argila e conglomerado, com extensão de crista de 590,00 m.

Os taludes externos da seção da barragem em enrocamento apresentam inclinação de 1,5H:1V e os taludes do núcleo em solo compactado 0,5H:1V.

Entre o núcleo de solo e o espaldar do enrocamento de jusante, foram dispostas três camadas de transições granulométricas, interfaceando o núcleo de solo e o enrocamento compactado do espaldar. Foi disposta uma camada de transição rochosa de granulometria ampla. A Figura 2.4.34. apresenta as características da Barragem Negros, com seção transversal típica.

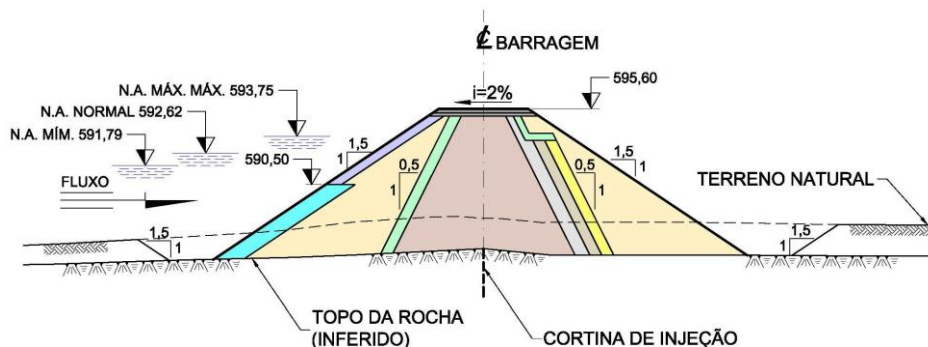


Figura 2.4.34. Barragem Negros - Seção Típica

As principais características da Barragem Negros são:

- Largura da Crista: 6,00 m;
- Comprimento da crista: 571,85 m;
- Elevação da crista: 595,60 m;
- Altura máxima: 37,65 m;
- Seção Típica: Seção mista de enrocamento e solo compactado;
- Inclinação dos Taludes externos: 1V : 1,5H;
- Inclinação dos taludes do núcleo: 1V:0,5H;
- Vertedouro: Lateral de soleira vertente;
- Comprimento da soleira do vertedouro: 126,73 m;
- Elevação da soleira: 593,35 m;
- N. A. Normal: 592,62 m;
- N. A. Máx. Max:.. 593,75 m;
- N. A. Mínimo: 591,79 m;
- NA Máx. Max. de Jusante: 574,16 m;
- Galeria de 1,80 m x 1,45 m;
- Elevação da soleira da galeria de desvio: 574,00 m;
- Descarga de fundo: 0,011 m<sup>3</sup>/s;
- Elevação da tomada da descarga de fundo: 578,95 m.

São munidas de unidades de monitoração, com instrumentação através de piezômetros para controle das infiltração, marcos superficiais para avaliação da deformação do maciço a cada 80,00 m, medidores de recalque e 01 medidor de vazão em estrutura de concreto que abriga um vertedor triangular em chapa de metal.

Apresenta estrutura de Controle com a finalidade de permitir o controle da adução para dentro do Canal de desemboque, garantindo a segurança do circuito hidráulico após o Reservatório Negros.

A Estrutura de Controle apresenta vão equipado com 02 comportas segmento de 5,1 m de raio/ cada. A montante e a jusante de cada comporta de segmento estão projetadas as ranhuras para as comportas ensecadeiras que deverão ser instaladas quando da manutenção da comporta de segmento. As principais características da comporta são:

- Base: 6,00 m;
- Altura: 4,67 m;
- Comprimento: 46,35 m;
- Numero de blocos: 04 unid.;
- Numero de comportas: 02 unid.;
- Tipo das comportas: Comporta Segmento;
- Comporta Ensecadeira: 02 cj;
- Área do edifício de controle: 18,45 m<sup>2</sup>;
- Área do pátio de manobras: 910,00 m<sup>2</sup>;

As comportas foram dimensionadas para operar abrindo ou cortando o fluxo correspondente à vazão máxima e fecharão sob a ação de seu próprio peso, a



serem operadas remotamente, através de um sistema de medição de nível d'água, apresentando dimensões idênticas à unidade da barragem Barro Branco.

O acionamento de cada uma das comportas segmento é feito através de dois servomotores, enquanto que a operação das comportas é realizada por uma única central hidráulica, instalada na casa de comando situada no coroamento da estrutura.

- **Barragem Ipojuca:** A Barragem Ipojuca é uma barragem de CCR com 371,74 m de extensão de sua crista, altura máxima de 38,00 m. Na margem direita e esquerda apresenta secção transversal com largura da crista de 6,00 m, talude de montante vertical e talude de jusante vertical com inclinação 1V:0,75H

Na margem direita se encontra a Tomada D'Água na qual foi prevista a saída de uma adutora para a Estação de Tratamento de água; ETA do Agreste, destinada à demanda de água potável para abastecer a região oeste do estado de Pernambuco.

O circuito da Tomada d'água para a ETA do Agreste ocorre de forma independente da descarga de fundo e sua adução foi concebida para ser realizada através de comportas em duas elevações.

É equipada com grade do tipo removível, que impede a passagem de corpos estranhos com dimensão igual ou superiores a 100 mm. Após a grade, a tomada é equipada com comporta ensecadeira para manutenção da grade, e na sequência uma câmara, cuja laje de fundo capta a água e conduz para um conduto que leva a vazão para a ETA. As principais características da Barragem Ipojuca são:

- Largura da Crista: 6,00 m;
- Comprimento da crista: 371,74 m;
- Elevação da crista: 808,80 m;
- Altura máxima: 18,00 m;
- Seção Típica: Concreto Compactado com Rolo (CCR);
- Inclinação do Talude de jusante: 1V:0,92H;
- Vertedouro: Soleira vertente Incorporado;
- Comprimento da soleira do vertedouro: 204,50 m;
- Elevação da soleira: 805,50 m;
- N. A. Normal: 805,00 m;
- N. A. Máx. Max.: 806,00 m;
- N. A. Mínimo: 800,00 m;
- N. A. Máx. Max. de Jusante: 800,34 m;
- Galeria de desvio: 3,48 m x 3,10 m;
- Elevação da soleira da galeria de desvio: 795,49 m;
- Descarga de fundo: 0,016 m<sup>3</sup>/s;
- Elevação da tomada da descarga de fundo: 797,50 m.

A Figura 2.4.35 e 2.4.36. apresentam a secção transversal da Barragem Ipojuca e seção típica da tomada d'água.



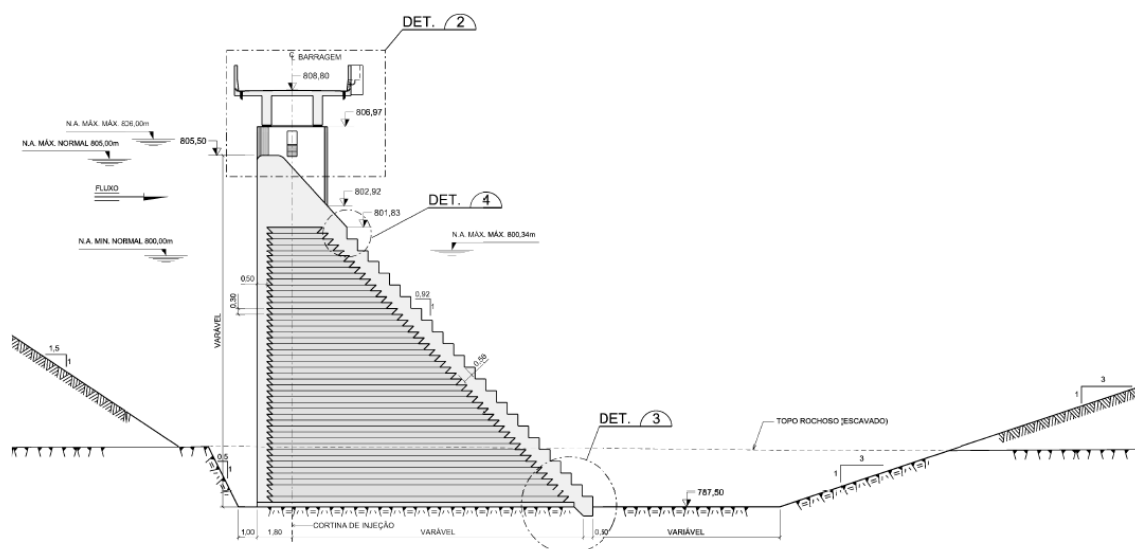


Figura 2.4.35. Barragem Ipojuca - Seção Típica

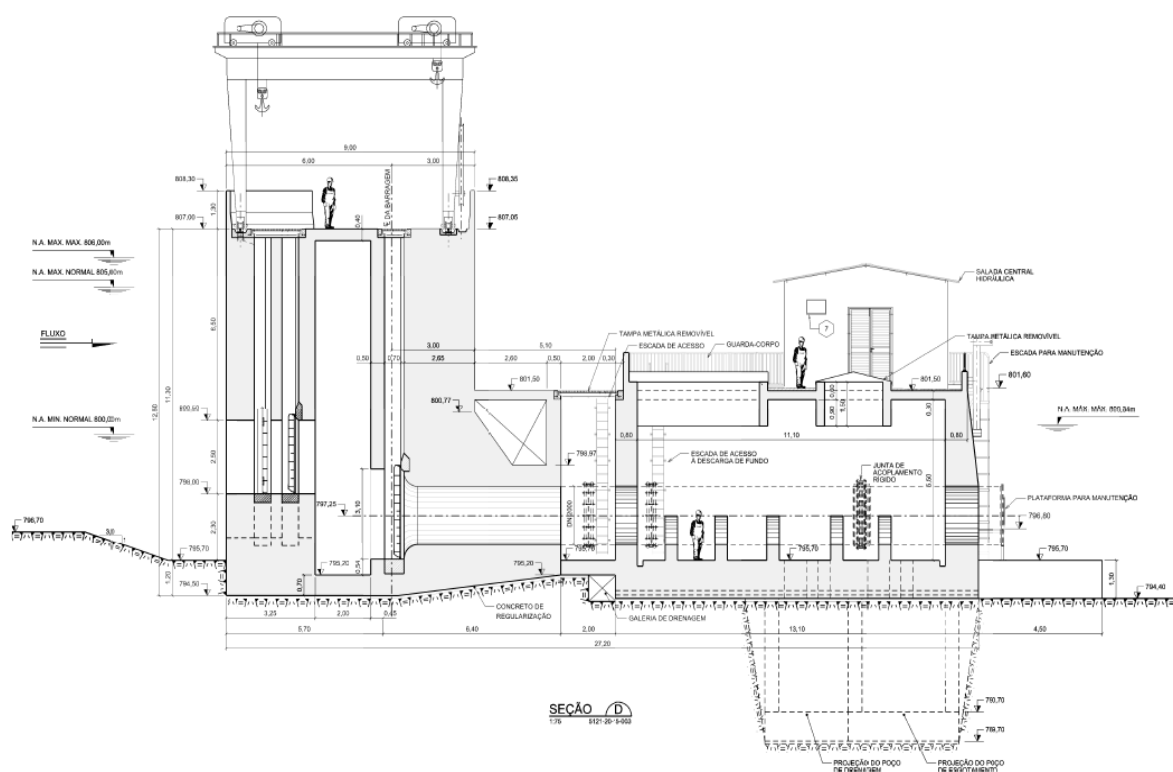


Figura 2.4.36. Seção típica da Tomada D'água

Na Estrutura de Controle de saída do reservatório Ipojuca foram previstos dois vãos de 2,50 m de largura e 5,83 m de altura, sendo cada um deles equipado com uma comporta segmento de 5,10 m de raio.

A Estrutura de Controle terá cada vão equipado com uma comporta segmento de 5,1 m de raio. A montante e a jusante de cada comporta de segmento estão projetadas as ranhuras para as comportas ensecadeiras que deverão ser instaladas quando da manutenção da comporta de segmento.

O acionamento de cada uma das comportas segmento é feito através de dois servomotores, enquanto que a operação das comportas é realizada por uma única central hidráulica, instalada na casa de comando situada no coroamento da estrutura.

As comportas foram dimensionadas para operar abrindo ou cortando o fluxo correspondente à vazão máxima e fecharão sob a ação de seu próprio peso.

Túneis: Os 06 túneis do Ramal do Agreste - Lote E são túneis hidráulicos, que deverão conduzir vazões de adução em regime livre, com seções transversais em formato de ferradura - arco retângulo, constante, com extensão total de cerca de 16 km, conforme a seguir discriminado:

- Cacimba da Mata – 776,00 m;
- Cachoeira -1.204,00 m;
- Bom Nome - 1.187,00 m;
- Tigre – 920,00 m;
- Ipojuca I - 2.472,00 m;
- Ipojuca II - 9.488,00 m.

Os túneis foram dimensionados com a finalidade de aduzir 8,00 m<sup>3</sup>/s através de uma seção arco-retângulo de 4,30 m de largura da base e altura com o raio da abóbada igual à metade da altura total do túnel.

Apresentam chumbadores de 25 mm de aço CA-50 L= 3,00 m a cada 50,00 cm ao redor da calota e revestimento em concreto projetado e = 15,00 cm na parede frontal do emboque/desemboque, armado com tela metálica Q196.

Nas paredes laterais verticais com 5 m de extensão, foram instalados também chumbadores de 25 mm de aço CA-50, L= 4,00 m e malha de 1,50 x 1,50 m, revestimento em concreto projetado e = 15,00 cm, armado com tela metálica tipo Q196.

No talude frontal do desemboque com inclinação 2 (V): 1(H) estão previstos chumbadores 25 mm de aço CA-50 L = 4,00 m a cada 2,00 m e revestimento de 15,00 cm de concreto projetado, armado com tela metálica Q196, nas regiões que se encontram em material de 2ª categoria.

Além dos tratamentos dos taludes verticais e inclinados, foram implantados sistemas de drenagem superficial nas bermas. As Principais Características dos túneis são:

- Seção Transversal - Arco Retângulo – base = altura 4,30 m;
- Revestimento das paredes e abóbada: Concreto Projetado;
- Revestimento do Fundo: Concreto Regularizado;
- Coeficiente de rugosidade:  $n = 0,028$ ;
- Altura da lâmina de água no regime permanente  $h = 2,40$  m;
- Declividade da linha d'água em regime permanente 0,0004 m/m.

A Figura 2.4.37 apresenta esquema construtivo dos túneis.

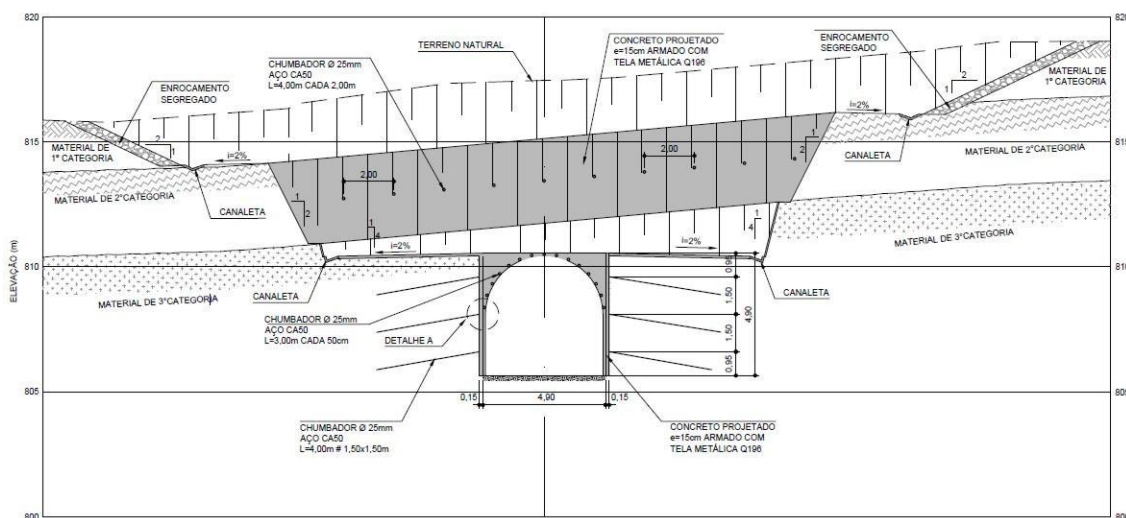


Figura 2.4.37 – Túnel- Seção Típica no Emboque e Desemboque

**Aquedutos:** As obras dos aquedutos interligam canais no cruzamento de vales profundos, apresentando 5 unidades com extensão total de 1,9 Km.

As estruturas dos aquedutos são constituídas por módulos de concreto armado com extensões de: 20 m; 25 m; 35, em módulo único em seção média útil de 3,40 x 2,75 m, apoiados em pilares com utilização de aparelhos de apoio de neoprene. O conjunto de aquedutos conforma:

- Aqueduto Passagem: 600,00 m
- Aqueduto Boqueirão: 325,00 m
- Aqueduto Jiboi: 350,00 m
- Aqueduto Lagoa do Meio: 325,00 m
- Aqueduto Minador: 275,00 m

Os módulos dos aquedutos são pré-moldados, independentes, apoiados em pilares com utilização de aparelhos de apoio de neoprene. As principais características:

- Largura da base: 3,20 m;

- Paredes laterais: 2,35 m;
- Revestimento: Geomembrana + Proteção com camada de concreto;
- Coeficiente de rugosidade:  $n = 0,015$ ;
- Altura da lâmina de água no regime permanente:  $h = 1,90$  m;
- Declividade da linha d'água em regime permanente:  $0,0001$  m/m;
- Borda Livre Mínima:  $f = 0,30$  m;
- Pilares:  $2,40$  m x  $1,80$  m;
- Vão típico:  $25,00$  m;
- Vãos adjacentes ao vão sobre a BR-101 (Aq. Passagem):  $20,00$  m;
- Vão especial sobre a BR-101 (Aq. Passagem):  $35,00$  m.

Estação de Bombeamento – EBVII-1: A Estação de Bombeamento EBVII-1 é composta de 03 unidades de motobombas horizontais bipartidas de dupla sucção, com potência total de 24 MW, visa a elevar a vazão de  $8,00$  m<sup>3</sup>/s do canal com nível de água normal na elevação  $591,25$  m, até a estrutura de descarga a montante do Túnel Ipojuca I, com nível de água normal na elevação  $809,92$  m. O desnível geométrico é de  $218,70$  m.

A futura casa de bomba apresenta dimensões em planta de  $31,85$  m x  $45,43$  m e altura total de  $24,30$  m.

Na mesma plataforma, na cota  $609,25$  m, serão também construídos:

- Tanque Hidropneumático, um dos dispositivos de proteção contra os transientes hidráulicos na Adutora de Recalque;
- Estação de Tratamento de Água – ETA;
- Abrigo das Unidades de Ar comprimido;
- Abrigo do grupo gerador Diesel;
- Estacionamento e a Guarita e o acesso a pedestres que liga este patamar superior à Casa de Bombas através de uma passarela e escada de concreto;
- Estação de Tratamento de Esgoto a localizar-se também na plataforma superior, porém ao nível da saia do aterro, na cota  $602,70$  m;
- Subestação rebaixadora;  $69$  Kv /  $13,8$  Kv;

As bombas serão de eixo horizontal, de dupla aspiração, com carcaça bipartida e duplo estágio, com potência de  $8.000$  W e capacidade de bombeamento de  $2,67$  m<sup>3</sup>/s, cada bomba.

Os conjuntos moto bombas, em número de três, sem reserva, serão instalados no piso inferior na cota  $585,25$  m ligados a um barrilete concebido com seção reta e diâmetro variável, conduzindo a vazão bombeada até a adutora de recalque.

Suas principais características encontram-se destacadas a seguir:

- Número de unidade: 03 (sem reserva);
- Bombas centrífugas horizontais bipartidas Vazão unitária  $2,67$  m<sup>3</sup>/s;
- Altura manométrica total:  $234,50$  m;

- Motores de indução de rotor bobinado 03 x 8000 w, 13.200V; (partida por reostatos líquidos);
- Potencia total instalada: 24 MW.

Foi prevista uma Ponte Rolante, interna à EBVII-1 para movimentação dos motores, bombas e equipamentos principais, com vão de 15,00 m, altura de elevação de 15,00 m e com capacidade da talha principal de 400 kN e da talha auxiliar de 50 kN.

O poço de sucção das bombas, foi concebido com três aduções independentes correspondentes às três unidades de bombeamento, com dimensões em planta de 3,00 m de 5,40 m e altura total de 5,00 m.

Na entrada da EBVII-1 foram previstas grades e guias para comporta ensecadeira. A comporta ensecadeira da tomada d'água terá por função principal possibilitar a inspeção ou manutenção dos conjuntos moto bombas.

As comportas serão movimentadas por um Pórtico Rolante com vão de 6,60 m e altura de elevação de 13,45 m. Haverá um único tabuleiro de comporta ensecadeira, formado por dois painéis. As grades apresentam painéis com largura de 2,80 m x 2,60 m.

A tubulação de sucção com diâmetro de 1.200 mm foi projetada em forma de sino, tendo sido prevista uma válvula borboleta de bloqueio, com acionamento elétrico, de onde seguem os tubos bifurcados para acoplamento na bomba de dupla sucção.

A Figura 2.4.38. apresenta um desenho em planta com o arranjo proposto, e as Figuras 2.4.39. e 2.4.40. apresentam esquema geral da instalação dos conjuntos moto bombas.



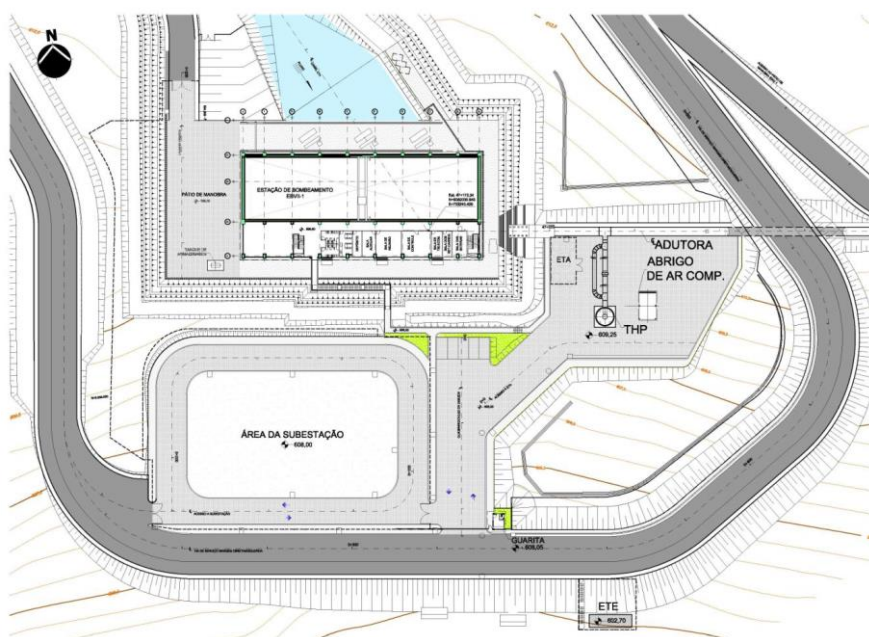


Figura 2.4.38. Arranjo da Estação de Bombeamento - EBVII-1

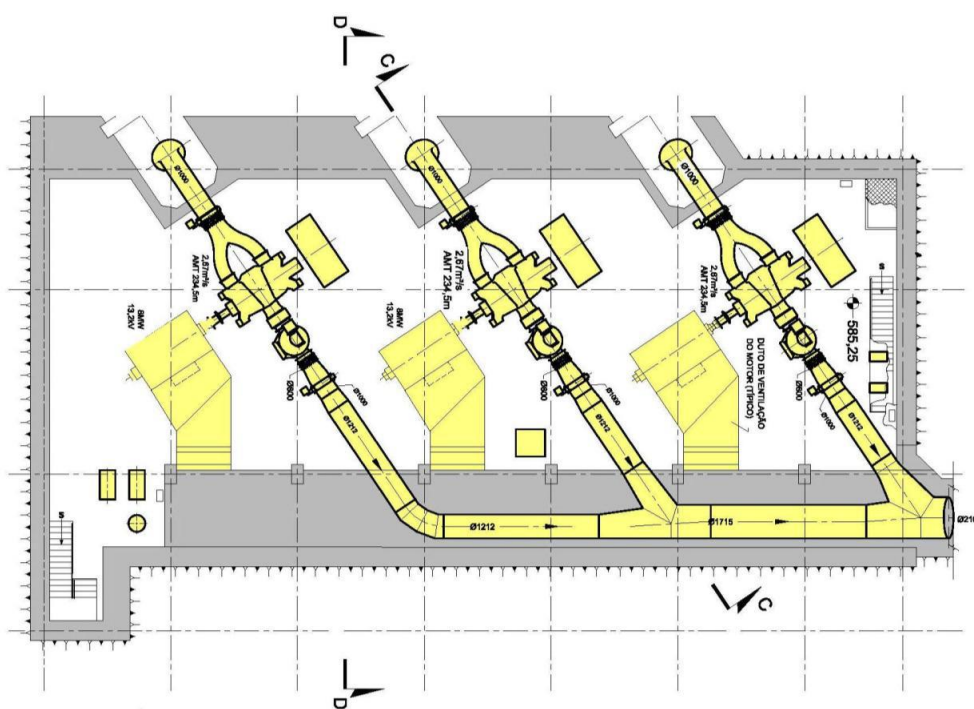


Figura 2.4.39. Arranjo da Instalação dos Conjuntos Moto Bombas - Planta



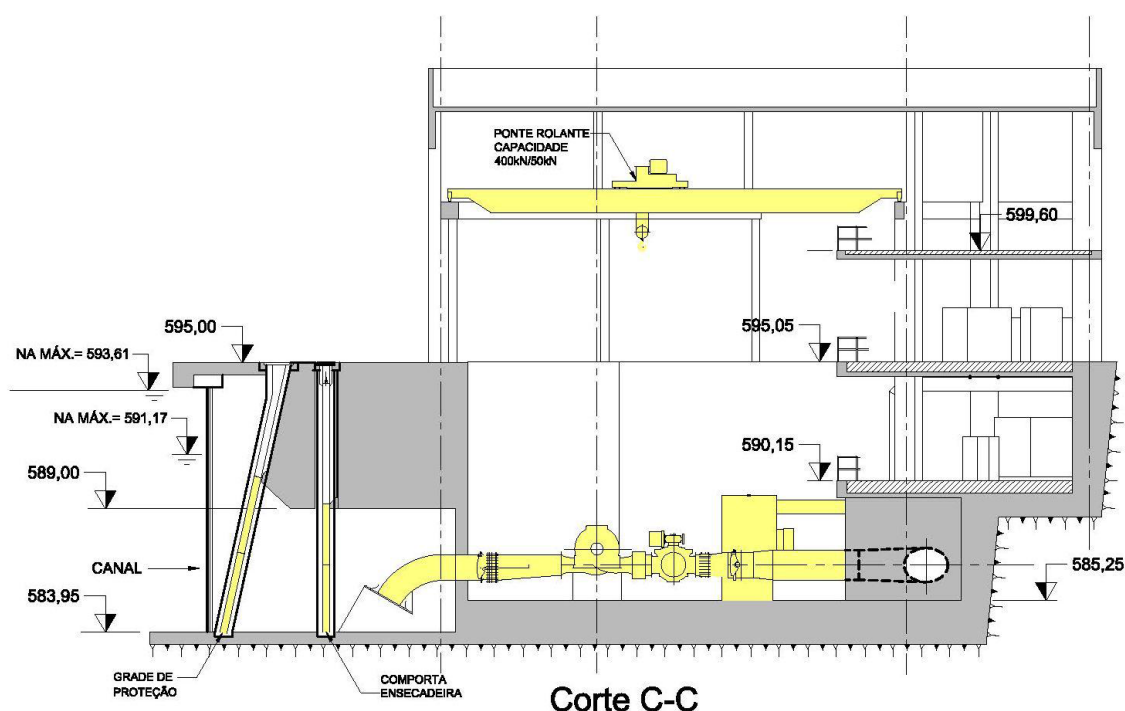


Figura 2.4.40. Arranjo da Instalação dos Conjuntos Moto Bombas - Corte

**Tubulação de Recalque:** A tubulação de recalque apresenta diâmetro de 2.100 mm, construída em material de aço; ASTM A36 com espessuras variáveis e extensão de 1,71 Km.

Devido ao elevado desnível geométrico e o grande volume bombeado (vazão de  $2,67 \text{ m}^3/\text{s}$ ), a tubulação de recalque será dotada de dispositivos de combate à sobrepressão e subpressão, prevendo-se a implantação de um Tanque Hidropneumático; THP próximo à saída da EAB e um Tanque de amortecimento unidirecional; TAU ao longo de sua extensão.

Será dotada de uma roto válvula, com a função de possibilitar a partida em *shut-off* e fechamento em caso de interrupção de energia elétrica, funcionando como válvula de retenção. Sua operação ocorrerá através de comando hidro mecânico e será instalada logo à jusante da bomba.

A jusante da válvula de retenção apresenta-se uma válvula borboleta de bloqueio, com acionamento elétrico.

Com instalação aérea, a tubulação de recalque será dotada de sistema de proteção catódica, blocos de ancoragens e apoio, válvulas de drenagem, ventosas, e juntas de dilatação.

O Perfil Longitudinal da Adutora da EBVII-1 está ilustrado na Figura 2.4.41. a seguir.

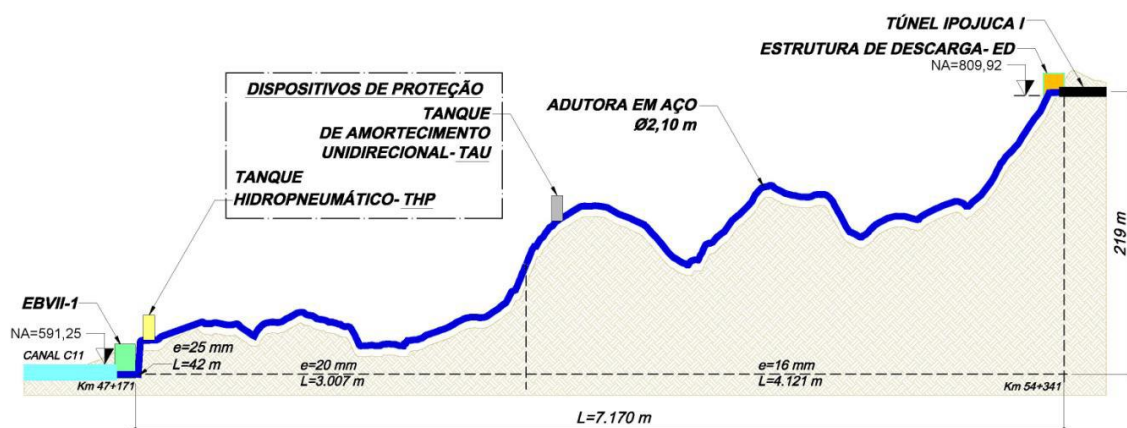


Figura 2.4.41. Perfil Longitudinal da Adutora

A Adutora de Recalque apresenta as seguintes características, equipamentos e acessórios:

- Tubos, Curvas e Peças de aço ASTM A36 Ø2. 100 mm;
- Extensão 7.170,00 m;
- Peso 7.310 t;
- Espessura da chapa e= 25 mm, 42 m – 60 t;
- Espessura da chapa e= 20 mm, 3.007 m – 3.460 t;
- Espessura da chapa e= 16 mm, 4.121 m – 3.760 t;
- Pintura interna: epóxi curado c/ poliamida de alta espessura, bicomponente, isenta de alcatrão, cor preto Munsell N 1,0;
- Pintura externa exposta: primer epóxi fosfato de zinco de alta espessura, + poliuretano acrílico alifático (protetor UV), cor alumínio RAL 9006;
- Tanque Hidropneumático (THP) de aço, Vertical, Ø4.000 mm, H=17 m, PMS 34,4 bar, Vútil=138 m<sup>3</sup>; Sistema de Ar Comprimido;
- Tanque de Amortecimento Unidirecional (TAU). De Aço A36, Ø5.000 mm, e= 16 mm, H=28m, PMS 34,4 bar, Vútil=208 m<sup>3</sup>;
- Medidor de Vazão, ultrassônico Digital, Ø2.100 mm; Aço e=20 mm;
- Juntas de Expansão, Ø2. 100mm, 135 unid.;
- Juntas de Desmontagem, Ø1.800 a Ø200,15 unid.;
- Ventosas, Ø200 mm, 11 unid.;
- Drenos, válvulas Gaveta e Juntas de Desmontagem, 08 unid.;
- Válvulas-Gaveta, Ø300 a Ø200, 22 unid.;
- Válvulas-Borboleta, Ø1. 800 a Ø200,10 unid.;
- Válvula Retenção, Ø1. 000 a Ø800, 3 unid.;
- Bocas de Visita, fixadas aos tubos retos na fábrica, 6 unid.;
- Blocos de Ancoragem, concreto Armado, 53 unid.;
- Apoios móveis, fixados aos tubos retos na fábrica, 453 unid.;
- Apoios fixos, fixados aos tubos retos na fábrica, 67 unid.

Lista-se a seguir, um resumo dos principais componentes da Estação de Bombeamento EBVII-1.

- **Equipamentos e Sistemas Mecânicos da EBVII-1:**
  - Bombas Centrífugas Principais: 03 unidades sem reserva;
  - Bombas de eixo horizontal, de dupla aspiração, com a carcaça bipartida axialmente e duplo estágio. O acionamento deverá ser por motor elétrico de velocidade fixa, com acoplamento direto;
  - Vazão unitária: 2,67 m<sup>3</sup>/s;
  - Altura manométrica total: 234,50 m;
  - Potência instalada: 8.000 MW;
  - NPSHD mínimo: 14,00 m;
  - Rendimento mínimo nas condições nominais de operação: 87,5%;
  - Na faixa operacional efetiva: 86%;
  - Operação em paralelo ou individual, com velocidade fixa contra o sistema, sem que a válvula de descarga seja usada para controlar a vazão;
  - Operação contínua, com segurança, rendimento e folga entre o NPSHD e o NPSHR;
  - Curva vazão x altura manométrica estável, continuamente ascendente em direção ao ponto de vazão nula;
  - Operação contínua entre 70% e 120% do ponto de melhor rendimento;
  - Diâmetro máximo do rotor que permita um acréscimo mínimo de 03% na altura manométrica na vazão nominal;
  - Partida com válvula na descarga fechada;
  - Vida útil de 25 anos em operação contínua nas condições nominais de operação e de 24.000 h em operação ininterrupta.
- **Tubulações de Sucção:**
  - Aço-carbono ASTM A 36: 3 x 1.000 mm;
  - Sino de sucção e Tubos bifurcados - chapa de aço soldadas com espessura de 08 mm ou mais. No tubo bifurcado de sucção de cada bomba deverá ter um dispositivo de drenagem da bomba, de Ø100 mm, com uma válvula- esfera.
- **Barrilete:**
  - Chapas lisas de aço-carbono ASTM A36 - Tubos retos, reduções, curvas, peças Y (com reforços) e tês - Ø 800 mm a Ø 2.100 mm, espessura da chapa 25 mm, PN 40.
- **Válvulas Borboleta:**
  - Elétrica – DN 1.000 mm: 3 x PN 16 e 3 x PN40;
- **Juntas de Desmontagem:**
  - DN 1.000 mm: 3 x PN 16 e 3 x PN40;

- Válvula Esférica:
  - Hidráulica: – DN 800 mm 3 x PN40.
- Ponte Rolante:
  - 400 kN + 50 kN - talha auxiliar; vão 15,00 m; altura de elevação 15,00 m.
- Pórtico Rolante:
  - 50 kN - vão 6,60 m; altura de elevação 13,45 m.
- Comporta Ensecadeira:
  - Deslizante: 1 c/ 2 painéis 2,60 m x 3,78 m.
- Grade de proteção:
  - Removível: 3 x vão 3,50 m x extensão 6,30 m.

Lista-se a seguir, um resumo dos principais componentes auxiliares da Estação de Bombeamento EBVII-1:

- Sistema de Abastecimento de Água Bruta:
  - Conjuntos motobombas - bombas centrífugas horizontais 02 unid;
  - Vazão 10,30 m<sup>3</sup>/h;
  - AMT 28,50 mH<sub>2</sub>O.
- Sistema de Esgotamento Sanitário:
  - Conjuntos moto bombas - bomba centrífuga submersível 02 unid;
  - Vazão 25,00 m<sup>3</sup>/h;
  - AMT 19,50 mH<sub>2</sub>O.
- Estação de Tratamento de Água – ETA :
  - Compacta 1.200 l/h;
  - Incluindo Sistema de Água Filtrada 150 l/dia.
- Estação de Tratamento de Esgoto – ETE :
  - Compacta: Fossa séptica, conjugada a filtro anaeróbico de fluxo ascendente;
  - Gradeamento médio;
  - Fossa séptica 3500 l;
  - Filtro de gás sulfídrico;
  - Ventilação de parede;
  - Filtro anaeróbico 2500 l;
  - Caixa cloradora 70 l;
  - Caixa de inspeção e coleta de amostras 40 l.
- Sistema de Drenagem
  - Conjuntos moto bombas - bomba centrífuga submersível 02 unid;
  - Vazão de 36,00 m<sup>3</sup>/h;
  - AMT 16,50 mH<sub>2</sub>O.

A EBVII-1 comportará uma subestação com capacidade total de 24 MW, apresentando os seguintes equipamentos básicos:

- Motores das Motobombas Principais: Três motores de indução de rotor bobinado, 8 MW, 13,2 Kv, instalados na elevação 585,25 (5610-MOTO-001, -002 e -003), com partida por reostatos líquidos instalados na galeria dos equipamentos elétricos das unidades, na elevação 590,15 (5610-REST-001, -002 e -003);

- Sistema de média tensão:

- Quadro de distribuição de 13,8 Kv, na galeria dos equipamentos elétricos comuns (elevação 595,05) com dois cubículos de entrada, um de interligação de barramentos, três para alimentação das motobombas principais e dois para alimentação dos serviços auxiliares da estação (5610-CDMT-001);
- Alimentação do quadro pela subestação de 69-13,8 Kv, mediante cabos isolados em bancos de dutos envelopados em concreto;
- Sistema de serviços auxiliares de corrente alternada;
- Dois transformadores secos de 225 KVA, 13800-400/230 V, instalados na galeria dos equipamentos elétricos comuns, na elevação 595,05 (5610-TRSA-001 e -002);
- Um quadro principal de distribuição e dois quadros de auxiliares comuns, instalados na galeria dos equipamentos elétricos comuns, na elevação 595,05 (5610-QDCA-001, -002 e -003);
- Três quadros de auxiliares das unidades, instalados na galeria dos equipamentos elétricos das unidades, na elevação 590,15 (5610-QDCA-004, -005 e -006);
- Um grupo diesel-gerador de emergência, de 100 KVA, 400/230 V, instalado junto à área de descarga e montagem, na elevação 595,05 (5610-GDGE-001);
- Sistema de serviços auxiliares de corrente contínua;
- Dois retificadores-carregadores de 380 V CA – 125 V CC, 50 A em CC, instalados na sala dos retificadores-carregadores, na elevação 599,60 (5610-RETI-001 e -002);
- Duas baterias de 60 elementos chumbo-ácido, de 125 V, 150 Ah/10 h, instaladas na sala das baterias, na elevação 599,60 (5610-BBAT-001 e -002);
- Um quadro principal de distribuição e um quadro de auxiliares comuns, instalados na galeria dos equipamentos elétricos comuns, na elevação 595,05 (5610-QDCC-001 e -002);
- Três quadros de auxiliares das unidades, instalados na galeria dos equipamentos elétricos das unidades, na elevação 590,15 (5610-QDCC-003, -004 e -005).

- Subestação principal: Subestação de 69-13,8 Kv, instalada ao lado da casa bombas, na elevação 608,00, alimentada por uma linha de 69 Kv, com casa de controle e serviços auxiliares próprios e contendo dois transformadores de 69-13,8 Kv para alimentação da casa de bombas.
- Sistema de supervisão e controle: Sistema digital de supervisão e controle, centralizado em estações de trabalho na sala de controle, na elevação 599,60. Inclui três painéis de supervisão e controle das unidades, instalados na galeria dos equipamentos elétricos das unidades, na elevação 590,15 (5610-PSCU-001, -002 e -003) e um painel de supervisão e controle dos serviços auxiliares, instalado na galeria dos equipamentos elétricos comuns.

#### **2.4.3.8– Sistema Viário**

O Sistema Viário do Ramal do Agreste é constituído basicamente de dois tipos de vias, as Vias de Manutenção ou de Serviço do Canal e as Vias Complementares recompostas para acesso às localidades, arredores e desvios de estradas existentes.

As vias destinadas a manutenção dos canais ou estradas e serviço é composta por um conjunto de estradas dispostas dos lados esquerdo e direito dos canais e que acompanham o traçado ao longo de toda a extensão dos canais, dentro da faixa de domínio dos mesmos, sendo interrompido nos trechos dos reservatórios, aquedutos e túneis.

As vias complementares são constituídas por estradas que interligarão todos os trechos interrompidos das vias de manutenção, com padrão semelhante ao das estradas de serviço dos canais, bem como o desvio da estrada asfaltada PE-219, obstruída pela Barragem Ipojuca.

Compõem o sistema viário de acesso, operação e manutenção as vias que acompanham os canais de ambos os lados, e sua interligação/restauração com o sistema viário existente, na extensão total de 113 km.

Consta de 08 Pontes Rodoviárias e 05 Passarelas.

A seguir estão relacionadas às principais características das vias projetadas:

- Velocidade Diretriz = 40 km/h;
- Raio mínimo de curva horizontal = 50,00 m;
- Raio mínimo (superelevação dispensável) = 800,00 m;
- Raio mínimo sem transição = 300,00 m;
- Superelevação máxima = 8%.

As principais características das pontes são:

- Largura: 8,30 m;
- Comprimento: 35,00 m;
- Vão: 32,86 m;



- Superestrutura: Vigas pré-moldadas de 25 MPa;
- Pilares: 4 Ø 1,00 m;
- Fundações: Sapatas;
- Gabarito rodoviário inferior: 7,00 m;
- Aterros de aproximação: em enrocamento compactado.

As Passarelas apresentam as principais características:

- Largura: 3,00 m;
- Comprimento: 15,00 m;
- Superestrutura Vigas pré-moldadas de 25 MPa;
- Fundações Sapatas.

#### **2.4.3.7 – Drenagem**

A drenagem é composta pelas seguintes estruturas:

- Drenos revestidos de concreto com seção trapezoidal variando de base 0,60 m a 5,00 m e altura de 0,50 m a 1,50 m;
- Escadas dissipadoras de concreto armado;
- Rampas dissipadoras de concreto armado;
- Bueiros celulares de concreto armado de seção quadrada fechada, variando de 01 célula de 1,00 m (largura) x 1,00 m (altura) até 03 células de 2,50 m (largura) x 2,50 m (altura) e até 04 células de 2,00 m (largura) x 2,00 m (altura);
- *Overchutes* de concreto armado seção quadrada fechada variando de 01 célula de 1,50 m (largura) x 1,50 m (altura) até 03 células de 2,00 m (largura) x 2,00 m (altura);
- Valetas com revestimento de concreto seção trapezoidal base de 1,00 m e altura mínima de 0,30 m.

## 2.5. INTERATIVIDADE OPERAÇÃO – MANUTENÇÃO

### 2.5.1. Indissociabilidade da Operação e Manutenção

Na prática e na divisão das atividades para efeito de composição de custos, existe uma faixa de ações, iniciativas e providências que se sobrepõem, por isso torna muito difícil fazer um estudo que se limite somente à operação ou somente à manutenção, conforme mostrado na Figura 2.5.1.



**Fonte:** Consórcio FAHMA/DELGITEC

Figura 2.5.1. Áreas comuns à operação e manutenção de obras hidráulicas

A operação e manutenção (O&M) têm como finalidade auxiliar o setor de produção de bens e serviços, prestados por uma organização<sup>1</sup>. Neste caso a produção é a captação, condução e distribuição de água bruta para as bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional Brasileiro.

Uma boa e adequada manutenção assegura que operação, composta de um conjunto de atividades e ações, permita o funcionamento das unidades componentes do sistema para que todos os pontos de entrega de água sejam plenamente abastecidos, de acordo com parâmetros técnicos e econômicos. Devido às grandes dificuldades de gestão do processo operacional essas atividades exigem estudos e análises detalhados, pois é grande o número de incertezas que interveem nesses processos. O conhecimento detalhado de um produto e do sistema no qual ele opera é essencial para aumentar o tempo médio entre reparos e ao mesmo tempo reduzir custos gerais de manutenção.

<sup>1</sup> Intitulou-se organização porque pode ser empresa, ONG, instituição pública, entre outras por ainda não se ter claramente sua definição definitiva. Utiliza-se, portanto, o termo organização em vez de empresa por ser mais genérica e adaptada aos modelos vigentes no mundo cooperativo.

Observa-se, portanto, que são dois os grupos de trabalho que integram o funcionamento de um projeto de captação, condução e distribuição de água bruta: **operação** e **manutenção**. Sinteticamente descreve-se o papel que cada um desse grupo desenvolve conforme descrito por Moroguma<sup>2</sup>.

O grupo de operação, visando metas de produção, planeja e executa as atividades. Para isso é considerado a mão de obra, máquinas e equipamentos necessários, tanto qualitativa e quantitativamente, com menor custo possível dentro do prazo estipulado para entregar seu produto nos padrões exigidos ao demandante do produto.

O grupo de manutenção realiza atividades similares, porém partindo de informações e dados demandados do grupo de operação além dos manuais dos fabricantes e/ou construtores, planejando, executando e controlando atividades que assegurem manutenção adequada das instalações, máquinas e equipamentos, garantindo assim que ocorra o mínimo possível de interrupções na linha de produção, ou seja, sem prejudicar a operação.

A troca de informações e dados entre esses dois grupos tem que ser sistemática, dinâmica e ininterrupta.

Conhecendo-se bem as atividades operacionais e de manutenção e quais podem e devem ser comuns para otimizar o uso tanto de equipe como de materiais permite uma organização fundamentada nas características de demanda de serviço, que permite o redimensionamento das equipes, da alocação de materiais e recursos de modo a não só harmonizar como reduzir custos em benefício dos usuários da água. Desta forma é possível recorrer à ferramenta de programação, controle de serviços e equipamentos que passa a orientar as atividades e iniciativas de todos setores permitindo a integração das rotinas periódicas a partir das diárias.

Em grandes organizações a operação e manutenção são tratadas por setores distintos e as atividades de cada um são bem definidas e regulamentadas que se **interagem**. Existem equipes especializadas para cada tipo de serviço, equipamento e sistema (automação, comunicação, proteção etc). Já em organizações de menor porte essas atividades de O&M se misturam, e as atividades de cada um não são bem definidas.

Estas situações de serviço conjunto ocorrem em pequenos perímetros de irrigação, onde, por exemplo, um operador de bombas além de ligar e desligar conjuntos motobombas e operar subestação elétrica, executa outros serviços ligados à manutenção tais como limpeza interna e externa de quadros e subestações elétricas e auxílio às equipes de manutenção eletromecânica.

---

<sup>2</sup>Tsutomu Moroguma, engenheiro eletricista aposentado do serviço de manutenção da CODEVASF. Falta colocar a informação de onde foi tirado, livro, anais, etc.

Os custos de manutenção dos equipamentos representam uma parcela dos custos de produção da organização. Para manter os equipamentos é preciso utilizar peças de reposição, materiais de consumo, energia, mão-de-obra de gerenciamento e execução, serviços subcontratos, dentre outros recursos. (XENOS, 1998, p. 220)

### **2.5.2 Operação e manutenção em uma organização**

A decisão de tratar o setor de operação e o setor de manutenção de forma separada ou conjunta depende da estrutura da organização a ser administrada e dos recursos existentes.

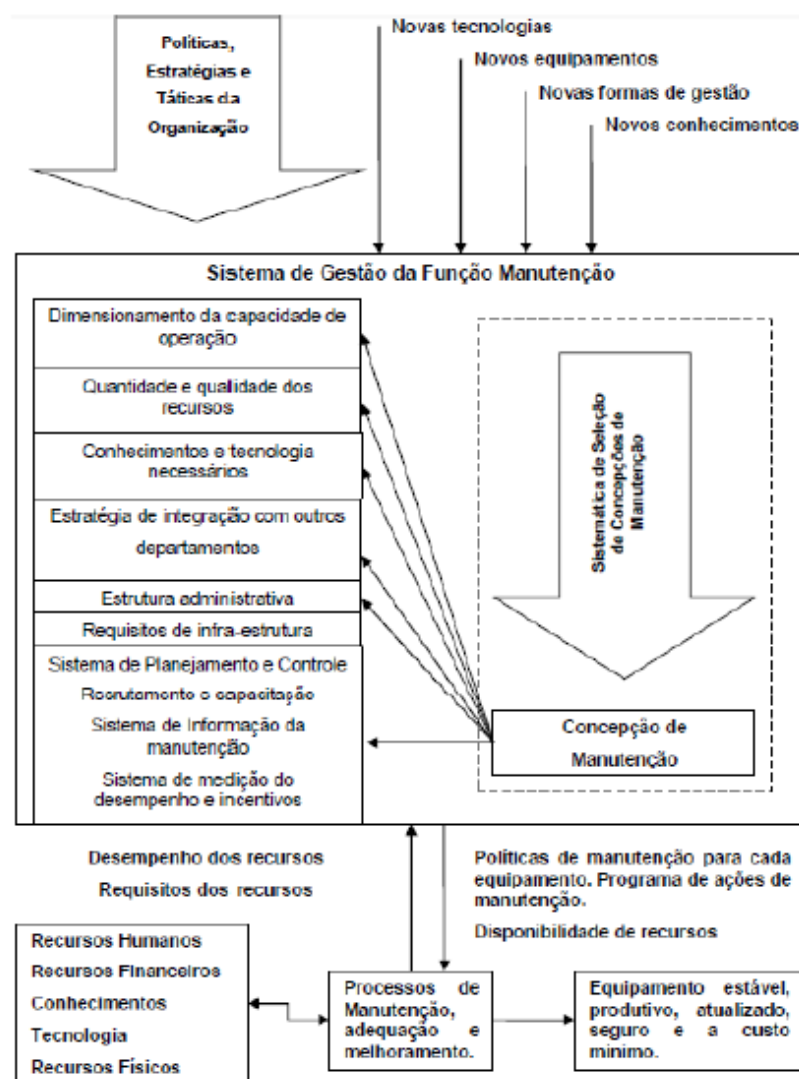
A estrutura de operação é sempre mais simples do que a estrutura de manutenção de um grande empreendimento, mas elas têm que estar sempre em interatividade, e esta última sempre pronta para atender a primeira.

Slack et al. (2002), apresenta os benefícios atingidos quando a manutenção é atuante: segurança melhorada – diminui o risco às pessoas que atuam no ambiente; confiabilidade aumentada – menos tempo perdido com conserto; qualidade maior – equipamentos em melhor desempenho; custos de operação mais baixos – alguns elementos de tecnologia funcionam melhor quando recebem manutenção regularmente; tempo de vida mais longo – prolongar a vida efetiva das instalações; e valor final mais alto – instalações bem mantidas propiciaram em vendas de segunda mão para o mercado.

Essas duas atividades (operação e manutenção) tem que estar alinhadas com as políticas, estratégias e táticas da organização.

O sistema de gestão da função de manutenção é ilustrado na Figura 2.5.2. Nota-se que para a concepção da estruturação da manutenção têm que se levar em conta o dimensionamento da capacidade de operação, quantidade e qualidade dos recursos, conhecimentos e tecnologia necessários, estratégia de integração com outras unidades da organização, estrutura administrativa, requisitos da infraestrutura, sistema de planejamento e controle desde o recrutamento e capacitação, sistema de informações da manutenção e sistema de medição de desempenho e incentivos.

Os incentivos são incluídos aqui porque tem que haver alguma compensação, pois a forma com que estamos habituados é pagamento por serviços prestados, o que, na manutenção, levaria sempre a se querer maior ocorrência de demandas. Contudo o prêmio deve ser estipulado para a menor necessidade de serviços de manutenção necessários por uma unidade de tempo pré-definida, sempre de acordo com os manuais dos fabricantes ou construtores das estruturas.



Fonte: Adaptado de Fuentes (2006) apud Costa (2013)

Figura 2.5.2 Entendimento de um sistema de manutenção para sua organização

### 2.5.3. As experiências no Brasil

O que se observa em grande parte das instituições públicas brasileiras é um baixo nível de integração de ações desses dois componentes (O&M) da organização do funcionamento dos sistemas hidráulicos construídos, com exceção dos do setor elétrico e algumas do setor saneamento.

Essa deficiência ocorre geralmente devido à falta de atualização tecnológica e de recursos humanos, além da carência de atualização gerencial, da limitação de instrumentos de regulamentação e de regulação, com uma precária base de informações e a falta de recursos de suporte à decisão.

Outro problema relevante é o de continuidade administrativa e de mecanismos que assegurem a implementação de ações e regulamentos oriundos de planejamento, quando existente, de procedimentos de avaliação da efetividade de

ações empreendidas e de dinâmicas de correção dessas ações, quando necessário.

Existe uma série de procedimentos de operação e manutenção que devem ser executados dentro de uma determinada rotina, sem a qual ocorrerão problemas na unidade de captação, condução e distribuição de água comprometendo sua eficiência e eficácia.

#### **2.5.4 Sistema de Suporte à Decisão**

Dentre as ferramentas disponíveis hoje tem-se os sistemas de suporte à decisão. Segundo Mañas (1999) o sistema de informação pode ser dividido em: Sistemas de Informação Gerencial; Sistemas de Apoio às Operações e os Sistemas de Apoio à Decisão. Todos estes desmembramentos surgiram com o propósito de facilitar a tomada de decisão no meio organizacional.

Esses sistemas orientam as práticas de manutenção de sistemas e controle de perdas, com base em critérios relacionados à idade dos sistemas de captação, condução e distribuição de água e as variáveis hidráulicas referentes à operação dos sistemas.

O benefício principal conseguido pelo aprimoramento desses está em assegurar a efetividade de entrega da água nos pontos na quantidade, qualidade e no tempo em que é necessário, promovendo a efetividade de ações que controlam as perdas. A implementação desse sistema tem implicações nos custos tanto de operação como de manutenção.

Os sistemas aqui abordados representam grande vantagem competitiva, sendo indispensáveis. O subsistema de suporte à decisão é responsável por processar todas as informações existentes no ambiente externo e interno e torna-las disponível para serem utilizadas como forma de aprimorar as atividades e metas na empresa, bem como promover melhorias através de procedimentos em busca da qualidade nos processos.

Esses sistemas têm que estar computados tanto na operação como na manutenção e não está contemplado nos TdR, pois só eles têm custos significativos que não condizem com o valor do contrato vigente.

#### **2.5.5 Problemas**

O Sistema de captação, condução e distribuição de água pode apresentar diversas dificuldades. Entre elas se destacam o alto índice de perdas físicas, o elevado custo da energia elétrica, capacidades inadequadas de reservatórios de distribuição, atividades atendidas não previstas em projeto, realização de constantes manobras na rede de canais e adutoras para serviços de manutenção, desconsiderando nesta fase outras situações de desgastes e deterioração, pois se tratam de obras novas. Além do mais, tem-se que levar em conta o tempo em



que o sistema está sem água, sobre o intenso ataque das intempéries naturais que precisam ser consideradas.

Carrijo (2004) considera que a operação de um sistema de condução e distribuição de água não pode ser entendida apenas como uma mera sequência de comandos exercidos sobre os equipamentos, que têm como objetivo o atendimento da demanda. Para o autor o problema é muito mais amplo e multidisciplinar, envolvendo aspectos de planejamento, controle e supervisão, serviços de infraestrutura de apoio e de atendimento ao demandante da água, todos considerados simultaneamente e interdependentes entre si.

Francato (2002) enumerou, em três categorias os principais problemas que desafiam a operação, sendo eles:

1. Problemas de gestão administrativa das empresas em que se inclui a baixa qualificação profissional dos funcionários, a falta de responsabilidade dos serviços executados;
2. Problemas político-institucionais, resultantes da falta de continuidade das ações de uma administração pública para outra e da falta de competição entre empresas;
3. Problemas técnicos e operacionais que resultam numa operação inadequada do sistema.

No serviço público tem sido difícil considerar a padronização de equipamentos de um projeto com equipamentos já existentes no sistema, o que reduz o estoque de sobressalentes e facilita as ações de operação e manutenção. Isto devido ao processo de licitação onde o referencial maior de julgamento é quase sempre o menor preço.

O ideal seria que os agentes de serviços públicos similares acompanhassem desde a fabricação e incorporassem os requisitos de modernidade e o aumento de confiabilidade dos equipamentos, além das sugestões emanadas da prática da manutenção.

Todos esses dados, aliados ao histórico de desempenho de equipamentos semelhantes (dado este subsidiado pelo grupo de manutenção), compõe o valor histórico do equipamento, elemento importante para uma decisão em compras e futuras políticas de peças de reposição.

A fase de instalação deve prever cuidados com a qualidade da implantação do projeto e as técnicas utilizadas para essa finalidade. Quando a qualidade não é apurada, muitas vezes são inseridos pontos potenciais de falhas que se mantêm ocultos por vários períodos e vêm a se manifestar muitas vezes quando o sistema é fortemente solicitado, ou seja, quando o processo produtivo assim o exige, ou seja, normalmente quando se necessita de maior confiabilidade.

As fases de manutenção e operação têm por objetivo garantir a função dos equipamentos, sistemas e instalações no decorrer de sua vida útil e a não

degeneração do desempenho. Nesta fase da existência, normalmente são detectadas as deficiências geradas no projeto, seleção de equipamentos de instalação.

Da não interação entre as fases anteriores, percebe-se que a manutenção encontrará dificuldades de desempenho de suas atividades, mesmo que se apliquem nelas as mais modernas técnicas. A confiabilidade estará num patamar inferior ao inicialmente previsto.

A gestão do funcionamento das estruturas hidráulicas do PISF é uma atividade que deve ser assumida como prioritária pelo corpo gerencial. Através dela, melhora-se a eficiência energética e hidráulica, reduzem-se as perdas de água e assegura-se o bom atendimento das demandas.

A eficiência, eficácia e efetividade do sistema só serão alcançadas se houver uma estreita interatividade entre a operação e manutenção.

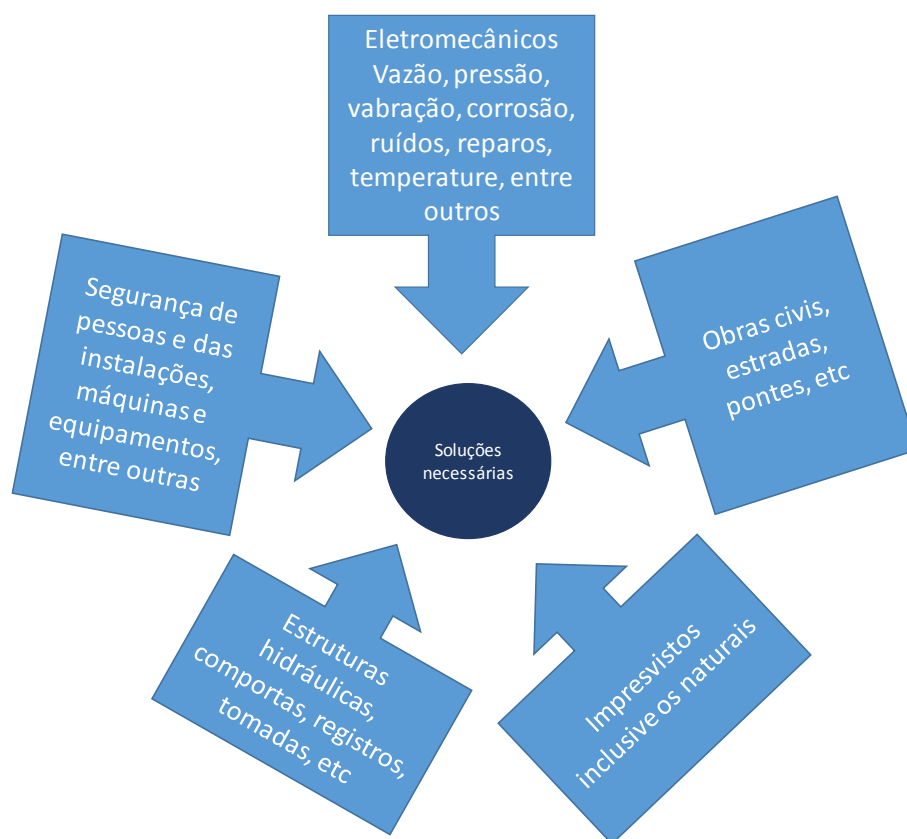
### **2.5.6 Planejamento**

A base para estimativa de custos tanto de operação como de manutenção está em conhecer o planejamento do empreendimento. Neste caso o PISF já tem estimado os custos de operação feito pela FGV, conforme consta do TdR, sendo que a base para se estimar os custos de manutenção terá que ser a mesma. Ter-se-á que conhecer todos os planejamentos existentes.

A programação da manutenção é ferramenta fundamental para se fazer a estimativa de seus custos, e ela deve contemplar todos os segmentos que tem implicações em seu desenvolvimento como mostrado na Figura 2.5.3.

O planejamento estratégico para Lacombe e Heilborn (2006, p. 163) “refere-se ao planejamento sistêmico das metas de longo prazo e dos meios disponíveis para alcança-las, ou seja, aos elementos estruturais mais importantes da empresa e à sua área de atuação”. Mostra ainda, que deve ser feito pela alta gerência e deve responder a seguinte pergunta: “qual é o nosso negócio e como deveria fazê-lo?”. Para Chiavenato (2000, p. 283) o planejamento tático é configurado como “empreendimentos mais limitados, prazos mais curtos, áreas menos amplas e níveis mais baixos na hierarquia da organização”. Então, pode-se perceber que este segundo tipo de planejamento se restringe a um nível intermediário da organização. Assim, é uma sequência daquilo que fora traçado pela alta-gerência no planejamento estratégico.

Citando Chiavenato (2000, p. 185), Lacombe e Heilborn (2006, p.165) se referem a planejamento operacional como uma função gerencial com ênfase na eficiência, ou seja, fazer bem feito aquilo que está sendo executado. Da mesma forma que o planejamento tático que segue as bases fundamentadas no planejamento estratégico o planejamento operacional baseia-se nos dois anteriores a ele.



**Fonte:** Consórcio FAHMA/DELGITEC

Figura 2.5.3. Áreas consideradas para estimativas dos custos de manutenção

Assim, percebe-se que a execução das ações traçadas previamente será de responsabilidade do planejamento operacional. Segundo Lacombe e Heilborn (2006, p. 160) “planejar e controlar devem ser colocadas juntas porque são conhecidas como as funções gêmeas da administração: não adianta planejar se não houver controle e não se pode controlar se não tiver havido planejamento”.

A necessidade de programar a manutenção dos equipamentos como forma de otimizar os processos produtivos é um imperativo para se reduzir riscos de interrupção não programada do sistema de captação condução e distribuição de água do PISF. Esse sistema é bem complexo e tem que levar em consideração que os esvaziamentos dos condutores de água (canais e tubulações) levam tempo para restabelecer o enchimento e entrar em condições de operação, que muitas dependendo das distâncias pode levar dias, por isso tem que ser tempestivamente programado.

### **2.5.7 Conclusões e recomendações**

Essa interatividade tem que ser cotidiana, procurando-se otimizar todas as oportunidades de uma atividade atuar complementado a outra, pois se sabe que um sistema como esse complexo que é em que não será possível suspender a produção de água durante o horário de ponta (17:30 h às 21:00 h), mas ter-se-á que reduzir as unidades que estarão operando.

Tem-se que reconhecer a operação e a manutenção como atividades estratégicas.

A manutenção não está ligada apenas a restabelecer o funcionamento do sistema e suas partes, mas a agir de forma preventiva, evitando defeitos que venham a levar a paradas intempestivas do sistema operacional ou mesmo a graves acidentes pessoais ou ambientais. A manutenção trabalha para aumentar a confiabilidade do sistema como um todo aumentando assim a sua disponibilidade e diminuindo drasticamente a necessidade de intervenções.

A interação entre a operação e manutenção é um condicionante essencial e todas as vezes que se for fazer aprimoramento em um desses componentes o outro tem que participar.

## **2.6. ELENCAÇÃO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO IDENTIFICADAS COM RESPECTIVAS PERIODICIDADES**

Diante das características das obras que compõem o PISF, foram identificadas as atividades de manutenção das diversas estruturas e equipamentos, com as respectivas periodicidades, elencadas em continuação.

### **1) Captação - Canal de Adução**

- Vistoria sistemática do canal de adução: 1 vez por semana;
- Roçada e retirada de arbustos na seção interna e nos taludes externos e taludes das bermas em aterro: 1 vez por ano;
- Recomposição do enrocamento da seção interna: 1 vez a cada 3 anos;
- Recomposição dos deslizamentos dos taludes externos nos trechos em corte/aterro: 1 vez a cada ano;
- Desassoreamento mecânico do fundo do canal: 1 vez a cada 10 anos.
- Manutenção de colchão Reno: 1 vez por ano.

### **2) Estrutura de Transição Canal de Adução / Câmara de Sucção (Forebay de Montante) da Estação de Bombeamento Principal**

- Roçada e retirada da vegetação da seção interna: 1 vez por ano ou quando necessário;

- Desassoreamento mecânico do fundo: 1 vez a cada 5 anos ou quando se fizer necessário;
- Pintura dos guarda-corpos e outras estruturas metálicas: 1 vez a cada 3 anos.

### **3) Estação de Bombeamento Principal**

#### **3.a) Poço de Sucção**

- Retirada de material retido nas grades poços de sucção: 2 vezes por semana;
- Limpeza interna do poço de sucção e tomada da bomba (sino): 1 vez a cada 2 anos;
- Manutenção da ponte e pórtico rolante: 1 vez por mês;
- Pintura geral da ponte, pórtico rolante e monovias: 1 vez a cada 5 anos ou quando necessário.

#### **3.b) Manutenção Hidromecânica**

- Inspeção rotineira do funcionamento das bombas e equipamentos acessórios: diariamente;
- Manutenção geral das bombas: 1 vez a cada 5 anos, ou quando se fizer necessário;
- Manutenção das válvulas, acessórios e componentes periféricos das bombas: sob demanda;
- Pintura geral das tubulações em ferro fundido do sistema de abastecimento de água: 1 vez a cada 3 anos;
- Manutenção do sistema de ar comprimido: 1 vez mês;
- Pintura geral dos conjuntos motobombas: 1 vez a cada 3 anos.

#### **3.c) Manutenção da Adutora de Recalque**

- Manutenção do sistema de proteção catódica: sob demanda;
- Manutenção das válvulas de aeração do sifão de deságüe: sob demanda;
- Reparos em soldas: sob demanda;
- Manutenção de registros de descarga das adutoras. 2 vezes ao ano
- Limpeza externa e pintura: 1 vez a cada 3 anos

#### **3.d) Manutenção Elétrica**

- Inspeção rotineira do funcionamento do sistema elétrico de alimentação e dos motores: diariamente;
- Manutenção da subestação de alimentação da EB: sob demanda;
- Manutenção da central de comando dos motores: 1 vez a cada 5 anos;
- Manutenção periódica dos motores elétricos: anualmente;
- Manutenção de componentes elétricos e acessórios do grupo gerador diesel: 1 vez por semana.

### **3.e) Manutenção do sistema de monitoramento e automação: sob demanda**

### **3.f) Manutenção do prédio e pátio (manutenção de obras civis da EB)**

- Manutenção do prédio e pátio – geral: diariamente;
- Manutenção do prédio e pátio - pintura do prédio: 1 vez a cada 3 anos;
- Manutenção do prédio e pátio - pintura de esquadria de ferro e corrimão: 1 vez a cada 3 anos;
- Manutenção do prédio e pátio – elétrica: sob demanda;
- Manutenção do prédio e pátio - combate à incêndio: 1 vez a cada 2 anos;
- Manutenção do prédio e pátio – piso: 1 vez a cada 5 anos;
- Manutenção do prédio e pátio - reparo de parede: 1 vez a cada 5 anos;
- Manutenção do prédio e pátio – telhado: 1 vez a cada 5 anos..

### **3.g) Manutenção da ETA e ETE**

- Manutenção de rotina da ETA e ETE: diariamente;
- Lubrificação, reparo e troca dos rolamentos e gaxetas das bombas da ETA e ETE: 1 vez por mês.

## **4) Estrutura de Transição Deságue do Recalque / Canal Principal (Forebay de Jusante) da Estação de Bombeamento Principal**

- Roçada e retirada de arbusto da seção interna: 1 vez por ano;
- Desassoreamento e limpeza de fundo: 1 vez a cada 5 anos.

## **5) Canal Principal e Aquedutos**

- Inspeção sistemática das obras 1 vez cada 15 dias;
- Roçada e retirada de arbustos na seção interna e nos taludes externos e taludes das bermas em aterro: 1 vez por ano;
- Limpeza de galhos, troncos, lixo e outros objetos flutuantes volumosos ou pesados: 1 vez por mês;
- Recomposição do enrocamento da seção interna: 1 vez a cada 3 anos;
- Recomposição dos deslizamentos dos taludes externos nos trechos em corte: 1 vez a cada ano;
- Desassoreamento mecânico do fundo do canal: 1 vez a cada 10 anos.
- Recuperação de trincas e rachaduras das placas de concreto e da parede de aqueduto: sob demanda;
- Recomposição de placas de concreto: sob demanda;
- Recomposição de geomembrana de canais: sob demanda;
- Impermeabilização de superfície com geomembrana: sob demanda;
- Execução de dreno com manta geotextil, 400 g/m<sup>2</sup>: sob demanda.



## **6) Reservatórios**

### **6.a) Maciço do Barramento e Diques**

- Vistoria sistemática do maciço do barramento e diques: 2 vezes por semana;
- Recomposição do enrocamento dos taludes do maciço do barramento: 1 vez a cada 3 anos;
- Manutenção do maciço de concreto: 1 vez a cada 3 anos.

### **6.b) Tomada d'Água**

- Inspeção periódica dos equipamentos hidromecânicos: 1 vez ao mês;
- Manutenção e limpeza da tomada d'água: 1 vez por ano;
- Manutenção corretiva da comporta: 1 vez a cada 10 anos;
- Pintura de proteção contra corrosão da comporta: 1 vez a cada 10 anos;
- Manutenção corretiva das válvulas dispersoras e bloqueio: 1 vez a cada 10 anos;
- Manutenção preventiva do medidor de vazão: 2 vezes por ano.

## **7) Estrutura de Transição Canal de Adução / Câmara de Sucção (Forebay de Montante) das EB Intermediárias**

- Roçada e retirada da vegetação da seção interna: 1 vez por ano ou quando necessário;
- Desassoreamento e limpeza de fundo: 1 vez a cada 5 anos ou quando se fizer necessário;
- Pintura dos guarda-corpos e outras estruturas metálicas: 1 vez a cada 3 anos.

## **8) Estações de Bombeamento Intermediárias**

### **8.a) Poço de Sucção**

- Retirada de material retido nas grades poços de sucção: 2 vezes por semana;
- Limpeza interna do poço de sucção e tomada da bomba (sino): 1 vez a cada 2 anos;
- Manutenção da ponte e pórtico rolante: 1 vez por mês;
- Pintura geral da ponte, pórtico rolante e monovias: 1 vez a cada 5 anos ou quando necessário.

### **8.b) Manutenção Hidromecânica**

- Inspeção rotineira do funcionamento das bombas e equipamentos acessórios: diariamente;
- Manutenção geral das bombas: 1 vez a cada 5 anos, ou quando se fizer necessário;

- Manutenção das válvulas, acessórios e componentes periféricos das bombas: sob demanda;
- Pintura geral das tubulações em ferro fundido dos circuitos de resfriamento dos mancais, e do sistema de abastecimento de água: 1 vez a cada 3 anos;
- Manutenção do sistema de ar comprimido: 1 vez mês;
- Pintura geral dos conjuntos motobombas: 1 vez a cada 3 anos.

#### **8.c) Manutenção da Adutora de Recalque**

- Manutenção do sistema de proteção catódica: sob demanda;
- Manutenção das válvulas de aeração do sifão de deságüe: sob demanda;
- Reparos em soldas: sob demanda;
- Manutenção de registros de descarga das adutoras. 2 vezes ao ano
- Limpeza externa e pintura: 1 vez a cada 3 anos

#### **8.d) Manutenção Elétrica**

- Inspeção rotineira do funcionamento do sistema elétrico de alimentação e dos motores: diariamente;
- Manutenção da subestação de alimentação da EB: sob demanda;
- Manutenção da central de comando dos motores: 1 vez a cada 5 anos;
- Manutenção periódica dos motores elétricos: anualmente;
- Manutenção de componentes elétricos e acessórios do grupo gerador diesel: 1 vez por semana.

#### **8.e) Manutenção do sistema de monitoramento e automação: sob demanda**

#### **8.f) Manutenção do prédio e pátio (manutenção de obras civis da EB)**

- Manutenção do prédio e pátio – geral: diariamente;
- Manutenção do prédio e pátio - pintura do prédio: 1 vez a cada 3 anos;
- Manutenção do prédio e pátio - pintura de esquadria de ferro e corrimão: 1 vez a cada 3 anos;
- Manutenção do prédio e pátio - combate à incêndio: 1 vez a cada 2 anos;
- Manutenção do prédio e pátio – piso: 1 vez a cada 5 anos;
- Manutenção do prédio e pátio - reparo de parede: 1 vez a cada 5 anos;
- Manutenção do prédio e pátio – telhado: 1 vez a cada 5 anos..

#### **8.g) Manutenção da ETA e ETE**

- Manutenção de rotina da ETA e ETE: diariamente;
- Lubrificação, reparo e troca dos rolamentos e gaxetas das bombas da ETA e ETE: 1 vez por mês.

### **9) Estrutura de Transição Deságue do Recalque / Canal Principal (Forebay de Jusante) das EB Intermediárias**

- Roçada e retirada de arbusto da seção interna: 1 vez por ano;
- Desassoreamento e limpeza de fundo: 1 vez a cada 5 anos.

#### **10) Manutenção de Túneis**

- Inspeção no entorno da área do emboque e desemboque do túnel: 1 vez a cada 3 meses;
- Limpeza de canaletas e valas de drenagem no entorno do emboque e desemboque do túnel: 1 vez por ano;
- Manutenção das paredes do túnel: 1 vez a cada 5 anos ou sob demanda.

#### **11) Manutenção de Galerias**

- Manutenção das paredes da galeria: 1 vez a cada 5 anos ou sob demanda.

#### **12) Manutenção das Comportas de Derivação e Controladoras de Nível**

- Vistoria sistemática da estrutura: diariamente;
- Manutenção periódica: 1 vez por mês ou sob demanda.

#### **13) Manutenção da Rede de Drenagem**

- Limpeza de vala de drenagem: 1 vez a cada ano;
- Limpeza de valeta de corte: 1 vez a cada ano;
- Limpeza de descida d'água: 1 vez a cada ano;
- Limpeza de bueiro: 1 vez a cada ano;
- Desobstrução de bueiro: 1 vez a cada ano;
- Recuperação de bueiro (concreto) : 1 vez a cada ano;
- Roçada manual: 1 vez a cada ano.

#### **14) Manutenção das Estradas de Acesso e Serviços**

- Recomposição de revestimento primário: 2 vezes por ano e sob demanda;
- Regularização mecânica da faixa de domínio: 2 vezes por ano e sob demanda;
- Recomposição de camada granular do pavimento: 2 vezes por ano e sob demanda;
- Roçada mecanizada: 2 vezes por ano e sob demanda.

## **15) Manutenção das Unidades Administrativas e de Apoio**

- Manutenção do prédio e pátio – geral: diariamente;
- Manutenção do prédio e pátio - pintura do prédio: 1 vez a cada 3 anos;
- Manutenção do prédio e pátio - pintura de esquadria de ferro e corrimão: 1 vez a cada 3 anos;
- Manutenção do prédio e pátio – elétrica: sob demanda;
- Manutenção do prédio e pátio - combate à incêndio: 1 vez a cada 2 anos;
- Manutenção do prédio e pátio – piso: 1 vez a cada 5 anos;
- Manutenção do prédio e pátio - reparo de parede: 1 vez a cada 5 anos;
- Manutenção do prédio e pátio – telhado: 1 vez a cada 5 anos..
- Manutenção de rotina da ETA e ETE: diariamente;
- Lubrificação, reparo e troca dos rolamentos e gaxetas das bombas da ETA e ETE: 1 vez por mês.

## **16) Manutenção de Cercas**

- Reconstrução de cerca: 1 vez a cada ano ou sob demanda.

## **2.7. DEFINIÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO**

Descreve-se, em continuação as características de todas as atividades de manutenção elencadas no item anterior, proporcionando informações que permitam a definição da composição dos respectivos serviços e estimativa de custos unitários.

### **1) Captação - Canal de Adução**

- **Vistoria sistemática do canal de adução: 1 vez por semana**

Serviço a ser realizado por um profissional treinado com o *checklist* na prancheta ou eletronicamente. Deverá fazer este serviço uma vez por semana no tempo de meio expediente (4 horas) ou após chuvas de grandes proporções que possam causar danos na obra e seja necessário o adiantamento do serviço. Deverá ter como transporte uma moto. Principais aspectos a serem verificados:

- Presença de lixo ou detritos, tais como, garrafas pet, sacos plásticos, latas e outros, no leito e nas encostas do canal de adução;
- Presença de corpos estranhos de grande porte ou volume, tais como, galhos e troncos vegetais, cadáveres de animais e outros, no leito e nas encostas do canal de adução;
- Quantidade, altura e possíveis danificações nos taludes e bermas do canal de adução que possam estar acontecendo devido a plantas arbustivas e outras espécies que possam vir a antecipar o trabalho de roçada;

- Presença de formigueiros, cupins e roedores, no perímetro cercado do PISF;
- Deslizamentos do enrocamento e movimentações do colchão Reno;
- Canaleta lateral de drenagem paralela ao canal de adução;
- Qualidade da estrada;
- Presença de pessoas nadando ou pescando na área de risco.

Quando for constatada qual irregularidade a respeito do canal, acionar a manutenção corretiva.

- **Roçada e retirada de arbustos na seção interna e nos taludes externos e taludes das bermas em aterro: 1 vez por ano**

Serviço a ser realizado por uma equipe composta por servente, auxiliado por caminhão de carroceria fixa de 4 t, distinguindo-se as seguintes tarefas:

- Retirada de arbustos e capins da beira da estrada de manutenção, da calha de drenagem e do enrocamento do canal de adução;
- Uso de foice para arbustos;
- Uso de moto-roçadeira para capins e pequenos galhos;
- Uso manual da força para arrancamento de plantas com raízes;
- Limpeza e coleta de material vegetal e lixo com ferramentas manuais;
- Transporte do material até local adequado para bota-foras, dmt 5km, a ser realizado por caminhão de carroceria fixa de 4 t.

- **Recomposição do enrocamento da seção interna: 1 vez a cada 3 anos**

Serviço a ser realizado com escavadeira hidráulica e caminhão basculante para o transporte de rochas, com apoio em solo de um ajudante. Principais atividades a serem executadas:

- Uso de escavadeira hidráulica e operador;
- Uso de caminhão basculante com motorista para o transporte de rochas;
- Uso de caminhão prancha para transporte de escavadeira;
- Uso manual da força para agrupamento e encaixe de rochas quando necessário.
- A execução do serviço será feita basicamente por operador de escavadeira experiente.

- **Recomposição dos deslizamentos dos taludes externos nos trechos em corte: 1 vez a cada ano**

Serviço a ser realizado com escavadeira hidráulica e caminhão basculante para o transporte de solo com apoio em solo de um ajudante. Principais atividades a serem executadas:

- Uso de escavadeira hidráulica e operador;

- Uso de caminhão basculante com motorista para o transporte de solo;
- Uso de caminhão prancha para transporte de escavadeira;
- Ajudante para apoio em solo.

- **Desassoreamento mecânico do fundo do canal: 1 vez a cada 10 anos**

Serviço a ser realizado com escavadeira hidráulica com braço alongado e caminhão basculante, com apoio em solo de encarregado e ajudantes. Principais atividades a serem executadas:

- Serviço de batimetria longitudinal para verificar a necessidade, os pontos mais críticos e a cubagem do material;
- Uso de escavadeira hidráulica com braço alongado com concha ou clamshell ou draga;
- Transporte do material retirado do fundo para local adequado para os devidos fins, com a utilização de caminhão basculante.
- Mão de obra para apoio em solo: encarregado e ajudantes.

- **Manutenção de colchão Reno: 1 vez por ano**

Reposição colchões Reno danificados, nos trechos onde o canal de adução é revestido com este material. Envolve a utilização de equipamento mecânico (retroescavadeira), pessoal capacitado e serventes. As várias operações de montagem e enchimento podem ser resumidas em:

- Preparação de cada colchao fora do local de utilização;
- Colocação na obra e união dos colchões entre si;
- Enchimento dos colchões com seixos ou pedras;
- Fechamento dos colchões mediante costura das tampas.

## **2) Estrutura de Transição Canal de Adução / Câmara de Sucção (Forebay de Montante) da EBI-1**

- **Roçada e retirada da vegetação da seção interna: 1 vez por ano ou quando necessário**

Serviços a serem realizados manualmente por auxiliado por caminhão de carroceria fixa de 4 t. Principais atividades a serem executados:

- Limpeza nas bermas com retirada de capins e pequenos arbustos.
- Retirada imediata de arbustos que estejam se desenvolvendo nas canaletas de drenagem externa;
- Transporte do material até local adequado para bota-foras, dmt 5km, a ser realizado por caminhão de carroceria fixa de 4 t.

- **Desassoreamento e limpeza de fundo: 1 vez a cada 5 anos ou quando se fizer necessário**



Serviço a ser realizado com bomba de dragagem e caminhão basculante para o transporte do material retirado. Principais atividades a serem executadas:

- Com o auxílio de uma haste poderá ser feita a sondagem “tátil” do fundo do forebay e analisar a real necessidade de limpeza;
  - Uso de bomba de dragagem para não danificar o concreto;
  - Uso de caminhão basculante com motorista e ajudante;
  - O desassoreamento deverá acontecer antes do nível de dejetos do fundo ultrapassar a cota da soleira do piso da câmara de sucção;
  - Fazer a limpeza sempre depois que realizarem limpeza do canal de adução.
- **Pintura dos guarda-corpos e outras estruturas metálicas: 1 vez a cada 3 anos**

Pintura manual com uso de pincel e tinta apropriada.

### **3) Estação de Bombeamento Principal**

#### **3.a ) Poço de Sucção**

- **Retirada de material retido nas grades do poço de sucção: 2 vezes por semana**

Serviço a ser realizado por encarregado e servente, com apoio de retro-escavadeira hidráulica com braço alongado e caminhão basculante. Tarefas a serem executadas:

- Retirada de material retido (plantas aquáticas, detritos e outros, submersos ou flutuantes), utilizando o pórtico rolante, mini container e rastelo;
  - No caso de troncos e outros objetos flutuantes volumosos ou pesados, usar retro-escavadeira hidráulica com braço alongado com concha ou clamshell, conjuntamente com caminhão basculante ;
  - No caso de material assentado no fundo junto à grade, a retirada do material deverá ser feita por mergulhador treinado, quando se julgar necessário;
  - Transporte manual do material retirado para bota-fora, com utilização de carrinho de mão e pá de pedreiro.
  - Transporte do material até local adequado para bota-foras, dmt 5km, a ser realizado por caminhão basculante.
- **Limpeza interna do poço de sucção e tomada da bomba (sino): 1 vez a cada 2 anos**
    - Manobra do pórtico rolante para içamento e posicionamento da comporta ensecadeira,

- Manobra da bomba submersa e tubulação de recalque, para esgotamento do poço de sucção,
- Coleta de resíduos com container e disposição final (manual),
- Inspeção e limpeza da tomada e tubo da sucção das bombas (sino).

- **Manutenção da ponte e pórtico rolante: 1 vez por mês**

Serviço a ser realizado por 1 auxiliar mecânico.

- Operar estas unidades ao menos 1 vez ao mês
- Verificação da operacionalidade da ponte e pórtico rolante.
- Limpeza e reposição de lubrificação (óleo/graxa) em mancais, engates e rolamentos.

- **Pintura geral da ponte, pórtico rolante e monovias: 1 vez a cada 5 anos ou quando necessário**

Manutenção contra corrosão. Serviço a ser realizado por 1 pintor e 1 ajudante, com tinta apropriada.

### **3.b) Manutenção Hidromecânica**

- **Inspeção rotineira do funcionamento das bombas e equipamentos acessórios: diariamente**

A ser realizada pelo operador das bombas ou por profissional específico capacitado, quando o funcionamento da EB for automatizado e monitorado à distância; necessário técnico e auxiliar mecânico em regime integral. A inspeção deve seguir as recomendações do fabricante, observando, especialmente:

- Pressão nas bombas;
- Vibrações ou ruídos anormais;
- Temperatura e nível do óleo do sistema de resfriamento dos mancais completar o óleo no reservatório, quando necessário;
- Verificação dos sensores de vibração;
- Troca do óleo lubrificante do sistema de resfriamento dos mancais a cada 2.000 horas de uso, seguindo recomendações do fabricante;
- Inspeção do circuito da central óleo hidráulico que comanda as válvulas, com vistoria na temperatura do óleo, filtro, distribuidor de comando, nas tubulações, válvulas, moto bombas, proteção, limpeza de filtro (1 vez por semana).
- O funcionamento do sistema de resfriamento do óleo dos mancais, limpeza dos filtros (4 vezes por ano) e reparo periódico da eletroválvula (4 vezes por ano);
- Vazamentos nas gaxetas dos grupos motobombas;
- Verificação do funcionamento manual e motorizado das válvulas borboletas e das válvulas diafragma, tanto do sistema de recalque

quanto nas válvulas de alívio dos sifões de descarga (1 vez por semana);

- Estado de conservação de barriletes, ventosas e outras válvulas (corrosão, fissura, deformação, etc). Reparos nos revestimentos externos (pintura, solda e desempenos);
- Verificação da estanqueidade das juntas de montagem, flanges e outras juntas do sistema de recalque;
- Inspeção do circuito da central de óleo hidráulico que comanda as válvulas, com vistoria na temperatura do óleo, filtro, distribuidor de comando;
- Dar partida periódica (semanal ou conforme recomendação do fabricante) no grupo gerador diesel da EB, por 10 minutos, verificando o aquecimento, vazamentos e a carga da bateria. Verificar também, a limpeza do cômodo, grupo gerador e do depósito de baterias e respectivos carregadores.

Quando for constatada irregularidade em qualquer equipamento objeto da inspeção, acionar a manutenção corretiva.

- **Manutenção geral das bombas: 1 vez a cada 5 anos, ou quando se fizer necessário**

Serviço a ser realizado conforme manual do fabricante ou conforme indicação dos medidores de vibração ou de temperatura do sistema móvel das bombas (1 vez a cada 5 anos, em média). Deve ser realizado simultaneamente com a manutenção geral do motor elétrico. Serviço a ser realizado por mecânicos e auxiliares treinados e especializados. Sequência dos serviços:

- Fechamento com stop-log a entrada do poço de sucção;
- Esvaziamento do poço com bomba submersível;
- Desconexão e retirada do motor;
- Desconexão e retirada da bomba;
- Limpeza do sino, rotor e parte interna da bomba;
- Verificação do estado de conservação do rotor;
- Verificação do funcionamento do coletor do rotor;
- Medições de folga do eixo, anel de desgaste e buchas do eixo;
- Verificação do estado de conservação dos rolamentos;
- Substituição, se necessário, das buchas e rolamento e outras peças;
- Remontagem do conjunto motobomba.

Segundo recomendações do fabricante, as peças essenciais para estoque 5 anos de operação são:

1 jogo de segmentos dos mancais completos  
1 jogo de anéis-coletores  
óleo lubrificante do sistema de resfriamento dos mancais

- **Manutenção das válvulas, acessórios e componentes periféricos das bombas: sob demanda**

Serviço a ser realizado por mecânico e auxiliar. Tarefas a serem executadas:

- Caso forem verificados vazamentos nas juntas de montagem, as mesmas deverão ser desmontadas para a substituição das arruelas de borracha. Após a substituição das arruelas de borracha, os parafusos da junta deverão ser reapertados com cuidado para não ocorrer esmagamento das arruelas;
  - Reparos em soldas, se necessário. No reparo, cada passe do metal de solda deverá estar isento de porosidade superficial, trincas, mordeduras e outros defeitos. Deverá ser feito o martelamento cuidadoso dos passes com ferramentas apropriadas para alívio das tensões. Após a solda, a tubulação deverá ser submetida a testes de estanqueidade segundo as recomendações da norma da ABNT NBR 9650;
  - Substituição de manômetros;
  - Substituição dos sensores de vibração e medidores de temperatura dos mancais;
  - Limpeza e lubrificação (pelo menos uma vez por mês) do servomotor de acionamento das válvulas de diafragma e borboleta.
- **Pintura geral das tubulações em ferro fundido do sistema de abastecimento de água: 1 vez a cada 3 anos**

Serviço de manutenção contra corrosão, a ser realizado por pintor capacitado

- **Manutenção do sistema de ar comprimido: 1 vez por mês**

Necessário um técnico auxiliar mecânico. A manutenção deve seguir as recomendações do fabricante, observando, especialmente:

- Leitura do manual do compressor, para conhecer o funcionamento e as operações da máquina, é o primeiro passo;
  - Limpar as aberturas de entrada do compressor para garantir um bom desempenho;
  - Verificar as mangueiras regularmente, para evitar vazamentos;
  - Limpar o tanque de combustível do compressor periodicamente;
  - Trocar o óleo do compressor para evitar o surgimento de falhas;
  - Limpar os trocadores de calor regularmente;
  - Verificar funcionamento do manômetro.
- **Pintura geral dos conjuntos motobombas: 1 vez a cada 3 anos**

Serviço manutenção contra corrosão, a ser realizado por 1 pintor e 1 ajudante.

- Reparos no revestimento externo ou pintura. No caso da inspeção visual, constatar que esse revestimento ou essa pintura estiver em mau estado de conservação, deverão ser providenciados os adequados reparos para que as peças não sofram a oxidação. Os reparos no revestimento externo ou pintura consistem nos seguintes procedimentos:
- Identificação e isolamento da área a ser reparada;
- Remoção do revestimento ou da pintura antiga;
- Limpeza das partes a receberem o novo revestimento ou pintura;
- Aplicação do novo revestimento ou da nova pintura de acordo com as especificações existentes no projeto.
- Pintura com tinta a base de epóxi para acabamento.

### **3.c) Manutenção da Adutora de Recalque**

- **Manutenção do sistema de proteção catódica: sob demanda**

Consiste em reparos e reposição de peças e componentes decorrentes de acidentes, vandalismos ou desgastes. Compreende:

- Fornecimento e instalação de cabo elétrico catódico, kit para mufla de isolamento elétrico e de eletroduto de polietileno;
- Teste de funcionamento do sistema, realizado após reparos, se necessário, ou pelo menos uma vez por ano.

- **Manutenção das válvulas de aeração do sifão de deságüe: sob demanda**

Serviço a ser realizado periodicamente, compreendendo:

- Verificação do funcionamento, no caso de parada por longo período;
- Limpeza e reparos, se necessário.

- **Reparos em soldas: sob demanda**

Constatado vazamento nas juntas soldadas, a solda deverá ser refeita por soldador competente, observando os seguintes procedimentos:

- Remover totalmente a solda existente, retirando-se toda a escória. A superfície a ser ressoldada deverá apresentar-se perfeitamente lisa;
- Todo o material queimado deverá ser removido cuidadosamente e a área preparada de modo adequado para receber nova soldagem;
- Cada passe do metal de solda deverá estar isento de porosidade superficial, trincas, mordeduras e outros defeitos;
- A soldagem deverá ser executada de modo que a circunferência seja completada de forma simultânea pelo caminhamento de dois equipamentos de solda em sentidos opostos;
- Qualquer cordão de solda interrompido ao ser retomado exigirá que o princípio do novo cordão derreta completamente o material do final do

cordão anterior, a fim de evitar a ocorrência de qualquer descontinuidade;

- Deverá ser feito o martelamento cuidadoso dos passes com ferramentas apropriadas para alívio das tensões. Cada passe de solda, logo que concluído deverá ser perfeitamente limpo das impurezas e corpos estranhos, a fim de ser inspecionado;
- Após a solda, a tubulação deverá ser submetida a testes de estanqueidade segundo as recomendações da norma da ABNT NBR 9.650.

- **Manutenção de registros de descarga das adutoras. 2 vezes ao ano**

O serviço consiste no acionamento dos registros de descarga das adutoras, pelo menos 2 vezes ao ano.

- **Limpeza externa e pintura: 1 vez a cada 3 anos**

Serviço de manutenção contra corrosão, a ser realizado por pintor capacitado.

Procedimentos a ser seguidos:

- Remover a pintura antiga;
- Limpar as partes que irão receber a nova pintura;
- Aplicar a nova pintura de acordo com as especificações existentes no projeto.

### **3.d) Manutenção Elétrica**

- **Inspeção rotineira do funcionamento do sistema elétrico de alimentação e dos motores: diariamente**

A ser realizada por eletrotécnico capacitado para o porte do sistema, com apoio de ajudante auxiliar. A inspeção deve seguir as recomendações do fabricante, observando os seguintes procedimentos:

#### ***Subestação***

- Inspeção da condição normal da alimentação de energia elétrica e do funcionamento das subestações;
- Verificação do nível e vazamento de óleo, verificando a sílica-gel do transformador principal, inspeção das partes metálicas, testes de isolamento e limpeza geral;
- Ensaio de rigidez dielétrica do óleo dos transformadores. (1 vez por mês);
- Verificação detalhada dos disjuntores e seccionadoras;

#### ***Central de comando dos motores***



- Aferição dos circuitos elétricos dos quadros de distribuição de energia e CCMS da AT e BT, verificando-se tensões e correntes e testando as lâmpadas sinalizadoras;
- Retirada da poeira e verificação da pintura e estanqueidade dos quadros de distribuição e cubículos de comando dos motores; CCMS, testando o funcionamento de seus equipamentos.(2 vezes por semana);
- Proceder regularmente a leitura da voltagem da instalação nos diversos quadros e painéis elétricos, independentemente de haver bomba em funcionamento. A alteração na voltagem pode ser ocasionada por deficiência no alimentador de energia elétrica ou na subestação transformadora, ou ainda no quadro de comando;
- Verificar o funcionamento dos instrumentos de controle, conversores, indicadores e transmissores;
- Testes funcionais de correta sequência operativa dos relés existentes e nos ajustes de acordo com as recomendações do fabricante;
- Verificar lâmpadas de sinalização nos quadros de comando; caso as mesmas estejam queimadas;
- Verificar nos quadros de comando, os fusíveis de comando e força; caso seja encontrado algum queimado, substituir vindo a normalizar o circuito;
- Verificação dos condutores dos quadros de comando e das bombas, atentando-se para indicação de sobre- aquecimento, com a diferenciação na coloração da capa isolante do condutor ou diferença na coloração do cobre;
- Realizar limpeza do quadro de comando nos contatos principais e nos contatos auxiliares no núcleo das contadoras de força e as auxiliares. Caso a contatora esteja com seus contatos em mal estado, efetuar a substituição dos contatos;
- Lubrificar as conexões com pasta inibidora dos barramentos e fiação dos quadros de comando; medindo-se a isolação com Megger. Reaperto das barras e conexões (1 vez a cada 3 meses);
- Leitura dos instrumentos de controle voltímetros e amperímetros (em cada uma das três fases) dos conjuntos moto-bombas que estiverem em operação;
- Verificação e reparo quando necessário dos circuitos de média tensão dos motores: disjuntores de média tensão, cubículos de excitação e softstarters (3 vezes por semana);
- Inspeção e limpeza dos transformadores de corrente e de potencial que alimentam os circuitos de proteção, medição e supervisão dos motores (3 vezes por semana);
- Testes funcionais de correta sequência operativa dos relés existentes e nos ajustes de acordo com as recomendações do fabricante;
- Leituras nos voltímetros e amperímetros dos painéis de corrente auxiliar.

### **Motores elétricos**

- Verificar condições gerais de segurança;
- Manter o motor e os equipamentos associados limpos;
- Inspeção e limpeza do compartimento das escovas (1 vez por semana);
- Verificar condições de desgaste das escovas e respectivos suportes. Substituir, se necessário (1 vez por mês);
- Inspeção visual do estator;
- Reparo de cabos, conexões (1 vez por mês);
- Inspeção do sistema de exaustão com limpeza dos filtros (1 vez por mês);
- Inspeção da caixa de ligação dos acessórios - PT – 100 e termômetros do casquilho do mancal e no óleo;
- Inspeção e complemento do óleo dos mancais;
- Verificar sensores de vibração (2 por mancal);
- Verificar abertura dos circuitos de água de resfriamento dos motores;
- Inspeção na eletroválvula que opera o sistema de hidrefrigeração do motor;
- Inspeção dos anodos de sacrifício dos radiadores (se houver);
- Inspeção do funcionamento e estado de conservação das bombas do circuito fechado de resfriamento dos motores (2 vezes por semana).

### ***Rede elétrica de baixa tensão***

- Inspeção dos painéis de baixa tensão (equipamentos de força auxiliar, automatismo e corrente de emergência);
- Verificação dos disjuntores, contatos indicadores de posição, contactores, comutadores e barramentos;
- Verificação do nível e vazamento de óleo, verificando a sílica-gel do transformadores auxiliares, inspeção das partes metálicas, testes de isolamento e limpeza geral (1 vez por semana);
- Leitura de tensão;
- Verificação do estado de conservação da fiação, fixações e suportes;
- Inspeção do painel de corrente auxiliar (circuito de comando e sinalização);
- Verificação do funcionamento do sistema de iluminação, interno e externo, fazendo substituição de e peças, quando necessário.

Quando for constatada irregularidade em qualquer equipamento objeto da inspeção, acionar a manutenção corretiva.

### **• Manutenção da subestação de alimentação da EB: sob demanda**

Serviços a serem realizados por eletrotécnico e auxiliar. Principais tarefas:

- Substituição de peças de controle e segurança;
- Manutenção e limpeza do sítio da subestação;
- Reparo nos cabamentos de alta e baixa tensão, potência, comando e sinalização e medição (pelo menos 1 vez a cada 3 anos).

- **Manutenção da central de comando dos motores: 1 vez a cada 5 anos**

Serviço a ser realizado por eletrotécnico e auxiliar. Principal tarefa:

- Troca ou reparo nos cabearamentos de motores, sensores, acessórios, painéis e quadros elétricos.

- **Manutenção periódica dos motores elétricos: anualmente**

Serviços a serem realizados por eletrotécnico e auxiliar. Principais tarefas:

*Estator*

- Inspeção visual do estator;
- Controle da limpeza;
- Verificação da fixação dos terminais do estator;
- Medição da resistência de isolamento do enrolamento;
- Inspeção das estecas das ranhuras (1 vez a cada 3 anos).

*Rotor*

- Inspeção visual;
- Controle da limpeza;
- Inspeção do eixo - desgaste e incrustações (1 vez a cada 3 anos).

*Mancais*

- Controle da qualidade do lubrificante;
- Troca do lubrificante (conforme indicação do fabricante).
- Inspeção dos casquilhos (1 vez a cada 3 anos);
- Inspeção da superfície de contato do eixo (1 vez a cada 3 anos).

*Trocador de calor ar-água*

- Inspeção dos radiadores;
- Limpeza dos radiadores;
- Troca das juntas (gaxetas) dos cabeçotes dos radiadores.

*Trocador de calor ar-ar*

- Limpeza dos tubos de ventilação;
- Inspeção da ventilação.

*Acoplamento*

- Inspeção do alinhamento;
- Inspeção da fixação;
- Inspeção da catraca anti-reversão (se houver).

*Motor completo*

- Reaperto dos parafusos;
- Limpeza das caixas de ligação;
- Reaperto das conexões elétricas e do aterramento.

- **Manutenção de componentes elétricos e acessórios do grupo gerador diesel: 1 vez por semana**

Serviços a serem realizados por eletrotécnico e auxiliar. Principais tarefas:

- Executar uma partida semanal no grupo diesel, por 10 minutos, verificando o aquecimento, vazamentos e a carga da bateria;
- Limpeza do cômodo, chão e grupo gerador, bem como do depósito de baterias e respectivos carregadores.
- Inspeção e reposição de óleo no respectivo tanque
- Inspeção da carga das baterias e carregamento das mesmas.
- Inspeção de vazamentos de fluidos no sistema de escape e do painel de controle.

### **3.e) Manutenção do Sistema de Monitoramento e Automação: sob demanda**

Fora das horas normais de operação ou na ausência de pessoal, o supervisor será colocado no modo de plantão, a partir do teclado.

Neste modo, a detecção de falhas selecionadas acionará uma sequência automática de chamadas para a rede telefônica auto-comutada ou pela rede de rádio.

As falhas que determinarão a chamada do responsável do pessoal de plantão e/ou manutenção são listadas abaixo como exemplo. Esta lista não esgota os eventos determinantes de respostas obrigatórias:

- desligamento da linha de alimentação de alta tensão;
- desligamento de grupos;
- nível d'água muito alto no canal de adução.

O sistema de monitoramento e automação conta também com unidades transmissoras remotas, UTR's, com comunicação através de fibra ótica. São compostas de transmissores de níveis e acessórios e câmaras de vídeo. As UTR's deverão ser inspecionadas diariamente por um técnico, vigilante a eventos de vandalismo, anormalidades e por ocasião de falhas elétricas e no sistema de comunicação.

A manutenção corretiva exige especialidade comprovada, a ser demandada por serviço terceirizado.

### **3.f) Manutenção do Prédio e Pátio (manutenção de obras civis da EB)**

As atividades manutenção do prédio e pátio, listadas a seguir, serão realizadas por equipe de profissionais qualificados e auxiliares.

- **Manutenção geral do prédio e pátio: diariamente**

- Vistoria periódica do estado de conservação da casa de bombas e abrigos de equipamentos e controle (grupo gerador diesel, central óleo hidráulico);
- Limpeza do pátio externo (pisos, canaletas de drenagem) e remoção da vegetação rasteira e materiais diversos (1 vez por semana);
- Manutenção geral e limpeza das instalações internas da casa de bomba (pisos, esquadrias, vidros, caixas d'água, banheiros, salas de controle, almoxarifado, abrigo do grupo gerador diesel e abrigo do comando óleo hidráulico das válvulas dos sifões na saída do recalque (3 vezes por semana);
- Limpeza das caixas destinadas ao separador água/óleo-SAO, com coleta e destinação final do óleo;

- **Pintura do prédio: 1 vez a cada 3 anos**

- Pintura geral do prédio da casa de bombas e instalações anexas

- **Pintura de esquadria de ferro e corrimão: 1 vez a cada 3 anos**

Manutenção contra corrosão. Serviço a ser realizado por 1 pintor e 1 ajudante, com tinta apropriada.

- **Combate a incêndio: 1 vez a cada 2 anos**

Recarga e reposição de extintores de incêndio, mantendo-os sempre em condições de uso.

- **Manutenção de piso: 1 vez a cada 5 anos**

Recuperação de pisos internos danificados, por tempo de uso ou acidentes.

- **Manutenção das paredes: 1 vez a cada 5 anos**

Reparação do revestimento e pintura das paredes

- **Manutenção de telhado: 1 vez a cada 5 anos**

Revisão geral dos telhados, inclusive engradamento e substituição de telhas danificadas.

### **3.g) Manutenção da ETA e ETE**

- **Manutenção de rotina da ETA e ETE: diariamente**

Serviço a ser realizado por profissional capacitado, cotidianamente. Principais tarefas:

- Limpeza geral da área interna e externa das estações (diariamente);

- Verificação do funcionamento e estado de conservação das estações (diariamente);
  - Vistorias periódicas nos equipamentos e acessórios (válvulas, bombas dosadoras, tanques, pintura) da ETA (1 vez por semana);
  - Limpeza e reparo das válvulas, conexões e mangueiras das bombas dosadoras da ETA (1 vez por semana);
  - Troca das válvulas agulhas do sistema de dosagens da ETA, sob demanda (1 vez por ano);
  - Limpeza das tubulações de entrada e saída da ETE (1 vez por ano);
  - Remoção do lodo excedente na ETE (1 vez por ano);
  - Limpeza do tanque do efluente final (1 vez por ano).
  - Reposição de produtos químicos da ETA: sulfato de alumínio, cal hidratada e cloro (2 vezes por ano);
  - Limpeza do filtro anaeróbio (2 vezes por ano).
- **Lubrificação, reparo e troca dos rolamentos e gaxetas das bombas da ETA e ETE: 1 vez por mês**

Serviço a ser realizado por 1 técnico mecânico e 1 auxiliar.

#### **4) Estrutura de Transição Deságue do Recalque / Canal Principal (Forebay de Jusante)**

- **Roçada e retirada de arbusto da seção interna: 1 vez por ano**

Principais atividades a serem executadas:

- Retirada de arbustos e capins da beira da estrada de manutenção, da calha de drenagem e do enrocamento do forebay;
  - Uso de foice para arbustos;
  - Uso de moto-roçadeira para capins e pequenos galhos;
  - Uso manual da força para arrancamento de plantas com raízes;
  - Limpeza e coleta de material vegetal e lixo com ferramentas manuais;
  - Transporte do material até local adequado para os devidos fins.
- **Desassoreamento e limpeza de fundo: 1 vez a cada 5 anos**

A ser realizado por mão de obra capacitada, com uso de bomba de dragagem, montada sobre balsa. Procedimentos:

- Com o auxílio de uma haste poderá ser feita a sondagem “tátil” do fundo do forebay e analisar a real necessidade de limpeza, a cada 6 meses;
- Uso de bomba de dragagem, montada sobre balsa, para não danificar o concreto;
- O desassoreamento deverá acontecer antes do nível de dejetos do fundo ultrapassar a cota da soleira do canal a montante;



- Fazer a limpeza sempre depois que realizarem limpeza do forebay de montante;
- A limpeza poderá acontecer antes do prazo de 5 anos, for necessário.

## 5) Canal Principal e Aquedutos

### • Inspeção sistemática das obras 1 vez cada 15 dias

Serviço a ser realizado por um profissional treinado com o *checklist* na prancheta ou eletronicamente. Deverá fazer este serviço uma vez a cada 15 dias ou após chuvas de grandes proporções que possam causar danos na obra e seja necessário o adiantamento do serviço. Necessário profissional permanente no quadro de pessoal e uso de moto para transporte e rádio. Principais aspectos a serem verificados:

- Verificar a presença de cadáveres de animais no leito e nas encostas do canal de adução;
- Verificar a presença de galhos e troncos vegetais no leito e nas encostas do canal de adução;
- Verificar a presença de lixo, tais como, garrafas pet, sacos plásticos, latas, etc no leito e nas encostas do canal de adução;
- Verificar a presença de pessoas nadando e pescando na área de risco;
- Verificar deslizamentos do enrocamento do canal nos trechos em que há esse tipo de solução. Fazer essa verificação também logo após uma chuva forte;
- Verificar a canaleta lateral de drenagem paralela ao canal principal;
- Verificar a qualidade da estrada;
- Verificar deslizamentos de encostas e paredes rochosas;
- Verificar a quantidade, altura e possíveis danificações nos taludes e bermas do canal principal que possam estar acontecendo devido a plantas arbustivas e outras espécies que possam vir a antecipar o trabalho de roçada;
- Verificar drenos de fundo se há vazamentos, definir volume e monitorar;
- Verificar cercas paralelas (roubo e vandalismo);
- Verificar juntas de dilatação do concreto no canal;
- Verificar trincas no canal de concreto;
- Verificar a ancoragem da manta impermeável ou se a mesma esta aparente principalmente após chuva forte;
- Verificar a presença de infiltração de águas pluviais entre as placas dos canais;
- Verificar com o auxilio de uma haste poderá ser feita a sondagem “tátil” do fundo do canal principal e analisar / monitorar a altura do assoreamento para calcular tempo e custos para o desassoreamento;
- Verificar juntas, fissuras e vazamentos nos aquedutos;
- Verificar funcionamento hidráulico no emboque e desemboque dos tuneis de adução;

- Verificar funcionamento eletromecânico hidráulico das compostas de controle.

Quando for constatada qualquer irregularidade concernente às obras, acionar a manutenção corretiva.

- **Roçada e retirada de arbustos na seção interna e nos taludes externos e taludes das bermas em aterro: 1 vez por ano**

Serviço a ser realizado por uma equipe composta por caminhão e servente, distinguindo os seguintes itens:

- Retirada de arbustos e capins da beira da estrada de manutenção, da calha de drenagem e do enrocamento do canal de adução;
  - Uso de foice para arbustos;
  - Uso de moto-roçadeira para capins e pequenos galhos;
  - Uso manual da força para arrancamento de plantas com raízes;
  - Limpeza e coleta de material vegetal e lixo com ferramentas manuais;
  - Transporte do material até local adequado para os devidos fins.
- **Limpeza de galhos, troncos, lixo e outros objetos flutuantes volumosos ou pesados: 1 vez por mês**

Serviço a ser realizado por uma equipe composta por motorista e servente distinguindo os seguintes itens:

- A limpeza será manual e o numero de colaboradores dependerá da quantidade de dejetos por trecho, rotineiramente dois funcionários serão necessários;
  - Para troncos e outros dejetos de maior porte será necessário o uso de retroescavadeira;
  - Para materiais submersos a equipe de mergulhadores deverá ser mobilizada.
- **Recomposição do enrocamento da seção interna: 1 vez a cada 3 anos**

Serviço a ser realizado com escavadeira hidráulica e caminhão basculante para o transporte de rochas, com apoio em solo de um ajudante. Principais atividades a serem executadas:

- Uso de escavadeira hidráulica e operador;
  - Uso de caminhão basculante com motorista para o transporte de rochas;
  - Uso de caminhão prancha para transporte de escavadeira;
  - Uso manual da força para agrupamento e encaixe de rochas quando necessário.
- **Recomposição dos deslizamentos dos taludes externos nos trechos em corte: 1 vez a cada ano**

Serviço a ser realizado com escavadeira hidráulica e caminhão basculante para o transporte de solo com apoio em solo de um ajudante. Principais atividades a serem executadas:

- Uso de escavadeira hidráulica e operador;
- Uso de caminhão basculante com motorista para o transporte de solo;
- Uso de caminhão prancha para transporte de escavadeira;
- Ajudante para apoio em solo.

• **Desassoreamento mecânico do fundo do canal: 1 vez a cada 10 anos**

A ser realizado por mão de obra capacitada, com uso de bomba de dragagem, montada sobre balsa. Procedimentos:

- Com o auxílio de uma haste poderá ser feita a sondagem “tátil” do fundo do canal e analisar a real necessidade de limpeza, a cada ano;
- Uso de bomba de dragagem, montada sobre balsa, para não danificar o concreto;
- A limpeza poderá acontecer antes do prazo de 10 anos, for necessário.

• **Recuperação de trincas e rachaduras das placas de concreto e da parede de aqueduto: sob demanda**

Correção de defeitos por penetração:

- Limpeza enchimento das juntas no concreto a frio;
- Selagem de trinca.

• **Recomposição de placas de concreto: sob demanda**

Reconstrução de placas de concreto de revestimento de canais que por motivos diversos venham a ser danificadas. A reconstrução segue os mesmos procedimentos e critérios técnicos adotados na construção original.

• **Recomposição de geomembrana de canais: sob demanda**

Recuperação de geomembrana de impermeabilização, antes do lançamento do concreto de confecção da placa de revestimento do canal.

• **Impermeabilização de superfície com geomembrana: sob demanda**

Colocação de geomembrana, com função de impermeabilização, antes do lançamento do concreto de confecção da placa de revestimento do canal.

• **Execução de dreno com manta geotextil, 400 g/m²: sob demanda.**

Reconstrução de drenos verticais e longitudinais com utilização de manta geotextil 400 g/m<sup>2</sup>

## **6) Reservatórios**

### **6.a) Maciço do Barramento e Diques**

- **Vistoria sistemática do maciço do barramento e diques: 2 vezes por semana**

Serviço a ser realizado por um profissional treinado com o *checklist* na prancheta ou eletronicamente. Principais aspectos a serem verificados:

- Verificar piezômetros;
- Uma vez que as cotas estejam acima das especificadas em projeto, verificar a cada 2 dias;
- Verificar medidores de recalque tipo telescópio do maciço. Avaliar deformação do maciço e da fundação nas seções de máxima altura, na ombreira esquerda e direita do vale principal e na cela topográfica existente;
- Verificar nos drenos possíveis infiltrações;
- Quando houver vazamentos, medir a altura nos vertedores triangulares;
- Verificar infiltrações e umidades que possam estar acontecendo fora dos drenos;
- Verificar trincas e rachaduras com ou sem a presença de água;
- Verificar a presença de cadáveres de animais no leito e nas encostas da barragem;
- Verificar a presença de galhos e troncos vegetais na tomada d'água;
- Verificar a presença de lixo, tais como, garrafas pet, sacos plásticos, latas, etc no leito, nas encostas e na tomada d'água da barragem;
- Verificar a presença de pessoas nadando e pescando na área de risco;
- Verificar deslizamentos do enrocamento, movimentações do maciço.
- Verificar as canaletas laterais, frontais e longitudinais de drenagem da barragem;
- Verificar a qualidade da estrada de acesso assim como das bermas do maciço;
- Verificar a quantidade, altura e possíveis danificações nos taludes de enrocamento e bermas do maciço que possam estar acontecendo devido a plantas arbustivas e outras espécies que possam vir a antecipar o trabalho de roçada;
- Verificar a qualidade dos taludes de enrocamento do maciço, caso haja necessidade verificar a quantidade e altura para reposição do material.

Quando for constatada qualquer irregularidade a respeito da obra, acionar a manutenção corretiva.

- **Recomposição do enrocamento dos taludes do maciço do barramento: 1 vez a cada 3 anos**

Serviço a ser realizado com escavadeira hidráulica e caminhão basculante para o transporte de rochas, com apoio em solo de um ajudante. Principais atividades a serem executadas:

- Uso de escavadeira hidráulica e operador;
- Uso de caminhão basculante com motorista para o transporte de rochas;
- Uso de caminhão prancha para transporte de escavadeira;
- Uso manual da força para agrupamento e encaixe de rochas quando necessário.

- **Manutenção do maciço de concreto: 1 vez a cada 3 anos**

Compreende:

- Correção de defeitos por penetração;
- Limpeza e enchimento de juntas no concreto. a frio;
- Selagem de trinca;
- Aplicação de concreto.

## **6.b) Tomada d'Água**

- **Inspeção periódica dos equipamentos hidromecânicos: 1 vez ao mês**

Serviço a ser realizado por profissional capacitado e auxiliar. Procedimentos a serem seguidos:

- Inspeção rotineira, verificando o funcionamento e estado de conservação da comporta, válvulas de bloqueio e dispersora, grade e medidor de vazão;
- Verificação da operacionalidade da talha, ativando seu mecanismo, conjuntamente com a comporta vagão. Na comporta, impor que a tampa deslize por todo o percurso das guias.
- Verificar obstrução da sede da tampa da comporta por acúmulo de areia ou algum material sólido. Caso ocorra, remove-los através de peneiras, vassouras, ancinhos ou ganchos,
- Inspecionar, visando constatar a condição normal da alimentação de energia elétrica, do funcionamento do transformador e quadro de comando.
- Verificar o estado de conservação da unidade transmissora remota, UTR, instalada no macromedidor eletromagnético e do telecomando da central óleo hidráulico, inspecionando sensores e conectores.
- Inspeção do circuito da central óleo hidráulico que comanda as válvulas, com vistoria na temperatura do óleo, filtro, distribuidor de comando, nas tubulações, válvulas, moto bombas, proteção, limpeza de filtro, bloco

manifold, válvula direcionais de comando, válvulas de controle de pressão, filtros de sucção e retorno, bobinas solenoides e bomba hidráulica.

- Vistoria do estado de conservação do macromedidor, inspecionando componentes analógicos, eventuais vazamentos nas juntas, corrosão em flanges de aperto e carcaça.
- Inspeção dos componentes de acionamento das válvulas, servo motor, cilindros hidráulicos, mancais de fixação, vedações, porcas e arruelas.
- Inspeção dos painéis elétricos e seus componentes da unidade hidráulica e da talha.

- **Manutenção e limpeza da comporta 1 vez por ano**

Serviço a ser realizado por profissional capacitado e auxiliar. Tarefas a serem executadas:

- Limpeza e reposição de lubrificação (óleo /graxa) nos rolamentos e troleis da talha;
- Limpeza da grade com retirada de detritos e disposição final. Deverá ser utilizado a comporta vagon e a retirada da grade para limpeza. Os sedimentos no poço de entrada da tubulação poderão ser removidos através de bomba submersível.

- **Manutenção corretiva da comporta: 1 vez a cada 10 anos**

Serviço a ser realizado por profissional capacitado e auxiliar. Tarefa a ser executada:

- A manutenção corretiva da comporta, caso ocorra emperramento da guia e/ou desalinhamento da tampa.

- **Pintura de proteção contra corrosão da comporta: 1 vez a cada 10 anos**

Serviço a ser realizado por pintor, com tinta apropriada. Tarefas a serem executadas:

- Remoção de incrustações e retoques necessários à talha, tubos aparentes e válvulas;
- Execução de pintura geral para coibir corrosão.

- **Manutenção corretiva das válvulas dispersoras e bloqueio: 1 vez a cada 10 anos**

Serviço a ser realizado por profissional capacitado e auxiliar. Tarefas a serem executadas:

- Desmontagem da válvula dispersora
- Peritagem.



- Jateamento com granalha de aço.
- Trocar flange de aperto
- Troca dos parafusos e porcas inox
- Troca dos anéis o-ring.
- Troca de cilindros hidráulicos.
- Troca dos olhais articulados das pontas de haste dos cilindros
- Usinagem do anel de vedação
- Troca da vedação do dispersor
- Fornecimento de parafusos e porcas galvanizados á fogo para instalar a válvula após a reforma
- Troca da vedação da camisa gaxeta teflon.
- Limpeza e cromeamento e retifica do corpo
- Retifica do alojamento diante da vedação
- Troca dos varões roscados em inox
- Fornecimento e troca da porcas em inox
- Troca de roldana guia do cabo de aço 1/4".

- **Manutenção preventiva do medidor de vazão : 2 vezes por ano**

Serviço a ser realizado por profissional capacitado e auxiliar.

O prazo para estas manutenções depende das características do equipamento. Além de outros fatores, existe a influência da qualidade da água transportada.

Serviço a ser realizado por profissional capacitado e auxiliar. Tarefas a serem executadas:

- Nos medidores de inserção é retirado o seu transdutor onde se apresenta a deposição de material sobre os eletrodos, o que dificulta a passagem da corrente elétrica. Diante disto é realizada a manutenção (limpeza e lubrificação) de seus contatos,
- Em seguida o sensor é novamente inserido na tubulação e o equipamento instalado. Sempre após este procedimento a equipe de pitrometria é acionada para novamente realizar sua calibração.

## **7) Estrutura de Transição Canal de Adução / Câmara de Sucção (Forebay de Montante) das EB Intermediárias**

- **Roçada e retirada da vegetação da seção interna: 1 vez por ano ou quando necessário**

Serviços a serem realizados manualmente por auxiliado por caminhão de carroceria fixa de 4 t. Principais atividades a serem executados:

- Limpeza nas bermas com retirada de capins e pequenos arbustos.
- Retirada imediata de arbustos que estejam se desenvolvendo nas canaletas de drenagem externa;

- Transporte do material até local adequado para bota-foras, dmt 5km, a ser realizado por caminhão de carroceria fixa de 4 t.
- **Desassoreamento e limpeza de fundo: 1 vez a cada 5 anos ou quando se fizer necessário**

Serviço a ser realizado com bomba de dragagem e caminhão basculante para o transporte do material retirado. Principais atividades a serem executadas:

- Com o auxílio de uma haste poderá ser feita a sondagem “tátil” do fundo do forebay e analisar a real necessidade de limpeza;
  - Uso de bomba de dragagem para não danificar o concreto;
  - Uso de caminhão basculante com motorista e ajudante;
  - O desassoreamento deverá acontecer antes do nível de dejetos do fundo ultrapassar a cota da soleira do piso da câmara de sucção;
  - Fazer a limpeza sempre depois que realizarem limpeza do canal de adução.
- **Pintura dos guarda-corpos e outras estruturas metálicas: 1 vez a cada 3 anos**

Pintura manual com uso de pincel e tinta apropriada.

## **8) Estações de Bombeamento Intermediárias**

### **8.a ) Poço de Sucção**

- **Retirada de material retido nas grade dos poço de sucção: 2 vezes por mês**

Serviço a ser realizado por encarregado e servente, com apoio eventual de retro-escavadeira hidráulica com braço alongado e caminhão basculante. Tarefas a serem executadas:

- Retirada de material retido de baixo peso (plantas aquáticas, detritos e outros, submersos ou flutuantes), utilizando o pórtico rolante, mini container e rastelo;
- No caso de troncos e outros objetos flutuantes volumosos ou pesados, usar retro-escavadeira hidráulica com braço alongado com concha ou clamshell, conjuntamente com caminhão basculante;
- No caso de material assentado no fundo junto à grade, a retirada do material deverá ser feita por mergulhador treinado, quando se julgar necessário;
- Transporte manual do material retirado para bota-fora, com utilização de carrinho de mão e pá de pedreiro.
- Transporte do material até local adequado para bota-foras, dmt 5km, a ser realizado por caminhão basculante.

- **Limpeza interna do poço de sucção e tomada da bomba (sino): 1 vez a cada 2 anos**

- Manobra do pórtico rolante para içamento e posicionamento da comporta ensecadeira,
- Manobra da bomba submersa e tubulação de recalque, para esgotamento do poço de sucção,
- Coleta de resíduos com container e disposição final (manual),
- Inspeção e limpeza da tomada e tubo da sucção das bombas (sino).

- **Manutenção da ponte e pórtico rolante: 1 vez por mês**

Serviço a ser realizado por 1 auxiliar mecânico.

- Operar estas unidades ao menos 1 vez ao mês
- Verificação da operacionalidade da ponte e pórtico rolante.
- Limpeza e reposição de lubrificação (óleo/graxa) em mancais, engates e rolamentos.

- **Pintura geral da ponte, pórtico rolante e monovias. 1 vez a cada 5 anos ou quando necessário**

Manutenção contra corrosão. Serviço a ser realizado por 1 pintor e 1 ajudante, com tinta apropriada.

### **8.b) Manutenção Hidromecânica**

- **Inspeção rotineira do funcionamento das bombas e equipamentos acessórios: diariamente**

A ser realizada pelo operador das bombas ou por profissional específico capacitado, quando o funcionamento da EB for automatizado e monitorado à distância; necessário técnico e auxiliar mecânico em regime integral. A inspeção deve seguir as recomendações do fabricante, observando, especialmente:

- Pressão nas bombas;
- Vibrações ou ruídos anormais;
- Temperatura e nível do óleo do sistema de resfriamento dos mancais completar o óleo no reservatório, quando necessário;
- Verificação do sensores de vibração;
- Troca do óleo lubrificante do sistema de resfriamento dos mancais a cada 2.000 horas de uso, seguindo recomendações do fabricante;
- Inspeção do circuito da central óleo hidráulico que comanda as válvulas, com vistoria na temperatura do óleo, filtro, distribuidor de comando, nas tubulações, válvulas, moto bombas, proteção, limpeza de filtro (1 vez por semana).

- O funcionamento do sistema de resfriamento do óleo dos mancais, limpeza do filtros de linha (4 vezes por ano) e inspeção e reparo periódico da eletroválvula (4 vezes por ano);
- Vazamentos na gaxeta das bombas de água potável e central óleo hidráulico;
- Verificação do funcionamento manual e motorizado das válvulas borboletas e das válvulas diafragma, tanto do sistema de recalque quanto nas válvulas de alívio dos sifões de descarga (1 vez por semana);
- Estado de conservação de barriletes, ventosas e outras válvulas (corrosão, fissura, deformação, etc). Reparos nos revestimentos externos (pintura, solda e desempenos);
- Verificação da estanqueidade das juntas de montagem, flanges e outras juntas do sistema de recalque;
- Inspeção do circuito da central de óleo hidráulico que comanda as válvulas, com vistoria na temperatura do óleo, filtro, distribuidor de comando, servo motores;
- Dar partida periódica (semanal ou conforme recomendação do fabricante) no grupo gerador diesel da EB, por 10 minutos, verificando o aquecimento, vazamentos e a carga da bateria. Verificar também, a limpeza do cômodo, grupo gerador e do depósito de baterias e respectivos carregadores.

Quando for constatada qual irregularidade em qualquer equipamento objeto da inspeção, acionar a manutenção corretiva.

• **Manutenção geral das bombas: 1 vez a cada 5 anos, em média**

Serviço a ser realizado conforme manual do fabricante ou conforme indicação dos medidores de vibração ou de temperatura do sistema móvel das bombas (1 vez a cada 5 anos, em média). Deve ser realizado simultaneamente com a manutenção geral do motor elétrico. Serviço a ser realizado por mecânicos e auxiliares treinados e especializados. Sequência dos serviços:

- Fechamento com stop-log a entrada do poço de sucção;
- Esvaziamento do poço com bomba submersível;
- Desconexão e retirada do motor;
- Desconexão e retirada da bomba;
- Limpeza do sino, rotor e parte interna da bomba;
- Verificação do estado de conservação do rotor;
- Verificação do funcionamento do coletor do rotor;
- Medições de folga do eixo, anel de desgaste e buchas do eixo;
- Verificação do estado de conservação dos rolamentos;
- Substituição, se necessário, das buchas e rolamento e outras peças;
- Remontagem do conjunto motobomba.

Segundo recomendações do fabricante, as peças essenciais para estoque 05 anos de operação são:

1 jogo de segmentos dos mancais completos  
1 jogo de anéis-coletores  
óleo lubrificante do sistema de resfriamento dos mancais

- **Manutenção das válvulas, acessórios e componentes periféricos das bombas: sob demanda**

Serviço a ser realizado por mecânico e auxiliar. Tarefas a serem executadas:

- Caso forem verificados vazamentos nas juntas de montagem, as mesmas deverão ser desmontadas para a substituição das arruelas de borracha. Após a substituição das arruelas de borracha, os parafusos da junta deverão ser reapertados com cuidado para não ocorrer esmagamento das arruelas;
  - Reparos em soldas, se necessário. No reparo, cada passe do metal de solda deverá estar isento de porosidade superficial, trincas, mordeduras e outros defeitos. Deverá ser feito o martelamento cuidadoso dos passes com ferramentas apropriadas para alívio das tensões. Após a solda, a tubulação deverá ser submetida a testes de estanqueidade segundo as recomendações da norma da ABNT NBR 9650;
  - Substituição de manômetros;
  - Substituição dos sensores de vibração e medidores de temperatura dos mancais;
  - Limpeza e lubrificação (pelo menos uma vez por mês) do servomotor de acionamento das válvulas de diafragma e borboleta.
- **Pintura geral das tubulações em ferro fundido do sistema de abastecimento de água: 1 vez a cada 3 anos**

Serviço de manutenção contra corrosão, a ser realizado por pintor capacitado

- **Manutenção do sistema de ar comprimido: 1 vez por mês**

Necessário um técnico auxiliar mecânico. A manutenção deve seguir as recomendações do fabricante, observando, especialmente:

- Leitura do manual do compressor, para conhecer o funcionamento e as operações da máquina, é o primeiro passo;
- Limpar as aberturas de entrada do compressor para garantir um bom desempenho;
- Verificar as mangueiras regularmente, para evitar vazamentos;
- Limpar o tanque de combustível do compressor periodicamente;
- Trocar o óleo do compressor para evitar o surgimento de falhas;
- Limpar os trocadores de calor regularmente;
- Verificar funcionamento do manômetro.

- **Pintura geral dos conjuntos motobombas: 1 vez a cada 3 anos**

Serviço manutenção contra corrosão, a ser realizado por 1 pintor e 1 ajudante.

- Reparos no revestimento externo ou pintura. No caso da inspeção visual, constatar que esse revestimento ou essa pintura estiver em mau estado de conservação, deverão ser providenciados os adequados reparos para que as peças não sofram a oxidação. Os reparos no revestimento externo ou pintura consistem nos seguintes procedimentos:
  - Identificação e isolamento da área a ser reparada;
  - Remoção do revestimento ou da pintura antiga;
  - Limpeza das partes a receberem o novo revestimento ou pintura;
  - Aplicação do novo revestimento ou da nova pintura de acordo com as especificações existentes no projeto.
  - Pintura com tinta a base de epóxi para acabamento.

### **8.c) Adutora de Recalque**

- **Manutenção do sistema de proteção catódica: sob demanda**

Consiste em reparos e reposição de peças e componentes decorrentes de acidentes, vandalismos ou desgastes. Compreende:

- Fornecimento e instalação de cabo elétrico catódico, kit para mufla de isolamento elétrico e de eletroduto de polietileno;
- Teste de funcionamento do sistema, realizado após reparos, se necessário, ou pelo menos uma vez por ano.

- **Manutenção das válvulas de aeração do sifão de deságüe: sob demanda**

Serviço a ser realizado periodicamente, compreendendo:

- Verificação do funcionamento, no caso de parada por longo período;
- Limpeza e reparos, se necessário.

- **Reparos em soldas: sob demanda**

Constatado vazamento nas juntas soldadas, a solda deverá ser refeita por soldador competente, observando os seguintes procedimentos:

- Remover totalmente a solda existente, retirando-se toda a escória. A superfície a ser ressoldada deverá apresentar-se perfeitamente lisa;
- Todo o material queimado deverá ser removido cuidadosamente e a área preparada de modo adequado para receber nova soldagem;



- Cada passe do metal de solda deverá estar isento de porosidade superficial, trincas, mordeduras e outros defeitos;
- A soldagem deverá ser executada de modo que a circunferência seja completada de forma simultânea pelo caminhamento de dois equipamentos de solda em sentidos opostos;
- Qualquer cordão de solda interrompido ao ser retomado exigirá que o princípio do novo cordão derreta completamente o material do final do cordão anterior, a fim de evitar a ocorrência de qualquer descontinuidade;
- Deverá ser feito o martelamento cuidadoso dos passes com ferramentas apropriadas para alívio das tensões. Cada passe de solda, logo que concluído deverá ser perfeitamente limpo das impurezas e corpos estranhos, a fim de ser inspecionado;
- Após a solda, a tubulação deverá ser submetida a testes de estanqueidade segundo as recomendações da norma da ABNT NBR 9650.

- **Manutenção de registros de descarga das adutoras: 2 vezes ao ano**

O serviço consiste no acionamento dos registros de descarga das adutoras, pelo menos 2 vezes ao ano, verificando corrosões e incrustações.

- **Limpeza externa e pintura: 1 vez a cada 3 anos**

Serviço de manutenção contra corrosão, a ser realizado por pintor capacitado. Procedimentos a ser seguidos:

- Remover a pintura antiga;
- Limpar as partes que irão receber a nova pintura;
- Aplicar a nova pintura de acordo com as especificações existentes no projeto.

#### **8.d) Manutenção Elétrica**

- **Inspeção rotineira do funcionamento do sistema elétrico de alimentação e dos motores: diariamente**

A ser realizada por eletrotécnico capacitado para o porte do sistema, com apoio de ajudante auxiliar. A inspeção deve seguir as recomendações do fabricante, observando os seguintes procedimentos:

#### **Subestação**

- Inspeção da condição normal da alimentação de energia elétrica e do funcionamento das subestações;
- Verificação do nível e vazamento de óleo, verificando a sílica-gel do transformador principal, inspeção das partes metálicas, testes de isolamento e limpeza geral;
- Ensaio de rigidez dielétrica do óleo dos transformadores. (1 vez por mês);
- Verificação detalhada dos disjuntores e seccionadoras;

### ***Central de comando dos motores***

- Aferição dos circuitos elétricos dos quadros de distribuição de energia e CCMs da AT e BT, verificando-se tensões e correntes e testando as lâmpadas sinalizadoras;
- Retirada da poeira e verificação da pintura e estanqueidade dos quadros de distribuição e cubículos de comando dos motores; CCMs, testando o funcionamento de seus equipamentos. (2 vezes por semana);
- Proceder regularmente a leitura da voltagem da instalação nos diversos quadros e painéis elétricos, independentemente de haver bomba em funcionamento. A alteração na voltagem pode ser ocasionada por deficiência no alimentador de energia elétrica ou na subestação transformadora, ou ainda no quadro de comando;
- Verificar o funcionamento dos instrumentos de controle, conversores, indicadores e transmissores;
- Testes funcionais de correta seqüência operativa dos relés existentes e nos ajustes de acordo com as recomendações do fabricante;
- Verificar lâmpadas de sinalização nos quadros de comando; caso as mesmas estejam queimadas;
- Verificar nos quadros de comando, os fusíveis de comando e força; caso seja encontrado algum queimado, substituir vindo a normalizar o circuito;
- Verificação dos condutores dos quadros de comando e das bombas, atentando-se para indicação de sobre- aquecimento, com a diferenciação na coloração da capa isolante do condutor ou diferença na coloração do cobre;
- Realizar limpeza do quadro de comando nos contatos principais e nos contatos auxiliares no núcleo das contadoras de força e as auxiliares. Caso a contadora esteja com seus contatos em mal estado, efetuar a substituição dos contatos;
- Lubrificar as conexões com pasta inibidora dos barramentos e fiação dos quadros de comando; medindo-se a isolação com Megger. Reaperto das barras e conexões (1 vez a cada 3 meses);
- Leitura dos instrumentos de controle voltímetros e amperímetros (em cada uma das três fases) dos conjuntos moto-bombas que estiverem em operação;

- Verificação e reparo quando necessário dos circuitos de média tensão dos motores: disjuntores de média tensão, cubículos de excitação e softstarters (3 vezes por semana);
- Inspeção e limpeza dos transformadores de corrente e de potencial que alimentam os circuitos de proteção, medição e supervisão dos motores (3 vezes por semana);
- Testes funcionais de correta seqüência operativa dos relés existentes e nos ajustes de acordo com as recomendações do fabricante;
- Leituras nos voltímetros e amperímetros dos painéis de corrente auxiliar;

### ***Motores elétricos***

- Verificar condições gerais de segurança;
- Manter o motor e os equipamentos associados limpos;
- Inspeção e limpeza do compartimento das escovas (1 vez por semana);
- Verificar condições de desgaste das escovas e respectivos suportes. Substituir, se necessário (1 vez por mês);
- Inspeção visual do estator;
- Reparo de cabos, conexões (1 vez por mês);
- Inspeção do sistema de exaustão com limpeza dos filtros (1 vez por mês);
- Inspeção da caixa de ligação dos acessórios - PT – 100 e termômetros do casquilho do mancal e no óleo;
- Inspeção e complemento do óleo dos mancais;
- Verificar sensores de vibração (2 por mancal);
- Verificar abertura dos circuitos de água de resfriamento dos motores;
- Inspeção na eletroválvula que opera o sistema de hidrefrigeração do motor;
- Inspeção dos anodos de sacrifício dos radiadores (se houver);
- Inspeção do funcionamento e estado de conservação das bombas do circuito fechado de resfriamento dos motores (2 vezes por semana).

### ***Rede elétrica de baixa tensão***

- Inspeção dos painéis de baixa tensão (equipamentos de força auxiliar, automatismo e corrente de emergência);
- Verificação dos disjuntores, contatos indicadores de posição, contactores, comutadores e barramentos;
- Verificação do nível e vazamento de óleo, verificando a sílica-gel do transformadores auxiliares, inspeção das partes metálicas, testes de isolamento e limpeza geral (1 vez por semana);
- Leitura de tensão;
- Verificação do estado de conservação da fiação, fixações e suportes;
- Inspeção do painel de corrente auxiliar (circuito de comando e sinalização);

- Verificação do funcionamento do sistema de iluminação, interno e externo, fazendo substituição de e peças, quando necessário.

Quando for constatada irregularidade em qualquer equipamento objeto da inspeção, acionar a manutenção corretiva.

- **Manutenção da subestação de alimentação das EBs : sob demanda**

Serviços a serem realizados por eletrotécnico e auxiliar. Principais tarefas:

- Substituição de peças de controle e segurança;
- Manutenção e limpeza do sítio da subestação;
- Reparo nos cabearios de alta e baixa tensão, potência, comando e sinalização e medição (pelo menos 1 vez a cada 3 anos).

- **Manutenção da central de comando dos motores: 1 vez a cada 5 anos**

Serviço a ser realizado por eletrotécnico e auxiliar. Principal tarefa:

- Troca ou reparo nos cabearios de motores, sensores, acessórios, painéis e quadros elétricos.

- **Manutenção periódica dos motores elétricos: anualmente**

Serviços a serem realizados por eletrotécnico e auxiliar. Principais tarefas:

*Estator*

- Inspeção visual do estator;
- Controle da limpeza;
- Verificação da fixação dos terminais do estator;
- Medição da resistência de isolamento do enrolamento;
- Inspeção das estecas das ranhuras (1 vez a cada 3 anos).

*Rotor*

- Inspeção visual;
- Controle da limpeza;
- Inspeção do eixo - desgaste e incrustações (1 vez a cada 3 anos).

*Mancais*

- Controle da qualidade do lubrificante;
- Troca do lubrificante (conforme indicação do fabricante).
- Inspeção dos casquilhos (1 vez a cada 3 anos);
- Inspeção da superfície de contato do eixo (1 vez a cada 3 anos).

*Trocador de calor ar-água*

- Inspeção dos radiadores;
- Limpeza dos radiadores;

- Troca das juntas (gaxetas) dos cabeçotes dos radiadores.

#### *Trocador de calor ar-ar*

- Limpeza dos tubos de ventilação;
- Inspeção da ventilação.

#### *Acoplamento*

- Inspeção do alinhamento;
- Inspeção da fixação;
- Inspeção da catraca anti-reversão (se houver).

#### *Motor completo*

- Reaperto dos parafusos;
- Limpeza das caixas de ligação;
- Reaperto das conexões elétricas e do aterramento.

- **Manutenção de componentes elétricos e acessórios do grupo gerador diesel: 1 vez por semana**

Serviços a serem realizados por eletrotécnico e auxiliar. Principais tarefas:

- Executar uma partida semanal no grupo diesel, por 10 minutos, verificando o aquecimento, vazamentos e a carga da bateria;
- Limpeza do cômodo, chão e grupo gerador, bem como do depósito de baterias e respectivos carregadores.
- Inspeção e reposição de óleo no respectivo tanque
- Inspeção da carga das baterias e carregamento das mesmas.
- Inspeção de vazamentos de fluidos no sistema de escape e do painel de controle.

### **8.e) Manutenção do Sistema de Monitoramento e Automação: sob demanda**

Fora das horas normais de operação ou na ausência de pessoal, o supervisor será colocado no modo de plantão, a partir do teclado.

Neste modo, a detecção de falhas selecionadas acionará uma sequência automática de chamadas para a rede telefônica auto-comutada ou pela rede de rádio.

As falhas que determinarão a chamada do responsável do pessoal de plantão e/ou manutenção são listadas abaixo como exemplo. Esta lista não esgota os eventos determinantes de respostas obrigatórias:

- desligamento da linha de alimentação de alta tensão;
- desligamento de grupos;
- nível d'água muito alto no canal de adução.

O sistema de monitoramento e automação conta também com unidades transmissoras remotas, UTR's, com comunicação através de fibra ótica. São compostas de transmissores de níveis e acessórios e câmaras de vídeo. As UTR's deverão ser inspecionadas diariamente por um técnico, vigilante a eventos de vandalismo, anormalidades e por ocasião de falhas elétricas e no sistema de comunicação.

A manutenção corretiva exige especialidade comprovada, a ser demandada por serviço terceirizado.

#### **8.f) Manutenção do Prédio e Pátio (manutenção de obras civis da EB)**

As atividades manutenção do prédio e pátio, listadas a seguir, serão realizadas por equipe de profissionais qualificados e auxiliares.

- **Manutenção geral do prédio e pátio: diariamente**

- Vistoria periódica do estado de conservação da casa de bombas e abrigos de equipamentos e controle (grupo gerador diesel, central óleo hidráulico);
- Limpeza do pátio externo (pisos, canaletas de drenagem) e remoção da vegetação rasteira e materiais diversos (1 vez por semana);
- Manutenção geral e limpeza das instalações internas da casa de bomba (pisos, esquadrias, vidros, caixas d'água, banheiros, salas de controle, almoxarifado, abrigo do grupo gerador diesel e abrigo do comando óleo hidráulico das válvulas dos sifões na saída do recalque (3 vezes por semana);
- Limpeza das caixas destinadas ao separador água/óleo-SAO, com coleta e destinação final do óleo;

- **Pintura do prédio: 1 vez a cada 3 anos**

- Pintura geral do prédio da casa de bombas e instalações anexas

- **Pintura de esquadria de ferro e corrimão: 1 vez a cada 3 anos**

Manutenção contra corrosão. Serviço a ser realizado por 1 pintor e 1 ajudante, com tinta apropriada.

- **Combate a incêndio: 1 vez a cada 2 anos**

Recarga e reposição de extintores de incêndio, mantendo-os sempre em condições de uso.

- **Manutenção de piso: 1 vez a cada 5 anos**

Recuperação de pisos internos danificados, por tempo de uso ou acidentes.



- **Manutenção das paredes: 1 vez a cada 5 anos**

Reparação do revestimento e pintura das paredes

- **Manutenção de telhado: 1 vez a cada 5 anos**

Revisão geral dos telhados, inclusive engradamento e substituição de telhas danificadas.

### **8.g) Manutenção da ETA e ETE**

- **Manutenção de rotina da ETA e ETE: diariamente**

Serviço a ser realizado por profissional capacitado, cotidianamente. Principais tarefas:

- Limpeza geral da área interna e externa das estações (diariamente);
  - Verificação do funcionamento e estado de conservação das estações (diariamente);
  - Vistorias periódicas nos equipamentos e acessórios (válvulas, bombas dosadoras, tanques, pintura) da ETA (1 vez por semana);
  - Limpeza e reparo das válvulas, conexões e mangueiras das bombas dosadoras da ETA (1 vez por semana);
  - Troca das válvulas agulhas do sistema de dosagens da ETA, sob demanda (1 vez por ano);
  - Limpeza das tubulações de entrada e saída da ETE (1 vez por ano);
  - Remoção do lodo excedente na ETE (1 vez por ano);
  - Limpeza do tanque do efluente final (1 vez por ano).
  - Reposição de produtos químicos da ETA: sulfato de alumínio, cal hidratada e cloro (2 vezes por ano);
  - Limpeza do filtro anaeróbio (2 vezes por ano).
- **Lubrificação, reparo e troca dos rolamentos e gaxetas das bombas da ETA e ETE: 1 vez por mês**

Serviço a ser realizado por 1 técnico mecânico e 1 auxiliar.

### **9) Estrutura de Transição Deságue do Recalque / Canal Principal (Forebay de Jusante) das EB Intermediárias**

- **Roçada e retirada de arbusto da seção interna: 1 vez por ano**

Principais atividades a serem executadas:

- Retirada de arbustos e capins da beira da estrada de manutenção, da calha de drenagem e do enrocamento do forebay;
- Uso de foice para arbustos;
- Uso de moto-roçadeira para capins e pequenos galhos;

- Uso manual da força para arrancamento de plantas com raízes;
- Limpeza e coleta de material vegetal e lixo com ferramentas manuais;
- Transporte do material até local adequado para os devidos fins.

- **Desassoreamento e limpeza de fundo: 1 vez a cada 5 anos**

A ser realizado por mão de obra capacitada, com uso de bomba de dragagem, montada sobre balsa. Procedimentos:

- Com o auxílio de uma haste poderá ser feita a sondagem “tátil” do fundo do forebay e analisar a real necessidade de limpeza, a cada 6 meses;
- Uso de bomba de dragagem, montada sobre balsa, para não danificar o concreto;
- O desassoreamento deverá acontecer antes do nível de dejetos do fundo ultrapassar a cota da soleira do canal a montante;
- Fazer a limpeza sempre depois que realizarem limpeza do forebay de montante;
- A limpeza poderá acontecer antes do prazo de 5 anos, for necessário.

## **10) Manutenção de Túneis**

- **Inspeção no entorno da área do emboque e desemboque do túnel: 1 vez a cada 3 meses**

Inspeção, a ser realizada por um profissional treinado, observando:

- Ocorrência de processos erosivos que possam introduzir material sedimentável ao interior do túnel;
- Variações dos níveis d’água no emboque (elevação) e desemboque (depleção). Anomalias nas cotas de nível d’água são objeto de inspeção imediata, pois há um forte indício da ocorrência de obstrução do fluxo.

Ocorrendo anomalias, acionar a manutenção corretiva.

- **Limpeza de canaletas e valas de drenagem no entorno do emboque e desemboque do túnel: 1 vez por ano**

Serviço a ser executado manualmente por serventes no entorno da área de emboque e desemboque do túnel, de forma a evitar fluxos preferenciais de águas pluviais que possam danificar o leito da estrada de acesso e introduzir material sedimentável na entrada e saída desta estrutura.

- **Manutenção das paredes do túnel: 1 vez a cada 5 anos ou sob demanda**

A ser realizado por profissionais capacitados, auxiliados por serventes. Principais serviços:

- Inspeção para verificação da existência de infiltrações, fendas, avarias do revestimento das paredes e existência de material que esteja obstruindo o fluxo de água
- Se for o caso, executar a correção de infiltrações e fendas e retirar o material que esteja obstruindo o fluxo de água.

Para execução da manutenção, deverão ser realizados os seguintes procedimentos:

- Parada programada das bombas;
- Interrupção do fluxo nas comportas de controle localizadas imediatamente à montante do túnel;
- Descarga no reservatório localizado imediatamente à jusante através da válvula dispersora, de forma a esvaziar o túnel, quando for o caso;
- Utilização de um gerador a diesel para alimentar ventilador apropriado para injeção de ar no interior do túnel.

## **11) Manutenção de Galerias**

- **Manutenção das paredes da galeria: 1 vez a cada 5 anos ou sob demanda**

A ser realizado por profissionais capacitados, auxiliados por serventes. Principais serviços:

- Inspeção para verificação da existência de infiltrações, fendas, avarias do revestimento das paredes e existência de material que esteja obstruindo o fluxo de água
- Se for o caso, executar a correção de infiltrações e fendas e retirar o material que esteja obstruindo o fluxo de água.

Para execução da manutenção, deverão ser realizados os seguintes procedimentos:

- Parada programada das bombas;
- Interrupção do fluxo nas comportas de controle localizadas imediatamente à montante da galeria;
- Descarga no reservatório localizado imediatamente à jusante através da válvula dispersora, de forma a esvaziar a galeria, quando for o caso;
- Utilização de um gerador a diesel para alimentar ventilador apropriado para injeção de ar no interior da galeria.

## **12) Manutenção das Comportas de Derivação e Controladoras de Nível**

- **Vistoria sistemática da estrutura: diariamente**

A ser efetuada por profissional treinado, observando:

- O funcionamento e estado de conservação da estrutura;
- Se o nível regulado está na sua cota programada e se a parte móvel da comporta está absolutamente livre de todo atrito, que pode se ocasionado por corpos estranhos;
- O estado da pintura geral, a necessidade da remoção de incrustações e fazer os retoques necessários (1 vez por semana).

Constatando-se anormalidades, acionar a manutenção corretiva.

- **Manutenção periódica: 1 vez por mês ou sob demanda**

A ser efetuada por profissional capacitado. Principais tarefas:

- Manutenção das comportas através do acionamento periódico do mecanismo de manobra e impondo-se que a tampa deslize por todo o percurso das guias. Caso ocorra emperramento, realizar o reparo e empregar produtos desoxidantes tipo “ferlicon”, com aplicação em spray ou pincel ;
- Verificar e reparar, se for o caso, o desalinhamento da tampa;
- Verificar obstrução da sede da tampa por acúmulo de areia ou algum material sólido. Caso ocorra, remove-los através de peneiras, vassouras, ancinhos ou ganchos;
- Lubrificar o atuador e a sua cremalheira (1 vez a cada 6 meses);
- Verificar o painel da comporta e mais particularmente as suas vedações (1 vez por ano).

### **13) Manutenção da Rede de Drenagem**

Serviço a ser executado por profissionais qualificados e serventes fazendo uso de ferramentas apropriadas e apoiados por caminhão basculante para bota-fora.

As atividades de manutenção de rede de drenagem são autodescritivas e plenamente caracterizadas no SICRO/DNIT:

- **Limpeza de vala de drenagem: 1 vez a cada ano;**
- **Limpeza de valeta de corte: 1 vez a cada ano;**
- **Limpeza de descida d'água: 1 vez a cada ano;**
- **Limpeza de bueiro: 1 vez a cada ano;**
- **Desobstrução de bueiro: 1 vez a cada ano;**
- **Recuperação de bueiro (concreto) : 1 vez a cada ano;**

- **Roçada manual: 1 vez a cada ano.**

#### **14) Manutenção das Estradas de Acesso e Serviços**

Serviço a ser executado por profissionais qualificados, auxiliares e serventes fazendo uso de ferramentas apropriadas, com apoio de equipamentos mecanizados adequados.

As atividades de manutenção de estradas são, também, autodescritivas e plenamente caracterizadas no SICRO/DNIT:

- **Recomposição de revestimento primário: 2 vezes por ano e sob demanda;**
- **Regularização mecânica da faixa de domínio: 2 vezes por ano e sob demanda;**
- **Recomposição de camada granular do pavimento: 2 vezes por ano e sob demanda;**
- **Roçada mecanizada: 2 vezes por ano e sob demanda.**

#### **15) Manutenção das Unidades Administrativas e de Apoio**

Estas estruturas são destinadas às equipes locais de operação e manutenção das obras. São compostas de escritório, oficinas mecânicas e elétricas, abrigo de máquinas e veículos, almoxarifado, copa, refeitório, banheiros e outros. A manutenção prevista refere-se às obra civis.

As atividades manutenção dos prédios e pátio, listadas a seguir, serão realizadas por equipe de profissionais qualificados e auxiliares.

- **Manutenção geral dos prédios e pátio: diariamente**
  - Vistoria periódica do estado de conservação dos prédios e pátio;
  - Limpeza do pátio externo (pisos, canaletas de drenagem) e remoção da vegetação rasteira e materiais diversos (1 vez por semana);
  - Manutenção geral e limpeza interna das instalações.
- **Pintura dos prédios: 1 vez a cada 3 anos**
  - Pintura geral dos prédios e instalações anexas
- **Pintura de esquadria de ferro e corrimão: 1 vez a cada 3 anos**

Manutenção contra corrosão. Serviço a ser realizado por 1 pintor e 1 ajudante, com tinta apropriada.

- **Manutenção elétrica: sob demanda**

Manutenção da rede elétrica dos prédios e instalações anexas, abrangendo, principalmente:

- Verificação do estado de conservação da fiação, fixações, tomadas, interruptores, suportes e outros, fazendo reparos, quando necessário;
- Verificação do funcionamento do sistema de iluminação, interno e externo, fazendo substituição de e peças, quando necessário.

- **Combate a incêndio: 1 vez a cada 2 anos**

Recarga e reposição de extintores de incêndio, mantendo-os sempre em condições de uso.

- **Manutenção de piso: 1 vez a cada 5 anos**

Recuperação de pisos internos danificados, por tempo de uso ou acidentes.

- **Manutenção das paredes: 1 vez a cada 5 anos**

Reparação do revestimento e pintura das paredes

- **Manutenção de telhado: 1 vez a cada 5 anos**

Revisão geral dos telhados, inclusive engradamento e substituição de telhas danificadas.

- **Manutenção de rotina da ETA e ETE: diariamente**

Serviço a ser realizado por profissional capacitado, cotidianamente. Principais tarefas:

- Limpeza geral da área interna e externa das estações (diariamente);
- Verificação do funcionamento e estado de conservação das estações (diariamente);
- Vistorias periódicas nos equipamentos e acessórios (válvulas, bombas, dosadoras, tanques, pintura) da ETA (1 vez por semana);
- Limpeza e reparo das válvulas, conexões e mangueiras das bombas dosadoras da ETA (1 vez por semana);
- Troca das válvulas agulhas do sistema de dosagens da ETA, sob demanda (1 vez por ano);
- Limpeza das tubulações de entrada e saída da ETE (1 vez por ano);
- Remoção do lodo excedente na ETE (1 vez por ano);
- Limpeza do tanque do efluente final (1 vez por ano).
- Reposição de produtos químicos da ETA: sulfato de alumínio, cal hidratada e cloro (2 vezes por ano);



- Limpeza do filtro anaeróbio (2 vezes por ano).
- **Lubrificação, reparo e troca dos rolamentos e gaxetas das bombas da ETA e ETE: 1 vez por mês**

Serviço a ser realizado por 1 técnico mecânico e 1 auxiliar.

#### **16) Manutenção de Cercas**

- **Reconstrução de cerca: 1 vez a cada ano ou sob demanda**

Compreende a reconstrução de cerca com mourões de concreto, espaçamento de 3 m, com 4 fios de arame farpado nº 14, classe 250; danificada por pessoas (acidentalmente ou vandalismo) ou animais. Serviço a ser realizado por servente com apoio de pedreiro.

### **3. DEFINIÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE SERVIÇOS E DO CUSTOS** **UNITÁRIOS**

### **3. DEFINIÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE SERVIÇOS E DOS CUSTOS UNITÁRIOS**

A composição de um serviço apresenta basicamente sua descrição, as quantidades, produtividades e custos unitários dos materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de uma unidade de medida desse serviço.

Embora as composições sejam amplamente utilizadas em orçamentos de praticamente todas as atividades, é na construção civil em que estão mais difundidas no que correspondem a descrição sistematizada e obtenção de custos unitários, tanto no âmbito governamental como na iniciativa privada.

#### **3.1. REVISÃO DE MANUAIS E COMPOSIÇÕES DE CUSTOS JÁ EXISTENTES**

Elencadas e caracterizadas as atividades de manutenção, buscou-se a definição das composições dos serviços a serem executados e dos respectivos custos unitários. Inicialmente, seguindo recomendações dos TDR, buscou-se custos existentes na literatura técnica oficial e aceita pelas instituições públicas (Decreto nº 7.983/2013). Para tanto procedeu-se a análise do Sistema de Custo Rodoviário (SICRO) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT; Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), disponibilizado pela Caixa Econômica Federal e a Base de Dados de Custos de Obras da PINI Consultoria.

A seguir são apresentadas informações básicas sobre SINAPI, SICRO e PINI.

- **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**

O SINAPI apresenta uma base de dados com vistas a balizar a contratação das obras públicas federais brasileiras.

O SINAPI foi implementado em 1969, pelo Banco Nacional de Habitação, o BNH, em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o IBGE, basicamente para fornecer informações sobre custos e índices da construção civil habitacional, tendo sido adotado pela Caixa Econômica Federal – CEF, em 1986, em sucessão ao BNH.

Em 1994 o Sistema foi ampliado para atendimento de obras financiadas com recursos do FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, abrangendo, além de edificações, principalmente obras de saneamento e infraestrutura urbana. A partir de 2003 foi definido como balizador de orçamentos de referência para obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União. Em 2009, a CEF passou a publicar na internet os serviços

e custos do Banco Referencial, base de composições concebida a partir da consolidação dos bancos de dados cedidos por instituições públicas ao SINAPI.

Um **orçamento** compreende a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de mão de obra, equipamentos, materiais, custos financeiros, custos administrativos, impostos, riscos e margem de lucro desejada para adequada previsão do preço final de um empreendimento. É a previsão de custos, considerada a remuneração do prestador do serviço para a oferta de um preço, onde:

a) Custo é tudo aquilo que onera o contratado; representa todo o gasto envolvido na produção, ou seja, todos os insumos da obra, assim como toda a infraestrutura necessária para a produção;

b) Preço é o valor final pago ao contratado pelo contratante; é o custo acrescido do lucro e despesas indiretas.

O SINAPI considera para suas composições a seguinte estrutura:

### **Custos Diretos**

Resultado da soma de todos os custos dos serviços necessários para a execução física da obra, obtidos pelo produto das quantidades de insumos empregados nos serviços, associados às respectivas unidades e coeficientes de consumo, pelos seus correspondentes preços de mercado. Nestes custos estão os materiais, equipamentos e mão de obra – acrescida dos Encargos Sociais aplicáveis, equipamentos e os Encargos Complementares: EPI's, transporte, alimentação, ferramentas, exames médicos obrigatórios e seguros de vida em grupo.

### **Custos Indiretos**

Custo da logística, infraestrutura e gestão necessária para a realização da obra. Corresponde à soma dos custos dos serviços auxiliares e de apoio à obra, para possibilitar a sua execução. Englobam os custos previstos para a Administração Local, Mobilização e Desmobilização (Canteiro e Acampamento) e Seguros.

Constituem exemplos desses custos: remuneração da equipe de administração e gestão técnica da obra (engenheiros, mestres de obra, encarregados, almoxarifes, apontadores, secretárias, etc.); equipamentos não considerados nas composições de custos de serviços específicos (gruas, cremalheiras, etc.); custos com a manutenção do canteiro (água, energia, internet, suprimentos de informática, papelaria, etc.); mobilização e desmobilização de ativos considerando seus locais de origem e a localização da obra; dentre outros.

### **Despesas Indiretas**

São despesas decorrentes da atividade empresarial que incidem de forma percentual sobre os custos da obra. Trata-se de recursos destinados ao pagamento de tributos; ao rateio dos custos da administração central; à remuneração ao construtor pela assunção de riscos do empreendimento; e à

compensação de despesas financeiras ocasionadas pelo intervalo decorrido entre gasto, medição e recebimento.

### **Lucro ou Bonificação**

É a parcela destinada à remuneração da empresa pelo desenvolvimento de sua atividade econômica. Em conjunto com as Despesas Indiretas formam o BDI (Bonificação e Despesas Indiretas, também chamado de LDI - Lucro e Despesas Indiretas).

Para entendimento do sistema, a CEF disponibiliza os seguintes documentos técnicos:

- Manual de Metodologias e Conceitos;
- Composições Analíticas Unitárias (Catálogo de Composições);
- Cadernos Técnicos das Composições;
- Relatórios de Insumos.

Mensalmente a CEF divulga a relação dos valores de insumos e de composições para todas as capitais brasileiras e para o Distrito Federal, com validade para o estado, enquanto referência.

Os **insumos** compreendem os elementos básicos da construção civil constituídos de materiais (cimento, blocos, telhas, tábuas, aço, etc.), equipamentos (betoneiras, caminhões, equipamentos de terraplenagem, etc.) e mão de obra.

Os insumos do SINAPI são organizados em famílias homogêneas (ex: Família de Tubos em PVC para Água Fria), para as quais é selecionado o insumo mais recorrente no mercado nacional como insumo representativo, sendo os demais da mesma família denominados representados.

O preço dos insumos representativos é coletado mensalmente, enquanto que os preços dos demais insumos são obtidos por meio da utilização de coeficientes de representatividade, os quais indicam a proporção entre o preço do chefe da família (insumo representativo) e os preços de cada um dos demais insumos da família.

Os relatórios publicados indicam, também, a informação da origem de preços para cada insumo por localidade, com as seguintes notações:

C – Correspondente a preço coletado pelo IBGE no mês de referência do

CR – Correspondente a preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (metodologia família homogênea de insumos);

AS – Correspondente a preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo (devido à impossibilidade de definição de preço para localidade em função da insuficiência de dados coletados).

O valor da mão de obra é pesquisado junto às construtoras ou entidades representantes das categorias profissionais. Os insumos de mão de obra também formam famílias homogêneas (insumos representativos e representados).

Sobre os insumos de mão de obra incidem Encargos Sociais, de forma percentual, com cálculo específico para cada estado. Mensalmente, a CAIXA divulga dois tipos de relatórios de preços: (i) desonerados - consideram os efeitos da desoneração da folha de pagamentos da construção civil (Lei 13.161/2015), ou seja, obtidos com exclusão da incidência de 20% dos custos com INSS no cálculo do percentual relativo aos Encargos Sociais; (ii) não desonerados – consideram a parcela de 20% de INSS nos Encargos Sociais.

As **Composições Unitárias de Serviço** relacionam a descrição, codificação e quantificação dos insumos e/ou de composições auxiliares empregados para se executar uma unidade de serviço.

A constituição de uma composição é dada por:

- Descrição - Caracteriza o serviço, explicitando os fatores que impactam na formação de seus coeficientes e que diferenciam a composição unitária das demais;
- Unidade de medida - Unidade física de mensuração do serviço representado;
- Insumos/composições auxiliares (item) - Elementos necessários à execução de um serviço, podendo ser insumos (materiais, equipamentos ou mão de obra) e/ou composições auxiliares;
- Coeficientes de consumo e produtividade - Quantificação dos itens considerados na composição de custo de um determinado serviço.

Os custos referenciais do SINAPI são obtidos pela soma dos valores de cada item de uma composição de serviço, cujo valor do item é resultado da multiplicação do seu coeficiente pelo preço do insumo ou custo da composição auxiliar.

A metodologia adota a agregação tanto do tempo efetivo de execução do serviço como do tempo improdutivo. Dessa forma, são apropriados aos coeficientes das composições o tempo improdutivo oriundo das paralisações para instrução da equipe, preparação e troca de frente de trabalho, deslocamentos no canteiro, etc.

As referências do SINAPI buscam retratar intervenções urbanas, nas capitais dos estados, as quais possuem características específicas, desse modo, uma composição de serviço aparentemente similar, retratada no SICRO, por exemplo, que baliza obras rodoviárias, ou em uma cidade do interior, pode apresentar coeficientes distintos daqueles estabelecidos pelo SINAPI.



Mesmo com relação às intervenções urbanas, observa-se que o SINAPI fica restrito à construção propriamente dita, não incluindo insumos relativos a atividades correlatas, como, por exemplo, as sociais, presentes em programas do tipo “Minha Casa Minha Vida” e “Água para Todos.

Observa-se, finalmente, que os valores dos insumos e das composições de serviços não incluem o BDI, que deve ser analisado pelo orçamentista.

- **SICRO - Sistema de Custos Rodoviários**

O Sistema de Custos Rodoviários - SICRO apresenta os custos unitários de referência dos serviços necessários à execução de obras de infraestrutura de transportes e suas estruturas auxiliares. Contém um Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, composto, em sua versão mais atualizada, por dez volumes (alguns com vários tomos), com as metodologias, as premissas e as memórias adotadas para o cálculo desses custos unitários.

As primeiras tabelas de preços referenciais começaram a ser elaboradas em 1946, pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER, que antecedeu o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT. Ao longo dos anos foram realizados avanços importantes: elaboração do SICRO, em 1992, do SICRO 2, em 2000, dos manuais correspondentes, em 2003, e, atualmente, do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, em 2015, a ser implantado no corrente ano. Desde 2013 vêm sendo divulgadas as tabelas de preços do SICRO 2 para todas as unidades da federação.

O novo manual do SICRO, embora baseado no manual anterior, foi bastante ampliado, sendo mais detalhado e abrangente. Seus conceitos e estrutura no que correspondem a custos aproximam-se dos do SINAPI.

Conceitua **preço de venda** como aquele estabelecido com base nos custos, ao qual o executor acrescenta as despesas indiretas e as margens beneficiárias. No caso de orçamentos de obras, consiste no valor total da obra acabada, caracterizado pelo custo total dos serviços acrescido das respectivas parcelas de Benefícios e Despesas Indiretas - BDI.

Os conceitos de **custos diretos, custos indiretos, despesas indiretas, lucro e BDI** são similares aos apresentados pelo SINAPI. Cada um está bastante detalhado nos diversos volumes do manual.

Os **insumos** compreendem a mão de obra, os equipamentos e os materiais necessários à execução de um determinado serviço. Os insumos e os seus respectivos consumos são apresentados nas composições de custos de cada serviço, integrando o banco de dados de um sistema de custos.

A mão de obra consiste no conjunto de trabalhadores envolvidos na execução de determinado serviço. O custo desse insumo é obtido por meio do salário do

trabalhador acrescido dos encargos sociais, adicionais e complementares inerentes a cada categoria profissional, expresso de forma horária ou mensal.

Os equipamentos consistem no conjunto de máquinas, instrumentos ou aparelhos necessários à produção de determinado bem ou à execução de determinado serviço. O custo horário de um equipamento é definido por meio de seus custos horários de propriedade, de manutenção e de operação.

Os materiais correspondem a matéria prima empregada na confecção de determinado bem ou na execução de determinado serviço. Os materiais podem ser comercializados a granel, individualizados por meio de embalagens ou produzidos no local da obra, devendo atender às especificações particulares concernentes às propriedades de toda ordem técnica e construtiva. Os preços são relativos ao pagamento à vista e devem contemplar toda a carga tributária que sobre eles incidem.

Os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra são obtidos por meio de pesquisas de preços de mercado realizadas em todas as unidades da federação e apresentam metodologia detalhada em volume específico do Manual.

Os custos de serviços terceirizados são aqueles relacionados com serviços de especialização ou sob tutela de patentes, caracterizados pela execução completa do serviço e composto em uma única unidade de medida de serviço, sem detalhamento dos insumos e despesas envolvidos em sua execução.

Os custos de mobilização correspondem àqueles associados ao transporte, desde sua origem até o local onde se implantará o canteiro de obras, dos recursos humanos não disponíveis no local da obra, bem como todos os equipamentos móveis e fixos (instalações industriais, usinas de asfalto, centrais de britagem, centrais de concreto) indispensáveis às operações que serão realizadas na obra.

Os custos de desmobilização são aqueles associados ao indispensável transporte das instalações provisórias, dos equipamentos e dos recursos humanos ao local de origem definido, após a conclusão da obra.

Os custos de instalação e manutenção de canteiros e acampamentos são os associados à construção de todas as estruturas do canteiro de obras, tais como: instalações administrativas (escritórios, ambulatório, guaritas, estacionamento), instalações industriais (usina de asfalto, usina de solos, central de britagem, central de concreto), instalações de apoio (oficina mecânica, posto de abastecimento, almoxarifado, laboratórios), dos acampamentos (alojamentos, refeitórios, vestiários), das frentes de serviço (containers, banheiros químicos), de suas respectivas fundações e redes complementares (de água, de esgoto, de energia, de lógica).

Os custos referentes aos serviços preliminares tais como, limpeza, regularização e cercamento do terreno, arruamentos internos, terraplenagem e preparação das áreas de estocagem, constituem parcelas do item de instalação de canteiros de obras.

Os custos de manutenção dos canteiros de obras encontram-se incluídos nas composições de custo da administração local.

A **composição de custos** é uma ferramenta que permite definir qualitativa e quantitativamente os insumos necessários à realização de determinado serviço. As quantidades e consumos dos insumos (mão de obra, equipamentos, materiais, atividades auxiliares e transportes) ponderados por seus respectivos custos unitários, acrescidos da parcela de bonificação e despesas indiretas, resultam no preço final do serviço.

A **composição horária** consiste no detalhamento do custo horário do serviço que expresse a descrição, quantidades, produção, custos de mão de obra, utilizações produtivas e improdutivas dos equipamentos e custos dos materiais, necessários à execução do serviço em determinada unidade de tempo, normalmente em uma hora.

A composição de custo horária constitui a forma mais adequada para modelar serviços cíclicos que envolvam a utilização coordenada de patrulhas com diferentes equipamentos, sendo, por esta razão, a forma mais comum e recomendada para elaboração de orçamentos de obras de infraestrutura de transportes.

A **composição unitária** consiste no detalhamento do custo unitário do serviço que expresse a descrição, quantidades, produções e custos unitários da mão de obra, dos materiais e dos equipamentos necessários à execução de uma unidade de serviço. Em síntese, é a relação de insumos e seus respectivos custos e consumos necessários à produção de determinada unidade de serviço.

A composição analítica de custo unitário é representada em uma planilha contendo todos os insumos que compõem o serviço, com suas respectivas quantidades de mão de obra, de equipamentos e de materiais, necessárias para o cálculo do custo unitário do serviço.

A **Composição Mista** Horária / Unitária é um procedimento misto, onde parte da composição é definida no formato horário e o restante em formato unitário. O modelo misto é aquele utilizado nas composições do SICRO, onde as parcelas referentes aos equipamentos e mão de obra são definidas no formato horário e as parcelas referentes aos materiais, serviços auxiliares e transportes são definidas no formato unitário.

Os **custos unitários de referência** são publicados bimestralmente para cada serviço ou obra, por unidade da federação, com desoneração e sem desoneração, apresentando:

- Custo unitário de mão de obra;
- Custo unitário de materiais;
- Custo unitário de equipamentos;

- Resumo dos Custos Unitários de Referência;
- Custos Unitários de Referência (composições de custo);
- Encargos sociais.

Os Custos Unitários de Referência e seu resumo são apresentados distinguindo: Atividades auxiliares; Construção rodoviária; Conservação rodoviária; Sinalização rodoviária e Restauração rodoviária.

- **Tabela PINI**

A PINI é uma empresa de informação especializada no atendimento às necessidades dos profissionais e empresas da indústria da construção civil. Atua nos segmentos de mídia, educação, sistemas, dados e consultoria, apresentando diversos produtos que são vendidos aos clientes, pessoas jurídicas ou físicas.

A **Tabela de Composições de Preços para Orçamentos – TCPO** – é um desses produtos, lançado há mais de sessenta anos, em 1955, publicada anteriormente na revista “A Construção” em São Paulo.

Utiliza para os cálculos a base de dados do livro TCPO, já em sua décima quarta edição, e contém composições basicamente para construção civil e infraestrutura urbana, atualizadas mediante pesquisa mensal de preços em todas as capitais do Brasil.

Hoje a base TCPO conta com mais de 8.500 composições de Serviços, preços de referência calculados pelo Departamento de Engenharia da PINI e composições de empresas da indústria de materiais e serviços de construção civil.

A composição apresenta o detalhamento de um determinado serviço que expressa a descrição, quantidades, produtividades e custos unitários dos materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de uma unidade de medida desse serviço.

As composições apresentam, portanto, os preços dos insumos, basicamente segundo os conceitos já expostos para SINAPI e SICRO, sem incluir BDI e, dependendo da composição, custos indiretos.

O acesso à TPCO é feito através de assinatura mensal pelos clientes, que pode ser feita por estado, região ou país.

### **3.2. SISTEMATIZAÇÃO DA BASE DE DADOS**

No que corresponde ao Governo Federal, o Decreto Nº 7.983, de 8 de abril de 2013, estabeleceu regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, entre os quais define que:

- O custo global de referência de obras e serviços de engenharia, exceto os serviços e obras de infraestrutura de transporte, será obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de licitação, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes nos custos unitários de referência do **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil SINAPI**, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de construção civil;
- O custo global de referência dos serviços e obras de infraestrutura de transportes será obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de licitação, menores ou iguais aos seus correspondentes nos custos unitários de referência do **Sistema de Custos Referenciais de Obras SICRO**, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial.

Assim, obras que sejam executadas com recursos dos orçamentos da União, devem utilizar os custos unitários dos sistemas **SINAPI** ou **SICRO**, dependendo do caso.

Em caso de inviabilidade da definição dos custos por meio do SINAPI ou do SICRO, a estimativa de custo global poderá ser apurada por meio da utilização de dados contidos em tabela de referência formalmente aprovada por órgãos ou entidades da administração pública federal, em publicações técnicas especializadas, em sistema específico instituído para o setor ou em pesquisa de mercado.

O uso de outros sistemas, como as tabelas **PINI**, estas elaboradas pelo setor privado, podem servir como subsídio para a composição dos serviços. Seus custos unitários, porém, têm em princípio restrições para uso quando há recursos da União envolvidos.

Observa-se que, os sistemas de custos estão dirigidos para a construção civil, infraestrutura urbana, saneamento e infraestrutura de transporte. São apresentados basicamente para as condições das capitais das unidades federativas

Esses motivos levam à necessidade de elaborar composições de serviços adaptados ao local e ao tipo de serviço, embora buscando utilizar, sempre que possível, custos unitários de SINAPI e SICRO.

Para elaboração dos custos unitários dos serviços de manutenção identificados os dados de interesse foram extraídos do SINAPI e do SICRO e transcritos para pasta de planilha eletrônica. Nesta pasta, os dados, por meio de vinculação, são utilizados nas CPU das diversas atividades de manutenção. Quando determinado dado não está disponível nem no SINAPI e nem no SICRO, o mesmo pode ser obtido mediante pesquisa de mercado.

### **3.3. DEFINIÇÃO DAS COMPOSIÇÕES E ESTIMATIVA DE CUSTOS UNITÁRIOS**

Por suas características, a maioria das atividades de manutenção dos projetos de derivação e adução de água bruta demanda composições específicas.

Das 122 atividades de manutenção identificadas e caracterizadas nos itens 2.6 e 2.7, quatro tem composições prontas no SINAPI e quinze, no SICRO/DNIT. Para as 103 atividades restantes, foram preparadas composições de preço unitário (CPU) específicas.

As CPU foram elaboradas em planilhas do Excel, seguindo modelo semelhante ao sugerido nos TDR, que ora é submetido à aprovação da ANA. Os resultados estão apresentados em arquivo eletrônico, em separado.

As atividades de manutenção identificadas podem ser divididas em dois grupos: a) aquelas que os custos unitários podem ser aplicados em sistema de adução de água de qualquer porte e b) aquelas cujos custos unitários são estabelecidos em função do porte do equipamento ou obra. No presente caso, das 122 atividades relacionadas, 79 se enquadram no primeiro grupo (a) e 43, no segundo grupo (b), conforme relação apresentada no Anexo.

Deste modo, o conjunto de atividades de manutenção definidos e caracterizados no presente trabalho, pode ser aplicado em sistemas de adução de água de porte diferenciado. Para tanto, basta lançar mão das CPU que correspondam ao porte dos equipamentos e obras cujos custos de manutenção estão sendo estimados.



---

## **BIBLIOGRAFIA**

## **BIBLIOGRAFIA**

CARRIJO, I. B. Extração de regras operacionais ótimas de sistemas de distribuição de água através de algoritmos genéticos multiobjetivo e aprendizado de máquina. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2004.

CERTO, Samuel C. Administração Moderna. Tradução de Maria Lúcia G.L. Rosa, Ludmila Teixeira Lima; Revisão técnica de José Antônio Dermengi Rios. 9. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Projeto Executivo da Etapa 1A do Baixo de Irecê - Volume 5 - Manual de Operação e Manutenção. Brasília: Consórcio Magna – BRL/Gersar, 2001.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Projeto Baixo de Irecê – BA - Projeto executivo do Canal Principal CP-0 entre os km 27,02 e 42,00 e de seu perímetro irrigado - Volume 1 - Memorial Descritivo. Brasília: Magna Engenharia, 2011.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Projeto Baixo de Irecê – BA - Projeto executivo do Canal Principal CP-0 entre os km 27,02 e 42,00 e de seu perímetro irrigado - Volume 3 – Especificações Técnicas. Brasília: Magna Engenharia, 2011.

CORRÊA, Henrique; CAON, Mauro; GIANESI, Irineu G.N. Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: Conceitos, uso e implantação. 4. Ed. São Paulo: Gianesi Corrêa & Associados: Atlas, 2001.

FRANCATO, A.L. Otimização Multiobjetivo para a Operação de Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002.

[http://www.abraman.org.br/sidebar/congresso/29-bmga/programacao\\_1/trabalhos-tecnicos\\_1](http://www.abraman.org.br/sidebar/congresso/29-bmga/programacao_1/trabalhos-tecnicos_1)

[http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public\\_420.pdf](http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_420.pdf)

LACOMBE, Francisco José Masset; HEILBORN, Gilberto Luiz José. Administração: Princípios e tendências. São Paulo: Saraiva, 2006.

MACCAFERRI. Cochões Reno. Disponível em <http://www.maccaferri.com/br/produtos/colchao-reno>. . Acessado em 10/05/2016.

MAÑAS, Antonio Vico. Administração de Sistemas de Informação: como otimizar a empresa por meio dos sistemas de informação. 5. Ed. São Paulo: Erica, 1999.

MENESES, Ronaldo Amâncio, Diagnóstico operacional do sistema de abastecimento de água: o caso de Campina Grande. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 2011

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. Manutenção: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

Manutenção: Função Estratégica. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, Manoela Soares de. A importância do planejamento e controle da manutenção: um estudo na Afla Indústrias de bebidas. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira. Ano V.Nº 7. Setembro de 2012

VIEIRA, Alexandre, Apostila de inspeção de manutenção  
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAE0U8AE/apostila-inspecao-manutencao>  
Acessado em 02/12/2015

XENOS, Harilaus Georgius. **Gerenciando a manutenção produtiva**: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS. Motores de indução trifásicos de baixa e alta tensão, rotor de anéis, vertical - Manual de instalação, operação e manutenção. 2016. Disponível em <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-motores-de-inducao-trifasicos-de-baixa-e-alta-tensao-rotor-de-aneis-vertical-11299500-manual-portugues-br.pdf>. Acessado em 10/05/2016.

---

**ANEXO**  
***Reaplicação dos Custos Unitários***

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA**  
**MANUTENÇÃO DE PROJETOS DE ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA, INCLUINDO**  
**IRRIGAÇÃO**

**REAPLICAÇÃO DOS CUSTOS UNITÁRIOS**

ITEM	FONTE	Nº / COD.	DESCRIÇÃO	UNID.
<b>A) CUSTOS UNITÁRIOS NÃO RELACIONADOS COM O PORTE DO EQUIPAMENTO OU OBRA</b>				
			<b>Captação - Canal de Adução</b>	
1	CPU	001	Vistoria sistemática do canal de adução	km
2	CPU	002	Roçada e retirada de arbustos na seção interna e nos taludes externos e taludes das bermas em aterro	ha
3	CPU	003	Recomposição do enrocamento da seção interna	m³
4	CPU	004	Recomposição dos deslizamentos dos taludes externos nos trechos em corte/aterro	m³
5	CPU	005	Desassoreamento mecânico do fundo do canal	m³
		006	Manutenção de colchão Reno	
6	SINAPI	92757	Proteção superficial de canal em gabião tipo colchão	m²
			<b>Estrutura de Transição Canal de Adução / Câmara de Sucção (Forebay de Montante) da EB</b>	
7	CPU	007	Roçada e retirada de arbustos na seção interna e nos taludes externos e taludes das bermas em aterro	ha
8	CPU	008	Desassoreamento mecânico do fundo	m³
9	CPU	009	Pintura dos guarda-corpos e outras estruturas metálicas	m²
			<b>Estação de Bombeamento Principal</b>	
			<b>Poço de Sucção</b>	
10	CPU	010	Retirada de material retido nas grades dos poços de sucção da EBP	m³
11	CPU	011	Limpeza interna do poço de sucção e tomada da bomba (sino):	m²
12	CPU	013	Pintura geral da ponte, pórtico rolante e monovias	m²

ITEM	FONTE	Nº / COD.	DESCRIÇÃO	UNID.
			<b>Manutenção Hidromecânica</b>	
13	CPU	017	Pintura geral das tubulações em ferro fundido dos circuitos de resfriamento dos mancais, e do sistema de abastecimento de água	m <sup>2</sup>
14	CPU	019	Pintura geral dos conjuntos motobombas	m <sup>2</sup>
			<b>Manutenção da Adutora de Recalque</b>	
15	CPU	020	Manutenção do sistema de proteção catódica	m
16	CPU	022	Reparos em soldas	m
17	CPU	024	Limpeza externa e pintura	m <sup>2</sup>
18	CPU	030	<b>Manutenção do Sistema de Monitoramento e Automação</b>	unid.
			<b>Manutenção do prédio e pátio (manutenção de obras civis da EB)</b>	
19	CPU	031	Manutenção do prédio e pátio - geral	m <sup>2</sup>
20	CPU	032	Manutenção do prédio e pátio - pintura do prédio	m <sup>2</sup>
21	CPU	033	Manutenção do prédio e pátio - pintura de esquadria de ferro e corrimão	m <sup>2</sup>
22	CPU	034	Manutenção do prédio e pátio - elétrica	m <sup>2</sup>
23	CPU	035	Manutenção do prédio e pátio - combate à incêndio	m <sup>2</sup>
24	CPU	036	Manutenção do prédio e pátio - piso	m <sup>2</sup>
25	CPU	037	Manutenção do prédio e pátio - reparo de parede	m <sup>2</sup>
26	CPU	038	Manutenção do prédio e pátio - telhado	m <sup>2</sup>
			<b>Manutenção da ETA e ETE</b>	
27	CPU	039	Manutenção de rotina da ETA e ETE	unid.
28	CPU	040	Lubrificação, reparo e troca dos rolamentos e gaxetas das bombas da ETA e ETE	unid.
			<b>Estrutura de Transição Deságue do Recalque / Canal Principal (Forebay de Jusante) da EB</b>	
29	CPU	041	Roçada e retirada de arbusto da seção interna	ha
30	CPU	042	Desassoreamento e limpeza de fundo da estrutura	m <sup>3</sup>



ITEM	FONTE	Nº / COD.	DESCRIÇÃO	UNID.
			<b>Canal Principal e Aquedutos</b>	
31	CPU	043	Inspeção sistemática das obras	km
32	CPU	044	Roçada e retirada de arbustos na seção interna e nos taludes externos e taludes das bermas em aterro	ha
33	CPU	045	Limpeza de galhos, troncos, lixo e outros objetos flutuantes volumosos ou pesados	t
34	CPU	046	Recomposição do enrocamento da seção interna	m³
35	CPU	047	Recomposição dos deslizamentos dos taludes externos nos trechos em corte/aterro	m³
36	CPU	048	Desassoreamento mecânico do fundo do canal	m³
37	CPU	049	Recuperação de trincas e rachaduras das placas de concreto e da parede de aqueduto	m
38	CPU	050	Recomposição de placas de concreto	m³
		051	Recomposição de geomembrana de canais	
39	SINAPI	74033/001	Impermeabilização de superfície com geomembrana	m²
40	SINAPI	73881/003	Execução de dreno com manta geotextil, 400g/m²	m²
			<b>Reservatórios</b>	
			<b>Manutenção do Maciço do Barramento e Diques</b>	
41	CPU	052	Vistoria sistemática do maciço do barramento e diques	km
42	CPU	053	Recomposição do enrocamento dos taludes do maciço do barramento e diques	m³
		054	Manutenção do maciço de concreto	
43	DNIT	3 S 08 110 00	Correção de defeitos por penetração	m²
44	DNIT	3 S 08 102 51	Limpeza ench. juntas pav .concr. a frio	m
45	DNIT	3 S 08 103 50	Selagem de trinca	l
46	DNIT	4 S 03 323 51	Concreto FCK 25 MPa	m³
			<b>Tomada d'Água</b>	
47	CPU	056	Manutenção e limpeza da tomada d'água	m²
48	CPU	058	Pintura de proteção contra corrosão da comporta	m²
			<b>Manutenção de Túneis</b>	
49	CPU	061	Inspeção no entorno da área do emboque e desemboque do túnel	unid.

ITEM	FONTE	Nº / COD.	DESCRIÇÃO	UNID.
		062	Limpeza de canaletas e valas de drenagem no entorno do emboque e desemboque do túnel	
50	DNIT	3 S 08 301 02	Limpeza de vala de drenagem	m
51	DNIT	3 S 08 301 01	Limpeza de valeta de corte	m
52	DNIT	3 S 08 301 03	Limpeza de descida d'água	m
53	DNIT	3 S 08 302 01	Limpeza de bueiro	m³
54	DNIT	3 S 08 302 02	Desobstrução de bueiro	m³
55	DNIT	4 S 03 323 51	Recuperação de bueiro (concreto)	m³
56	DNIT	3 S 08 900 00	Roçada manual	ha
57	CPU	063	Manutenção das paredes do túnel	m²
			<b>Manutenção de Galerias</b>	
58	CPU	063	Manutenção das paredes das galerias	m²
		066	<b>Manutenção da Rede de Drenagem</b>	
60	DNIT	3 S 08 301 02	Limpeza de vala de drenagem	m
61	DNIT	3 S 08 301 01	Limpeza de valeta de corte	m
62	DNIT	3 S 08 301 03	Limpeza de descida d'água	m
63	DNIT	3 S 08 302 01	Limpeza de bueiro	m³
64	DNIT	3 S 08 302 02	Desobstrução de bueiro	m³
65	DNIT	4 S 03 323 51	Recuperação de bueiro (concreto)	m³
66	DNIT	3 S 08 900 00	Roçada manual	ha
		067	<b>Manutenção das Estradas de Acesso e Serviços</b>	
67	DNIT	3 S 01 401 00	Recomposição de revestimento primário	m³
68	DNIT	3 S 01 930 00	Regularização mecânica da faixa de domínio	m²
69	DNIT	3 S 02 200 01	Recomposição de camada granular do pavimento	m³
70	DNIT	3 S 08 901 00	Roçada mecanizada	ha
			<b>Manutenção das Unidades Administrativas e de Apoio</b>	
71	CPU	068	Manutenção geral do prédio e pátio	m²
72	CPU	069	Manutenção do prédio e pátio - pintura prédio	m²
73	CPU	070	Manutenção do prédio e pátio - pintura esquadria de ferro e corrimão	m²
74	CPU	071	Manutenção do prédio e pátio - elétrica	m²
75	CPU	072	Manutenção do prédio e pátio - combate à incêndio	m²
76	CPU	073	Manutenção do prédio e pátio - piso	m²

ITEM	FONTE	Nº / COD.	DESCRIÇÃO	UNID.
77	CPU	074	Manutenção do prédio e pátio - reparo parede	m²
78	CPU	075	Manutenção do prédio e pátio - telhado	m²
		<b>076</b>	<b>Manutenção de Cercas</b>	
79	SINAPI	74142/001	Cerca com mourões de concreto, reto, espaçamento de 3m, cravados 0,5 m, com 4 fios de arame farpado nº 14, classe 250	m
<b>B) CUSTOS UNITÁRIOS CONFORME PORTE DO EQUIPAMENTO OU OBRA</b>				
			<b>Estação de Bombeamento EB</b>	
			<b>Poço de Sucção</b>	
		012	Manutenção da ponte e pórtico rolante – Capacidade	
1	CPU	012.1	Até 10 t	t
2	CPU	012.2	10 a 20 t	t
3	CPU	012.3	Acima de 20 t	t
			<b>Manutenção Hidromecânica</b>	
		014	Inspeção rotineira do funcionamento das bombas e equipamentos acessórios - Vazão	
4	CPU	014.1	Até 0,5 m³/s	unid.
5	CPU	014.2	0,5 a 1,0 m³/s	unid.
6	CPU	014.3	1,0 a 1,5 m³/s	unid.
7	CPU	014.4	Acima de 1,5 m³/s	unid.
		015	Manutenção geral das bombas - Vazão	
8	CPU	015.1	Até 0,5 m³/s	unid.
9	CPU	015.2	0,5 a 1,0 m³/s	unid.
10	CPU	015.3	1,0 a 1,5 m³/s	unid.
11	CPU	015.4	Acima de 1,5 m³/s	unid.
		016	Manutenção das válvulas, acessórios e componentes periféricos das bombas – Diâmetro	
12	CPU	016.1	Até 400 mm	unid.
13	CPU	016.2	Acima de 400 mm	unid.
		018	Manutenção do sistema de ar comprimido – Capacidade	
14	CPU	018.1	Até 10 kW	unid.
15	CPU	018.2	Acima de 10 kW	unid.
			<b>Manutenção da Adutora de Recalque</b>	

ITEM	FONTE	Nº / COD.	DESCRIÇÃO	UNID.
		021	Manutenção das válvulas de aeração do sifão de deságüe - Diâmetro	
16	CPU	021.1	Até 400 mm	unid.
17	CPU	021.2	Acima de 400 mm	unid.
		023	Manutenção de registros de descarga das adutoras - Diâmetro	
18	CPU	023.1	Até 400 mm	unid.
19	CPU	023.2	Acima de 400 mm	unid.
			<b>Manutenção Elétrica</b>	
		025	Inspeção rotineira do funcionamento do sistema elétrico de alimentação e dos motores – Capacidade	
20	CPU	025.1	Até 1.000 kW	conjunto
21	CPU	025.2	Acima de 1.000 kW	conjunto
		026	Manutenção da subestação de alimentação da EB – Capacidade	
22	CPU	026.1	Até 1.000 kW	unid.
23	CPU	026.2	Acima de 1.000 kW	unid.
		027	Manutenção da central de comando dos motores – Capacidade	
24	CPU	027.1	Até 1.000 kW	unid.
25	CPU	027.2	Acima de 1.000 kW	unid.
		028	Manutenção periódica dos motores elétricos – Capacidade	
26	CPU	028.1	Até 1.000 kW	unid.
27	CPU	028.2	Acima de 1.000 kW	unid.
		029	Manutenção de componentes elétricos e acessórios do grupo gerador diesel – Capacidade	
28	CPU	029.1	Até 110 kW	unid.
29	CPU	029.2	Acima de 110 kW	unid.
			<b>Reservatórios</b>	
			<b>Tomada d'Água</b>	
		055	Inspeção periódica dos equipamentos hidromecânicos - Vazão	
30	CPU	055.1	Até 1,5 m³/s	unid.
31	CPU	055.2	Acima 1,5 m³/s	unid.
		057	Manutenção corretiva da comporta - Vazão	
32	CPU	057.1	Até 1,5 m³/s	unid.
33	CPU	057.2	Acima 1,5 m³/s	unid.

ITEM	FONTE	Nº / COD.	DESCRIÇÃO	UNID.
		059	Manutenção das válvulas dispersora e bloqueio - Diâmetro	
34	CPU	059.1	Até 400 mm	unid.
35	CPU	059.2	Acima de 400 mm	unid.
		060	Manutenção preventiva do medidor de vazão - Diâmetro	
36	CPU	060.1	Até 400 mm	unid.
37	CPU	060.2	Acima de 400 mm	unid.
			<b>Manutenção das Comportas de Derivação e Controladoras de Nível</b>	
		064	Vistoria sistemática da estrutura - Vazão	
38	CPU	064.1	Até 5 m <sup>3</sup> /s	unid.
39	CPU	064.2	5 a 10 m <sup>3</sup> /s	unid.
40	CPU	064.3	Acima 10 m <sup>3</sup> /s	unid.
		065	Manutenção periódica das comportas - Vazão	
41	CPU	065.1	Até 5 m <sup>3</sup> /s	unid.
42	CPU	065.2	5 a 10 m <sup>3</sup> /s	unid.
43	CPU	065.3	Acima 10 m <sup>3</sup> /s	unid.

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**  
**MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**

**COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO**

**1 - Captação - Canal de Adução**

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	001
SERVIÇO:	VISTORIA SISTEMÁTICA DO CANAL DE ADUÇÃO				UNIDADE:	km
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.am	Câmera fotografica digital	un	0,00001	449,99	0,005
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00001	2.499,99	0,017
MERCADO	http://www.prec	Combustível - gasolina	l	0,0556	3,799	0,211
MERCADO	http://www.ho	Motocicleta uso misto	un	0,00001	9.950,00	0,053
		SUB-TOTAL				0,29
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,0003	94,32	0,03
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,0587	28,31	1,66
		SUB-TOTAL				1,69
		TOTAL - R\$				1,97

**FONTE DOS COEFICIENTES (QUANT.)**

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Fabricante  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	002
SERVIÇO:	ROÇADA E RETIRADA DE ARBUSTOS NA SEÇÃO INTERNA E NOS TALUDES EXTERNOS E TALUDES DAS BERMAS EM ATERRO DO CANAL DE ADUÇÃO				UNIDADE:	ha
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 901 00	Roçada mecanizada	ha	0,900	260,66	234,59
DNIT	1 A 00 001 41	Transporte local c/ carroceria 4t rodov. não pav., dmt=5km	t.km	20,000	1,22	24,40
		SUB-TOTAL				258,99
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,0091	94,32	0,86
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2150	28,31	6,09
DNIT	3 S 08 900 00	Roçada manual	ha	0,090	1.214,09	109,27
SINAPI	85331	Corte de capoeira fina a foice	m²	100,000	1,09	109,00
		SUB-TOTAL				225,21
		TOTAL - R\$				484,21

Estimativa Consórcio  
DNIT/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	003
-----	--	------------------------------	--	--	-----	-----



SERVIÇO:	RECOMPOSIÇÃO DO ENROCAMENTO DA SEÇÃO INTERNA			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90991	Escavadeira hidráulica sobre esteiras	CHP	0,90000	148,22	133,40
		SUB-TOTAL				133,40
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,00768	94,32	0,72
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,01536	28,31	0,43
DNIT	3 S 05 000 00	Enrocamento de pedra arrumada	m³	0,1000	129,07	12,91
DNIT	3 S 05 001 00	Enrocamento de pedra jogada	m³	0,9000	82,80	74,52
		SUB-TOTAL				88,59
		TOTAL - R\$				221,98

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	004	
SERVIÇO:	RECOMPOSIÇÃO DOS DESLIZAMENTOS DOS TALUDES EXTERNOS NOS TRECHOS EM CORTE/ATERRO			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 501 00	Recomposição mecanizada de aterro	m³	0,95000	19,84	18,85
SINAPI	72856	Transporte local com caminhao basculante 6m³, rodovia em leito natural, dmt=10km	m³.km	10,000	1,58	15,80
		SUB-TOTAL				34,65
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,01536	94,32	1,45
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,03072	28,31	0,87
DNIT	3 S 08 500 00	Recomposição manual de aterro	m³	0,05000	82,27	4,11
		SUB-TOTAL				6,43
		TOTAL - R\$				41,08

Estimativa Consórcio

SINAPI/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	005	
SERVIÇO:	DESASSOREAMENTO MECÂNICO DO FUNDO DO CANAL			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	76451/1	Escavação mecanizada submersa (dragagem e carga), utilizando caminhão basculante, escavadeira tipo draga de arraste e retroescavadeira com carregadeira	m³	0,80000	29,62	23,70
SINAPI	72856	Transporte local com caminhão basculante 6m³, rodovia em leito natural, dmt=10km	m³.km	10,00000	1,58	15,80
DNIT	1 A 01 170 03	Areia extraída com draga de sucção (tipo bomba)	m³	0,2000	27,91	5,58
					SUB-TOTAL	45,08

Estimativa Consórcio

SINAPI/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,01556	94,32	1,47
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,00222	28,31	0,06
SINAPI	88253	Inspetor - auxiliar de topógrafo	h	0,17778	16,09	2,86
		SUB-TOTAL				4,39
		TOTAL - R\$				49,47

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DO SINAPI		Nº:	006	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO COLCHÃO RENO					
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	92757	Proteção superficial de canal em gabião tipo colchão	m²		128,21	

SINAPI

## 2 - Estrutura de Transição Canal de Adução / Câmara de Sucção (Forebay de Montante) de EB Principal

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	007
SERVIÇO:	ROÇADA E RETIRADA DE ARBUSTOS NA SEÇÃO INTERNA E NOS TALUDES EXTERNOS E TALUDES DAS BERMAS EM ATERRO				UNIDADE:	ha
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 901 00	Roçada mecanizada	ha	0,900	260,66	234,59
DNIT	1 A 00 001 41	Transporte local c/ carroceria 4t rodov. não pav., dmt=5km	t.km	20,000	1,22	24,40
		SUB-TOTAL				258,99
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,0091	94,32	0,86
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2150	28,31	6,09
DNIT	3 S 08 900 00	Roçada manual	ha	0,090	1.214,09	109,27
SINAPI	85331	Corte de capoeira fina a foice	m²	100,000	1,09	109,00
		SUB-TOTAL				225,21
		TOTAL - R\$				484,21

Estimativa Consórcio  
DNIT/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	008	
SERVIÇO:	DESASSOREAMENTO MECÂNICO DO FUNDO			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	76451/1	Escavacao mecanizada submersa (dragagem e carga), utilizando caminhão basculante, escavadeira tipo draga de arraste e retroescavadeira com carregadeira	m³	0,800	29,62	23,70
SINAPI	72856	Transporte local com caminhao basculante 6m³, rodovia em leito natural, dmt=10km	m³.km	10,000	1,58	15,80
DNIT	1 A 01 170 03	Areia extraída com draga de sucção (tipo bomba)	m³	0,2000	27,91	5,58

Estimativa Consórcio

SINAPI/Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

					SUB-TOTAL	45,08
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,01556	94,32	1,47
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,00222	28,31	0,06
SINAPI	88253	Inspetor - auxiliar de topógrafo	h	0,17778	16,09	2,86
					SUB-TOTAL	4,39
		TOTAL - R\$				49,47

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	009
SERVIÇO:	PINTURA DOS GUARDA CORPOS E OUTRAS ESTRUTURAS METÁLICAS				UNIDADE:	m²
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
		SUB-TOTAL				0,00
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	73924/001	Pintura esmalte brilho, duas demaos	m²	1,0000	29,32	29,32
SINAPI	74064/002	Fundo anticorrosivo, uma demão	m²	1,0000	10,81	10,81
		SUB-TOTAL				40,13
		TOTAL - R\$				40,13

SINAPI  
SINAPI

### 3 - Estação de Bombeamento Principal

#### 3.a) Poço de Sucção

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	010	
SERVIÇO:	RETIRADA DE MATERIAL RETIDO NAS GRADE DOS POÇOS DE SUCÇÃO DA EBP			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	5680	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira	CHP	1,8000	108,10	194,58
SINAPI	5681	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira	CHI	1,2000	48,96	58,75
SINAPI	72856	Transporte local com caminhao basculante 6m³, rodovia em leito natural, dmt=10km	m³.km	10,000	1,58	15,80
		SUB-TOTAL				269,13
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88316	Servente	h	3,0000	14,16	42,48
SINTASA	CCT 2015/2016	Mergulhador raso - nível C	h	3,0000	29,34	88,02
		SUB-TOTAL				130,50
		TOTAL - R\$				399,63

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
SINAPI/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	011	
SERVIÇO:	LIMPEZA INTERNA DO POÇO DE SUCÇÃO E TOMADA DA BOMBA (SINO)				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	73806/001	Limpeza de superficies com jato de alta pressao de agua	m²	0,8000	1,45	1,16	
		SUB-TOTAL				1,16	
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	73948/002	Limpeza superficie concreto	m²	0,20000	7,47	1,49	
SINAPI	73901/002	Transporte vertical manual	m³	0,0100	59,48	0,59	
SINAPI	74023/004	Transporte horizontal manual	m³	0,0100	43,19	0,43	
		SUB-TOTAL				2,52	
		TOTAL - R\$				3,68	

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	012.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DA PONTE E PÓRTICO ROLANTE-CAPACIDADE: ATÉ 10 TONELADAS				UNIDADE:	t	
MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	4229	Graxa lubrificante	kg	0,1000	19,82	1,98	
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,0100	13,50	0,14	
		SUB-TOTAL				2,12	
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	88297	Operador de máquinas e equipamentos	h	0,0700	28,63	2,00	
SINAPI	88240	Ajudante de estrutura metálica	h	0,1000	13,08	1,31	
		SUB-TOTAL				3,31	
		TOTAL - R\$				5,43	

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	012.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DA PONTE E PÓRTICO ROLANTE - CAPACIDADE: 10 A 20 TONELADAS				UNIDADE:	t	
MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	4229	Graxa lubrificante		Kg	0,1200	19,82	2,38
SINAPI	4227	Óleo lubrificante		l	0,0200	13,50	0,27
		SUB-TOTAL					2,65
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88297	Operador de máquinas e equipamentos		h	0,0900	28,63	2,58
SINAPI	88240	Ajudante de estrutura metálica		h	0,1300	13,08	1,70
		SUB-TOTAL					4,28

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

		TOTAL - R\$	6,93
--	--	-------------	------

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	012.3
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DA PONTE E PÓRTICO ROLANTE - CAPACIDADE: MAIOR QUE 20 TONELADAS				UNIDADE:	t
MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	4229	Graxa lubrificante	Kg	0,1500	19,82	2,97
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,0300	13,50	0,41
		SUB-TOTAL				3,38
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88297	Operador de máquinas e equipamentos	h	0,1000	28,63	2,86
SINAPI	88240	Ajudante de estrutura metálica	h	0,1600	13,08	2,09
		SUB-TOTAL				4,96
		TOTAL - R\$				8,33

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	013	
SERVIÇO:	PINTURA GERAL DA PONTE, PÓRTICO ROLANTE E MONOVIAS			UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	10527	Andaime tipo torre	m	0,3100	10,00	3,10
					SUB-TOTAL	3,10
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	1,000	2,61	2,61
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	1,000	29,32	29,32
					SUB-TOTAL	29,32
		TOTAL - R\$				32,42

Projeto PISF/Estimativa Consórcio

SINAPI  
SINAPI

### 3.b) Manutenção Hidromecânica

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	014.1	
SERVIÇO:	INSPEÇÃO ROTINEIRA DO FUNCIONAMENTO DAS BOMBAS E EQUIPAMENTOS ACESSÓRIOS - CAPACIDADE: ATÉ 0,5 m³/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.instr	Decibelímetro	un	0,00030	1.234,90	0,37
MERCADO	http://www.instr	Termovisor / Câmera Termográfica	un	0,00013	11.950,00	1,55
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00030	2.499,99	0,75
SINAPI	88236	Ferramentas	h	0,07000	0,48	0,03
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,06000	13,50	0,81

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

					SUB-TOTAL	3,52
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,1500	28,31	4,25
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,0200	30,30	0,61
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,0500	18,06	0,90
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	0,0200	22,21	0,44
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	2,5000	2,61	6,53
					SUB-TOTAL	12,72
		TOTAL - R\$				16,24

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	014.2
SERVIÇO:	INSPEÇÃO ROTINEIRA DO FUNCIONAMENTO DAS BOMBAS E EQUIPAMENTOS ACESSÓRIOS - CAPACIDADE: 0.5 a 1.0 m³/s				UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.instr	Decibelímetro	un	0,00030	1.234,90	0,37
MERCADO	http://www.instr	Termovisor / Câmera Termográfica	un	0,00013	11.950,00	1,55
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00030	2.499,99	0,75
SINAPI	88236	Ferramentas	h	0,07000	0,48	0,03
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,06000	13,50	0,81
					SUB-TOTAL	3,52
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,1800	28,31	5,10
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,0200	30,30	0,61
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,0500	18,06	0,90
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	0,0200	22,21	0,44
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	3,0000	2,61	7,83
					SUB-TOTAL	14,88
		TOTAL - R\$				18,40

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	014.3	
SERVIÇO:	INSPEÇÃO ROTINEIRA DO FUNCIONAMENTO DAS BOMBAS E EQUIPAMENTOS ACESSÓRIOS - CAPACIDADE: 1.0 a 1.5 m³/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.instr	Decibelímetro	un	0,00040	1.234,90	0,49
MERCADO	http://www.instr	Termovisor / Câmera Termográfica	un	0,00013	11.950,00	1,55
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00030	2.499,99	0,75
SINAPI	88236	Ferramentas	h	0,08000	0,48	0,04

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio



SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,06000	13,50	0,81
					SUB-TOTAL	3,65
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2000	28,31	5,66
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,0300	30,30	0,91
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,0600	18,06	1,08
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	0,0300	22,21	0,67
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	4,0000	2,61	10,44
					SUB-TOTAL	18,76
		TOTAL - R\$				22,41

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	014.4	
SERVIÇO:	INSPEÇÃO ROTINEIRA DO FUNCIONAMENTO DAS BOMBAS E EQUIPAMENTOS ACESSÓRIOS - CAPACIDADE: ACIMA DE 1,5 m³/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.instr	Decibelímetro	un	0,00050	1.234,90	0,62
MERCADO	http://www.instr	Termovisor / Câmera Termográfica	un	0,00013	11.950,00	1,55
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00040	2.499,99	1,00
SINAPI	88236	Ferramentas	h	0,10000	0,48	0,05
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,08	13,50	1,08
					SUB-TOTAL	4,30
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2500	28,31	7,08
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,0400	30,30	1,21
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,0800	18,06	1,44
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	0,0400	22,21	0,89
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	5,00	2,61	13,05
					SUB-TOTAL	23,67
		TOTAL - R\$				27,97

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Projeto PISF

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	015.1
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO GERAL DAS BOMBAS - CAPACIDADE: ATÉ 0,5 m³/s				UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	100,000	0,48	48,00
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	5,000	13,50	67,50
		SUB-TOTAL				115,50
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio



ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	015.3
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO GERAL DAS BOMBAS - CAPACIDADE: 1,0 a 1,5 m³/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	80,000	0,48	38,40
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	3,000	13,50	40,50
					SUB-TOTAL	78,90
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88276	Montador	h	16,000	21,57	345,12
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	16,000	22,21	355,36
SINAPI	88297	Operador de máquina e equipamento (ponte rolante)	h	4,000	28,63	114,52
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	14,000	30,30	424,20
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	3,000	86,51	259,53
SINAPI	88266	Eletrotécnico	h	14,000	24,45	342,30
SINAPI	88264	Eletrecista	h	14,000	17,41	243,74
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	27,000	28,31	764,37
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	27,000	18,06	487,62
SINAPI	88247	Auxiliar eletrecista	h	27,000	14,16	382,32
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	40,000	15,03	601,20
SINAPI	88317	Soldador	h	10,000	17,41	174,10
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	10,000	29,32	293,20
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica (interna)	m²	12,000	2,61	31,32
					SUB-TOTAL	4.818,90
		TOTAL - R\$				4.897,80

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	015.4	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO GERAL DAS BOMBAS - CAPACIDADE ACIMA DE 1,5 m³/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	100,000	0,48	48,00
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	5,000	13,50	67,50
		SUB-TOTAL				115,50
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88276	Montador	h	24,000	21,57	517,68
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	24,000	22,21	533,04
SINAPI	88297	Operador de máquina e equipamento (ponte rolante)	h	6,000	28,63	171,78
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	20,000	30,30	606,00
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	5,000	86,51	432,55
SINAPI	88266	Eletrotécnico	h	20,000	24,45	489,00
SINAPI	88264	Eletrecista	h	20,000	17,41	348,20

SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	40,000	28,31	1132,40
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	40,000	18,06	722,40
SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista	h	40,000	14,16	566,40
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	60,000	15,03	901,80
SINAPI	88317	Soldador	h	15,000	17,41	261,15
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	15,000	29,32	439,80
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica (interna)	m²	100,000	2,61	261,00
					SUB-TOTAL	7.383,20
		TOTAL - R\$				7.498,70

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Projeto PISF

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	016.1
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DAS VÁLVULAS, ACESSÓRIOS E COMPONENTES PERIFÉRICOS DAS BOMBAS - DIÂMETRO ATÉ 400 mm				UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
	88236	Ferramentas	h	6,000	0,48	2,88
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	1,000	13,50	13,50
					SUB-TOTAL	16,38
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88276	Montador	h	2,000	21,57	43,14
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	2,000	22,21	44,42
SINAPI	88297	Operador de máquina e equipamento (ponte rolante)	h	0,500	28,63	14,32
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,500	30,30	15,15
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	0,200	86,51	17,30
SINAPI	88266	Eletrotécnico	h	0,500	24,45	12,23
SINAPI	88264	Eletrecista	h	0,500	17,41	8,71
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	1,000	28,31	28,31
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	1,000	18,06	18,06
SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista	h	1,000	14,16	14,16
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	5,000	15,03	75,15
SINAPI	88317	Soldador	h	0,500	17,41	8,71
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	15,000	2,61	39,15
					SUB-TOTAL	338,79
		TOTAL - R\$				355,17

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:		016.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DAS VÁLVULAS, ACESSÓRIOS E COMPONENTES PERIFÉRICOS DAS BOMBAS - DIÂMETRO ACIMA DE 400 mm					UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL								
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO			UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
	88236	Ferramentas			h	10,000	0,48	4,80
SINAPI	4227	Óleo lubrificante			l	2,000	13,50	27,00

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

					SUB-TOTAL	31,80
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	88276	Montador	h	4,000	21,57	86,28
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	4,000	22,21	88,84
SINAPI	88297	Operador de máquina e equipamento (ponte rolante)	h	1,000	28,63	28,63
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	1,000	30,30	30,30
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	0,500	86,51	43,26
SINAPI	88266	Eletrotécnico	h	1,000	24,45	24,45
SINAPI	88264	Eletrecista	h	1,000	17,41	17,41
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	2,000	28,31	56,62
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	2,000	18,06	36,12
SINAPI	88247	Auxiliar eletrecista	h	2,000	14,16	28,32
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	8,000	15,03	120,24
SINAPI	88317	Soldador	h	1,000	17,41	17,41
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	35,000	2,61	91,35
					SUB-TOTAL	669,23
		TOTAL - R\$				701,03

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	017	
SERVIÇO:	PINTURA GERAL DAS TUBULAÇÕES EM FERRO FUNDIDO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	10527	Andaime tipo torre	m	0,6900	10,00	6,90	
		SUB-TOTAL				6,90	
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	1,00000	29,32	29,32	
		SUB-TOTAL				29,32	
		TOTAL - R\$				36,22	

SINAPI/Estimativa Consórcio

SINAPI

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:		018.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO - CAPACIDADE: ATÉ 10 kW			UNIDADE:		un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico		un	0,00010	2.499,99	0,25
MERCADO	http://www.instr	Termovisor / Câmera Termográfica		un	0,00010	11.950,00	1,20
SINAPI	88236	Ferramentas		h	0,20000	0,48	0,10
SINAPI	4227	Óleo lubrificante		l	0,20000	13,50	2,70
		SUB-TOTAL					4,24
MÃO DE OBRA							

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2000	28,31	5,66
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	10,0000	2,61	26,10
					SUB-TOTAL	31,76
		TOTAL - R\$				36,00

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	018.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO - CAPACIDADE: ACIMA DE 10 kW			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00010	2.499,99	0,25
MERCADO	http://www.instr	Termovisor / Câmera Termográfica	un	0,00010	11.950,00	1,20
SINAPI	88236	Ferramentas	h	0,25000	0,48	0,12
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,25000	13,50	3,38
		SUB-TOTAL				4,94
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2500	28,31	7,08
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	20,0000	2,61	52,20
		SUB-TOTAL				59,28
		TOTAL - R\$				64,22

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	019	
SERVIÇO:	PINTURA GERAL DOS CONJUNTOS MOTOBOMBAS				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	10527	Andaime tipo torre	m	0,6000	10,00	6,00	
		SUB-TOTAL				6,00	
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	72125	Remoção de pintura	m²	0,10000	7,27	0,73	
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	1,00000	29,32	29,32	
		SUB-TOTAL				30,05	
		TOTAL - R\$				36,05	

SINAPI/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

SINAPI

### 3.c) Manutenção da Adutora de Recalque

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	020	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA			UNIDADE:	m	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	0,100	0,48
						0,05

Estimativa Consórcio



SINAPI	992	Cabo cobre isolamento anti - chama, 400mm²	m	1,000	177,99	177,99
					SUB-TOTAL	178,04
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	0,020	22,21	0,44
SINAPI	91677	Engenheiro Eletricista	h	0,005	86,51	0,43
SINAPI	88264	Eletricista	h	0,040	17,41	0,70
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	0,020	28,31	0,57
SINAPI	88247	Auxiliar eletricista	h	0,080	14,16	1,13
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	0,040	15,03	0,60
SINAPI	88317	Soldador	h	0,020	17,41	0,35
					SUB-TOTAL	4,22
		TOTAL - R\$				182,26

SINAPI

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	021.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DAS VÁLVULAS DE AERAÇÃO DO SIFÃO DE DESÁGÜE - DIÂMETRO ATÉ 400 mm					UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	0,100	0,48	0,05
SINAPI	4227	Óleo lubrificante		l	0,030	13,50	0,41
		SUB-TOTAL					0,45
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia		h	0,100	28,31	2,83
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica		m²	1,000	2,61	2,61
		SUB-TOTAL					5,44
		TOTAL - R\$					5,89

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Projeto PISF

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	021.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DAS VÁLVULAS DE AERAÇÃO DO SIFÃO DE DESAGÜE - DIÂMETRO ACIMA DE 400 mm				UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	0,125	0,48	0,06
SINAPI	4227	Óleo lubrificante		l	0,050	13,50	0,68
		SUB-TOTAL					0,74
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia		h	0,125	28,31	3,54
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica		m²	2,000	2,61	5,22
		SUB-TOTAL					8,76
		TOTAL - R\$					9,49

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Projeto PISF

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITARIO		Nº:	022		
SERVIÇO:	REPAROS EM SOLDAS			UNIDADE:	m		
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
		SUB-TOTAL					0,00
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	84133	Solda em chapa de aço		m	1,000	272,26	272,26
SINAPI	88243	Ajudante especializado		h	0,500	15,03	7,52
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos		m²	0,500	29,32	14,66
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica		m²	0,500	2,61	1,31
		SUB-TOTAL					295,74
		TOTAL - R\$					295,74

SINAPI  
Estimativa Consórcio  
SINAPI  
SINAPI

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	023.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DE REGISTROS DE DESCARGA DAS ADUTORAS - DIÂMETRO ATÉ 400 mm				UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
		SUB-TOTAL					0,00
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia		h	0,150	28,31	4,25
		SUB-TOTAL					4,25
		TOTAL - R\$					4,25

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	023.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DE REGISTROS DE DESCARGA DAS ADUTORAS - DIÂMETRO ACIMA DE 400 mm					UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
		SUB-TOTAL					0,00
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia		h	0,250	28,31	7,08
		SUB-TOTAL					7,08
		TOTAL - R\$					7,08

Estimativa Consórcio

<b>ANA</b>	<b>COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO</b>			<b>Nº:</b>	<b>024</b>	
------------	-------------------------------------	--	--	------------	------------	--

SERVIÇO:	LIMPEZA EXTERNA E PINTURA			UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	10527	Andaime tipo torre	m	0,010	10,00	0,10
					SUB-TOTAL	0,10
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	72125	Remoção de pintura	m²	0,100	7,27	0,73
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	1,000	2,61	2,61
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	1,000	29,32	29,32
					SUB-TOTAL	32,66
		TOTAL - R\$				32,76

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
SINAPI  
SINAPI

### 3.d) Manutenção Elétrica

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	025.1
SERVIÇO:	INSPEÇÃO ROTINEIRA DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO DE ALIMENTAÇÃO E DOS MOTORES - CAPACIDADE: ATÉ 1.000 kW				UNIDADE:	Conjunto
EQUIPAMENTO/ MATERIAIS						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.instr	Decibelímetro	un	0,00050	1.234,90	0,62
MERCADO	http://www.instr	Termovisor / Câmera Termográfica	un	0,00050	11.950,00	5,98
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00004	2.499,99	0,10
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,030	13,50	0,41
		SUB-TOTAL				7,10
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro eletrcista	h	0,15000	86,51	12,98
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	2,000	28,31	56,62
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	10,000	2,61	26,10
		SUB-TOTAL				95,70
		TOTAL - R\$				102,79

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	025.2	
SERVIÇO:	INSPEÇÃO ROTINEIRA DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO DE ALIMENTAÇÃO E DOS MOTORES - CAPACIDADE: ACIMA DE 1.000 kW			UNIDADE:	Conjunto	
EQUIPAMENTO/ MATERIAIS						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.instr	Decibelímetro	un	0,00050	1.234,90	0,62
MERCADO	http://www.instr	Termovisor / Câmera Termográfica	un	0,00050	11.950,00	5,98
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00050	2.499,99	1,25

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

SINAPI	4227	Óleo lubrificante	I	0,050	13,50	0,68
					SUB-TOTAL	8,52
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	91677	Engenheiro eletrcista	h	0,25000	86,51	21,63
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	3,000	28,31	84,93
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	20,000	2,61	52,20
					SUB-TOTAL	158,76
		TOTAL - R\$				167,27

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	026.1		
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DA SUBESTAÇÃO DE ALIMENTAÇÃO DE EB - CAPACIDADE: ATÉ 1.000 kW					UNIDADE:	Un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL								
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO			UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas			h	40,000	0,48	19,20
		SUB-TOTAL						19,20
MÃO DE OBRA								
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO			UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88279	Montador eletromecânico			h	16,000	22,21	355,36
SINAPI	91677	Engenheiro eletrcista			h	1,000	86,51	86,51
SINAPI	88266	Eletrotécnico			h	10,000	24,45	244,50
SINAPI	88264	Eletricista			h	10,000	17,41	174,10
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia			h	30,000	28,31	849,30
SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista			h	15,000	14,16	212,40
SINAPI	88243	Ajudante especializado			h	30,000	15,03	450,90
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos			m²	10,000	29,32	293,20
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica			m²	30,000	2,61	78,30
		SUB-TOTAL						2.744,57
		TOTAL - R\$						2.763,77

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	026.2
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DA SUBESTAÇÃO DE ALIMENTAÇÃO DE EB - CAPACIDADE: ACIMA DE 1.000 kW				UNIDADE:	Un
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	70,000	0,48
SUB-TOTAL						33,60
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)
SINAPI	88279	Montador eletromecânico		h	24,000	22,21
SINAPI	91677	Engenheiro eletrcista		h	2,000	86,51
SINAPI	88266	Eletrotécnico		h	15,000	24,45

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

SINAPI	88264	Eletricista	h	15,000	17,41	261,15
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	30,000	28,31	849,30
SINAPI	88247	Auxiliar eletricista	h	30,000	14,16	424,80
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	45,000	15,03	676,35
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	15,000	29,32	439,80
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	50,000	2,61	130,50
					SUB-TOTAL	3.854,71
					TOTAL - R\$	3.888,31

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Projeto PISF/Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	027.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DA CENTRAL DE COMANDO DOS MOTORES - CAPACIDADE: ATÉ 1.000 kW			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	40,000	0,48	19,20
		SUB-TOTAL				19,20
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	3,000	22,21	66,63
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	0,500	86,51	43,26
SINAPI	88266	Eletrotécnico	h	6,000	24,45	146,70
SINAPI	88264	Eletrecista	h	6,000	17,41	104,46
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	6,000	28,31	169,86
SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista	h	12,000	14,16	169,92
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	12,000	15,03	180,36
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	15,000	2,61	39,15
		SUB-TOTAL				920,34
		TOTAL - R\$				939,54

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	027.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DA CENTRAL DE COMANDO DOS MOTORES - CAPACIDADE: ATÉ 1.000 kW					UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	60,000	0,48	28,80
		SUB-TOTAL					28,80
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88279	Montador eletromecânico		h	5,000	22,21	111,05
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico		h	1,000	86,51	86,51
SINAPI	88266	Eletrotécnico		h	10,000	24,45	244,50
SINAPI	88264	Eletrecista		h	10,000	17,41	174,10
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia		h	10,000	28,31	283,10

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista	h	20,000	14,16	283,20
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	20,000	15,03	300,60
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	30,000	2,61	78,30
SUB-TOTAL						1.561,36
TOTAL - R\$						1.590,16

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Projeto PISF/Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	028.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO PERIÓDICA DOS MOTORES ELÉTRICOS - CAPACIDADE: ATÉ 1.000 kW			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT. *	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	60,000	0,48	28,80
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	1,000	13,50	13,50
		SUB-TOTAL				42,30
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88276	Montador	h	12,000	21,57	258,84
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	12,000	22,21	266,52
SINAPI	88297	Operador de máquina e equipamento (ponte rolante)	h	1,000	28,63	28,63
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	6,000	30,30	181,80
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	2,000	86,51	173,02
SINAPI	91677	Engenheiro eletrcista	h	2,000	86,51	173,02
SINAPI	88266	Eletrotécnico	h	10,000	24,45	244,50
SINAPI	88264	Eletrecista	h	10,000	17,41	174,10
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	6,000	28,31	169,86
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	20,000	18,06	361,20
SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista	h	20,000	14,16	283,20
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	25,000	15,03	375,75
SINAPI	88317	Soldador	h	1,000	17,41	17,41
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	3,000	29,32	87,96
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	20,000	2,61	52,20
		SUB-TOTAL				2.848,01
		TOTAL - R\$				2.890,31

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	028.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO PERIÓDICA DOS MOTORES ELÉTRICOS - CAPACIDADE: ACIMA DE 1.000 kW				UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	80,000	0,48	38,40
SINAPI	4227	Óleo lubrificante		l	2,000	13,50	27,00
		SUB-TOTAL					65,40

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio



MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88276	Montador	h	18,000	21,57	388,26
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	18,000	22,21	399,78
SINAPI	88297	Operador de máquina e equipamento (ponte rolante)	h	2,000	28,63	57,26
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	10,000	30,30	303,00
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	3,000	86,51	259,53
SINAPI	91677	Engenheiro eletrcista	h	3,000	86,51	259,53
SINAPI	88266	Eletrotécnico	h	15,000	24,45	366,75
SINAPI	88264	Eletrecista	h	15,000	17,41	261,15
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	10,000	28,31	283,10
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	30,000	18,06	541,80
SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista	h	30,000	14,16	424,80
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	40,000	15,03	601,20
SINAPI	88317	Soldador	h	2,000	17,41	34,82
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	5,000	29,32	146,60
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	40,000	2,61	104,40
					SUB-TOTAL	4.431,98
		TOTAL - R\$				4.497,38

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	029.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DE COMPONENTES ELÉTRICOS E ACESSÓRIOS DO GRUPO GERADOR DIESEL - CAPACIDADE ATÉ 110 kW			UNIDADE:	conjunto	
EQUIPAMENTO/ MATERIAIS						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	<a href="http://www.instr">http://www.instr</a>	Decibelímetro	un	0,00020	1.234,90	0,25
MERCADO	<a href="http://www.instr">http://www.instr</a>	Termovisor / Câmera Termográfica	un	0,00020	11.950,00	2,39
MERCADO	<a href="https://www.m">https://www.m</a>	Coletor de dados eletrônico	un	0,00030	2.499,99	0,75
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,050	13,50	0,68
		SUB-TOTAL				4,06
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro eletrcista	h	0,0500	86,51	4,33
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,3000	28,31	8,49
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	3,0000	2,61	7,83
SINAPI	74243/001	Limpeza geral	m²	6,0000	1,98	11,88
		SUB-TOTAL				20,65
		TOTAL - R\$				24,71

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	029.2
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DE COMPONENTES ELÉTRICOS E ACESSÓRIOS DO GRUPO GERADOR DIESEL - CAPACIDADE ACIMA DE 110 kW			UNIDADE:	conjunto
EQUIPAMENTO/ MATERIAIS					

FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.instr	Decibelímetro	un	0,00020	1.234,90	0,25
MERCADO	http://www.instr	Termovisor / Câmera Termográfica	un	0,00020	11.950,00	2,39
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00030	2.499,99	0,75
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,050	13,50	0,68
					SUB-TOTAL	4,06
<b>MÃO DE OBRA</b>						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro eletrcista	h	0,06250	86,51	5,41
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,500	28,31	14,16
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	5,000	2,61	13,05
SINAPI	74243/001	Limpeza geral	m²	10,000	1,98	19,80
					SUB-TOTAL	32,61
					TOTAL - R\$	36,67

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Projeto PISF/Estimativa Consórcio

Projeto PISF/Estimativa Consórcio

### 3.e) Manutenção do Sistema de Monitoramento e Automação

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	030		
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO E AUTOMAÇÃO			UNIDADE:	un		
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	60,000	0,48	28,80
		SUB-TOTAL					28,80
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88279	Montador eletromecânico		h	10,000	22,21	222,10
SINAPI	91677	Engenheiro Automação		h	8,000	86,51	692,08
SINAPI	91677	Engenheiro Eletrecista		h	8,000	86,51	692,08
SINAPI	88266	Eletrotécnico		h	16,000	24,45	391,20
SINAPI	88264	Eletrecista		h	10,000	17,41	174,10
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia		h	5,000	28,31	141,55
SINAPI	88247	Auxiliar eletrecista		h	15,000	14,16	212,40
SINAPI	88243	Ajudante especializado		h	15,000	15,03	225,45
SINAPI	74086/001	Limpeza especializada		un	4,000	23,71	94,84
		SUB-TOTAL					2.845,80
		TOTAL - R\$					2.874,60

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

### 3.f) Manutenção do Prédio e Pátio (manutenção de obras civis da EB)

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	031	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - GERAL				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)

					SUB-TOTAL	0,00
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	74243/001	Limpeza geral	m²	1,000	1,98	1,98
CODEVASF	Função Baixo do	Dedetização e Desratização	m²	1,000	1,88	1,88
					SUB-TOTAL	3,86
		TOTAL - R\$				3,86

SINAPI  
CODEVASF

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	032	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - PINTURA DO PREDIO			UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	10527	Andaime tipo torre	m	0,010	10,00	0,10
		SUB-TOTAL				0,10
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	79495/003	Pintura parede	m²	1,000	5,08	5,08
		SUB-TOTAL				5,08
		TOTAL - R\$				5,18

Estimativa Consórcio

SINAPI

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	033	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - PINTURA DE ESQUADRIA DE FERRO E CORRIMÃO					UNIDADE:	m²
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
		SUB-TOTAL					0,00
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	73924/001	Pintura esmalte brilho, duas demaos		m²	1,00	29,32	29,32
SINAPI	74064/002	Fundo anticorrosivo, uma demão		m²	1,00	10,81	10,81
		SUB-TOTAL					40,13
		TOTAL - R\$					40,13

SINAPI  
SINAPI

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	034	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - ELÉTRICA				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	88236	Ferramentas	h	0,100	0,48	0,05	
SINAPI	91933	Cabo de cobre flexível, isolado, 10mm²	m	1,000	10,18	10,18	

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

					SUB-TOTAL	10,23
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	88264	Eletrecista	h	0,100	17,41	1,74
SINAPI	88247	Auxiliar eletrecista	h	0,100	14,16	1,42
					SUB-TOTAL	3,16
		TOTAL - R\$				13,39

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	035	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - COMBATE À INCÊNDIO				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
		SUB-TOTAL					0,00
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	83635	Troca de extintor TP pó químico, 6kg, por vencimento ou uso		m²	0,001	170,78	0,21
		SUB-TOTAL					0,21
		TOTAL - R\$					0,21

Corpo de Bombeiro

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	036	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - PISO				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
		SUB-TOTAL					0,00
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	68325	Piso em concreto	m²	1,000	43,27	43,27	
		SUB-TOTAL					43,27
		TOTAL - R\$					43,27

SINAPI

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	037	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - REPARO DE PAREDE				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
		SUB-TOTAL				0,00	
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	6130	Impermeabilização	m²	1,000	18,32	18,32	
SINAPI	84076	Reboco traço 1:3	m²	1,000	22,34	22,34	

SINAPI  
SINAPI



MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	2,0000	30,30	60,60
SINAPI	91677	Engenheiro Mecânico	h	0,050	86,51	4,33
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	4,0000	18,06	72,24
SUB-TOTAL						137,17
TOTAL - R\$						165,13

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

#### 4 - Manutenção da Estrutura de Transição- Deságue do Recalque / Canal Principal (Forebay de Jusante) de EB Principal

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	041
SERVIÇO:	ROÇADA E RETIRADA DE ARBUSTO DA SEÇÃO INTERNA				UNIDADE:	ha
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 901 00	Roçada mecanizada	ha	0,900	260,66	234,59
DNIT	1 A 00 001 41	Transporte local c/ carroceria 4t rodov. não pav., dmt=5km	t.km	20,000	1,22	24,40
		SUB-TOTAL				258,99
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,0091	94,32	0,86
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2150	28,31	6,09
DNIT	3 S 08 900 00	Roçada manual	ha	0,090	1.214,09	109,27
SINAPI	85331	Corte de capoeira fina a foice	m²	100,000	1,09	109,00
		SUB-TOTAL				225,21
		TOTAL - R\$				484,21

Estimativa Consórcio  
DNIT/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

#### 5 - Manutenção do Canal Principal e Aquedutos

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	042	
SERVIÇO:	DESASSOREAMENTO MECÂNICO DO FUNDO DO CANAL			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	76451/1	Escavação mecanizada submersa (dragagem e carga), utilizando caminhão basculante, escavadeira tipo draga de arraste e retroescavadeira com carregadeira	m³	0,80000	29,62	23,70
SINAPI	72856	Transporte local com caminhao basculante 6m³, rodovia em leito natural, dmt=10km	m³.km	10,00000	1,58	15,80
DNIT	1 A 01 170 03	Areia extraída com draga de sucção (tipo bomba)	m³	0,2000	27,91	5,58
		SUB-TOTAL				45,08
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)

Estimativa Consórcio

SINAPI/Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio



SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,01556	94,32	1,47
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,00222	28,31	0,06
SINAPI	88253	Inspetor - auxiliar de topógrafo	h	0,17778	16,09	2,86
SUB-TOTAL						4,39
TOTAL - R\$						49,47

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

## 5 - Manutenção do Canal Principal e Aquedutos

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	043
SERVIÇO:	INSPEÇÃO SISTEMÁTICA DA OBRA				UNIDADE:	km
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.ame	Câmera fotografica digital	un	0,00001	449,99	0,00
MERCADO	https://www.ma	Coletor de dados eletrônico	un	0,00001	2.499,99	0,02
MERCADO	http://www.hond	Motocicleta uso misto	un	0,00001	9.950,00	0,05
MERCADO	http://www.prec	Combustível - gasolina	l	0,0556	3,799	0,21
		SUB-TOTAL				0,07
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,005	94,32	0,47
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,1250	28,31	3,54
		SUB-TOTAL				4,01
		TOTAL - R\$				4,08

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Fabricante

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	044
SERVIÇO:	ROÇADA E RETIRADA DE ARBUSTOS NA SEÇÃO INTERNA E NOS TALUDES EXTERNOS E TALUDES DAS BERMAS EM ATERRO				UNIDADE:	ha
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 901 00	Roçada mecanizada	ha	0,900	260,66	234,59
DNIT	1 A 00 001 41	Transporte local c/ carroceria 4t rodov. não pav., dmt=5km	t.km	20,000	1,22	24,40
		SUB-TOTAL				258,99
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,0091	94,32	0,86
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2150	28,31	6,09
DNIT	3 S 08 900 00	Roçada manual	ha	0,090	1.214,09	109,27
SINAPI	85331	Corte de capoeira fina a foice	m²	100,000	1,09	109,00
		SUB-TOTAL				225,21
		TOTAL - R\$				484,21

Estimativa Consórcio  
DNIT/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	045	
SERVIÇO:	LIMPEZA DE GALHOS, TRONCOS, LIXO E OUTROS OBJETOS FLUTUANTES VOLUMOSOS OU PESADOS			UNIDADE:	t	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	4,000	0,48	1,92
DNIT	1 A 00 001 41	Transporte local c/ carroceria 4t rodov. não pav., dmt=5km	t.km	20,000	1,22	24,40
					SUB-TOTAL	26,32
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,001	94,32	0,09
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,0312	28,31	0,88
SINAPI	88316	Servente	h	4,0000	14,16	56,64
SINAPI	90776	Encarregado	h	1,0000	30,33	30,33
					SUB-TOTAL	87,95
		TOTAL - R\$				114,27

Estimativa Consórcio  
DNIT/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	046	
SERVIÇO:	RECOMPOSIÇÃO DO ENROCAMENTO DA SEÇÃO INTERNA			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90991	Escavadeira hidráulica sobre esteiras	CHP	0,90000	148,22	133,40
		SUB-TOTAL				133,40
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,00768	94,32	0,72
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,01536	28,31	0,43
DNIT	3 S 05 000 00	Enrocamento de pedra arrumada	m³	0,1000	129,07	12,91
DNIT	3 S 05 001 00	Enrocamento de pedra jogada	m³	0,9000	82,80	74,52
		SUB-TOTAL				88,59
		TOTAL - R\$				221,98

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	047	
SERVIÇO:	RECOMPOSIÇÃO DOS DESLIZAMENTOS DOS TALUDES EXTERNOS NOS TRECHOS EM CORTE/ATERRO			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 501 00	Recomposição mecanizada de aterro	m³	0,95000	19,84	18,85
SINAPI	72856	Transporte local com caminhão basculante 6m³, rodovia em leito natural, dmt=10km	m³.km	10,000	1,58	15,80

Estimativa Consórcio  
SINAPI/Estimativa Consórcio

					SUB-TOTAL	34,65
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,01536	94,32	1,45
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,03072	28,31	0,87
DNIT	3 S 08 500 00	Recomposição manual de aterro	m³	0,05000	82,27	4,11
					SUB-TOTAL	6,43
		TOTAL - R\$				41,08

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	048	
SERVIÇO:	DESASSOREAMENTO MECÂNICO DO FUNDO DO CANAL			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	76451/1	Escavação mecanizada submersa (dragagem e carga), utilizando caminhão basculante, escavadeira tipo draga de arraste e retroescavadeira com carregadeira	m³	0,80000	29,62	23,70
SINAPI	72856	Transporte local com caminhao basculante 6m³, rodovia em leito natural, dmt=10km	m³.km	10,00000	1,58	15,80
DNIT	1 A 01 170 03	Areia extraída com draga de sucção (tipo bomba)	m³	0,2000	27,91	5,58
		SUB-TOTAL				45,08
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,01556	94,32	1,47
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,00222	28,31	0,06
SINAPI	88253	Inspetor - auxiliar de topógrafo	h	0,17778	16,09	2,86
		SUB-TOTAL				4,39
		TOTAL - R\$				49,47

Estimativa Consórcio  
  
SINAPI/Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	049	
SERVIÇO:	RECUPERAÇÃO DE TRINCAS E RACHADURAS DAS PLACAS DE CONCRETO E PAREDE DE AQUEDUTO					UNIDADE:	m
EQUIPAMENTO							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 110 00	Correção de defeitos por penetração		m²	0,2500	12,89	3,22
		SUB-TOTAL					3,22
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 102 51	Limpeza ench.juntas pav.concr.a frio		m	1,0000	2,73	2,73
DNIT	3 S 08 103 50	Selagem de trinca		l	0,3300	2,05	0,68
		SUB-TOTAL					3,41
		TOTAL - R\$					6,63

Estimativa Consórcio

DNIT  
Estimativa Consórcio

<b>ANA</b>	<b>COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO</b>			<b>Nº:</b>	<b>050</b>	
------------	-------------------------------------	--	--	------------	------------	--

SERVIÇO:	RECOMPOSIÇÃO DE PLACAS DE CONCRETO			UNIDADE:	m³	
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	5 S 01 510 00	Compactação de aterros a 95% proctor normal	m³	1,0000	2,55	2,55
DNIT	5 S 02 100 00	Reforço do subleito	m³	1,00000	10,40	10,40
DNIT	5 S 02 110 00	Regularização do subleito	m²	0,5000	0,80	0,40
		SUB-TOTAL				13,35
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 02 601 00	Recomposição de placa de concreto	m³	1,0000	248,76	248,76
		SUB-TOTAL				248,76
		TOTAL - R\$				262,11

ANA		COMPOSIÇÕES DO SINAPI		Nº:	051	
SERVIÇO:	RECOMPOSIÇÃO DE GEOMEMBRANA DE CANAIS			UNIDADE:	m <sup>2</sup>	
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	74033/001	Impermeabilizacao de superficie com geomembrana	m <sup>2</sup>		36,14	
SINAPI	73881/003	Execucao de dreno com manta geotextil, 400g/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		13,85	

## 6 - Manutenção de Reservatórios

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	052
SERVIÇO:	VISTORIA SISTEMÁTICA DO MACIÇO DO BARRAMENTO E DIQUES				UNIDADE:	km
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.ame	Câmera fotografica digital	un	0,00001	449,99	0,00
MERCADO	https://www.ma	Coletor de dados eletrônico	un	0,00001	2.499,99	0,02
MERCADO	http://www.hond	Motocicleta uso misto	un	0,00001	9.950,00	0,05
MERCADO	http://www.prec	Combustível - gasolina	l	0,0556	3,799	0,21
		SUB-TOTAL				0,07
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,005	94,32	0,47
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,1250	28,31	3,54
		SUB-TOTAL				4,01
		TOTAL - R\$				4,08

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	053
SERVIÇO:	RECOMPOSIÇÃO DO ENROCAMENTO DOS TALUDES DO MACIÇO DO BARRAMENTO E DIQUES			UNIDADE:	m³
EQUIPAMENTO					

FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90991	Escavadeira hidráulica sobre esteiras	CHP	0,90000	148,22	133,40
					SUB-TOTAL	133,40
<b>MÃO DE OBRA</b>						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,00768	94,32	0,72
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,01536	28,31	0,43
DNIT	3 S 05 000 00	Enrocamento de pedra arrumada	m³	0,1000	129,07	12,91
DNIT	3 S 05 001 00	Enrocamento de pedra jogada	m³	0,9000	82,80	74,52
					SUB-TOTAL	88,59
		TOTAL - R\$				221,98

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA	COMPOSIÇÕES DO DNIT			Nº:	054	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO MACIÇO DE CONCRETO					
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 110 00	Correção de defeitos por penetração	m²		12,89	
DNIT	3 S 08 102 51	Limpeza ench. juntas pav. concr. a frio	m		2,73	
DNIT	3 S 08 103 50	Selagem de trinca	l		2,05	
DNIT	4 S 03 323 51	Concreto FCK 25 MPa	m³		425,33	

DNIT

DNIT

DNIT

DNIT

DNIT

## 6.b) Manutenção das Tomadas d'Água

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	055.1
SERVIÇO:	INSPEÇÃO PERIÓDICA DOS EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS - CAPACIDADE: ATE 1.5 m³/s				UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.ame	Câmera fotografica digital	un	0,00060	449,99	0,27
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00060	2.499,99	1,50
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,050	13,50	0,68
					SUB-TOTAL	0,68
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Mecânico	h	0,001	86,51	0,04
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,1500	28,31	4,25
					SUB-TOTAL	4,29
		TOTAL - R\$				4,96

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA	COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	055.2	
SERVIÇO:	INSPEÇÃO PERIÓDICA DOS EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS - CAPACIDADE: ACIMA DE 1.5 m³/s			UNIDADE:	un	

EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.ame	Câmera fotografica digital	un	0,00060	449,99	0,27
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00060	2.499,99	1,50
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,100	13,50	1,35
					SUB-TOTAL	1,35
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Mecânico	h	0,001	86,51	0,09
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2500	28,31	7,08
					SUB-TOTAL	7,16
		TOTAL - R\$				8,51

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Fabricante/Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	056	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO E LIMPEZA DA TOMADA D'ÁGUA			UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	0,500	0,48	0,24
SINAPI	4229	Graxa Lubrificante	kg	0,010	19,82	0,20
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,030	13,50	0,41
		SUB-TOTAL				0,84
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Mecânico	h	0,001	86,51	0,09
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,005	28,31	0,14
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,010	18,06	0,18
SINAPI	88316	Servente	h	0,2500	14,16	3,54
		SUB-TOTAL				3,95
		TOTAL - R\$				4,79

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	057.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO CORRETIVA DA COMPORTA - CAPACIDADE: ATÉ 1.5 m³/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	15,000	0,48	7,20
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,200	13,50	2,70
		SUB-TOTAL				9,90
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	0,008	86,51	0,69
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,003	94,32	0,28

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio



SINAPI	88264	Eletricista	h	0,080	17,41	1,39
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,080	30,30	2,42
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	0,300	28,31	8,49
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,120	18,06	2,17
SINAPI	88247	Auxiliar eletricista	h	0,120	14,16	1,70
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	0,300	15,03	4,51
SINAPI	88317	Soldador	h	0,030	17,41	0,52
					SUB-TOTAL	22,18
					TOTAL - R\$	30,68

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	057.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO CORRETIVA DA COMPORTA- CAPACIDADE: ACIMA DE 1.5 m3/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	20,000	0,48	9,60
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,300	13,50	4,05
		SUB-TOTAL				13,65
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	0,010	86,51	0,87
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,005	94,32	0,47
SINAPI	88264	Eletrecista	h	0,125	17,41	2,18
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,125	30,30	3,79
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	0,500	28,31	14,16
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,250	18,06	4,52
SINAPI	88247	Auxiliar eletrecista	h	0,250	14,16	3,54
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	0,500	15,03	7,52
SINAPI	88317	Soldador	h	0,063	17,41	1,09
		SUB-TOTAL				38,11
		TOTAL - R\$				51,76

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	058	
SERVIÇO:	PINTURA DE PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO DA COMPORTA				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	88236	Ferramentas	h	0,500	0,48	0,24	
		SUB-TOTAL				0,24	
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,001	94,32	0,09	
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	0,025	28,31	0,71	
SINAPI	72125	Remoção de pintura	m²	0,10000	7,27	0,73	

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

SINAPI	74064/002	Fundo anticorrosivo, uma demão	m²	1,0000	10,81	10,81
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	1,00000	29,32	29,32
					SUB-TOTAL	41,66
		TOTAL - R\$				41,90

SINAPI  
SINAPI

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	059.1
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DAS VÁLVULAS DISPERSORA E BLOQUEIO - DIÂMETRO ATÉ 400 mm				UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	10,000	0,48	4,80
SINAPI	154	Tinta protetora	l	0,080	40,43	3,23
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,200	13,50	2,70
		SUB-TOTAL				10,73
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	0,008	86,51	0,69
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,003	94,32	0,28
	88264	Eletrecista	h	0,100	17,41	1,74
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,100	30,30	3,03
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	0,300	28,31	8,49
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,150	18,06	2,71
SINAPI	88247	Auxiliar eletrecista	h	0,150	14,16	2,12
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	0,300	15,03	4,51
SINAPI	88310	Pintor superfície metálica	h	0,030	17,41	0,52
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	1,000	2,61	2,61
		SUB-TOTAL				26,71
		TOTAL - R\$				37,45

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	059.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DAS VÁLVULAS DISPERSORA E BLOQUEIO - DIÂMETRO ACIMA DE 400 mm				UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	20,000	0,48	9,60
SINAPI	154	Tinta protetora		l	0,100	40,43	4,04
SINAPI	4227	Óleo lubrificante		l	0,300	13,50	4,05
		SUB-TOTAL					17,69
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico		h	0,010	86,51	0,87
SINAPI	90778	Engenheiro Civil		h	0,005	94,32	0,47
SINAPI	88264	Eletrecista		h	0,125	17,41	2,18

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,125	30,30	3,79
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	0,500	28,31	14,16
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,250	18,06	4,52
SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista	h	0,250	14,16	3,54
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	0,500	15,03	7,52
SINAPI	88310	Pintor superficie metalica	h	0,063	17,41	1,09
SINAPI	84115	Limpeza superficie metálica	m²	1,500	2,61	3,92
					SUB-TOTAL	42,03
		TOTAL - R\$				59,72

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:		060.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO MEDIDOR DE VAZÃO - DIÂMETRO ATÉ 400 mm			UNIDADE:	un		
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	8,000	0,48	3,84
SINAPI	4229	Graxa Lubrificante		kg	0,200	19,82	3,96
		SUB-TOTAL					7,80
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico		h	0,006	86,51	0,52
SINAPI	90778	Engenheiro Civil		h	0,002	94,32	0,19
SINAPI	88264	Eletricista		h	0,080	17,41	1,39
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados		h	0,080	30,30	2,42
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia		h	0,200	28,31	5,66
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico		h	0,100	18,06	1,81
SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista		h	0,100	14,16	1,42
SINAPI	88243	Ajudante especializado		h	0,200	15,03	3,01
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica		m²	0,800	2,61	2,09
		SUB-TOTAL					18,50
		TOTAL - R\$					26,31

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	060.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO MEDIDOR - DIÂMETRO ACIMA DE 400 mm				UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	20,000	0,48	9,60
SINAPI	4229	Graxa Lubrificante		kg	0,500	19,82	9,91
		SUB-TOTAL					19,51
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	0,010	86,51	0,87
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,005	94,32	0,47
SINAPI	88264	Eletrecista	h	0,125	17,41	2,18
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,125	30,30	3,79
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	0,500	28,31	14,16
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,250	18,06	4,52
SINAPI	88247	Auxiliar eletrecista	h	0,250	14,16	3,54
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	0,500	15,03	7,52
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	1,500	2,61	3,92
					SUB-TOTAL	40,94
					TOTAL - R\$	60,45

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

## 7 - Manutenção de Túneis e Galerias

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	061	
SERVIÇO:	INSPEÇÃO NO ENTORNO DA ÁREA DO EMBOQUE E DESEMBOQUE DO TÚNEL			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.ame	Câmera fotografica digital	un	0,00060	449,99	0,27
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00050	2.499,99	1,25
MERCADO	http://www.prec	Combustível - gasolina	l	1,00000	3,799	3,80
MERCADO	http://www.ho	Motocicleta uso misto	un	0,00060	9.950,00	5,97
		SUB-TOTAL				11,29
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,010	94,32	0,94
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	1,0000	28,31	28,31
		SUB-TOTAL				29,25
		TOTAL - R\$				40,54

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÕES DO DNIT		Nº:	062	
SERVIÇO:	LIMPEZA DE CANALETAS E VALAS DE DRENAGEM NO ENTORNO DO EMBOQUE E DESEMBOQUE DO TÚNEL					
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 301 02	Limpeza de vala de drenagem	m		2,63	
DNIT	3 S 08 301 01	Limpeza de valeta de corte	m		0,66	
DNIT	3 S 08 301 03	Limpeza de descida d'água	m		0,88	
DNIT	3 S 08 302 01	Limpeza de bueiro	m³		14,57	
DNIT	3 S 08 302 02	Desobstrução de bueiro	m³		42,28	
DNIT	4 S 03 323 51	Recuperação de bueiro (concreto)	m³		425,33	
DNIT	3 S 08 900 00	Roçada manual	ha		1.214,09	

DNIT  
DNIT  
DNIT  
DNIT  
DNIT  
DNIT  
DNIT

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	063	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DAS PAREDES DO TÚNEL E GALERIA				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
MERCADO	http://www.am	Câmera fotografica digital	un	0,00010	449,99	0,04	
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00001	2.499,99	0,02	
MERCADO	http://www.pena	Lanterna	un	0,00010	385,00	0,04	
					SUB-TOTAL		0,11
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,0001	94,32	0,01	
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,0005	28,31	0,01	
SINAPI	88316	Servente (acompanhante)	h	0,0005	14,16	0,01	
					SUB-TOTAL		0,03
		TOTAL - R\$					0,14

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

## 8- Manutenção das Comportas de Derivação e Controladoras de Nível

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	064.1
SERVIÇO:	VISTORIA SISTEMÁTICA DA ESTRUTURA - CAPACIDADE: $m^3/s$			ATÉ 5	UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.am	Câmera fotografica digital	un	0,00030	449,99	0,13
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00020	2.499,99	0,50
MERCADO	http://www.prec	Combustível - gasolina	l	2,0000	3,799	7,60
MERCADO	http://www.ho	Motocicleta uso misto	un	0,00030	9.950,00	2,99
		SUB-TOTAL				11,22
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,0030	94,32	0,28
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,2000	28,31	5,66
		SUB-TOTAL				5,94
		TOTAL - R\$				17,16

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Fabricante  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	064.2	
SERVIÇO:	VISTORIA SISTEMÁTICA DA ESTRUTURA - CAPACIDADE: DE 5 A 10 m³/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.am	Câmera fotografica digital	un	0,00040	449,99	0,18
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00030	2.499,99	0,75
MERCADO	http://www.prec	Combustível - gasolina	l	3,0000	3,799	11,40

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Fabricante

MERCADO	<a href="http://www.ho">http://www.ho</a>	Motocicleta uso misto	un	0,00040	9.950,00	3,98
					SUB-TOTAL	16,31
<b>MÃO DE OBRA</b>						
<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>P.UNIT. (R\$)</b>	<b>P.TOTAL (R\$)</b>
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,004	94,32	0,38
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,3000	28,31	8,49
					SUB-TOTAL	8,87
		TOTAL - R\$				25,18

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	064.3	
SERVIÇO:	VISTORIA SISTEMÁTICA DA ESTRUTURA - CAPACIDADE: ACIMA DE 10 m³/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
MERCADO	http://www.an	Câmera fotografica digital	un	0,00040	449,99	0,18
MERCADO	https://www.m	Coletor de dados eletrônico	un	0,00030	2.499,99	3,00
MERCADO	http://www.prec	Combustível - gasolina	l	3,000	3,799	11,40
MERCADO	http://www.ho	Motocicleta uso misto	un	0,00040	9.950,00	3,98
		SUB-TOTAL				18,56
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,005	94,32	0,47
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	0,500	28,31	14,16
		SUB-TOTAL				14,63
		TOTAL - R\$				33,18

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Fabricante

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	065.1	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO PERIÓDICA DAS COMPORTAS - CAPACIDADE: ATÉ 5 m3/s			UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	6,000	0,48	2,88
SINAPI	154	Tinta protetora	l	0,030	40,43	1,21
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l	0,060	13,50	0,81
		SUB-TOTAL				4,90
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	0,003	86,51	0,26
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,002	94,32	0,19
SINAPI	88264	Eletrecista	h	0,040	17,41	0,70
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,040	30,30	1,21
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	0,100	28,31	2,83
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,080	18,06	1,44

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio



SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista	h	0,080	14,16	1,13
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	0,200	15,03	3,01
SINAPI	88317	Soldador	h	0,020	17,41	0,35
SINAPI	88310	Pintor superficie metalica	h	0,020	17,41	0,35
SINAPI	84115	Limpeza superficie metálica	m²	1,50	2,61	3,92
					SUB-TOTAL	15,38
					TOTAL - R\$	20,29

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	065.2	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO PERIÓDICA DAS COMPORTAS - CAPACIDADE: 5 A 10 m3/s				DE	UNIDADE:	un
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	15,000	0,48	7,20
SINAPI	154	Tinta protetora		l	0,080	40,43	3,23
SINAPI	4227	Óleo lubrificante		l	0,200	13,50	2,70
		SUB-TOTAL					13,13
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico		h	0,008	86,51	0,69
SINAPI	90778	Engenheiro Civil		h	0,004	94,32	0,38
SINAPI	88264	Eletricista		h	0,100	17,41	1,74
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados		h	0,100	30,30	3,03
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia		h	0,300	28,31	8,49
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico		h	0,200	18,06	3,61
SINAPI	88247	Auxiliar eletrcista		h	0,200	14,16	2,83
SINAPI	88243	Ajudante especializado		h	0,400	15,03	6,01
SINAPI	88317	Soldador		h	0,050	17,41	0,87
SINAPI	88310	Pintor superficie metalica		h	0,050	17,41	0,87
SINAPI	84115	Limpeza superficie metálica		m²	3,00	2,61	7,83
		SUB-TOTAL					36,36
		TOTAL - R\$					49,49

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	065.3	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO PERIÓDICA DAS COMPORTAS - CAPACIDADE: ACIMA DE 10 m3/s				UNIDADE:	un	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas		h	20,00	0,48	9,60
SINAPI	154	Tinta protetora		l	0,10	40,43	4,04
SINAPI	4227	Óleo lubrificante		l	0,30	13,50	4,05
		SUB-TOTAL					17,69
MÃO DE OBRA							

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	0,010	86,51	0,87
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	0,005	94,32	0,47
SINAPI	88264	Eletrecista	h	0,125	17,41	2,18
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	0,125	30,30	3,79
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	0,500	28,31	14,16
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	0,250	18,06	4,52
SINAPI	88247	Auxiliar eletrecista	h	0,250	14,16	3,54
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	0,500	15,03	7,52
SINAPI	88317	Soldador	h	0,063	17,41	1,09
SINAPI	88310	Pintor superfície metálica	h	0,063	17,41	1,09
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	5,000	2,61	13,05
SUB-TOTAL						52,25
TOTAL - R\$						69,94

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

## 9 - Manutenção da Rede de Drenagem

ANA	COMPOSIÇÕES DO DNIT			Nº:	066	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DA REDE DE DRENAGEM					
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 08 301 02	Limpeza de vala de drenagem	m		2,63	
DNIT	3 S 08 301 01	Limpeza de valeta de corte	m		0,66	
DNIT	3 S 08 301 03	Limpeza de descida d'água	m		0,88	
DNIT	3 S 08 302 01	Limpeza de bueiro	m³		14,57	
DNIT	3 S 08 302 02	Desobstrução de bueiro	m³		42,28	
DNIT	4 S 03 323 51	Recuperação de bueiro (concreto)	m³		425,33	
DNIT	3 S 08 900 00	Roçada manual	ha		1.214,09	

DNIT  
DNIT  
DNIT  
DNIT  
DNIT  
DNIT  
DNIT

## 10 -Manutenção das Estradas de Acesso e Serviço

ANA		COMPOSIÇÕES DO DNIT		Nº:	067	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DAS ESTRADAS DE ACESSO E SERVIÇO			UNIDADE:		
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
DNIT	3 S 01 401 00	Recomposição de revestimento primário	m³		13,28	
DNIT	3 S 01 930 00	Regularização mecânica da faixa de domínio	m²		0,22	
DNIT	3 S 02 200 01	Recomposição de camada granular do pavimento	m³		16,32	
DNIT	3 S 08 901 00	Roçada mecanizada	ha		260,66	

DNIT  
DNIT  
DNIT  
DNIT

## 11 - Manutenção das Unidades Administrativas e de Apoio



FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88236	Ferramentas	h	0,100	0,48	0,05
SINAPI	91933	Cabo de cobre flexível, isolado, 10mm²	m	1,000	10,18	10,18
		SUB-TOTAL				10,23
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	88264	Eletrecista	h	0,100	17,41	1,74
SINAPI	88247	Auxiliar eletrecista	h	0,100	14,16	1,42
		SUB-TOTAL				3,16
		TOTAL - R\$				13,39

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	072
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - COMBATE À INCÊNDIO				UNIDADE:	m²
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
		SUB-TOTAL				0,00
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	83635	Troca de extintor TP pó químico, 6 kg, por vencimento ou uso	m²	0,001	170,78	0,21
		SUB-TOTAL				0,21
		TOTAL - R\$				0,21

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	073	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - PISO				UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
		SUB-TOTAL					0,00
MÃO DE OBRA							
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)	
SINAPI	68325	Piso em concreto	m²	1,000	43,27	43,27	
		SUB-TOTAL					43,27
		TOTAL - R\$					43,27

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO		Nº:	074	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - REPARO PAREDE			UNIDADE:	m²	
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
					SUB-TOTAL	0,00
MÃO DE OBRA						

FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	6130	Impermeabilização	m²	1,000	18,32	18,32
SINAPI	84076	Reboco traço 1:3	m²	1,000	22,34	22,34
					SUB-TOTAL	40,66
		TOTAL - R\$				40,66

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

ANA		COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO			Nº:	075
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DO PRÉDIO E PÁTIO - TELHADO				UNIDADE:	m²
EQUIPAMENTO/MATERIAL						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
		SUB-TOTAL				0,00
MÃO DE OBRA						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	72101	Revisão geral dos telhados	m²	1,000	5,81	5,81
SINAPI	72092	Recolocação de telhas onduladas	m²	1,000	9,16	9,16
		SUB-TOTAL				14,97
		TOTAL - R\$				14,97

Estimativa Consórcio  
Estimativa Consórcio

## 12 - Manutenção de Cercas

ANA		COMPOSIÇÃO DO SINAPI		Nº:	076	
SERVIÇO:	MANUTENÇÃO DE CERCAS			UNIDADE:		
EQUIPAMENTO						
FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.*	P.UNIT. (R\$)	P.TOTAL (R\$)
SINAPI	74142/001	Cerca com mourões de concreto, reto, espacamento de 3m,cravados 0,5m, com 4 fios de arame farpado nº 14, classe 250	m		36,87	

SINAPI



































































































































































































































































**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**  
**MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**

**PREÇOS UNITÁRIOS DE FONTES OFICIAIS**  
**MÃO DE OBRA**

Referência: Novembro/2015

FONTE	Nº / COD.	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	P.UNIT. (R\$)
DNIT	3 S 08 302 02	Desobstrução de bueiro	m³	42,28
DNIT	3 S 05 000 00	Enrocamento de pedra arrumada	m³	129,07
DNIT	3 S 05 001 00	Enrocamento de pedra jogada	m³	82,80
DNIT	3 S 08 302 01	Limpeza de bueiro	m³	14,57
DNIT	3 S 08 301 03	Limpeza de descida d'água	m	0,88
DNIT	3 S 08 301 02	Limpeza de vala de drenagem	m	2,63
DNIT	3 S 08 301 01	Limpeza de valeta de corte	m	0,66
DNIT	3 S 02 200 01	Recomposição de camada granular do pavimento	m³	16,32
DNIT	3 S 01 401 00	Recomposição de revestimento primário	m³	13,28
DNIT	3 S 08 500 00	Recomposição manual de aterro	m³	82,27
DNIT	3 S 01 930 00	Regularização mecânica da faixa de domínio	m²	0,22
DNIT	3 S 08 900 00	Roçada manual	ha	1.214,09
SINAPI	88240	Ajudante de estrutura metálica	h	13,08
SINAPI	88243	Ajudante especializado	h	15,03
SINAPI	88247	Auxiliar eletrécista	h	14,16
SINAPI	88250	Auxiliar mecânico	h	18,06
SINAPI	88248	Auxiliar técnico de encanador	h	14,13
SINAPI	88255	Auxiliar técnico de engenharia	h	28,31
SINAPI	85331	Corte de capoeira fina a foice	m²	1,09
SINAPI	88264	Eletrecista	h	17,41
SINAPI	88266	Eletrotécnico	h	24,45
SINAPI	88267	Encanador	h	17,41
SINAPI	90776	Encarregado	h	30,33
SINAPI	91677	Engenheiro Automação	h	86,51
SINAPI	90778	Engenheiro Civil	h	94,32
SINAPI	91677	Engenheiro Eletrecista	h	86,51
SINAPI	91677	Engenheiro Eletromecânico	h	86,51
SINAPI	91677	Engenheiro Mecânico	h	86,51
SINAPI	88253	Inspetor - auxiliar de topógrafo	H	16,09
SINAPI	88255	Inspetor - auxiliar técnico de engenharia	h	28,31
SINAPI	74086/001	Limpeza especializada	un	23,71
SINAPI	74243/001	Limpeza geral	m²	1,98
SINAPI	73948/002	Limpeza superfície concreto	m²	7,47
SINAPI	84115	Limpeza superfície metálica	m²	2,61
SINAPI	88275	Mecânico de equipamentos pesados	h	30,30
SINAPI	88276	Montador	h	21,57
SINAPI	88279	Montador eletromecânico	h	22,21
SINAPI	88297	Operador de máquina e equipamento (ponte rolante)	h	28,63
SINAPI	88297	Operador de máquinas e equipamentos	h	28,63
SINAPI	88310	Pintor	h	17,41
SINAPI	88310	Pintor superfície metálica	h	17,41
SINAPI	73794/001	Pintura com tinta esmalte protetora, 2 demãos	m²	29,32
SINAPI	79495/003	Pintura parede	m²	5,08
SINAPI	72125	Remoção de pintura	m²	7,27
SINAPI	73447	Servente	m³	48,86

SINAPI	88316	Servente (acompanhante)	h	14,16
SINAPI	84133	Solda em chapa de aço	m	272,26
SINAPI	88317	Soldador	h	17,41
SINAPI	88323	Telhadista	h	15,62
SINAPI	74023/004	Transporte horizontal manual	m³	43,19
SINAPI	73901/002	Transporte vertical manual	m³	59,48
SINTASA	CCT 2014	Mergulhador raso - nível C	h	29,34
SINAPI	74064/002	Fundo anticorrosivo, uma demão	m²	10,81
DNIT	3 S 02 601 00	Recomposição de placa de concreto	m³	248,76
SINAPI	72092	Recolocação de telhas onduladas	m²	9,16

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**  
**MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA**

**PREÇOS UNITÁRIOS DE FONTES OFICIAIS E MERCADO**  
**MATERIAIS E SERVIÇOS**

Referência:

<b>FONTE</b>	<b>Nº / COD.</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>
DNIT	1 A 01 170 03	Areia extraída com draga de sucção (tipo bomba)	m³
DNIT	3 S 08 501 00	Recomposição mecanizada de aterro	m³
DNIT	3 S 08 901 00	Roçada mecanizada	há
DNIT	1 A 00 001 41	Transporte local c/ carroceria 4t rodov. não pav., dmt=5km	t.km
MERCADO	<a href="http://www.ame">http://www.ame</a>	Câmera fotografica digital	un
MERCADO	<a href="https://www.ma">https://www.ma</a>	Coletor de dados eletrônico	un
MERCADO	<a href="http://www.instr">http://www.instr</a>	Decibelímetro	un
MERCADO	<a href="http://www.prec">http://www.prec</a>	Gasolina	l
MERCADO	<a href="http://www.pena">http://www.pena</a>	Lanterna	un
MERCADO	<a href="http://www.hond">http://www.hond</a>	Motocicleta tipo cross	un
MERCADO	<a href="http://www.instr">http://www.instr</a>	Termovisor / Câmera Termográfica	un
SINAPI	10527	Andaime tipo torre	m
SINAPI	992	Cabo cobre isolamento anti - chama, 400mm²	m
SINAPI	91933	Cabo de cobre flexível, isolado, 10mm²	m
SINAPI	76451/1	Escavacao mecanizada submersa (dragagem e carga), utilizando caminhão basculante, escavadeira tipo draga de arraste e retroescavadeira com carregadeira	m³
SINAPI	90991	Escavadeira hidráulica sobre esteiras	CHP
SINAPI	88236	Ferramentas	h
SINAPI	4229	Graxa Lubrificante	kg
SINAPI	73806/001	Limpeza de superficies com jato de alta pressao de agua	m²
SINAPI	4227	Óleo lubrificante	l
SINAPI	5678	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira	CHP
SINAPI	7308	Tinta	gl
SINAPI	154	Tinta protetora	l
SINAPI	72856	Transporte local com caminhao basculante 6m³, rodovia em leito natural, dmt=10km	m³.km
SINAPI	74142/001	Cerca com mourões de concreto, reto, espacamento de 3m, cravados 0,5m, com 4 fios de arame farpado nº 14, classe 250	m
CODEVASF	Orçamento mar	Dedetização e desratização	m²
SINAPI	83635	Troca de extintor TP pó químico, 6 kg	m²
DNIT	3 S 08 110 00	Correção de defeitos por penetração	m²
SINAPI	92757	Proteção superficial de canal em gabião tipo colchão	m²
SINAPI	5681	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira	CHI
SINAPI	68325	Piso em concreto	m²
SINAPI	6130	Impermeabilização	m²
SINAPI	84076	Reboco traço 1:3	m²
SINAPI	72101	Revisão geral dos telhados	m²
SINAPI	90778	Telha de fibrocimento estrutural	m²
DNIT	3 S 08 102 51	Limpeza ench.juntas pav.concr.a frio	m
DNIT	3 S 08 103 50	Selagem de trinca	l
DNIT	5 S 01 510 00	Compactação de aterros a 95% proctor normal	m³

DNIT	5 S 02 100 00	Reforço do subleito	m <sup>3</sup>
DNIT	5 S 02 110 00	Regularização do subleito	m <sup>2</sup>
SINAPI	74033/001	Impermeabilizacão de superfície com geomembrana	m <sup>2</sup>
SINAPI	73881/003	Execução de dreno com manta geotextil, 400g/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
DNIT	4 S 03 323 51	Concreto FCK 25 MPa	m <sup>3</sup>

**Novembro/2015**

P.UNIT. (R\$)
27,91
19,84
260,66
1,22
449,99
2.499,99
1.234,90
3,799
385,00
9.950,00
11.950,00
10,00
177,99
10,18
29,62
148,22
0,48
19,82
1,45
13,50
108,10
79,68
40,43
1,58
36,87
1,88
170,78
12,89
128,21
48,96
43,27
18,32
22,34
5,81
131,31
2,73
2,05
2,55

10,40
0,80
36,14
13,85
425,33