



EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE SUPERVISÃO E ACOMPANHAMENTO DAS OBRAS, PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO DA BARRAGEM JENIPAPEIRO, NOS MUNICÍPIOS DE BAIXIO E UMARI-CEARÁ.

RELATÓRIO DE "AS BUILT"

BARRAGEM JENIPAPEIRO

VOLUME 7 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO



BARRAGEM JENIPAPEIRO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH  
SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS HÍDRICAS – SOHIDRA  
DIRETORIA DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE SUPERVISÃO E ACOMPANHAMENTO DAS  
OBRAS, PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E  
RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEOTOLÓGICO DA  
BARRAGEM JENIPEIRO, NO MUNICÍPIO DE BAIXIO-CEARÁ

**RELATÓRIO DE “AS BUILT”**

**BARRAGEM JENIPEIRO**

**VOLUME 7 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

FORTALEZA  
DEZEMBRO/2011



## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
1.1 – INDICE GERAL .....	7
<b>2 – LOCALIZAÇÃO E FINALIDADES .....</b>	<b>10</b>
<b>3 – CONCEPÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>13</b>
3.1 – CONCEPÇÃO DA BARRAGEM .....	13
3.1.1 – Maciço .....	13
3.1.2 – Sangradouro .....	14
3.1.3 – Tomada D’água .....	15
3.1.4 – Aspectos Geológicos e Geotécnicos.....	15
3.1.5 – Ficha Técnica da Barragem .....	16
3.2 – CUIDADOS ESPECIAIS A SEREM OBSERVADOS NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM JENIPAPEIRO .....	19
3.2.1 – Maciço da Barragem.....	19
3.2.2 – Vertedouro .....	19
3.2.3 – Tomada D’Água .....	19
<b>4 – OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DA BARRAGEM JENIPAPEIRO .....</b>	<b>21</b>
<b>5 – TREINAMENTO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>6 – SISTEMÁTICA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....</b>	<b>26</b>
<b>7 – INSPEÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM .....</b>	<b>29</b>
7.1 – INTRODUÇÃO .....	29
7.2 – OBJETIVO.....	29
7.3 – AVALIAÇÕES DO PROJETO, CONSTRUÇÃO E DESEMPENHO .....	29

7.4 – IDENTIFICAÇÃO E REGISTROS DOS PROBLEMAS E FRAGILIDADES .....	30
7.5 – ROTEIRO PARA INSPEÇÃO DA BARRAGEM.....	30
<b>7.5.1 – Considerações Gerais.....</b>	<b>30</b>
<b>7.5.2 – Detectando Anomalias .....</b>	<b>31</b>
<b>7.5.3 – Tipos de Anomalias Comumente Encontradas em Barragens.....</b>	<b>31</b>
<b>7.5.4 – Percolações .....</b>	<b>32</b>
7.5.4.1 – Trincas.....	32
7.5.4.2 – Instabilidade de Taludes.....	34
7.5.4.3 – Depressões .....	35
7.5.4.4 – Anomalias Afetadas pela Falta de Manutenção.....	36
7.6 – ROTEIRO PARA INSPEÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA.....	39
<b>7.6.1 – Inspeção e Operação.....</b>	<b>39</b>
7.6.1.1 – Comporta.....	39
7.6.1.2 – Grade de Proteção .....	40
7.6.1.3 – Tubulação e Conexões em Aço Carbono .....	40
<b>7.6.2 – Manutenção.....</b>	<b>41</b>
7.6.2.1 – Medidas de Segurança.....	41
7.6.2.2 – Soldagem .....	42
7.6.2.3 – Preparo de Superfície.....	43
7.6.2.4 – Registro de Gaveta.....	46
7.6.2.5 – Válvula Borboleta.....	47
7.7 – RELATÓRIO SOBRE A INSPEÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	48
<b>8 – ORÇAMENTO DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....</b>	<b>51</b>



## APRESENTAÇÃO

A Empresa KL SERVIÇOS DE ENGENHARIA S.A, com sede à Avenida Senador Virgílio Távora, 1701 - SL 906, na cidade de Fortaleza-Ceará, contratada pela Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, através do Contrato Nº 022/2010/PROGERIRH/ADICIONAL/SRH/CE, para “Execução dos Serviços de Supervisão e Acompanhamento das Obras, Programa de Educação Ambiental e Plano de Identificação e Resgate do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico da Barragem Jenipapeiro, nos Municípios de Baixio e Umari - Ceará”, vem apresentar o **Relatório de “As Built” das Obras da Barragem Jenipapeiro.**

O “As Built” está sendo apresentado em sete macro volumes, distribuídos conforme a seguir;

- Volume 1 – Texto
- Volume 2 – Controle Físico e Financeiro
- Volume 3 – Documentação da Obra
- Volume 4 – Controle Tecnológico
- Volume 5 – Desenhos da Obra
- Volume 6 – Relatório Fotográfico da Obra
- **Volume 7 – Manual de Operação e Manutenção**

O volume ora apresentado refere-se ao **Volume 7 – Manual de Operação e Manutenção** que tem a finalidade de relacionar e orientar os procedimentos que devem ser seguidos na Gestão, Operação e Manutenção do Conjunto Reservatório + Estruturas do Barramento + Controle.

As informações e dados pertinentes para a edição deste documento foram obtidos ao longo do contrato de Supervisão. Estas são apresentadas de forma organizada, visando o entendimento e o acesso aos dados e as memórias descritivas, técnicas e de sua história.

As informações contidas neste Relatório referem-se ao período de **07/10/2012 a 06/11/2011.**



## 1 – INTRODUÇÃO

Este volume refere-se ao Relatório Final de “As Built”, organizado em volumes, conforme demonstrado no Índice Geral a seguir:

### 1.1 – INDICE GERAL

#### **VOLUME 1 – TEXTO**

É apresentado o histórico evolutivo da obra com todas as informações essenciais, pertinentes a sua implantação, tais como a situação das estruturas em Outubro/2011, as metodologias executivas adotadas ao longo da obra, bem como os resultados obtidos.

#### **VOLUME 2 – CONTROLE FISICO E FINANCEIRO**

O Volume do Controle Físico e Financeiro dos contratos encontram-se divididos da seguinte forma:

**SITUAÇÃO DA OBRA** – É apresentada a situação de todos os segmentos da obra até Outubro/2011, bem como o controle de desembolso financeiro dos contratos e o cronograma de execução financeira do contrato do Construtor e da Supervisora.

**MEMÓRIAS DE CÁLCULOS DOS VOLUMES PRINCIPAIS** – É apresentada o memorial de cálculos para todos os itens da planilha contratual e para cada uma das estruturas da obra, distribuídas e organizadas em anexos conforme ordem a seguir:

Anexo 1 – Barragem;

Anexo 2 – Unidade Habitacional;

Anexo 3 – Sede da ISCA;

Anexo 4 – Posto de Saúde;

Anexo 5 – Grupo Escolar;

Anexo 6 – Urbanização;

Anexo 7 – Rede D’Água.

#### **VOLUME 3 – DOCUMENTAÇÃO DA OBRA**

É apresentada a relação dos textos e documentos que foram produzidos ao longo do desenvolvimento da obra e de sua implantação, tais como Relatórios do

Painel de Inspeção e Segurança de Barragens – PISB, Estudos Complementares e Documentos do Contrato da Construtora e Supervisora.

#### **VOLUME 4 – CONTROLE TECNOLÓGICO**

São apresentadas as planilhas resumo de todos os resultados de laboratório obtidos durante as etapas de estudo dos empréstimos e jazidas e na execução dos serviços de Terraplenagem e Concretos.

#### **VOLUME 5 – DESENHOS DA OBRA**

PLANTAS GERAIS: Estão apresentados os desenhos do Arranjo Geral da Obra e os desenhos da bacia hidráulica, desmatamento racional da bacia hidráulica; desmatamento das áreas de empréstimos e estradas e acesso e contorno;

BARRAGEM, DIQUES 1 e 2: Estão apresentados os desenhos das seções transversais tipo, arranjo geral e detalhes construtivos.

TOMADA D'ÁGUA: Estão apresentados os desenhos e seções das escavações e das estruturas em concreto da caixa de montante, galeria e caixa de dissipação.

VERTEDOURO: Estão apresentados os desenhos e seções das escavações do vertedouro, bem como das estruturas em concreto do cordão de fixação e muro arrimo.

#### **VOLUME 6 – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA OBRA**

São apresentadas fotografias da Evolução da Obra, para cada tipo de estrutura, nas diferentes fases da sua construção da obra até Outubro' de 2011.

#### **VOLUME 7 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

São apresentados os procedimentos que devem ser seguidos na Gestão, Operação e Manutenção do Conjunto Reservatório + Estruturas do Barramento + Controle.

## 2 – LOCALIZAÇÃO E FINALIDADES

## 2 – LOCALIZAÇÃO E FINALIDADES

O local do barramento denominado Jenipapeiro, situa-se no riacho Jenipapeiro a jusante da confluência com o riacho Pombas. O local do barramento situa-se no limite dos municípios de Baixio e Umari no Estado do Ceará.

O município de Baixio, situa-se na região de Lavras da Mangabeira, na porção sudeste do estado do Ceará, seus limites são: ao norte - Umari; ao sul - Ipaumirim; ao leste - Estado da Paraíba e ao oeste - Lavras da Mangabeira. A distância rodoviária a Fortaleza é de 427 km e o seu acesso é feito pela BR-116, CE-286 e CE-151.

O município de Umari situa-se na região de Lavras da Mangabeira, na porção sudeste do Estado do Ceará. Limita-se ao norte com Icó, ao sul com Baixio, e ao leste com Triunfo e Santa Helena na Paraíba e ao oeste com Lavras da Mangabeira e Cedro. A distância rodoviária até Fortaleza é de 415 km. O acesso ao município pode ser feito pela BR-116 e CE-284.

O acesso ao eixo barrável, é feito partindo-se de Fortaleza pela rodovia BR-116, até o quilômetro 404, entroncamento com a CE-284. Neste ponto toma-se na direção leste (esquerda) até a cidade de Umari. A partir de Umari segue-se pela rodovia CE-151 (não pavimentada), em direção a Baixio até aproximadamente 6 km onde toma-se a direita por uma estrada carroçável. Percorrendo por essa estrada por mais 5km chega-se ao local do boqueirão na localidade denominada Xique-Xique.

Apresentamos a seguir o mapa de situação da Barragem Jenipapeiro.

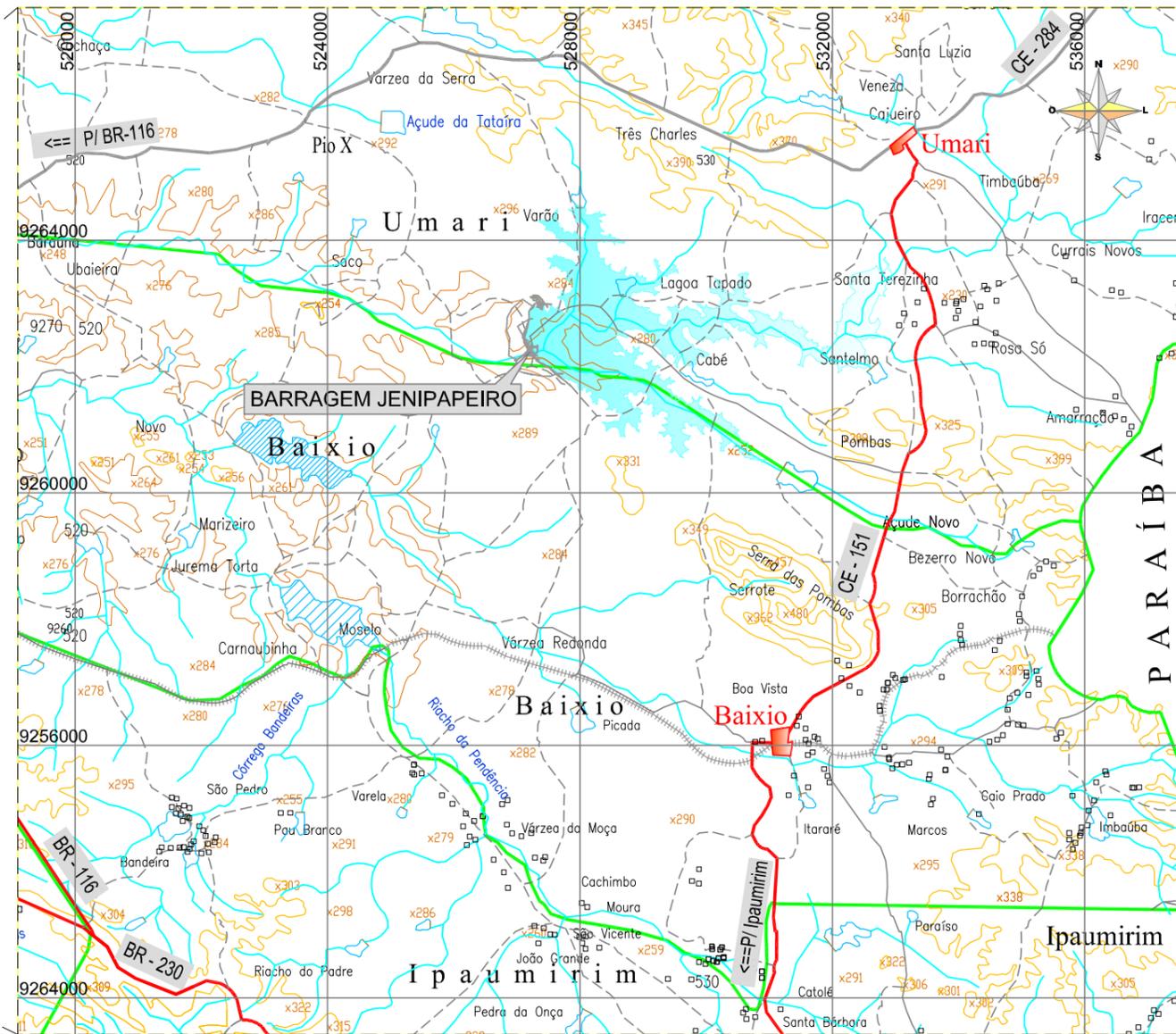
O Açude Público Jenipapeiro tem como principal finalidade atender a demanda por água potável do sistema de abastecimento das sedes dos Municípios de Umari e Baixio bem como das comunidades rurais nas suas proximidades e secundariamente, promover o desenvolvimento da irrigação e da pesca e ainda a proteção de comunidades aquáticas e a regularização do regime do rio Jenipapeiro.

O desenvolvimento da irrigação deverá ser associado a um plano integrado para o aproveitamento do reservatório no qual poderão ser contempladas terras aptas à irrigação localizadas a jusante do barramento.

A atividade pesqueira também poderá integrar o plano de aproveitamento do açude, que deverá contemplar a introdução de espécies aclimatadas à região, destacando-se aquelas que permitem grande crescimento populacional e que são apreciadas por moradores da região.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO NO CONTEXTO ESTADUAL



MAPA DE SITUAÇÃO  
ESCALA 1/100.000

**LEGENDA**

- RODOVIAS CONSTRUIDAS**
- |         |          |                           |
|---------|----------|---------------------------|
| FEDERAL | ESTADUAL |                           |
|         |          | PAVIMENTADA PISTA SIMPLES |
|         |          | PAVIMENTADA PISTA DUPLA   |
|         |          | IMPLANTADA                |
|         |          | LEITO NATURAL             |
- EM CONSTRUÇÃO**
- |         |  |                           |
|---------|--|---------------------------|
| FEDERAL |  |                           |
|         |  | PAVIMENTADA PISTA SIMPLES |
|         |  | PAVIMENTADA PISTA DUPLA   |
|         |  | IMPLANTAÇÃO (EOI)         |
|         |  | PLANEJADA                 |

**SINAIS CONVENCIONAIS**

- |                                  |  |  |  |
|----------------------------------|--|--|--|
| Área Urbana                      |  | Curso d'água Permanente / Intermitente |  |
| Revestimento sólido              |  | Terreno sujeito a inundação            |  |
| Revestimento solto               |  | Ilha                                   |  |
| Caminho. Trilha                  |  | Lagoa Permanente / Intermitente        |  |
| Ferrovias Simples                |  | Açudes                                 |  |
| Limite Municipal                 |  | Curva de Nível                         |  |
| Linha Transmissora de Energia AT |  |  |  |
| Igreja. Escola. Casa. Cemitério  |  |  |  |
| Ponto Cotado                     |  |  |  |

FONTE: Cartografia-DGC/IPLANCE em 1998, através do Proj Arq Gráfico Municipal-AGM (Conv IPLANCE/IBGE)

DATUM: SAD69  
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: "EQUADOR E MERIDIANO 39°W.GR."  
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES: 10.000 KM E 500 KM, RESPECTIVAMENTE.  
 DEC. MAGNÉTICA DO CENTRO DA FOLHA EM 2000: 22'22"W.  
 CRESCE 4' ANUALMENTE.

	<b>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ</b> SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH			
	OBRA: EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE SUPERVISÃO E ACOMPANHAMENTO DAS OBRAS, PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO DA BARRAGEM JENIPAPEIRO, NOS MUNICÍPIOS DE BAIXIO E UMARI - CEARÁ.			
	ASSUNTO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO			
	ENG. JOSÉ CÉLIO A. DE OLIVEIRA JR CREA : 13.886/D-CE	GEOL. SÉRGIO BOTELHO PONTE CREA: 10.113/D-CE	ENG. ROBERTO MAIA PINHEIRO CREA: 43.038/D-CE	ARQUIVO: 01-JEN-SO-GER-MS-R0 DATA: NOVEMBRO/2011 ESCALA: INDICADA
DESENHISTA: -	RESPONSÁVEL: SÉRGIO BOTELHO	GERENTE: ROBERTO		

### **3 – CONCEPÇÃO DO PROJETO**

### 3 – CONCEPÇÃO DO PROJETO

O Projeto Executivo da Barragem Jenipapeiro foi elaborado a partir da apresentação de soluções técnicas alternativas, vistas como as mais viáveis técnicas e economicamente. Em seguida, foi feito o confronto dos custos e dificuldades de implantação da obra para as alternativas. Finalmente, foi feita a seleção da melhor opção na visão do Consórcio Projetista, para ser apresentada como seção de maciço.

#### 3.1 – CONCEPÇÃO DA BARRAGEM

A Barragem Jenipapeiro é composta por um conjunto de obras constituído por um maciço de terra homogênea, sangradouro, e uma tomada d'água tipo galeria com controle a jusante em tubo de aço ASTM A-36. A seguir são resumidas as principais características dessas obras.

##### 3.1.1 – Maciço

A barragem foi concebida como sendo um maciço homogêneo a ser construída com material proveniente das jazidas J-01, J-02 e J-03. A barragem ficará com coroamento na cota 262,70m, com altura máxima de 15,40m na estaca 14+0,00.

A crista da barragem terá 6,0m de largura com caimento de 2% para montante. Foi projetado um revestimento em pedra tosca assente em colchão de areia grossa (Especificações Técnicas). Nos limites dos bordos serão colocados meios-fios com abertura para montante.

O talude de montante terá inclinação de 1,0(V):2,5(H) em toda a sua extensão. O talude de montante será protegido da ação da energia da onda do reservatório com a construção de um rip-rap. Este será formado por uma camada de 0,70m de espessura de blocos de rocha sã assentes sobre uma camada de transição com 0,20m de espessura, formada por produto de britagem.

O talude de jusante terá inclinação de 1,0(V):2,0(H) em toda a sua extensão. Na cota 254,70m será colocada uma berma de 2,0m de largura. A proteção do talude será feita com uma camada de 0,30m de espessura de material britado.

Para a drenagem interna do maciço da Barragem Jenipapeiro, está prevista a construção de um filtro vertical e um tapete drenante. O filtro vertical terá 1,0m de espessura e será executado com areia grossa proveniente do areal A-01. O filtro ficará com topo na cota 261,40m, coincidindo com a cota da cheia decamilenar. O tapete horizontal consiste em um colchão também de areia grossa, com espessura de 0,50m, entre as estacas 01B a 13+0,00 e 24+0,00 a 22E e de 1,00m entre as estacas 14+0,00 e 22+0,00.

Nos trechos entre as estacas 01-B a 08-A, 4-E a 22-E, 12+0,00 a 13+0,00 e 25+0,00 a 28+0,00, será executado um dreno de pé no talude de jusante, consistindo em um enrocamento de pedra com seção trapezoidal, com altura fixa de 2,00 m, contados a partir do terreno de escavação e, largura de crista de 3,30 m, em toda a sua extensão dos trechos.

O enrocamento terá talude de 1,0 (V) : 2,0 (H). Entre a interface do encontro do talude da barragem com o enrocamento, será colocada uma camada de transição, constituída por Brita "A", com 1,0 m de altura, contados a partir do terreno de escavação, com largura de crista de 1,0 m e com talude de 1,0 (V) : 1,5 (H).

Entre as estacas 14+0,00 e 24+0,00 será executado um dreno de pé no talude de jusante consistindo num enrocamento de pedra com seção trapezoidal com crista na cota 251,00m, largura de 2,0m em toda a sua extensão e talude de

1,0 (V): 1,5 (H). Entre as interfaces da base do terreno natural com o enrocamento e o maciço da barragem serão colocadas camadas de transição com 0,60m de espessura, sendo 0,30m de areia grossa e 0,30m de Brita "A".

### **3.1.2 – Sangradouro**

O Sangradouro da Barragem Jenipapeiro foi projetado com base nas informações dos estudos hidrológicos e, principalmente, nas condições geotécnicas do subsolo do local do Sangradouro, sendo inicialmente projetado na estaca 22+0,00 da ombreira direita. Contudo, após exame detalhado do perfil das sondagens e das características topográficas, o Consórcio Projetista resolveu mudar a posição do Sangradouro mais para a direita.

Com o exposto, o consórcio projetista concebeu um canal Sangradouro escavado em rocha, cujo eixo longitudinal encontra-se localizado perpendicularmente ao eixo barrável na estaca 28+17,50. O eixo longitudinal do canal sangradouro possui uma extensão de 258,63 m, estando estaqueado de 20 em 20 metros. As estacas estão nomeadas em quilômetros. O eixo longitudinal do canal sangradouro cruza a estaca 28+17,50 do eixo barrável na estaca 0+076,15.

O canal sangradouro será escavado em rocha na cota 260,00 m, com largura de base de 75,0 m, com talude de 10,0 (V) : 1,0 (H), quando a escavação for em rocha e, um talude de 1,0 (V) : 2,0 (H), quando a escavação for em solo.

Para garantir a cota da soleira do Sangradouro, será implantado um cordão de fixação embutido na rocha, com crista na cota 260,00 m. O cordão de fixação se estenderá pelos taludes em rocha do canal sangradouro.

### 3.1.3 – Tomada D'água

A Tomada D'água foi projetada para regularizar uma vazão de 0,143m<sup>3</sup>/s, será implantada na estaca 26 do eixo barrável, cujo terreno natural está na cota 254,26m, terá extensão de 70,0m e consistirá de uma galeria tubular de diâmetro  $\varnothing = 400\text{mm}$  de aço ASTM A-36. O eixo da galeria ficará na cota 251,50m. O corpo da galeria será envolto em concreto estrutural.

O volume morto da Barragem Jenipapeiro será na cota 252,00m, com um armazenamento de 5,07hm<sup>3</sup>, correspondente a aproximadamente 11,7% da capacidade do reservatório.

No lado de montante, o extremo da tubulação será protegido por uma caixa de concreto, com grade de barra de ferro chato de malha 100mm x 100mm.

No lado de jusante serão instalados os equipamentos hidromecânicos de controle de vazão, composto por um registro de gaveta e uma válvula borboleta. Será também prevista uma caixa de jusante em concreto armado, com a finalidade de dissipar a energia e medir a vazão das águas de descarga da Tomada D'água. A medição de vazão será feita através de um vertedouro triangular isósceles.

### 3.1.4 – Aspectos Geológicos e Geotécnicos

A unidade litoestratigráfica associada à área onde está localizada a Barragem Jenipapeiro é denominada de Complexo Caicó e compõe-se de uma associação de veios de quartzo e rochas pegmáticas que formam os diques ácidos filoneanos. Entretanto existe um predomínio dos gnaisses bandados, com lentes de anfibolito e leitões de matarcóseos. Na grande maioria dos afloramentos visualizados, como também no processo de escavação do "cut-off" a rocha apresenta aspecto cataclástico e milonítico, denunciando os efeitos resultantes dos processos de movimentação tectônica ocorridos na área.

Vale registrar também, a frequência de gnaisses migmatíticos, com estruturas planares bem desenvolvidas, de granulação fina a média, cor cinza, com muitos dobramentos, micro-dobramentos desarmônicos, tendo como constituintes básicos do paleossoma os minerais biotita, quartzo e pouca hornblenda, intercalados com veios ou agregações quarto-feldspática e pegmatóide que constituem a porção neossomática. Os gnaisses miloníticos e migmatíticos são dominantes, tanto do eixo a ser represado, sangradouro e pedreiras que se localizam dentro da bacia hidráulica.

A drenagem local, na área de domínio dos gnaisses, ocorre conforme o modelo regional, ou seja, mantém o padrão dentrítico, que é condicionado à litologia das rochas cristalinas.

No leito e margens do rio Jenipapeiro são formados os depósitos aluviais, constituídos de areias finas mal selecionadas e silte areno-argiloso de cor cinza clara a escura, sendo muito escassa na calha do rio, a formação de depósitos de areias granulares que se prestam para a utilização de agregados para a obra, obrigando obter esse agregado à elevada distancia da obra.

Em consequência de o represamento encontrar-se inserido em uma área tipicamente cristalina, facilitou de sobremaneira a localização e definição de locais propícios para pedreiras.

As equipes de estudos geológicos e geotécnicos identificaram e classificaram, como fonte de materiais para construção da barragem, três jazidas de solos, denominadas de J-01, J-02 e J-03, e um areal para a construção da barragem, no Riacho Pendência, denominado A-01 e duas pedreiras denominadas de P-01 e P-02, que foram locadas pela equipe de topografia em relação ao eixo da barragem.

### 3.1.5 – Ficha Técnica da Barragem

É apresentado a seguir um resumo das principais características técnicas da Barragem Jenipapeiro.

#### Identificação

Denominação: .....Barragem Jenipapeiro  
Estado:..... Ceará  
Município:..... Baixio  
Sistema: .....Bacia do Salgado  
Rio Barrado: ..... Rio Jenipapeiro  
Coordenadas UTM (SAD-69)..... Marco M-01 (9.262.457,250N; 528.911,055E)  
Proprietário: .....Estado do Ceará/SRH  
Autor do Projeto: ..... Consórcio JP-ENG/AGUASOLOS/ESC-TE  
Data do Projeto: .....Dez/2002

#### Bacia Hidrográfica

Área: ..... 186,40 km<sup>2</sup>  
Precipitação média anual:..... 767,80 mm  
Evaporação média anual: ..... 1.988,10 mm



### Características do Reservatório

Área da bacia hidráulica (cota 260,0m):.....	836,00 ha
Volume acumulado (cota 260,00 m): .....	43,40 hm <sup>3</sup>
Volume afluyente médio anual:.....	17,50 hm <sup>3</sup>
Volume morto do reservatório (cota 252,00m):.....	5,07 hm <sup>3</sup>
Vazão regularizada (90%):.....	0,143 m <sup>3</sup> /s
Vazão afluyente max. de projeto (TR=1.000anos).....	724,20 m <sup>3</sup> /s
Vazão max. de projeto amortecida (TR=1.000anos).....	124,00 m <sup>3</sup> /s
Vazão afluyente max. de verificação (TR=10.000anos) .....	928,35 m <sup>3</sup> /s
Vazão max. de verificação amortecida (TR=10.000anos) .....	171,00 m <sup>3</sup> /s
Nível d'água máximo normal:.....	260,00 m
Nível d' água max. maximorum (TR=1.000anos): .....	261,10 m
Nível d' água max. maximorum (TR=10.000anos): .....	261,40 m

### Barragem

Tipo: .....	Homogênea de Solo
Altura máxima: .....	15,40 m
Largura do coroamento:.....	6,00 m
Extensão pelo coroamento – Barragem Principal (02B+8,83 a 29+3,12):	631,95 m
Extensão pelo coroamento – Barragem Principal (0E+14,56 a 25E+13,86):	499,30 m
Cota do coroamento: .....	262,70 m
Cota da soleira: .....	260,00 m
Volume de Escavação (Fundação): .....	6.500,00 m <sup>3</sup>
Volume do maciço: .....	147.500,00 m <sup>3</sup>
Volume do maciço (Cut-off): .....	21.500,00 m <sup>3</sup>
Volume do enrocamento (rip-rap e rock-fill): .....	12.800,00 m <sup>3</sup>
Volume de transições: .....	4.100,00 m <sup>3</sup>
Volume de areia (filtro e transições): .....	13.100,00 m <sup>3</sup>
Largura máxima da base: .....	77,30 m <sup>3</sup>
Talude de Montante: .....	1,0 v: 2,5 h
Talude de Jusante: .....	1,0 v: 2,0h



### **Barragem Auxiliar BA-01**

Tipo: ..... Homogênea de Solo  
Altura Máxima: ..... 3,89 m  
Largura do Coroamento: ..... 6,00 m  
Extensão pelo Coroamento: ..... 110,50 m  
Cota do Coroamento: ..... 262,70 m  
Volume de Escavação (Fundação): ..... 1.120,20 m<sup>3</sup>  
Volume do Maciço: ..... 1.918,30 m<sup>3</sup>  
Volume de Enrocamento: ..... 456,60 m<sup>3</sup>  
Volume de Transições: ..... 237,90 m<sup>3</sup>  
Talude de Montante: ..... 1:2,5 (V:H)  
Talude de Jusante: ..... 1:2,0 (V:H)

### **Tomada de água**

Tipo: ..... Galeria com controle a jusante em tubo de aço ASTM – A-36  
Localização: ..... Ombreira esquerda estaca 24  
Número de condutos: ..... 1 (um)  
Diâmetro: ..... 400 mm  
Comprimento do conduto: ..... 70,00 m  
Cota da geratriz inferior a montante: ..... El. 251,50 m  
Cota de geratriz inferior a jusante: ..... El. 251,50 m  
Volume de escavação: ..... 20.500,00 m<sup>3</sup>  
Volume de concreto armado: ..... 102,00 m<sup>3</sup>  
Volume de concreto de regularização: ..... 18,00 m<sup>3</sup>  
Comprimento total (incluindo entrada e saída): ..... 90,00 m

### **Vertedouro**

Tipo: ..... Canal escavado em rocha  
Largura: ..... 75,00 m  
Cota da soleira: ..... 260,00 m  
Extensão total do canal: ..... 258,63 m  
Vazão máxima (Tr=10.000 anos): ..... 171,00 m<sup>3</sup>/s



Lâmina máxima Prevista (T.R=1000anos):.....	1,10 m
Lâmina máxima Prevista (T.R=10.000anos):.....	1,40 m
Borda livre:.....	1,30 m
Volume total de escavação: .....	70.000,00 m <sup>3</sup>

### 3.2 – CUIDADOS ESPECIAIS A SEREM OBSERVADOS NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM JENIPAPEIRO

#### 3.2.1 – Maciço da Barragem

O maciço da barragem tem cerca de 1.131,25 m de extensão pelo coroamento. Os espaldares serão assentes no maciço de solo residual, após a retirada de uma camada de escavação obrigatória. Já o cut-off ficará assente sobre rochas sãs e/ou alteradas.

Os cuidados de uma forma geral serão os normalmente tomados com barragens de terra, ou seja, cuidado com as erosões dos taludes, observações do surgimento de trincas, verificação de abatimentos excessivos, urgências no talude de jusante, que sugere algum problema no sistema de drenagem interna, formigueiros ou tocas de animais, etc.

#### 3.2.2 – Vertedouro

O sistema extravasamento da barragem foi constituído por um vertedouro em canal escavado em rocha na cota 260,00 m, com largura de base de 75,0 m, com talude de 10,0 (V): 1,0 (H), quando a escavação ocorreu em rocha e, um talude de 1,0 (V): 2,0 (H), quando a escavação foi em solo.

Para garantir a cota da soleira do Sangradouro, foi implantado um cordão de fixação embutido na rocha, com crista na cota 260,00 m. O cordão de fixação se estende até taludes em rocha do canal sangradouro.

Inspeções sistemáticas devem ser realizadas com o objetivo de se verificar possíveis erosões junto ao cordão de fixação e muro esquerdo e de desmoronamento de blocos para o interior do canal do sangradouro.

#### 3.2.3 – Tomada D'Água

A Tomada D'água deverá ser objeto de inspeção contínua. Deve ser examinado a qualidade das estruturas de concreto, aço e as peças hidromecânicas (registro de gaveta, válvula borboleta e junta de desmontagem).

#### **4 – OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DA BARRAGEM JENIPAPEIRO**

#### **4 – OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DA BARRAGEM JENIPAPEIRO**

As diretrizes para o plano de administração, operação e manutenção da Barragem Jenipapeiro considera que as características do semi-árido no Ceará, principalmente a escassez de água, tem sido objeto de preocupação crescente à medida que se avança na gestão dos recursos hídricos.

A organização do sistema institucional é um dos instrumentos importantes para gestão das águas no Ceará. A aprovação da Lei Estadual de Recursos Hídricos, a criação da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH e o monitoramento do tempo e do clima realizado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, tem contribuído para uma convivência menos traumática com o fenômeno cíclico das secas.

A ação da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - SRH nas bacias hidrográficas no Estado tem se pautado nos princípios da participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos, na descentralização da política estadual para o setor e na integração institucional dos diversos interesses e tipos de uso no gerenciamento das águas de domínio do Estado.

Neste sentido, vários canais de participação, tanto nas bacias hidrográficas, quanto nos açudes estaduais, foram abertos para uma efetiva participação dos usuários no processo de gestão das águas. Estes canais têm suscitado o desejo dos usuários, dos poderes municipais e das instituições que atuam nos municípios de participarem deste processo. Nos açudes a organização dos usuários através de associações e conselhos de gerenciamento tem despertado o interesse dos usuários e gerado demandas para que sejam desenvolvidos planos de operação dos mesmos.

As populações que se utilizam das águas dos açudes estaduais existentes no Ceará, já desenvolvem diversas formas de intercâmbio e de organização. Percebe-se a existência de mediações que os usuários destas áreas estabelecem com os poderes locais e com as entidades municipais. Toda essa dinâmica sociocultural e institucional deve ser levada em conta no processo de administração, operação, manutenção e monitoramento do açude Jenipapeiro.

A gestão participativa do açude Jenipapeiro requer, portanto o conhecimento e a compreensão das formas de organização existentes, das mediações institucionais e dos diversos tipos de usos e de usuários, mesmo quando a prioridade é o abastecimento público.

O objetivo do apoio ao processo de gestão do açude Jenipapeiro tem como finalidade os seguintes aspectos:

- A gestão integrada do referido sistema;
- O planejamento e o gerenciamento tanto do ponto de vista operacional quanto administrativo através da participação dos usuários e das Instituições locais envolvidas na gestão do açude.

Para que essa obra possa servir continuamente as comunidades envolvidas no sistema é necessário que o Sistema SOHIDRA/COGERH disponha de um procedimento para acompanhar, corrigir as anomalias que forem surgindo e fazer a operação da obra. Razão pela qual foi preparado esse manual de operação e manutenção.

## **5 – TREINAMENTO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO**

## 5 – TREINAMENTO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO

O Sistema SOHIDRA/COGERH deve fazer um treinamento com a equipe a ser responsável pela operação e manutenção da Barragem Jenipapeiro.

Esse treinamento pode ser constituído de seminários para o pessoal a ser mobilizado na operação e manutenção onde será feita uma apresentação do projeto e mostrados os parâmetros de operação tais como vazão a ser regularizada, cota mínima de operação e manutenção, tais como os tipos de anomalias prováveis de ocorrerem em barragens de terra.

Nesse seminário deverão também ser mostrados estudos de caso de barragens que apresentaram problemas e como foram procedidas as ações corretivas.

Recomenda-se que a estrutura de manutenção e operação da barragem seja formada pela seguinte equipe.

- 01 agente de operação residente;
- 02 operários;
- 02 engenheiros do quadro do SISTEMA SOHIDRA/COGERH ;
- 01 consultor de barragens.

Recomenda-se, ainda, que seja instalado na barragem, uma miniestação climatológica, dotada de um pluviômetro, para fazer o acompanhamento diário da altura de chuva precipitada no lago da barragem.

Recomenda-se, também, que o SISTEMA SOHIDRA/COGERH faça o monitoramento sistemático das Régua milimétricas para monitoramento da vazão d'água regularizada pala Tomada d'água do Açude Público Jenipapeiro.

## **6 – SISTEMÁTICA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

## 6 – SISTEMÁTICA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva será realizada pelo Agente de Guarda devidamente treinado pelo SISTEMA SOHIDRA/COGERH . No período chuvoso os intervalos devem ser semanais e nos períodos secos os intervalos serão mensais.

Esses intervalos serão diminuídos quando da ocorrência de chuvas intensas, ou quando observados comportamentos anormais como percolações, erosões e elevação rápida do nível d'água no reservatório.

Nas inspeções para manutenção rotineira deve-se sempre observar os seguintes itens:

### **Barragem**

- Coroamento: Erosão, rachaduras, afundamentos e/ou buracos, falhas no revestimento, arvores e arbustos, formigueiros, tocas de animais, etc.
- Talude de Montante: Erosões, escorregamentos, rachaduras e/ou afundamentos, “rip-rap” incompleto, arvores e arbustos, formigueiros e/ou tocas de animais e sinais de movimento.
- Talude de Jusante: Erosões, escorregamentos, rachaduras e/ou afundamentos falhas no revestimento, arvores e arbustos, formigueiros e/ou tocas de animais, sinais de movimento, sinais de fuga d'água ou áreas úmidas com carreamento de material do maciço.

### **Vertedouro**

- Canal de Aproximação e Restituição: Arvores e arbustos, obstruções ou entulhos, desalinhamento dos taludes e muros laterais, erosões e escorregamentos nos taludes, erosão regressiva e construções irregulares.
- Estrutura de Fixação da Soleira: Rachaduras ou trincas no concreto, Deteriorização do concreto, descalçamento da estrutura, juntas danificadas e sinais de deslocamentos das estruturas.
- Muro de Proteção Lateral: Erosão nas fundações e contatos dos muros, rachaduras e deterioração do concreto.



### **Tomada D'Água**

- Caixa de Entrada (montante): Assoreamento ou obstruções, tubulação danificada e defeitos na grade de proteção. Corrosão ou amassamento das peças fixas, estruturais e vedações.
- Galeria: Corrosão e vazamentos na tubulação exposta, sinais de abrasão ou cavitação, defeito das juntas, deformação do conduto e urgências de água no concreto.
- Caixa de Jusante: Corrosão e vazamentos na tubulação exposta, sinais de abrasão ou cavitação, defeito das juntas, ruídos estranhos, vazamento dos dispositivos de controle, deficiência de drenagem da casa de válvulas, defeitos no concreto e defeitos nas grades de proteção.

### **Reservatório**

- Exame de borda do reservatório e anotação de anomalias: Construções em áreas de proteção, poluição, existência de vegetação aquática excessiva, desmatamentos na APP e presença de animais.

### **Região a Jusante da Barragem**

- Examinar as características das águas de reventas, se apresentam-se limpas ou se carregam solos finos em suspensão;
- Examinar se existe ou está surgindo alguma reventa bem à jusante da barragem, se for o caso comunicar imediatamente ao SISTEMA SOHIDRA/COGERH .
- Construções irregulares, cavernas e buracos nas ombreiras, e arvores e arbustos na faixa de 10m do pé da barragem.

### **Estradas de Acesso**

- Examinar a qualidade da estrada de acesso à barragem, principalmente no pós período chuvoso;
- O resultado das observações feitas no campo deve ser comunicado à gerência de operação e manutenção do SISTEMA SOHIDRA/COGERH .

## **7 – INSPEÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM**

## **7 – INSPEÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM**

### **7.1 – INTRODUÇÃO**

As inspeções para levantamento das condições atuais das estruturas do barramento e obras complementares devem ser feitas periodicamente por engenheiros habilitados para avaliar as diversas avarias possíveis de ocorrer com a obra. Eventualmente essa inspeção poderá ter a presença de um consultor de barragens.

Este capítulo tomou como base o Manual de Segurança e Inspeção de Barragens, elaborado pelo Ministério da Integração Nacional e o Guia Básico de Segurança de Barragens, confeccionado pelo Comitê Brasileiro de Barragens.

### **7.2 – OBJETIVO**

O objetivo de uma avaliação de segurança é determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional da Barragem Jenipapeiro, identificando os problemas e recomendando tantos reparos corretivos, restrições operacionais e/ou modificações, quanto as análises e os estudos para determinar as soluções dos problemas.

### **7.3 – AVALIAÇÕES DO PROJETO, CONSTRUÇÃO E DESEMPENHO**

Os problemas da barragem e das suas estruturas associadas devem ser revistos para avaliar as condições de desempenho pretendidas e os atuais. Todos os dados e registros da engenharia, originados durante a construção, devem ser revistos, afim de determinar se as estruturas foram edificadas como projetadas ou se as revisões necessárias foram feitas em todas as situações normais ou imprevistas.

Áreas perigosas, acomodações inesperadas, percolações ou vazamentos anormais, mau funcionamento dos equipamentos mecânicos e todas as outras observações relativas à segurança da barragem devem ser identificadas e registradas. Os resultados das observações das análises podem revelar ou prever condições perigosas. O exame visual, durante a vistoria local, pode comprovar ou dissipar as apreensões resultantes de registros questionáveis.

O projeto original e os dados do projeto devem ser vistoriados, para determinar se todas as condições de carregamento aplicáveis foram levadas em conta. Os critérios de projeto devem ser revistos, para determinar se quaisquer novas condições no local tornaram necessárias alterações nos critérios relativos a cargas, vazões etc.

São indícios de desenvolvimento de condições inseguras em potencial:

- Condições imprevistas nas fundações;
- Presença de percolação;
- Aceitação excessiva de injeção;
- Indicação de perigo ou acomodação do solo durante a construção.

#### 7.4 – IDENTIFICAÇÃO E REGISTROS DOS PROBLEMAS E FRAGILIDADES

Os registros devem ser pesquisados e a barragem deve ser vistoriada em razão de:

- Evidência de defeitos na construção;
- Aumento da percolação ou vazamento;
- Perigos geológicos aparentes;
- Mau funcionamento dos equipamentos mecânicos e;
- Índícios progressivos de deterioração ou enfraquecimento da estrutura e/ou fundação.

#### 7.5 – ROTEIRO PARA INSPEÇÃO DA BARRAGEM

##### 7.5.1 – Considerações Gerais

O objetivo da inspeção é identificar anomalias ou preocupações que afetem potencialmente a segurança da barragem. Assim, é importante inspecionar a superfície completa da área de um maciço. A técnica geral é caminhar sobre os taludes e o coroamento, tantas vezes quantas sejam necessárias, de forma a observar toda a superfície da área.

De um determinado ponto sobre a barragem, pequenos detalhes podem usualmente ser vistos a uma distância de 10 metros, em qualquer direção, dependendo da rugosidade da superfície, vegetação ou outras condições de superfície. Para que toda a superfície da barragem tenha sido coberta, serão necessários alguns passos a serem cumpridos. Na verdade, não importa o tipo de trajetória que seja dada, o importante é toda a superfície tenha sido coberta.

TRAJETÓRIAS	DESCRIÇÃO
Caminho em ziguezague	Caminhar subindo e descendo os taludes e atravessando a crista em diagonal
Caminho em paralelo ao eixo da barragem	Bom para pequenos barramentos

Em intervalos regulares, enquanto se caminha pelos taludes e coroamento, deve-se parar e olhar em todas as direções.

- Observar a superfície a partir de diferentes perspectivas, o que pode revelar uma deficiência que poderia de outra forma não ter sido observada;
- Verificar o alinhamento da superfície.

Observando o talude à distância, pode-se revelar um número de anomalias tais como: distorções nas superfícies do maciço, ausência de revestimento etc.

As áreas onde o aterro encosta-se às ombreiras deverão ser inspecionadas com muito cuidado, em decorrência de:

- Estas áreas serem suscetíveis à erosão superficial;
- Frequentemente aparecem percolações nos contatos mais sujeitos a percolação.

#### **7.5.2 – Detectando Anomalias**

- Tipos de anomalias mais comuns de serem encontradas;
- Impacto das anomalias na segurança de uma barragem;
- Ações que devem ser tomadas quando identificadas às anomalias.

#### **7.5.3 – Tipos de Anomalias Comumente Encontradas em Barragens**

As barragens estão sujeitas a alguns tipos de anomalias que incluem:

- Percolações;
- Trincas ou fraturas;
- Instabilidade;
- Depressões:
  - Recalques localizados;
  - Afundamentos.
- Má manutenção:
  - Proteção inadequada do talude;
  - Erosão superficial;
  - Árvores e arbustos;
  - Tocas de animais.

#### 7.5.4 – Percolações

A passagem da água pelo maciço e fundação é chamada de percolação.

A percolação torna-se um problema quando o solo do maciço ou da fundação é carregado pelo fluxo de água, ou quando ocorre um aumento de pressão na barragem ou na fundação. A percolação, quando não controlada pela drenagem interna incorporada na barragem e fundação, é geralmente chamada de percolação não controlada.

O contato do maciço com a ombreira é especialmente favorável à percolação, porque o aterro próximo ao maciço às vezes é difícil de ser compactado.

##### **Ações de Inspeção:**

- Locar os pontos de revêncas;
- Medir as vazões e o turbidez;
- Registrar a ocorrência de precipitação recente que possa afetar a medição e turbidez da água;
- Anotar o nível do reservatório no momento da medição da vazão;
- Aumento da vazão com a elevação do reservatório é preocupante.

Pode-se usar corante para confirmar se o reservatório é a fonte da percolação (procedimento não-rotineiro).

##### **Caso haja saída de material:**

- Verificar a granulometria do material carregado;
- Medir a vazão;
- Comunicar em seguida à instância superior para avaliar a ameaça à integridade da barragem e as medidas corretivas a serem tomadas.

Medidores de vazão avermelhados podem indicar que material de aterro e fundação tem sido carregado. Pode tratar-se, no entanto, de material superficial carregado até a estrutura. Esta dúvida deve ser esclarecida.

##### 7.5.4.1 – Trincas

As trincas no maciço se enquadram nas três categorias a seguir:

- Trincas de ressecamento (devido ao ressecamento e contração do solo);
- Trincas transversais;
- Trincas longitudinais.

#### **a) Trincas de Ressecamento**

Crista ou talude de jusante e comumente ocorrem de forma aleatória, sem direção preferencial.

##### **Ações de Inspeção:**

- Fotografar e registrar a locação, direção, profundidade, comprimento e largura;
- Comparar com medições anteriores.

#### **b) Trincas Transversais**

Perigosas, se prosseguem até o nível abaixo da cota de reservação, pois podem criar um caminho de percolação concentrado. Indicam a presença de recalques diferenciais dentro do aterro ou da fundação. Frequentemente ocorrem quando há:

- Material compactado do maciço sobre ombreiras íngremes e irregulares;
- Zonas de materiais compressíveis na fundação.

##### **Ações de Inspeção:**

- Fotografar e registrar a locação, direção, profundidade, comprimento e largura de cada trinca observada;
- Monitorar as mudanças nas trincas;
- Determinar a causa;

#### **c) Trincas Longitudinais**

Ocorrem na direção paralela ao comprimento da barragem. Pode indicar:

- Recalques desiguais entre materiais de diferentes compressibilidades no maciço;
- Recalques excessivos e expansão lateral do maciço;



- Começo de instabilidade do talude;
- Permitem a penetração de água no maciço. Quando a água penetra no maciço, a resistência do material junto à trinca é diminuída. A redução da resistência pode acelerar o processo de ruptura do talude.

**Ações de Inspeção:**

- Fotografar e registrar a localização, profundidade, comprimento e largura de cada trinca observada;
- Monitorar as mudanças nas trincas;
- Determinar a causa.

7.5.4.2 – Instabilidade de Taludes

É referida aos vários deslizamentos, deslocamentos e pode ser agrupada em duas categorias:

- Ruptura superficial;
- Ruptura profunda.

**a) Ruptura Superficial**

**Talude de Montante:** Rebaixamento rápido com deslizamentos superficiais. Não causam ameaça à integridade da barragem, mas podem causar obstrução da Tomada D'água e deslizamentos progressivos mais profundos.

**Talude de Jusante:** Deslizamentos rasos provocam aumento na declividade do talude e podem indicar perda de resistência do maciço, por saturação do talude, por percolação ou pelo fluxo superficial.

**Ações de Inspeção:**

- Fotografar e registrar a localização, profundidade, comprimento e largura de cada trinca observada;
- Medir e registrar a extensão e deslocamento do material movimentado;
- Procurar por trincas nas proximidades, especialmente acima do deslizamento;
- Verificar percolações nas proximidades;
- Monitorar a área para determinar se as condições estão evoluindo.

## **b) Ruptura Profunda**

É séria ameaça à integridade da barragem. É caracterizada por:

- Talude de deslizamento íngreme bem definido;
- Movimento rotacional e horizontal bem definido;
- Trincas em formato de arco.

### **Ações de Inspeção:**

As rupturas profundas, tanto no talude de montante como de jusante, podem ser indicações de sérios problemas estruturais. Na maioria dos casos, irá requerer o rebaixamento ou drenagem do reservatório para prevenir possíveis aberturas do maciço.

### **Se há suspeita de deslizamento, deve-se:**

- Inspeccionar com muito cuidado a área trincada ou escorregada que indique a causa do deslizamento;
- Recomendar uma investigação para determinar a magnitude e a causa do evento, no caso da suspeita ser de ruptura profunda;
- Recomendar o rebaixamento do reservatório.

#### **7.5.4.3 – Depressões**

Podem ser localizadas ou abrangentes.

Podem ser causadas por recalque no maciço ou fundação. Tais recalques podem resultar na redução da borda livre (folga) e representa um potencial para o transbordamento da barragem durante o período das cheias.

A ação das ondas no talude de montante pode remover o material fino do maciço ou a camada de apoio (transição) do rip-rap, descalçando-o e formando uma depressão quando o rip-rap recalca sobre o espaço vazio.

Erosão regressiva ou piping com o subsequente colapso do material sobrejacente.

Algumas áreas da superfície do maciço que pareçam depressões ou afundamentos podem ter sido resultado de finalização inadequada da construção, mas, mesmo assim, a causa deve ser determinada.

As depressões podem ser de dois tipos:

- Os **recalques localizados**, que apresentam inclinações suaves em formato de bacia;
- Os **afundamentos** (sinkholes), que apresentam lados íngremes por colapso (cisalhamento) devido a um vazio no solo subjacente.

#### **Ações de Inspeção:**

**Recalques Localizados:** Embora os recalques, na maioria dos casos, não representem perigo imediato para a barragem, eles podem ser indicadores iniciais de outros sérios problemas. A inspeção deverá:

- Fotografar e registrar a locação, tamanho e profundidade da cada recalque observado;
- Examinar, cuidadosamente, o fundo da depressão localizada para determinar se existe um vazio subjacente ou fluxo de água que poderia indicar a presença de um afundamento.

#### **Afundamentos:**

- Examinar cuidadosamente o fundo da depressão localizada para determinar se existe um grande vazio subjacente;
- Fotografar e registrar a locação, tamanho e profundidade do afundamento observado;
- Investigar a causa do afundamento e determinar se existe ameaça à barragem.

#### 7.5.4.4 – Anomalias Afetadas pela Falta de Manutenção

Manutenção inclui medidas de rotina a serem tomadas para proteger e manter a barragem. As anomalias associadas à manutenção inadequada incluem:

- Proteção inadequada de taludes;
- Erosão superficial;
- Crescimento de vegetação (não apropriado);
- Tocas de animais.

### **a) Proteção Inadequada de Taludes**

A proteção dos taludes é feita para prevenir as erosões dos mesmos.

O talude de montante é protegido com uma camada de transição e um rip-rap e o de jusante é protegido com uma camada de material rochoso selecionado.

A construção inadequada destas proteções pode induzir em regiões falhas que necessitem de correção.

As falhas podem ocorrer por falta de compactação do material do talude e/ou por deficiência da drenagem superficial.

#### **Ações de Inspeção:**

- Verificar se a proteção é adequada o bastante para prevenir erosão;
- Procurar formação de praias, taludes íngremes e degradação da proteção.

#### **Se a proteção for considerada inadequada:**

- Registrar e fotografar a área;
- Determinar a quantidade de material removido;
- Reparar a proteção inadequada.

### **b) Erosão Superficial**

É um dos problemas de manutenção mais comuns de estruturas de aterros. Se não for corrigida a tempo, podem tornar-se problema muito sério.

Erosões profundas:

- Causam trincas e brechas no coroamento;
- Encurtam o caminho de percolação devido à redução da seção transversal da barragem.

### **c) Árvores e Arbustos**

O crescimento de árvores e arbustos, tanto nos taludes de montante e jusante quanto na área imediatamente à jusante da barragem, deve ser prevenido pelas seguintes razões:

- Permite o levantamento e inspeção das estruturas e áreas adjacentes visando observar percolação, trincas, afundamentos, deflexões, mau funcionamento do sistema de drenagem e outros sinais de perigo;
- Permite acesso adequado às atividades de operação normal e de emergência e manutenção;
- Previne danos às estruturas devido ao crescimento das raízes, tais como encurtamento do caminho de percolação, vazios no maciço pela decomposição de raízes ou arrancamento de árvores, expansão de juntas nos muros de concreto, canais ou tubulações, entupimento de tubos perfurados de drenagem;
- Desencoraja as atividades (pela eliminação da fonte de alimentação e habitat) de animais visando prevenir tocas dentro do maciço e possíveis caminhos de percolação.

#### **d) Tocas de Animais**

Podem até levar à ruptura da barragem por erosão interna (piping) quando passagens ou ninhos de animais:

- Fazem a conexão do reservatório com o talude de jusante ou o encurtamento dos caminhos de percolação;
- Penetram no núcleo central da barragem;

Buracos rasos ou confinados num lado do aterro, ou tocas na parte inferior do talude, onde a seção transversal é extensa, são menos perigosos do que buracos em seções mais estreitas.

#### **Ações de Inspeção:**

- Procurar por evidências de percolação provenientes de tocas no talude de jusante ou na fundação;
- Locar e registrar a profundidade estimada das tocas para comparar com as futuras inspeções a fim de verificar se o problema está evoluindo;
- Se representar perigo para a barragem, remover e erradicar as tocas.

## 7.6 – ROTEIRO PARA INSPEÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA

### 7.6.1 – Inspeção e Operação

#### 7.6.1.1 – Comporta

Esta seção estabelece as condições gerais para operação e manutenção da comporta.

O equipamento deverá ser removido para inspeção a cada três anos. Todo e qualquer reparo nos equipamentos será executado em estrita consonância com o projeto original, mantendo-se todas as características dos mesmos.

As estruturas subaquáticas chumbadas no concreto são confeccionadas em aço-carbono, devendo-se apenas, por ocasião das inspeções submersas, efetuar-se uma limpeza para remoção de incrustações sobre a superfície das mesmas, mediante a utilização de espátulas ou escovas de cerdas metálicas.

Os reparos necessários serão realizados de acordo com o tipo e forma do defeito. O pessoal encarregado da manutenção deverá ter experiência e dispor de meios adequados para a realização dos reparos.

Sempre que houver necessidade de troca de peças, estas deverão ter medidas idênticas às originais.

- Procedimento para abertura do stop log estando o conduto vazio:
  1. Fechar a válvula borboleta ou registro de gaveta;
  2. Abrir as válvulas “by pass” da comporta, aguardando-se o carregamento da tubulação;
  3. Após obter-se a equalização de pressões, içar a comporta até a posição de “descanso”.
- Procedimento para abertura do stop log estando o conduto em carga, porém sem fluxo:
  1. Certificar-se de que a válvula borboleta ou registro de gaveta estejam totalmente fechados para interrupção do fluxo;
  2. Içar a comporta até a posição de “descanso”.

Obs: A comporta não deverá ser operada enquanto houver fluxo na tubulação.

- Procedimento de Pintura:
  1. Verificar o estado geral da pintura da comporta e seus acessórios de acionamento a remoção da mesma;
  2. Sempre que houver deterioração da pintura, será necessário remover a comporta e seus acessórios, para se efetuar a recuperação da mesma, através de lixamento ou escovamento da superfície do aço até a retirada total da ferrugem. Posteriormente, aplica-se a camada de pintura especificada para aquele equipamento (ver especificações técnicas);
  3. Para recomposição da pintura dos elementos estruturais da comporta, utilizar sempre tinta à base de alcatrão de hulha (Norma AWWA C-210 ou Petrobrás N-1761).
- Procedimento de Vedação:
  1. O sistema de vedação deve ser rigorosamente inspecionado a cada manutenção periódica;
  2. Caso apresente danos, rupturas, defeitos ou vazamento excessivo, o conjunto de vedação deverá ser substituído por outro com as mesmas características e dimensões.

#### 7.6.1.2 – Grade de Proteção

A grade instalada à montante tem a finalidade de evitar a entrada de detritos maiores que as dimensões da malha dentro do conduto forçado. A cada três anos, é necessária a verificação e/ou limpeza submersa da área próxima ao equipamento. Para facilitar a limpeza da área adjacente à grade, as mesmas são removíveis.

#### 7.6.1.3 – Tubulação e Conexões em Aço Carbono

A tubulação é construída em aço carbono estrutural, conforme as determinações de projeto. O aço carbono apresenta geralmente menor custo de fabricação e maior flexibilidade de adaptações para alterações de medidas para facilitar a montagem no campo. Entretanto, devido as suas características técnicas, exige maior cuidado no tratamento anticorrosivo, pois se torna mais sensível ao surgimento de um processo de oxidação.

De acordo com o tipo de instalação (aérea, abrigada ou enterrada), os tubos e conexões em aço carbono devem receber revestimento adequado conforme o tipo de instalação. Os sistemas epoxídicos são mais eficientes, proporcionando longa vida útil

para as peças submetidas à proteção. A superfície externa de peças aéreas deverá ser revestida com primer epoxy pigmentado com óxido de ferro, com posterior acabamento em alumínio fenólico Norma Petrobrás N-1259. A área interna dos tubos e conexões deverá ser revestida com coal tar epoxy Norma AWWA C-210, com película seca mínima de 400 µm.

## 7.6.2 – Manutenção

### 7.6.2.1 – Medidas de Segurança

Os serviços de pintura normalmente envolvem várias classes de riscos, tanto pelo manuseio de produtos tóxicos e inflamáveis, como pelos tipos de materiais ou equipamentos utilizados na preparação de superfícies e na aplicação da tinta. Desta forma, o fator de segurança deverá ser analisado pelos usuários do material.

Principais causas de riscos:

- Inflamabilidade e toxidez das tintas;
- Manuseio de equipamentos acionados por ar comprimido;
- Equipamento de acionamento mecânico;
- Confinamento;
- Execução do serviço em locais onde haja probabilidade de queda (escadas e andaimes).

De uma forma genérica, a maioria das tintas industriais são inflamáveis devido a incorporação de solventes e redutores que liberam vapores inflamáveis durante a aplicação das mesmas, o que pode ocasionar incêndio e explosão.

As fontes principais de ignição são chamas, labaredas e faíscas, provenientes de equipamentos de solda, cortem ou centelhas causadas pela interrupção de circuitos elétricos.

Riscos relacionados à saúde tais como:

- Toxidez por operações de soldagem e corte por chamas;
- Envenenamento direto através de absorção gastrointestinal;
- Sufocação e sensação de asfixia após a inalação de vapores de solventes;

- Irritação da pele e lesão resultante da absorção de solventes, através da pele, com sintomas de irritação da via respiratória, dor de cabeça, fadiga, tremores, tontura, inapetência etc.

Medidas preventivas que deverão ser tomadas durante as operações de pintura:

- Sempre utilizar um equipamento adequado para proteção individual;
- Indicar proibição para fumar e originar chamas;
- Em locais confinados, deve-se ter suprimento de ar suficiente para ventilação;
- Os operadores deverão utilizar máscaras em recintos fechados;
- Os resíduos de tintas sobre braços e mãos deverão ser removidos, seja por meio de um pano embebido em solvente ou, preferencialmente, com líquidos especiais de limpeza;
- Lavar as mãos antes das refeições e tratar imediatamente os ferimentos para evitar o aparecimento de infecções;
- Evitar inalação de poeiras ou névoas de tinta;
- Não utilizar equipamentos elétricos que produzem centelhas e faíscas como ferramentas abrasivas, martelletes desencrustadores, compressores, bombas e luzes elétricas;
- Não efetuar trabalho de soldagem durante o serviço de pintura ou quando as camadas de tintas ainda estiverem úmidas.

#### 7.6.2.2 – Soldagem

Os aços carbonos têm a vantagem de apresentar grande soldabilidade, contrariamente ao ferro fundido. Em caso de necessidade de execução de serviços de soldagem no campo em peças de aço carbono, recomenda-se a utilização de eletrodos revestidos com classificação AWS E6010, destinados ao uso geral em soldagens de grande responsabilidade. A escolha do eletrodo será função do tipo e posição de soldagem que será executada.

Todas as raízes das soldas deverão ser inspecionadas com líquido penetrante. As soldas deverão se apresentar uniformes, isentas de escórias e descontinuidades. Os respingos deverão ser totalmente eliminados.

### 7.6.2.3 – Preparo de Superfície

Entre as várias normas oficiais existentes para limpeza do aço para posterior aplicação de pintura, destacamos o padrão SWEDISH STANDARDS INSTITUTIONS, o qual se refere aos padrões de preparação para a superfície do aço. Este padrão tem servido de modelo e tem sido adotado diretamente como padrão nacional em outros países. Seus graus de limpeza Sa3, Sa 2<sup>1/2</sup>, etc., são praticamente reconhecidos universalmente e são referidos através deste manual em recomendações para limpeza do aço. O padrão sueco, como é usualmente chamado, foi o primeiro a empregar representações ilustradas dos graus de limpeza especificados. Outros padrões equivalentes, como o SSPC-SP (Steel Structure Painting Council - Especificações de Preparação de Superfície - USA) e BS British Standards Institution (Acabamento da Superfície do Aço Jateado Para Pintura - BS 4232) são descritivos e concernentes com o equipamento, materiais e procedimento para obtenção do acabamento especificado. Ambos se referem ao padrão sueco como um padrão visual para o resultado definitivo. Um importante e único aspecto do padrão sueco é que ele leva em conta o estado da superfície do aço antes da limpeza e gradua o resultado de acordo com o grau de intemperismo abaixo indicado:

- A) superfície de aço inteiramente coberta com escamas de laminação aderentes e com um pouco de qualquer tipo de ferrugem.
  - O Grau A é normalmente a condição da superfície de aço um pouco depois de rodar.
- B) superfície de aço que começou a enferrujar e da qual as escamas de laminação começam a lascar-se.
  - O Grau B é normalmente o estado da superfície do aço após ter sido exposta em ambiente externo, sem proteção, a uma atmosfera razoavelmente corrosiva por dois ou três meses.
- C) superfície de aço onde a escama de laminação já eliminou a ferrugem ou da qual pode ser raspada, mas com pouca formação visível a olho nu.
  - O Grau C é normalmente o estado da superfície do aço após ter sido exposta em ambiente externo, sem proteção, a uma atmosfera razoavelmente corrosiva durante um ano.
- D) superfície de aço onde a escama de laminação já eliminou a ferrugem e onde a formação é visível a olho nu.

- O Grau D é normalmente o estado da superfície do aço após ter sido exposta em ambiente externo, sem proteção, a uma atmosfera razoavelmente corrosiva durante três anos.

Somente as reproduções fotográficas publicadas no Swedish Standard Institution são oficialmente válidas.

Ambos os padrões, norte americanos e suecos, contém especificações para outros procedimentos além da limpeza por jateamento. O British Standard, por outro lado, reconhece somente o jateamento abrasivo como preparação de superfície adequada para pintura sobre o aço.

O desempenho de um sistema de pintura em superfícies metálicas é função direta da escolha adequada do tipo de tinta aplicada e correto preparo da superfície. Os métodos de tratamento de superfície mais adequados são:

#### **a) Tratamento por ferramentas manuais**

Consiste na utilização manual de escovas, lixas, raspadores, picadores ou outras ferramentas manuais de impacto e ainda, a combinação das mesmas. Neste processo, é exigida a remoção de carepa, ferrugem, pintura antiga em desagregação e incrustações diversas generalizada. Entretanto, não se consegue remover toda a ferrugem, carepa e pintura utilizando-se tal método de tratamento.

Etapas do tratamento:

- Remoção de depósitos de graxa, óleo e gorduras por meio de solventes ou desengraxantes;
- Remoção de ferrugem e pintura não aderente, utilizando-se escovas de aço, lixas e raspadores;
- Remoção de ferrugem por martelletes, picadores e ferramentas de impacto.

No caso de preparo de superfície sobre pintura envelhecida, será necessário remover-se toda a película solta não aderente. As arestas de camada de pintura antiga devem ser desbastadas de modo que a superfície se apresente lisa para receber a nova camada de tinta. A pintura antiga deixada sobre a superfície metálica deverá se encontrar com aderência suficiente de tal forma que não permita a remoção de uma camada da mesma, com a introdução de uma espátula cega.

### **b) Tratamento por ferramentas mecânicas**

Consiste na preparação de superfícies metálicas com utilização de escovas do tipo "radial" ou "copo" acionadas mecanicamente, com medidas adequadas de forma tal que permitam a penetração em cantos, juntas, ângulos e cantos diversos.

Etapas do tratamento:

- Limpeza da superfície que apresenta depósitos de graxa, óleo e gorduras, por meio de solventes ou desengraxantes;
- Remoção de ferrugem e pintura não aderente, utilizando-se escovas de aço, lixas e raspadores;
- Remoção de ferrugem por meio de ferramentas mecânicas de impacto movidas mecanicamente, tipo marteletes, picadores, descascadores etc.
- Esmerilhamento com o emprego de rebolos abrasivos ou lixas acionadas mecanicamente.
- Recomendações a seguir durante a operação:
  - Os fios de aço das escovas devem ser rígidos o suficiente para que possam limpar toda a superfície em reparo;
  - As escovas devem ser mantidas livres de excesso de resíduos e devem ser substituídas por outras, tão logo se tornem deficientes;
  - A superfície obtida após o preparo deve ser limpa, porém não polida, sob pena de prejudicar a aderência da pintura a ser aplicada;
  - Os gumes das ferramentas de impacto devem ser mantidos em boas condições de afiação;
  - Toda escória proveniente de processo de soldagem deverá ser removida.

### **c) Tratamento por jateamento abrasivo**

Consiste no preparo de superfície onde se emprega um produto abrasivo impulsionado contra a superfície a qual necessita de revestimento. O tratamento abrasivo mais usual é aquele que utiliza sistema de jateamento com utilização de granalha de aço, escória de cobre ou microesfera de vidro.

Etapas do tratamento:

- Limpeza da superfície que apresenta depósitos de graxa, óleo e gorduras, por meio de solventes ou desengraxantes;

- Remoção de ferrugem em excesso, utilizando-se escovas de aço, lixas e raspadores;
- Remoção de carepa de laminação e ferrugem de acordo com o grau de preparação especificado para o sistema de pintura.
- Recomendações para operação:
- A granulometria do abrasivo deverá se apresentar de forma tal que confira a superfície um perfil de rugosidade adequado ao esquema de pintura;
- Após o jateamento, a superfície deve ser limpa por meio de escova ou jato de ar seco, de forma a remover grãos remanescentes do processo.

#### **d) Tratamento de superfície no campo**

Os serviços de manutenção efetuados no campo geralmente podem ser executados por ferramentas manuais devido à facilidade de acesso aos locais e baixo custo, apresentando resultados satisfatórios. Tais serviços, entretanto, deverão obedecer a padronizações normatizadas, baseando-se no grau de corrosão existente. Estes serviços devem obedecer aos dispositivos da Norma Sueca SIS 05.5900-1967, com padrão de acabamento tipo St2. Em alguns casos, onde haja facilidade para acesso a equipamentos, podemos executar o serviço mediante a utilização de jateamento abrasivo tipo "ao metal quase branco", definido pela Norma Sueca SIS 05.5900-1967, com padrão visual de acabamento tipo Sa 2 1/2. Para execução de tais serviços, pode-se projetar como abrasivo, contra a superfície do metal, granalha de aço, microesfera de vidro ou escória de cobre. A utilização de areia "à seco" atualmente é proibida por lei, porém pode-se adotar o jateamento úmido, operação esta que exigirá a adoção de equipamentos específicos.

#### **7.6.2.4 – Registro de Gaveta**

O registro de gaveta é confeccionado predominantemente em ferro fundido.

A cada três meses deve-se lubrificar a haste com graxa, evitando-se incrustações ao longo da rosca trapezoidal. O volante de manobras deverá ser operado de forma tal que se obtenha um ciclo completo de abertura e fechamento do obturador.

Caso seja verificada a desagregação ou deterioração da pintura externa, torna-se necessário aplicar uma nova pintura. O preparo de superfície poderá ser efetuado através de lixamento manual, para remoção da tinta remanescente em desagregação. Após o lixamento aplica-se uma camada de tinta primária em base epoxy pigmentado com óxido de ferro, sobre toda a superfície tratada. O acabamento poderá se executado conforme padrão adotado pelo fabricante. Como alternativa ao revestimento, pode-se aplicar pintura betuminosa.

Eliminação de vazamentos pelo eixo poderá ser obtida mediante a substituição da gaxeta ou mesmo a efetivação de reaperto na mesma.

As incrustações e pequenos pontos de corrosão existentes poderão ser eliminados por meio de lixamento manual executado sobre as regiões afetadas. A recomposição da pintura interna deverá ser efetuada mediante a aplicação de duas demãos de pintura em base epoxy alcatrão, conforme especificações contidas na Norma AWWA C-210. Reparos mais profundos poderão exigir a remoção do equipamento, bastando-se para isso, desapertar os parafusos existentes na junção flangeada. Parafusos e porcas oxidados deverão ser substituídos. A recuperação completa do registro de gaveta não deverá ser executada no campo, visto que haverá serviços que deverão ser efetuados por empresa especializada dotada de ferramental próprio. Os reparos efetuados no campo serão limitados apenas à recomposição de pintura, substituição de parafusos, gaxetas e juntas.

#### 7.6.2.5 – Válvula Borboleta

A Válvula Borboleta é manufaturada predominantemente em ferro fundido. O volante de manobras deverá ser operado a cada três meses de forma tal que se obtenha um ciclo completo de abertura e fechamento do obturador.

Pintura externa em desagregação ou deterioração deverá ser recuperada. O preparo de superfície poderá ser efetuado através de lixamento manual, para remoção da tinta remanescente em desagregação. Após o lixamento aplica-se uma camada de tinta primária em base epoxy pigmentado com óxido de ferro, sobre toda a superfície tratada. O acabamento poderá ser executado conforme padrão adotado pelo fabricante.

Eliminação de vazamentos pelo eixo poderá ser obtida mediante a substituição dos elementos de vedação.

A cada cinco anos deve-se fazer inspeção na superfície interna do equipamento, para verificação da existência de formação de processo corrosivo e crostas. Para realização de tal operação será necessário efetuar-se o bloqueio do registro de gaveta o qual interromperá o escoamento em direção à válvula borboleta.

As incrustações e pequenos pontos de corrosão localizados poderão ser eliminados por meio de lixamento manual efetuado sobre as regiões afetadas. A recomposição da pintura interna deverá ser efetuada mediante a aplicação de duas demãos de pintura em base epoxy alcatrão, conforme especificações disponíveis na Norma AWWA C-210.

A necessidade de execução de reparos mais profundos poderá demandar a remoção do equipamento, sendo necessário para isso, efetuar-se o desaperto dos

parafusos existentes na junção flangeada. Parafusos e porcas oxidados deverão ser substituídos. A recuperação completa da válvula borboleta não deverá ser executada no campo, pois, sendo um equipamento dotado de várias peças móveis, os serviços deverão ser efetuados por empresa especializada dotada de ferramental apropriado. Os reparos executados no campo serão limitados somente à recomposição de pintura, substituição de parafusos e juntas.

## 7.7 – RELATÓRIO SOBRE A INSPEÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Como decorrência da visita de inspeção, realizada conforme programação proposta no Manual de Operação e Manutenção, será elaborado um relatório técnico descrevendo a situação da obra, particularizando os elementos inspecionados que serão mostrados a partir de rico documento fotográfico. As observações verificadas no campo serão comparadas com os informes enviados pelo Agente Zelador da barragem, através dos boletins informativos preparados pelo setor técnico da Gerência de Operação e Manutenção do O SISTEMA SOHIDRA/COGERH. O resultado da análise dos informes e das observações deverão ser exaustivamente comentados, procurando avaliar o verdadeiro estado da barragem e seus componentes.

As irregularidades constatadas deverão ser suficientemente frisadas de modo que as medidas corretivas indicadas no Relatório Técnico sejam imediatamente providenciadas, a fim de que a visita de inspeção seguinte possibilite à Comissão Técnica fazer seu devido registro.

Os Relatórios Técnicos das visitas deverão ser devidamente informatizados de modo que se constituam elemento de importância no acompanhamento do desempenho da barragem e todas as suas finalidades.

As informações a serem coletadas e lançadas nos boletins informativos de campo, pela equipe de inspeção, (modelo do Manual de Inspeção no Anexo 1), devem conter, dentre outros os seguintes dados:

- a) Data e hora das observações;
- b) Cota de nível d'água na barragem;
- c) Descarga do Vertedouro;
- d) Mudanças eventuais na descarga da galeria da tomada d'água;
- e) Medição das vazões de percolação;
- f) Análise visual da turbidez da água;

- g) Inspeção dos taludes e coroamento da barragem;
- h) Inspeção do Vertedouro.
- i) Inspeção da Tomada D'água

## **8 – ORÇAMENTO DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

## 8 – ORÇAMENTO DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Este capítulo tem como finalidade a apresentação do valor da tarifa de água da Barragem JENIPAPEIRO. O custo da tarifa média foi calculado considerando que o investimento mais o custo com operação e manutenção e mais o custo com energia serão pagos em 20 anos com taxa de juros de 12%a.a. e taxa de remuneração do capital de 6%a.a.

O custo de operação e manutenção foi obtido a partir das seguintes suposições.

A equipe formada por:

- 01 agente zelador (tempo integral);
- 02 operários (tempo parcial);
- 02 engenheiros (tempo parcial);
- 01 consultor (tempo parcial).

O tempo de permanência anual desta equipe é demonstrada abaixo:

- 01 agente zelador – 01 x 2112 horas/ano x 6,19 R\$/horas = 13.073,28 R\$/ano;
- 02 operários – 02 x 4224 horas/ano x 3,09 R\$/horas = 13.052,16 R\$/ano;
- 02 engenheiros – 02 x 2880 horas/ano x 37,50 R\$/hora = 108.000 R\$/ano;
- 01 motorista – 01 x 2112 horas/ano x 3,09 R\$/horas = 6.526,08 R\$/ano;
- Veículo – 01 x 4000 km/mês x 2,00 R\$/10km = 9.600 R\$/ano;
- Hospedagem – 48 diárias/ano x 100,00 R\$/diária = 4.800,00 R\$/ano;
- Equipamentos – 300 horas/ano x 100 R\$/hora = 30.000,00 R\$/ano;
- 01 consultor – 120 horas/ano x 300 R\$/hora = 36.000 R\$/ano.
- Subtotal = 221.051,52 R\$/ano
- Despesa diversa 10% - 22.105,15 R\$/ano
- Total  $\cong$  243.156,67 R\$/ano

### **Cálculo da Tarifa Média**

O custo da tarifa foi obtido pela expressão:

$$TM = \frac{CS}{Vd}$$

Sendo:

**TM** = Tarifa média

**CS** = Custo dos investimentos + custo de operação e manutenção + custo com energia

**Vd** = Volume demandado em m<sup>3</sup> (43.400.000,00 m<sup>3</sup>)

O custo **CS** foi de R\$ 63.637.844,00 (sessenta e três milhões, seiscentos e trinta e sete mil e oitocentos e quarenta e quatro reais), obtido conforme planilha mostrada a seguir:

Desta forma o custo da tarifa ficou em:

$$TM = \frac{63.639.324,95}{43.400,00} = 1,47 R\$ / m^3$$

A planilha de cálculo dos custos de investimento + operação + manutenção + custo com energia é mostrada abaixo:

<b>Cálculo do Valor Presente dos Custos Investimento Operação e Manutenção</b>					
<b>Ano</b>	<b>Investimento Inicial</b>	<b>Operação + Manutenção</b>	<b>Custo com Energia</b>	<b>Total</b>	<b>Valor Presente</b>
	<b>(R\$)</b>		<b>(R\$)</b>		<b>(R\$)</b>
0	62.337.768,93	-	-	62.337.768,93	62.337.768,93
1		243.156,67	-	243.156,67	206.064,98
2		243.156,67	-	243.156,67	174.631,34
3		243.156,67	-	243.156,67	147.992,66
4		243.156,67	-	243.156,67	125.417,51
5		243.156,67	-	243.156,67	106.286,02
6		243.156,67	-	243.156,67	90.072,90
7		243.156,67	-	243.156,67	76.332,97
8		243.156,67	-	243.156,67	64.688,95
9		243.156,67	-	243.156,67	54.821,15
10		243.156,67	-	243.156,67	46.458,60
11		243.156,67	-	243.156,67	39.371,69
12		243.156,67	-	243.156,67	33.365,84
13		243.156,67	-	243.156,67	28.276,14
14		243.156,67	-	243.156,67	23.962,83
15		243.156,67	-	243.156,67	20.307,48
16		243.156,67	-	243.156,67	17.209,73
17		243.156,67	-	243.156,67	14.584,52
18		243.156,67	-	243.156,67	12.359,76
19		243.156,67	-	243.156,67	10.474,37
20		243.156,67	-	243.156,67	8.876,59
<b>Total=</b>					<b>63.639.324,95</b>





## FICHA PARA INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA

DADOS GERAIS – CONDIÇÃO ATUAL:	
1 – Barragem:	
2 – Coordenadas: E: _____ / N: _____	
3 – Município/Estado: _____ / _____	
4 – Visitado por: _____	Ass.: _____
5 – Cargo: _____	Instituição: _____
6 – Data da vistoria: ____ / ____ / ____	Vistoria N°: _____
7 – Cota atual do nível da água: _____ m	
8 – Bacia:	
9 – Proprietário/Administração Regional: _____	/ _____

**Legenda:**

SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NÍVEL DE PERIGO: (NP)
NA - Este item Não é Aplicável	I - <u>I</u> nsignificante	0 - Nenhum
NE - Anomalia Não Existente	P - <u>P</u> equena	1 - Atenção
PV - Anomalia Constatada pela Primeira Vez	M - <u>M</u> édia	2 - Alerta
DS - Anomalia Desapareceu	G - <u>G</u> rande	3 - Emergência
DI - Anomalia Diminuiu		
PC - Anomalia Permaneceu Constante		
AU - Anomalia Aumentou		
NI - Este item Não foi Inspeccionado (justificar)		

**MAGNITUDE:**

- I – Insignificante: Anomalia que pode simplesmente ser mantida sob observação pela Administração Local.
- P – Pequena: Quando a anomalia pode ser resolvida pela própria Administração Local.
- M – Média: Anomalia que só pode ser resolvida pela Administração Local com apoio da Administração Regional.
- G – Grande: Anomalia que só pode ser resolvida pela Administração Regional com apoio da Administração Central.



**NÍVEL DE PERIGO:**

- 0 – Nenhum: não compromete a segurança da barragem, mas pode ser entendida como descaso e má conservação.
- 1 – Atenção: Não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo.
- 2 – Alerta: Risco a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para eliminação do problema.
- 3 – Emergência: Risco de ruptura iminente, situação fora de controle.

**ATENÇÃO:**

1) A magnitude e o nível de perigo somente serão preenchidos quando a situação do item for PV, DI, PC e AU. Nas situações NA, NE, DS e NI não faz sentido o preenchimento da magnitude e do nível de perigo.

2) Tratando-se da primeira inspeção de uma barragem, as situações escolhidas devem ser NA, NE, PV e NI. Quando o técnico basear-se em conhecimento próprio ou de terceiros para informar as situações DI, DS, PC ou AU, deve haver esclarecimento por meio do preenchimento do espaço reservado para comentários e como este conhecimento foi obtido.