

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE
PROJETO DE GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS
HÍDRICOS PROGERIRH II**

**SUPERVISÃO E ACOMPANHAMENTO DAS OBRAS, PROGRAMA
DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E
RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E
PALEONTOLÓGICO DA BARRAGEM JATOBÁ E DA ADUTORA
DE IPUEIRAS, NO MUNICÍPIO DE IPUEIRAS,
NO ESTADO DO CEARÁ**

**RELATÓRIO “AS BUILT” PARCIAL
BARRAGEM JATOBÁ E AGROVILA**

**VOLUME 7 - PLANO DE OPERAÇÃO
E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM**

**Supervisão e
Acompanhamento
das Obras
BARRAGEM JATOBÁ E
ADUTORA DE IPUEIRAS**



KL ENGENHARIA
Fortaleza/CE
Setembro/2012

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 JATOBÁ, NO MUNICÍPIO DE IPUEIRAS-CEARÁ

**RELATÓRIO DE “AS BUILT” PARCIAL
BARRAGEM JATOBÁ E AGROVILA**

VOLUME 7

PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM

FORTALEZA
SETEMBRO/2012

INDICE

APRESENTAÇÃO	6
1 - INTRODUÇÃO	9
2 – LOCALIZAÇÃO,ACESSOS E FINALIDADES.....	12
3 – CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO DA BARRAGEM JATOBÁ.....	15
3.1 – CONCEPÇÃO DA BARRAGEM	15
3.1.1 – Ficha Técnica da Barragem	19
3.2 – CONCEPÇÃO DA AGROVILA	22
3.2.1 – Ficha Técnica da Agrovila	22
4 – CUIDADOS ESPECIAIS A SEREM OBSERVADOS NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM JATOBÁ.....	25
4.1 – MACIÇO DA BARRAGEM.....	25
4.2 – VERTEDOURO	25
4.3 – TOMADA D'ÁGUA.....	25
5 – OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DA BARRAGEM JATOBÁ.....	27
6 – TREINAMENTO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO	30
7 – SISTEMÁTICA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	32
8 – INSPEÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM	35
8.1 – INTRODUÇÃO	35
8.2 – OBJETIVO.....	35
8.3 – AVALIAÇÕES DO PROJETO, CONSTRUÇÃO E DESEMPENHO	35
8.4 – IDENTIFICAÇÃO E REGISTROS DOS PROBLEMAS E FRAGILIDADES	36
8.5 – ROTEIRO PARA INSPEÇÃO DA BARRAGEM.....	36

8.5.1 – Considerações Gerais	36
8.5.2 – Detectando Anomalias	37
8.5.2.1 – Tipos de Anomalias Comumente Encontradas em Barragens	37
8.6 – ROTEIRO PARA INSPEÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA	45
8.6.1 – Inspeção e Operação	45
8.6.1.1 – Comporta.....	45
8.6.1.2 – Grade de Proteção	46
8.6.1.3 – Tubulação e Conexões em Aço Carbono	47
8.6.2 – Manutenção	47
8.6.2.1 – Medidas de Segurança:.....	47
8.6.2.2 – Soldagem	49
8.6.2.3 – Preparo de Superfície.....	49
8.6.2.4 – Registro de Gaveta.....	53
8.6.2.5 – Válvula Borboleta.....	54
8.7 – ROTEIRO PARA MONITORAMENTO DO COMPORTAMENTO DA BARRAGEM	55
8.7.1 – Avaliação Do Índice Global De Risco	55
8.7.2 – Grandezas a observar e dispositivos de monitoramento	56
8.7.3 – Generalidades	56
8.7.3 – Dispositivos de Monitoramento	59
8.7.3.1 – Marcos Topográficos Superficiais.....	59
8.7.3.2 – Medidores de Descarga.....	60
8.7.3.3 – Piezômetros Hidráulicos Tipo Casagrande.....	63

8.7.3.4 – Escala Limnimétrica.....	65
8.8 – RELATÓRIO SOBRE A INSPEÇÃO DO EMPREENDIMENTO	66
9 – ORÇAMENTO DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	69

ANEXOS

ANEXO 1 – MANUAL DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA

1 - INTRODUÇÃO

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

ÍNDICE 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 31 DE Agosto de 2012, as metodologias executivas adotadas ao longo da obra, os resultados obtidos e a síntese financeira dos Contratos.

VOLUME 2 – CONTROLE FÍSICO E FINANCEIRO

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

SÍNTESE FINANCEIRA DOS CONTRATOS – É apresentada à situação financeira de todos os segmentos da obra até Agosto/2012, 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 apresentado 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 5.1 – Barragem;

Anexo 5.2 – Agrovila.

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, Documentos emitidos pela Construtora e Supervisora, Relatórios de Consultores, além de 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: 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 Perfil Creager, lajes e muros laterais.

AGROVILA: Estão apresentados os desenhos das Unidades Habituais, Sede da Isca, Posto de Saúde, Grupo Escolar e Urbanização.

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 31 de Agosto/2012.

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.

1 - INTRODUÇÃO

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

ÍNDICE 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 31 DE Agosto de 2012, as metodologias executivas adotadas ao longo da obra, os resultados obtidos e a síntese financeira dos Contratos.

VOLUME 2 – CONTROLE FÍSICO E FINANCEIRO

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

SÍNTESE FINANCEIRA DOS CONTRATOS – É apresentada à situação financeira de todos os segmentos da obra até Agosto/2012, 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 apresentado 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, Documentos emitidos pela Construtora e Supervisora, Relatórios de Consultores, além de 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: 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 Perfil Creager, lajes e muros laterais.

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 31 de Agosto/2012.

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, ACESSOS E FINALIDADES

2 – LOCALIZAÇÃO, ACESSOS E FINALIDADES

O sítio do barramento localiza-se no Riacho Jatobá, no município de Ipueiras.

O acesso ao local da obra é feito a partir de Fortaleza pela BR-222 até chegar a cidade de Tianguá, percorrendo 318,8 km. Em Tianguá, pega-se a rodovia estadual CE-187 até a cidade de Ipu, passando pelas cidades de Ubajara, Ibiapina, São Benedito e Guaraciaba do Norte, percorrendo 87 km. Da cidade de Ipu até a cidade de Ipueiras percorre-se 24,0 km pela rodovia estadual CE-187 (trecho coincidente com a rodovia federal BR-403).

Um segundo acesso a obra seria pegando a BR-020 até a cidade de Canindé, percorrendo 120,2 km. Em Canindé, pega-se a rodovia estadual CE-257, até o entroncamento da CE-257 com a CE-187, passando pelo distrito de Salitre e cidades de Santa Quitéria e Hidrolândia, percorrendo uma distância total de 174 km. No entroncamento CE-257 com a CE-187, percorrendo 7 km para a direita chega-se a Ipu, ou percorrendo 17 km para a esquerda chega-se a Ipueiras.

Para chegar ao eixo selecionado (Eixo IV-A), parte-se da cidade de Ipueiras por uma estrada vicinal carroçável a qual dá acesso a Ararendá. O eixo em estudo fica a 5,0 km da sede do município de Ipueiras, na Fazenda Cupira.

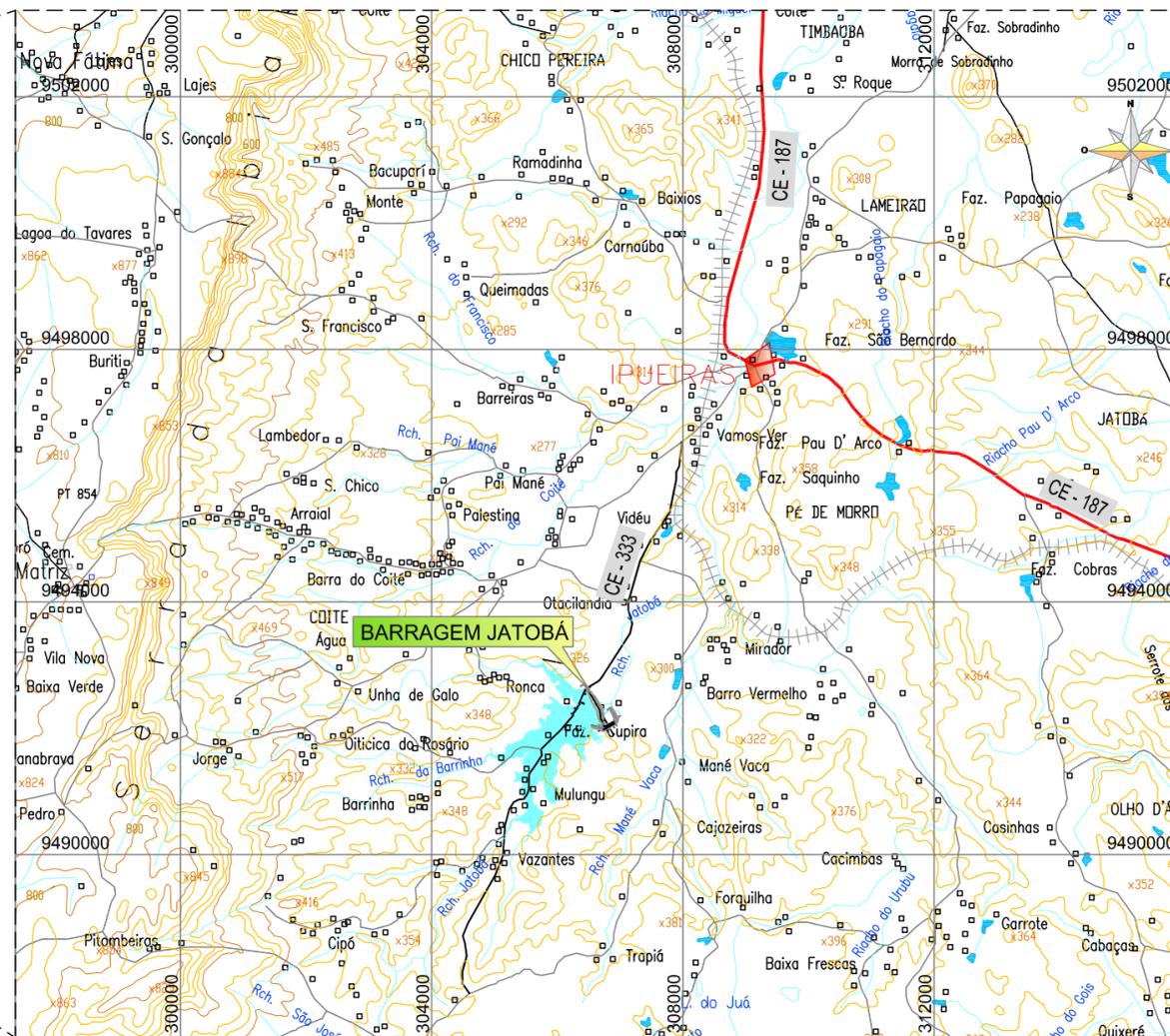
A Barragem Jatobá servirá para múltiplos usos, com destaque para o suprimento hídrico da sede do município de Ipueiras, beneficiando um contingente populacional de 25.801 habitantes no horizonte do projeto; a perenização do vale do riacho Jatobá a jusante do barramento e o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado.

De forma complementar destacam-se o abastecimento da população ribeirinha de jusante e a dessedentação animal, bem como o desenvolvimento da recreação e lazer no reservatório, como fontes de benefícios adicionais para a região.

Na **Figura 1.1** a seguir é apresentado o mapa de localização e acesso.



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 | |
| Ferrovia 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.
CRESCER 4' ANUALMENTE.

	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ 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 PALEOTOLÓGICO DA BARRAGEM JATOBÁ, NO MUNICÍPIO DE IPUERAS - CEARÁ		
	ASSUNTO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO		
	GEOL. SÉRGIO BOTELHO PONTE	ENG. CREA	ARQUIVO: 01-JAT-SO-GER-MS-AGO_2012
	CREA: 10.113/D-CE	GERENTE: SÉRGIO BOTELHO	DATA: AGOSTO/2012
	DESENHISTA:	RESPONSÁVEL: SÉRGIO BOTELHO	ESCALA: INDICADA

3 – CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO DA BARRAGEM JATOBÁ

3 – CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO DA BARRAGEM JATOBÁ

A concepção da barragem Jatobá foi concebida após a contemplação das características dos materiais disponíveis, da topografia do boqueirão e da disponibilidade hídrica. O boqueirão é bem aberto com camada aluvionar relativamente espessa, mas, o maciço está assentado sobre solos finos (SM/SC). A Barragem foi construída com materiais das jazidas 1 e 3 de projeto, a pedra também de projeto e areais localizados no rio Jatobá.

3.1 – CONCEPÇÃO DA BARRAGEM

A barragem tem coroamento na cota 269,50m e soleira na cota 266,00m, reservando nesta cota 6,20hm³.

A barragem tem 6,0m de largura do coroamento com caimento de 2% para montante. A camada final com 30 cm de espessura foi executada com produto das escavações obrigatórias do Vertedouro. Nos limites dos bordos serão colocados meios-fios com abertura para montante.

A barragem foi concebida com seção de terra utilizando materiais das escavações das jazidas, com taludes de montante e jusante com inclinação de 1:2 (V:H). A seção máxima ficou localizada na estaca 42+9,00m. A altura máxima já levando em conta a escavação obrigatória é de 20,69m.

No talude de jusante foi construída uma berma na cota 259,50 m com 2,0 m de largura.

O talude de montante foi protegido da ação da energia da onda do reservatório com a construção de um rip-rap. O rip-rap foi formado por uma camada de blocos de rocha sã que está assente sobre uma camada de transição. O rip-rap tem 0,70 m de espessura e a transição tem 0,20m de espessura. A camada de transição é formada por produto de britagem.

O talude de jusante foi protegido com uma camada de material granular com 30 cm de espessura que foi obtido do produto de britagem.

O sistema de drenagem interna da barragem é formado pelo filtro Vertical de Areia, pelo Tapete Horizontal de Areia e Dreno de Pé (Rock-Fill).

O filtro vertical de areia e o tapete horizontal possuem 1,0m de espessura, e foram executados com areia do Rio Jatobá. O topo do filtro vertical ficou com nível da cheia decamilenar, ou seja, cota 268,40 m.

O tapete horizontal foi construído entre as estacas 20 e 52 numa extensão de 640,00m. As estacas 20, 21 e 52 o tapete é parcial não se estendendo até o pé de jusante. Das estacas 22 a 27 e 49 a 51 o tapete se estende até um Dreno de Pé, constituído de camadas de filtro e drenos, formados por areia e brita respectivamente, encerrando em um maciço formado com enrocamento de pedra de mão. Das estacas 28 e 48, o tapete se estende até o rock-fill.

O rock-fill foi executado entre as estacas 28 a 48. Nas interfaces com a fundação e o maciço da barragem, é dotado de camadas de filtro e dreno, que são formados com areia de rio e uma brita produzida que é denominada de brita Zona 4. No miolo do maciço ele é formado por enrocamento de pedra de mão.

O rock-fill do pé de jusante é um enrocamento com forma trapezoidal formado por uma berma externa ao talude de jusante com 2,0m de largura e taludes 1:2 (V:H). O enrocamento tem altura variável e a cota da berma é fornecida nos desenhos das seções do eixo barrável.

A barragem foi dotada de uma tomada d'água formada de uma galeria tubular de $\phi=300$ mm que foi construída na estaca 49+0,00 com a cota do eixo do tubo ficando na cota 257,00m.

a) Vertedouro

O Vertedouro da Barragem Jatobá foi reprojetoado conforme solicitação do Painel de Segurança de Barragens, após a ampliação da campanha de sondagens em seção transversal ao eixo, na altura da Estaca 54+10,00.

Nova concepção consiste de um vertedouro em canal lateral vertendo por um perfil Creager com soleira na cota 266,00 m.

Por definição, canal lateral constitui um tipo de vertedouro cuja superfície vertente é mais ou menos paralela à direção do fluxo no canal de descarga, elemento hidráulico a montante do canal de restituição.

b) Tomada D'água

A tomada d'água foi implantada na estaca 49+0,00 m do eixo barrável pela a ombreira direita, com extensão de 72,87 m e é constituída de uma galeria tubular de diâmetro $\phi=0,300$ mm em aço ASTM A-36. O eixo da galeria ficou na cota 257,00 m. O corpo do tubo foi envolvido em concreto estrutural. A tomada d'água foi projetada para regularizar uma vazão de 0,183 m³/s com velocidade de 2,0 m/s.

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

No lado de jusante foi construída uma caixa de concreto armado com três células. Na primeira célula foram colocados os equipamentos hidromecânicos de controle da vazão que são constituídos de um registro de gaveta e uma válvula borboleta. As águas que passarem por esses equipamentos chegarão na segunda célula que tem a função de dissipar a energia cinética. Finalmente, a terceira célula é um tanque tranquilizador com uma saída que dispõe de vertedouro triangular isósceles que permite pela sua equação que se façam as medidas de vazões a partir do nível d'água sobre o vértice da soleira.

Após a caixa de dissipação no início do trecho do canal de restituição, foi executada uma proteção com material granular com a finalidade de evitar a erosão provocada pelo fluxo das águas efluentes da tomada d'água. A proteção do canal de restituição é constituída por material granular obtido do produto de britagem, o mesmo aplicado no "rock-fill", em uma extensão de 10,00 m, com 0,50 m de espessura. Neste segmento, tanto a base do canal como as suas paredes estarão protegidas. As paredes do canal de restituição foram protegidas desde a sua base até a sua meia altura.

A Barragem será operada entre os níveis de cota 266,00 m e 259,00 m, onde os volumes são de 6,20 hm² que corresponde a 100% de capacidade e 0,74 hm³ que corresponde a 12% da capacidade.

As escavações obrigatórias atingiram as cotas que permitiu a implantação da tomada d'água de acordo com as cotas projetadas.

O trecho da tomada d'água a jusante do filtro vertical foi todo envolvido por areia grossa do tapete drenante. Da mesma forma o dreno de pé no local da tomada d'água foi construído envolvendo a galeria.

c) Instrumentação

O sistema de instrumentação, objetiva basicamente, acompanhar o comportamento da barragem durante a sua fase operacional e fornecer subsídios para a verificação de sua segurança.

Será executada uma instrumentação simplificada e de baixo custo, que auxiliará, basicamente, a verificação do funcionamento do sistema de controle de percolação interna da barragem e os recalques do aterro. Nestas condições, serão monitorados os seguintes parâmetros:

- Pressão neutra no corpo do aterro da barragem e na fundação;
- Recalques no aterro.

Para tal, serão instalados na barragem os seguintes instrumentos:

- Piezômetros de tubo aberto tipo Casagrande (6 unidades);
- Marcos topográficos superficiais (11 unidades);
- Medidores de vazão percolada pelo maciço/fundação (2 unidades).

Além destes instrumentos serão instaladas réguas limnimétricas para monitoramento do nível de água no reservatório.

Tendo em vista a altura da barragem foram instrumentadas apenas quatro seções, localizadas, uma no leito do rio (trecho com fundação em solo saprolítico), estaca 42+0,00 e outra na zona baixa do eixo (trecho com fundação em rocha alterada), estaca 35+0,00 e duas nas ombreiras, estacas 20+0,00 e 50+0,00.

O desenho **10-TAQ-AS-BAR-DQ-04-R0**, no Volume 5 – Desenhos da Obra, apresenta a instrumentação conforme projetada.

3.1.1 – Ficha Técnica da Barragem

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

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM JATOBÁ

Identificação

Denominação:..... Barragem Jatobá

Estado:..... Ceará

Município:..... Ipueiras

Rio Barrado: Riacho Jatobá

Coordenadas UTM (SAD-69):..... E(X)=306.238; N(Y)=9.492.498

Proprietário: SRH/CE

Autor do Projeto: Consórcio KL Engenharia, MA/BE e Enerconsult

Bacia Hidrográfica

Área da Bacia Hidrográfica Total: 41,38km²

Perímetro da Bacia Hidrográfica: 27,04km

Tempo de Concentração:..... 1,10h

Declividade Média:..... 63,65m/km

Comprimento do Rio Principal: 9,60km

Pluviosidade Média Anual:..... 826,1mm

Evaporação Média Anual: 2.094,4mm

Evapotranspiração Potencial (Hargreaves):..... 2.063,9mm

Insolação Média Anual:..... 2.613,2h

Umidade Relativa Média Anual:..... 60,2%



Características do Reservatório

Área da Bacia Hidráulica (cota 266,00m):.....	136,90ha
Volume Acumulado (cota 266,00m):.....	6,24hm ³
Volume Afluente Médio Anual:	0,830hm ³ /ano
Vazão Regularizada (90%):	0,028m ³ /s
Vazão Máxima de Projeto (TR=1.000 anos):	748,0m ³ /s
Vazão Máxima de Projeto (TR=10.000 anos):	911,0m ³ /s
Nível d'água Máximo (TR=1.000 anos):.....	268,20m
Nível d'água Máximo Maximorum (TR=10.000 anos):	268,80m

Barragem Principal – Tipo Homogênea de Terra

Altura Máxima:	20,69m
Largura do Coroamento:.....	6,00m
Extensão pelo Coroamento (15+15,00 a 49+10,00):	747,91m
Cota do Coroamento:.....	269,50m
Largura Máxima da Base:.....	87,66m
Talude de Montante:	1,0(V):2,0(H)
Talude de Jusante:	1,0(V):2,0(H)

Tomada D'Água

Tipo:	Tubo Flangeado em Aço Carbono Envelopado por Concreto
Diâmetro:	1- $\phi=300$ mm
Cota do Eixo da Tubulação:.....	257,00m
Controle de Montante:	Comporta Stop-Log com Acionamento Manual
Controle de Jusante:	



Registro de Gaveta: 1- $\phi=300$ mm

Válvula Borboleta: 1- $\phi=300$ mm

Volume Morto (cota 257,00m):..... 0,232hm³

Vertedouro

Tipo:Perfil Creager, Canal Lateral, Canal Rápido e Bacia de Dissipação

Soleira:

Cota: 266,00m

Largura: 64,55m

Canal Lateral (Seção Retangular):

Cota: 261,98m

Largura da Base: 30,00m

Canal Rápido (Seção Retangular):

Cota Inicial: 261,98m

Cota Final: 252,15m

Largura da Base: 30,00m

Extensão: 135,40m

Inclinação: 10%

Bacia de Dissipação (Retangular)

Cota: 252,15m

Largura da Base: 30,00m

Extensão: 50,00m

3.2 – CONCEPÇÃO DA AGROVILA

O Plano de Reassentamento compreendeu uma caracterização socioeconômica da população residente nas propriedades que serão total ou parcialmente submersas pela formação do futuro reservatório, e contemplada com um projeto urbanístico de uma agrovila composta por 20 Unidades Habitacionais, 01 sede da ISCA- Instituto Sócio Comunitária da Agrovila, 01 Posto de Saúde, 01 Escola com 2 Salas de Aula, Urbanização das áreas da Agrovila, com arruamentos e abastecimentos de água e energia.

3.2.1 – Ficha Técnica da Agrovila

Unidades Habitacionais:

Conforme o projeto abrangeu uma quantidade de 20 casas com área de 56,34m² por unidade, sendo construída com alvenaria de tijolo furado revestida de reboco, e coberta com telha cerâmica com estrutura de madeira. Compreende 06 cômodos sendo: 01 varanda, 02 quartos, 01 cozinha, 01 banheiro e 01 sala. Em todas as unidades foram construídos fogões ecológicos.

Sede da Isca:

Prédio para funcionamento da Instituição Sócio Comunitária da Agrovila, com área coberta de 136,27 m², subdivida em 11 compartimentos com divisórias de alvenaria e coberta com telha cerâmica sendo: Varanda com 5,56m²; Sala de Reuniões 46,66m²; Hall/Recepção com 7,75m²; Circulação 8,94m²; Sala de Coordenação 9,58m²; 02 Banheiros com 2,28m² cada; cozinha com 13,55m², Depósito com 2,21m², e Área de Serviço com 4,41m².

Posto de Saúde

As divisórias serão em alvenaria de tijolo cerâmico, com coberta de telha cerâmica, com 02 Consultórios com 9,00m² cada, 01 Área de Espera de 7,87m², 01 Hall de 7,57m², 02 Banheiros com 3,04m², 01 Farmácia com 6,00m², e 01 Cozinha com 6,00m², perfazendo um total de 51,52m² de área construída.

Escolas com 02 Salas

Apresenta estruturas de alvenaria de tijolo e coberta com telha cerâmica, com 02 Salas de Aula com área de 48,00m² cada, 01 Diretoria com 10,20m², 01 Depósito Almojarife com 9,20m², 02 Banheiros com 1,60m², 01 Depósito de Alimentos com 2,69m², e 01 Pátio com 127,14m², totalizando uma área de 264,20m².

Urbanização

Envolveram os serviços relacionados às obras de drenagens superficiais, arruamentos e execução de rede elétrica.

Abastecimento D'água

Envolveram as instalações prediais de todas as unidades habitacionais, e as demais edificações que comporta o escopo do contrato de implantação do complexo Jatobá, e a construção de um reservatório e seus acessórios para atender a demanda da agrovila.

4 – CUIDADOS ESPECIAIS A SEREM OBSERVADOS NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM JATOBÁ

4 – CUIDADOS ESPECIAIS A SEREM OBSERVADOS NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM JATOBÁ

4.1 – MACIÇO DA BARRAGEM

O maciço da barragem tem cerca 747,91 m de extensão pelo coroamento. Os espaldares foram assentes no maciço de solo residual, após a retirada de uma camada de escavação obrigatória. Já o cut-off ficou assente sobre rochas alteradas ou solo saprolítico.

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, surgências no talude de jusante, que sugere algum problema no sistema de drenagem interna, formigueiros ou tocas de animais, etc.

4.2 – VERTEDOURO

O sistema extravasamento da barragem consiste de um vertedouro em canal lateral vertendo por um perfil Creager com soleira na cota 266,00 m, um canal de descarga rápida com inclinação de 10%, com largura de 30,00 m, finalizando em uma bacia de dissipação da cota 249,50 m, igualmente com largura de 30,00 m.

O Vertedouro deverá ser objeto de inspeção continua. Deve ser examinada a qualidade das estruturas de concreto, percolações, deslocamentos, cavitações e possíveis patologias comumente encontradas em estruturas de concreto.

4.3 – TOMADA D'ÁGUA

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

5 – OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DA BARRAGEM JATOBÁ

5 – OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DA BARRAGEM JATOBÁ

As diretrizes para o plano de administração, operação e manutenção da Barragem Jatobá 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 sócio-cultural e institucional deve ser levada em conta no processo de administração, operação, manutenção e monitoramento do açude Jatobá.

A gestão participativa do açude Jatobá, 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 Jatobá 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.

6 – TREINAMENTO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO

6 – TREINAMENTO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO

O Sistema SOHIDRA/COGERH deverá realizar um treinamento com a equipe responsável pela operação e manutenção da Barragem Jatobá.

Esse treinamento pode ser constituído de seminários para o pessoal a ser mobilizado na operação e manutenção onde será feita uma apresentação do “As Built” 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 mini-estação 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 linimétricas para monitoramento da vazão de água regularizada pala Tomada d’água do Açude Público Jatobá.

7 – SISTEMÁTICA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

7 – SISTEMÁTICA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva deverá ser 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 do Perfil Creager: Rachaduras ou trincas no concreto, Deteriorização do concreto, descalçamento da estrutura, juntas danificadas e sinais de deslocamentos das estruturas.
- Muros de Proteção Lateral: Erosão nas fundações e contatos dos muros, rachaduras e deterioração do concreto.

Tomada D'Água

- a) Caixa de Entrada (montante): Assoreamento ou obstruções, tubulação danificada e defeitos na grade de proteção. Corrosão ou amassamento das peças fixas, estruturais e vedações.
- b) Galeria: Corrosão e vazamentos na tubulação exposta, sinais de abrasão ou cavitação, defeito das juntas, deformação do conduto e surgências de água no concreto.
- c) 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 reensas, se apresentam-se limpas ou se carregam solos finos em suspensão;
- Examinar se existe ou está surgindo alguma reensa 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 .

8 – INSPEÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM

8 – INSPEÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM

8.1 – 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.

8.2 – OBJETIVO

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

8.3 – 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:

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

8.4 – IDENTIFICAÇÃO E REGISTROS DOS PROBLEMAS E FRAGILIDADES

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

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

8.5 – ROTEIRO PARA INSPEÇÃO DA BARRAGEM

8.5.1 – 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 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.

- a) Observar a superfície a partir de diferentes perspectivas, o que pode revelar uma deficiência que poderia de outra forma não ter sido observada;
- b) 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:

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

8.5.2 – Detectando Anomalias

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

8.5.2.1 – Tipos de Anomalias Comumente Encontradas em Barragens

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

- a) Percolações;
- b) Trincas ou fraturas;
- c) Instabilidade;

d) Depressões:

- Recalques localizados;
- Afundamentos.

e) Má manutenção:

- Proteção inadequada do talude;
- Erosão superficial;
- Árvores e arbustos;
- Tocas de animais.

A) 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 carreado;
- 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 carreado. Pode tratar-se, no entanto, de material superficial carreado até a estrutura. Esta dúvida deve ser esclarecida.

B) Trincas

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

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 localização, 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:

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

Ações de Inspeção:

- Fotografar e registrar a localização, 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:

- c) Recalques desiguais entre materiais de diferentes compressibilidades no maciço;
- d) Recalques excessivos e expansão lateral do maciço;
- e) Começo de instabilidade do talude;
- f) 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 locação, profundidade, comprimento e largura de cada trinca observada;
- Monitorar as mudanças nas trincas;
- Determinar a causa.

C) Instabilidade de Taludes

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

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 locação, 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:

- a) Talude de deslizamento íngreme bem definido;
- b) Movimento rotacional e horizontal bem definido;
- c) 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.

D) 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:

- a) Os **recalques localizados**, que apresentam inclinações suaves em formato de bacia;
- b) 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.

E) 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:

a) 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.

c) Erosões profundas:

- Causam trincas e brechas no coroamento;

- Encurtam o caminho de percolação devido à redução da seção transversal da barragem.

d) 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.

e) 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.

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

8.6.1 – Inspeção e Operação

8.6.1.1 – 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 inoxidável, 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 por meio da viga pescadora, 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 para fechamento do stop log estando o conduto em carga, porém sem fluxo:
 1. Conduzir o stop log até as guias sub-aquáticas existentes.
- 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.

8.6.1.2 – 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.

8.6.1.3 – 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.

8.6.2 – Manutenção

8.6.2.1 – 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 é inflamável devido à 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, martelotes 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.

8.6.2.2 – 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.

8.6.2.3 – 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^{1/2}, 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 martelletes, 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.

8.6.2.4 – 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 ser 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.

A cada cinco anos deve-se inspecionar a superfície interna do equipamento, para verificação da existência de formação de corrosão e incrustações. O acesso será efetuado pela boca de inspeção DN 600 mm existente para tal finalidade. Para realização de tal operação será necessário efetuar-se o bloqueio da boca de montante mediante a utilização do stop-log disponível para tal operação.

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.

8.6.2.5 – 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. O acesso será efetuado pela boca de inspeção existente para tal finalidade. 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.

8.7 – ROTEIRO PARA MONITORAMENTO DO COMPORTAMENTO DA BARRAGEM

8.7.1 – Avaliação Do Índice Global De Risco

A avaliação do risco global associado a barragens foi efetuada atribuindo valores (α_i) aos diferentes fatores de risco, segundo regras simples expressas no **Quadro 8.1**. Os fatores de risco são agrupados em três categorias, conforme estejam associados às ações exteriores (E), à estrutura em si (C) ou aos bens materiais e humanos afetados pela ruptura da obra (R). O índice de risco global, α_g , é determinado pelo produto dos três fatores anteriormente referidos.

A ponderação das características específicas da obra conduziu à seguinte estimativa:

Condições exteriores ou de ambiente (fator E).

$$E = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i$$

$$E = 1/5 (1+2+3+1+2) = 1,8$$

Condições da estrutura: confiabilidade (fator C)

$$E = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i$$

$$E = 1/4 (1+3+1+2) = 1,75$$

Riscos humanos e econômicos (fator R)

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 \alpha_i$$

$$E = 1/2 (3+3) = 3,0$$

O valor do índice de risco global é de:

$$\alpha_g = E \times C \times R = 1,8 \times 1,75 \times 3,0 = 9,45$$

8.7.2 – Grandezas a observar e dispositivos de monitoramento

Tendo em conta o valor obtido para o índice de risco global e as especificidades do local da barragem e da própria obra, e considerando as recomendações das normas referentes a monitoramento e inspeção de barragens deve-se analisar seguintes grandezas apresentadas no **Quadro 8.2**.

- deslocamentos superficiais;
- deslocamentos internos;
- percolação;
- tensões neutras;
- níveis do reservatório.

8.7.3 – Generalidades

A instalação da instrumentação para avaliação do comportamento da barragem, principalmente na fase de operação do reservatório, será realizada de acordo com estas Especificações Técnicas.

Basicamente o plano e instrumentação objetiva:

- Verificação das pressões neutras nas fundações da barragem;
- Verificação dos deslocamentos da barragem;
- Verificação do nível d'água no reservatório.

A concepção do plano de instrumentação levou em conta os seguintes aspectos:

- As características das fundações e dos maciços da barragem, não deixam maiores preocupações quanto ao desenvolvimento de pressões neutras durante a fase de construção do aterro. Além disso as deformações da barragem durante a fase de construção serão de pequena magnitude;
- Instrumentos instalados juntos com a construção da obra, além de causarem transtornos dos trabalhos de construção, apresentam o risco de serem

danificados pelos equipamentos de construção, ficando em algumas situações completamente inutilizados;

- A definição dos tipos de instrumento levou em conta o seu preço, a facilidade da instalação, a sua durabilidade, a facilidade de leitura e a confiabilidade dos resultados;
- O plano concebido considerou que todos os instrumentos previstos serão instalados na fase final de construção da barragem e antes do enchimento do reservatório. Este plano engloba os seguintes instrumentos:
 - a) Piezômetros Hidráulicos: Instalados em furos e com bulbos filtrantes localizados nas fundações da barragem;
 - b) Marcos Topográficos: Superficiais e amarrados a marcos de referência para medidas de deslocamentos horizontais e verticais;
 - c) Escala Limnimétrica: Instaladas no vertedouro da bacia de dissipação da tomada d'água para medição de vazão;
 - d) Medidores de vazão instalados nas linhas de drenagem coincidentes aos leitos do riacho Jatobá e braço, localizados a jusante da barragem para medição da vazão percolada através do maciço/fundação.

A CONTRATADA deverá fornecer à Secretaria de Recursos Hídricos – SRH, uma lista completa e detalhada dos instrumentos que propõe fornecer e a descrição dos métodos executivos que serão empregados nas instalações.

A instalação de um determinado instrumento só será efetuada após a aprovação pela SRH, das características do instrumento e do método a ser usado na instalação.

Quadro 8.1 – Fatores de apreciação das condições de risco

i/α	Fatores exteriores ou ambientais (E)					Fatores inerentes à confiabilidade da estrutura (C)				Fatores humanos e econômicos (R)	
	Sismicidade (TR=1000 anos)	Estabilidade e de taludes (risco de ruptura)	Cheias superiores à de projeto (risco de ocorrência)	Monitoramento da barragem	Intemperismo (água, clima)	Dimensionamento Estrutural	Fundações	Vertedouro e tomada d'água	Manutenção da barragem	Volume do reservatório (m ²)	Instalações a jusante
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Mínima ou nula a<0,05g	Mínima ou nula	Muito baixa (barragens de concreto)	Plurianual ou sazonal	Mínimas	Adequado	Muito boas	Confiáveis	Muito boa	<10 ⁵	Zona desabitada, sem valor econômico
2	Baixa 0,05g<a<0,1g	Baixa	---	---	Fracas	---	Boas	---	Boa	10 ⁵ -10 ⁶	Áreas isoladas, agricultura
3	Média 0,1g<a<0,4g	---	Muito baixa (barragens de terra)	Semanal	Médias	Aceitável	Aceitáveis	---	Satisfatória	10 ⁶ -10 ⁷	Pequenos aglomerados populacionais, agricultura, indústria artesanal
4	Forte 0,2g<a<0,4g	---	---	Diária	Fortes	---	---	---	---	10 ⁷ -10 ⁹	Aglomerados populacionais médios, pequenas indústrias
5	a>0,4g	---	---	---	Muito fortes	---	Medíocres	---	---	>10 ⁹	Grandes aglomerados populacionais, indústrias, Instalações nucleares
6 ⁽¹⁾	---	Grande	Elevada	---	---	Inadequado	Medíocres a más	Insuficientes	Insatisfatória	---	---

Quadro 8.2 –Grandezas a observar em barragens de terra (Mínimo Recomendável)

Altura da barragem (m)	Deslocamentos		Tensões totais	Medidores de percolação	Tensões neutras	
	Superficiais	Internos			Piezômetros	Piezômetros sem fluxo
<15	Obrigatório Se $a_g > 15$ ou fator $R > 3$	-	-	Obrigatório Percolação total Se $a_g > 10$ ou fator $R > 3$	Obrigatório Se $a_g > 10$ ou fator $R \geq 3$	-
15 a 30	Obrigatório Se $a_g > 10$ ou fator $R \geq 3$	Obrigatório Se $a_g > 20$	-	Obrigatório Percolação total	Obrigatório	Obrigatório Se $a_1 = 5$
30 a 50	Obrigatório	Obrigatório Se $a_g > 10$ ou fator $R > 3$	Opcional	Obrigatório Percolação parcial ou fator $R \geq 3$	Obrigatório	Obrigatório Se $a_1 \geq 4$
50 a 100	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório Percolação parcial	Obrigatório	Obrigatório
>100	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório Percolação parcial	Obrigatório	Obrigatório

8.7.3 – Dispositivos de Monitoramento

8.7.3.1 – Marcos Topográficos Superficiais

A) Generalidades

Tem a função de controlar a evolução dos deslocamentos superficiais do maciço. Prevê-se a instalação de marcos ao longo de todo o desenvolvimento da barragem, visando o controle desta grandeza em perfis representativos do comportamento da obra e condicionantes deste ponto de vista. Nas zonas de maior altura do aterro os marcos serão instalados em perfis transversais distanciados entre si cerca de 100 m, aumentando este espaçamento com a redução da altura de aterro.

Os marcos instalados na berma de jusante, na cota (259,80), num total de 4, distribuídas pelos perfis de maior altura, terão como função avaliar a influência da saturação dos materiais do maciço com a subida do nível no reservatório.

Os marcos situados no coroamento, a instalar após a conclusão da subida do aterro, num total de 11 dispositivos, permitirão controlar os deslocamentos na zona de maior altura da seção transversal, zona de maior deformabilidade do aterro.

Todos os marcos topográficos de superfície instalados deverão possibilitar a medição de deslocamentos de até 1mm.

As determinações topográficas dos deslocamentos serão feitos a partir de marcos fixos a serem instalados antes da instalação dos marcos topográficos de superfície, objeto de medida de deslocamentos. Os marcos fixos serão instalados em pontos estratégicos, preferencialmente sobre maciços rochosos e que permitam a visada entre eles e os marcos de superfície previstos para a crista da barragem. Os marcos fixos, com um número mínimo de 3, deverão ser amarrados ao sistema de coordenadas adotado para construção da obra. Os marcos fixos serão construídos em conformidade com o marco padrão normatizado pela ABNT ou de forma diferente conforme determinado pela SRH.

A materialização física deste marco deve assegurar a sua indeformabilidade e durabilidade ao longo do tempo, devendo ser suficientemente robusto para não ser danificado por terceiros ou animais.

Quadro 8.3 – Identificação dos Marcos Superficiais

Nº DO MARCO TOPOGRÁFICO	COORDENADAS (UTM)		POSIÇÃO	ESTACA	AFAST. (m)	COTA (m)
	ESTE	NORTE				
MT-01	306430.5700	9492630.1600	COROAMENTO	19+0,00	1 J	269,60
MT-02	306530.1400	9492543.3100	COROAMENTO	25+0,00	1 J	269,60
MT-03	306579.7200	9492456.4700	COROAMENTO	30+0,00	1 J	269,60
MT-04	306619.3800	9492386.9900	COROAMENTO	34+0,00	1 J	269,60
MT-05	306678.8400	9492282.7600	COROAMENTO	40+0,00	1 J	269,60
MT-06	306692.3700	9492183.3000	COROAMENTO	45+0,00	1 J	269,60
MT-07	306726.4400	9492091.3800	COROAMENTO	51+0,00	1 J	269,60
MT-08	306599.7000	9492467.8700	BERMA	30+0,00	24 J	259,60
MT-09	306639.3600	9492398.3900	BERMA	34+0,00	24 J	259,60
MT-10	306698.8200	9492294.1600	BERMA	40+0,00	24 J	259,60
MT-11	306715.1700	9492186.3800	BERMA	45+0,00	24 J	259,60

8.7.3.2 – Medidores de Descarga

Serão constituídos por uma placa de concreto armado moldado “in situ”, conforme indicado nos desenhos de projeto. O vertedouro triangular será constituído por uma chapa metálica parafusada na placa de concreto. Para permitir a medição de vazão, deverá ser instalada uma régua limnimétrica na posição indicada no desenho do projeto.

A vazão percolada pelo maciço e fundação será controlada a jusante da área de implantação da através de uma seção de controle materializada por um pequeno reservatório regularizado com concreto nas saídas da drenagem do maciço de terra.

Este tipo de dispositivo permite o acompanhamento de descargas em fundações permeáveis, devendo ser colocados nos trechos onde ocorrem as surgências, que são mais comuns a jusante da tomada d’água e na antiga calha do rio barrado. Na barragem Jatobá está previsto a instalação de dois medidores: um na altura da seção de maior altura (Estaca 42); um outro na estaca de maior altura do talvegue secundário (Estaca 35). De acordo com os estudos de percolação do projeto Executivo da barragem Jatobá esta prevista uma descarga remanescente total, proveniente do sistema de drenagem interna e da fundação, da ordem de **7,5 l/s**.

A operação dos medidores é simples, consistindo da leitura do nível d’água que passa sobre a soleira vertente. Dentre os tipos de vertedores indicados para pequena descarga, destacam-se o vertedouro triangular, o medidor retangular e o medidor trapezoidal (Cipolletti). A variação entre os mesmos é, praticamente, no tipo de

abertura, que é marcada por uma placa metálica com a geometria selecionada, instalada no final de uma pequena bacia de tranquilização, em posição perpendicular ao fluxo.

Para garantir medições precisas, que só no escoamento uniforme e laminar é possível, o medidor do tipo triangular deve apresentar as seguintes características (ASCE, 2000):

- Vazão máxima de 30 l/s.;
- Carga hidráulica entre 0,06 m e 0,50 m;
- Velocidade máxima de aproximação é de 15 cm/s;
- A borda livre dentro da bacia deve ser o dobro da lâmina líquida a medir;
- A distância entre as paredes laterais da bacia e as placas do medidor deve ser o dobro da lâmina líquida a medir (h);
- A base de abertura do medidor deve estar acima do nível d'água máximo possível do lado de jusante;
- A espessura da placa metálica que constituirá a soleira deve ser igual ou inferior a 3,0 mm;
- O acabamento da estrutura deve ser liso, em torno da placa metálica;
- A bacia de tranquilização deve estar sempre limpa de sedimentos.

O cálculo das descargas será feito através da expressão 1:

$$Q = \frac{8}{15} \times C_d \times \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) h^{3/2} \sqrt{2g} \quad (1)$$

Em que: C_d = coeficiente de descarga; g = aceleração da gravidade; α = ângulo de abertura do medidor (90°); h = lâmina vertente.

O coeficiente de descarga varia em função do ângulo α e, para α igual a 90° a equação 1 resulta a equação 2, com os ajustes de unidades para leituras de lâmina vertente (h) em centímetros e descarga resultante em litros/segundos.

$$Q = 0,0146 h^{5/2} \quad (2)$$

Após a instalação do medidor será feita uma calibração da descarga, empregando um recipiente de volume conhecido (V) e um cronômetro, sabendo-se que $Q=V/t$, pode-se proceder da seguinte forma:

- Fixar o volume a ser coletado a jusante do medidor, recomendando-se um pequeno recipiente com graduação em mililitros.
- Verificar o tempo necessário para atingir o volume fixado em minutos.

A descarga será assim calibrada para a unidade de litros/minutos.

As descargas resultantes (equação 2), em função da leitura em régua graduada colocada na bacia, a uma distância de 1,0 metro das placas metálicas do vertedouro, estão apresentadas na **Tabela 8.1** e ilustradas através da curva da **Figura 8.1**.

Tabela 8.1 – Cálculo da descarga no medidor usando-se a equação 2.

h	Q (l/s)						
6,0	1,287	11,0	5,859	16,0	14,950	21,0	29,505
6,5	1,573	11,5	6,548	16,5	16,146	21,5	31,293
7,0	1,893	12,0	7,283	17,0	17,397	22,0	33,144
7,5	2,249	12,5	8,065	17,5	18,705	22,5	35,060
8,0	2,643	13,0	8,896	18,0	20,069	23,0	37,040
8,5	3,075	13,5	9,777	18,5	21,492	23,5	39,086
9,0	3,548	14,0	10,707	19,0	22,974	24,0	41,198
9,5	4,061	14,5	11,689	19,5	24,515	24,5	43,378
10,0	4,617	15,0	12,723	20,0	26,117	25,0	45,625
10,5	5,216	15,5	13,810	20,5	27,780		

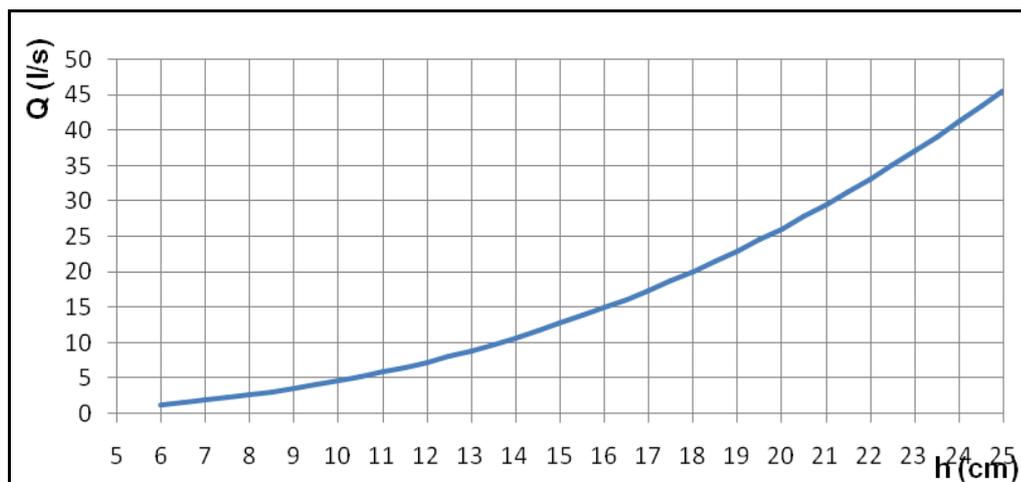


Figura 8.1 – Curva de descarga pelo medidor em função da leitura da lâmina vertente.

8.7.3.3 – Piezômetros Hidráulicos Tipo Casagrande

Deverão ser instalados piezômetros hidráulicos em 4 seções, posicionadas transversalmente ao eixo da barragem, conforme **Quadro 8.4** a seguir:

Quadro 8.4 – Identificação dos Piezômetros

Nº DO PIEZÔMETRO	POSIÇÃO	ESTACA	AFASTAM. (m)	COTA DO TOPO (m)	COTA DO BULBO (m)
PZ-1A	COROAMENTO	35+0,00	1,5 M	269,50	256,50
PZ-1B	COROAMENTO	35+0,00	1,5 M	269,50	252,14
PZ-1C	COROAMENTO	35+0,00	1,5 M	269,50	250,41
PZ-2A	COROAMENTO	42+0,00	1,5 M	269,50	254,78
PZ-2B	COROAMENTO	42+0,00	1,5 M	269,50	249,69
PZ-2C	COROAMENTO	42+0,00	1,5 M	269,50	247,88
PZ-3	BERMA	35+0,00	24 J	259,50	249,84
PZ-4	BERMA	42+0,00	24 J	259,50	247,79
PZ-5	COROAMENTO	20+0,00	1,5 M	269,50	258,74
PZ-6	COROAMENTO	50+0,00	1,5 M	269,50	261,33

A) Descrição do Instrumento

Com o objetivo de controlar a evolução da linha de saturação durante a operação da barragem. A instalação será feita a partir do coroamento, em seções representativas das condições hidráulicas ocorrentes ao longo do desenvolvimento da barragem. Deverão ser contempladas as seções com maior carga hidráulica.

O piezômetro recomendado para os objetivos pretendidos na Barragem Jatobá, observação de poropressões, é do tipo *standpipe*, ou piezômetro de tubo aberto, desenvolvidos por Arthur Casagrande.

Dentre as vantagens que este tipo de piezômetro destaca-se a precisão, a durabilidade, a sensibilidade, possibilidade de determinação do coeficiente de permeabilidade do solo onde está instalado (USBR, 1998).

A **Figura8.2** ilustra esquematicamente a instalação de um piezômetro *standpipe*, onde as etapas básicas são apresentadas (USBR, 1990), quais sejam: Limpeza do furo; preenchimento do bulbo do instrumento com areia; saturação do tubo poroso; instalação do instrumento e preenchimento com areia em torno da ponteira drenante.

A instalação dos piezômetros será realizada após a execução dos aterros até à cota da sua boca. Deverão ser instalados, no máximo, três piezômetros por furo, com trechos de captação a diferentes cotas. Os piezômetros que ficam instalados nas proximidades do núcleo do maciço possibilitam o acompanhamento da evolução da linha de saturação e a observação dos níveis hidráulicos durante a operação do reservatório, fazendo-se o controle dos respectivos níveis hidráulicos através dos piezômetros que ficam instalados na fundação e no contato aterro-fundação.

O aparelho consiste num tubo de PVC terminado por uma ponta porosa e instalado num furo de sondagem. A ponteira porosa do tubo deve ser constituída por cerâmica de elevada permeabilidade. O tubo de PVC deve ter o menor diâmetro que permita a descida do aparelho medidor de nível, não devendo ter um diâmetro inferior a 19 mm.

A leitura do nível piezométrico é obtida por meio de um aparelho constituído por uma sonda fixa na extremidade de uma trena que é introduzida no tubo. Ao contato com a água, o circuito elétrico da sonda se fecha fornecendo um sinal elétrico, sonoro ou luminoso para a superfície.

O piezômetro hidráulico é de baixo custo, de fácil instalação e leitura, e apresenta alta confiabilidade. A única desvantagem deste instrumento é que exige um grande tempo de resposta quando ele é instalado em maciços pouco permeáveis.

A CONTRATADA deverá tomar todas as precauções na execução de furos a partir da superfície do aterro com o intuito de evitar os fenômenos relativos à fraturação hidráulica do aterro.

A CONTRATADA deverá fornecer uma sonda para medição do nível de água dentro do piezômetro hidráulico. Esta sonda será de um tipo robusto e compreenderá dois eletrodos separados verticalmente por um isolante hidrófugo, conectado a um cabo coaxial. Este cabo deverá possuir marcações indeléveis que indiquem a profundidade da sonda em m, dm e cm. O comprimento do cabo será suficiente para alcançar a extremidade dos furos piezométricos mais profundos. Além disto o cabo será enrolado num tambor e será ligado a um sinal audível ou elétrico, funcionando com baterias.

O topo dos piezômetros hidráulicos, tipo Casagrande, será protegido por um sistema de selagem inviolável.

Concluída a instalação, deverá ser realizado um esquema com indicação da data, nº do piezômetro, localização, profundidade do furo de sondagem, nível freático, nível da superfície da fundação, cota de instalação do piezômetro, nível de material de preenchimento e demais dados de interesse.

8.7.3.4 – Escala Limnimétrica

O controle do nível d'água do reservatório deverá ser feito através de escalas limnimétricas graduadas com cotas verdadeiras, localizadas em locais de fácil acesso por cada uma das ombreiras.

As réguas limnimétricas serão instaladas no vertedouro da bacia de dissipação da tomada d'água para medição de vazão, e ao longo do pé da barragem e no trecho da ombreira esquerda, com desnível a cada metro, para verificação do nível do reservatório.

A escala deverá possuir marcas indeléveis visíveis a olho nu, com graduação que permita ler variações de níveis de 10 cm.

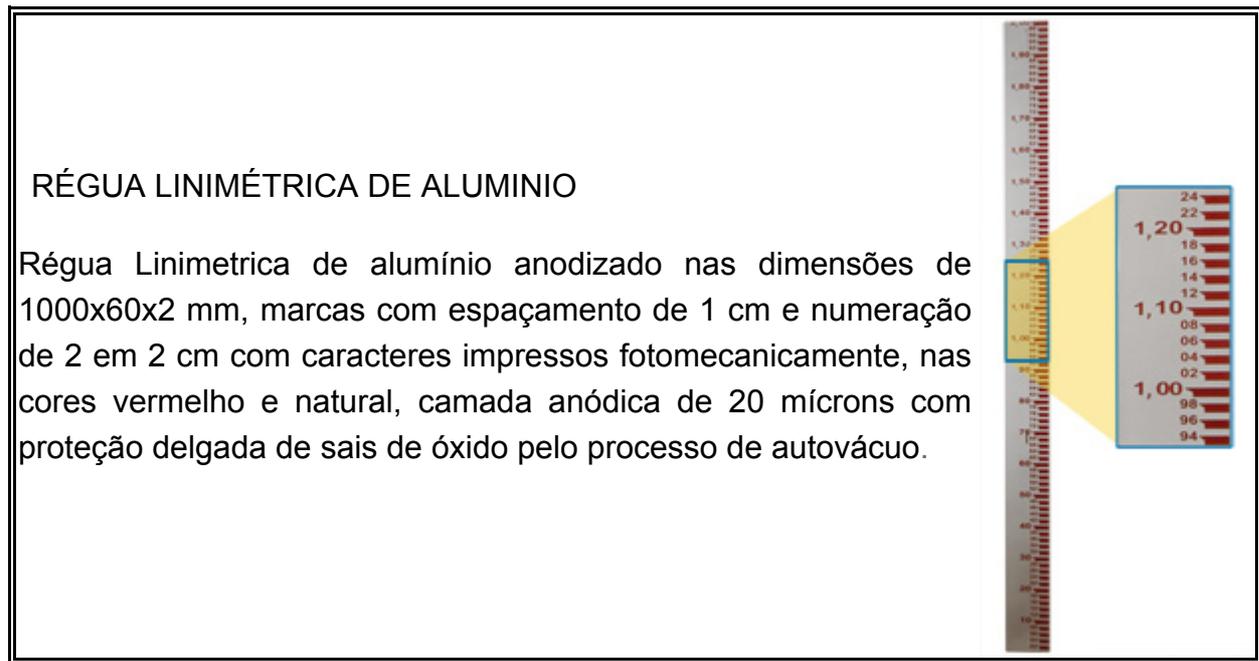


Figura 8.2– Modelo de Régua Linimétrica instalada no pé do talude de montante para medição do nível do reservatório.

8.8 – 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

9 – ORÇAMENTO DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

9 – ORÇAMENTO DE CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Este capítulo tem como finalidade a apresentação do valor da tarifa de água da Barragem AMARELAS. 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 3,53 R\$/horas = 7.455,36 R\$/ano;
- 02 operários – 02 x 4224 horas/ano x 3,53 R\$/horas = 14.910,72 R\$/ano;
- 02 engenheiros – 02 x 2880 horas/ano x 30,04 R\$/hora = 86.515,20 R\$/ano;
- 01 motorista – 01 x 2112 horas/ano x 7,07 R\$/horas = 14.931,84 R\$/ano;
- Veículo – 01 x 4000 km/mês x 2,57 R\$/10km = 12.336,00 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 400 R\$/hora = 48.000,00 R\$/ano.
- Sub-Total = 218.949,12 R\$/ano
- Despesa diversa 10% - 21.894,91 R\$/ano
- **Total \cong 240.844,03 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 m³ (6.240.000 m³)

O custo **CS** foi de R\$ 30.508.926,93 (trinta milhões, quinhentos e oito mil, novecentos e vinte e seis reais e noventa e três centavos), obtido conforme planilha mostrada a seguir:

Desta forma o custo da tarifa ficou em:

$$TM = \frac{30.508.926,93}{47.680.000,00} = 0,64 \text{ R\$/ano}$$

A planilha de cálculo dos custos de investimento + operação + manutenção + custo com energia é mostrada a seguir.

CÁLCULO DA TARIFA MÉDIA

Agente	Quant.	Horas dia	Horas semana	Horas sábado	Horas mês	Horas ano	Valor da hora (R\$/horas)	Total (R\$/ano)
zelador	1	8	40	16	176	2112	3,53	7.455,36
Operários	2	8	40	16	352	4224	3,53	14.910,72
Engenheiros	2	6	30	0	240	2880	30,04	86.515,20
Motorista	1	8	40	16	176	2112	7,07	14.931,84
Total=	6							123.813,12

Veículo – 01 x 4000 km/mês x 2,0 R\$/10km = 9,600 R\$/ano

Agente	Quant	km/mês	R\$/10km	R\$/mês	R\$/ano
Veículo	1	4000	2,57	1028	12.336,00

Hospedagem – 48 diárias/ano x 100,00 R\$/diária = 4,800 R\$/ano;

Agente	Quant	diária/dia	diária/mês	R\$/diária	R\$/mês	R\$/ano
Hospedagem	2	2	4	100	400	4.800,00

Equipamentos – 300 horas/ano x 100 R\$/hora = 30.000,00 R\$/ano;

Agente	horas/ano	R\$/hora	R\$/ano
Equipamentos	300	100	30.000,00

01 consultor – 120 horas/ano x 300 R\$/hora = 36.000,00 R\$/ano.

Agente	Quant	horas/mês	horas/ano	R\$/hora	R\$/ano
Consultor	1	10	120	400	48.000,00

Sub-Total =	218.949,12	R\$/ano
Despesa diversa 10%=	21.894,91	R\$/ano
Total =	240.844,03	R\$/ano

O custo da tarifa foi obtido pela expressão:

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

$TM =$ Tarifa média
 $CS =$ Custo dos investimentos + custo de operação e manutenção + custo com energia
 $Vd =$ Volume demandado em m³ (6.2400.000,00m³)

$$TM = \frac{23.094.314,68}{6.240.000,00} = 3,70 \text{ R\$/ano}$$

Cálculo do Valor Presente dos Custos Investimento Operação e Manutenção					
Ano	Investimento Inicial (R\$)	Operação + Manutenção	Custo com Energia (R\$)	Total	Valor Presente (R\$)
0	21.805.137,63	-	-	21.805.137,63	21.805.137,63
1		240.844,03	-	240.844,03	204.105,11
2		240.844,03	-	240.844,03	172.970,43
3		240.844,03	-	240.844,03	146.585,11
4		240.844,03	-	240.844,03	124.224,67
5		240.844,03	-	240.844,03	105.275,15
6		240.844,03	-	240.844,03	89.216,23
7		240.844,03	-	240.844,03	75.606,97
8		240.844,03	-	240.844,03	64.073,70
9		240.844,03	-	240.844,03	54.299,75
10		240.844,03	-	240.844,03	46.016,74
11		240.844,03	-	240.844,03	38.997,23
12		240.844,03	-	240.844,03	33.048,50
13		240.844,03	-	240.844,03	28.007,21
14		240.844,03	-	240.844,03	23.734,92
15		240.844,03	-	240.844,03	20.114,34
16		240.844,03	-	240.844,03	17.046,05
17		240.844,03	-	240.844,03	14.445,81
18		240.844,03	-	240.844,03	12.242,21
19		240.844,03	-	240.844,03	10.374,75
20		240.844,03	-	240.844,03	8.792,16
Total=					23.094.314,68

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 Nº:
7 – Cota atual do nível da água:	m
8 – Bacia:	
9 – Proprietário/Administração Regional: /	

Legenda:

SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NÍVEL DE PERIGO: (NP)
NA - Este item N ão é Aplicável	I - <u>I</u> nsignificante	0 - Nenhum
NE - Anomalia N ão Existente	P - <u>P</u> equena	1 - Atenção
PV - Anomalia Constatada pela P rimera V ez	M - <u>M</u> édia	2 - Alerta
DS - Anomalia D esapareceu	G - <u>G</u> rande	3 - Emergência
DI - Anomalia D iminuiu		
PC - Anomalia P ermaneceu C onstante		
AU - Anomalia A umentou		
NI - Este item N ão 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.

CÁLCULO DA TARIFA MÉDIA

Agente	Quant.	Horas dia	Horas semana	Horas sábado	Horas mês	Horas ano	Valor da hora (R\$/horas)	Total (R\$/ano)
zelador	1	8	40	16	176	2112	3,53	7.455,36
Operários	2	8	40	16	352	4224	3,53	14.910,72
Engenheiros	2	6	30	0	240	2880	30,04	86.515,20
Motorista	1	8	40	16	176	2112	7,07	14.931,84
Total=	6							123.813,12

Veículo – 01 x 4000 km/mês x 2,0 R\$/10km = 9,600 R\$/ano

Agente	Quant	km/mês	R\$/10km	R\$/mês	R\$/ano
Veículo	1	4000	2,57	1028	12.336,00

Hospedagem – 48 diárias/ano x 100,00 R\$/diária = 4,800 R\$/ano;

Agente	Quant	diária/dia	diária/mês	R\$/diária	R\$/mês	R\$/ano
Hospedagem	2	2	4	100	400	4.800,00

48

Equipamentos – 300 horas/ano x 100 R\$/hora = 30.000,00 R\$/ano;

Agente	horas/ano	R\$/hora	R\$/ano
Equipamentos	300	100	30.000,00

01 consultor – 120 horas/ano x 300 R\$/hora = 36.000,00 R\$/ano.

Agente	Quant	horas/mês	horas/ano	R\$/hora	R\$/ano
Consultor	1	10	120	400	48.000,00

Sub-Total =	218.949,12	R\$/ano
Despesa diversa 10%=	21.894,91	R\$/ano
Total =	240.844,03	R\$/ano

O custo da tarifa foi obtido pela expressão:

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

$TM =$ Tarifa média
 $CS =$ Custo dos investimentos + custo de operação e manutenção + custo com energia
 $Vd =$ Volume demandado em m³ (6.240.000,00m³)

$$TM = \frac{23.094.314,68}{6.240.000,00} = 3,70 \text{ R\$/ano}$$

Cálculo do Valor Presente dos Custos Investimento Operação e Manutenção					
Ano	Investimento Inicial (R\$)	Operação + Manutenção	Custo com Energia (R\$)	Total	Valor Presente (R\$)
0	21.805.137,63	-	-	21.805.137,63	21.805.137,63
1		240.844,03	-	240.844,03	204.105,11
2		240.844,03	-	240.844,03	172.970,43
3		240.844,03	-	240.844,03	146.585,11
4		240.844,03	-	240.844,03	124.224,67
5		240.844,03	-	240.844,03	105.275,15
6		240.844,03	-	240.844,03	89.216,23
7		240.844,03	-	240.844,03	75.606,97
8		240.844,03	-	240.844,03	64.073,70
9		240.844,03	-	240.844,03	54.299,75
10		240.844,03	-	240.844,03	46.016,74
11		240.844,03	-	240.844,03	38.997,23
12		240.844,03	-	240.844,03	33.048,50
13		240.844,03	-	240.844,03	28.007,21
14		240.844,03	-	240.844,03	23.734,92
15		240.844,03	-	240.844,03	20.114,34
16		240.844,03	-	240.844,03	17.046,05
17		240.844,03	-	240.844,03	14.445,81
18		240.844,03	-	240.844,03	12.242,21
19		240.844,03	-	240.844,03	10.374,75
20		240.844,03	-	240.844,03	8.792,16
Total=					23.094.314,68



	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
B.	BARRAGEM														
B.1	TALUDE DE MONTANTE														
1	Erosões														
2	Escorregamentos														
3	Rachaduras/afundamento (laje de concreto)														
4	Rip-Rap incompleto, destruído ou deslocado														
5	Afundamentos e buracos														
6	Árvores e arbustos														
7	Erosão nos encontros das ombreiras														
8	Canaletas quebradas ou obstruídas														
9	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais														
10	Sinais de movimento														

Comentários:

	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
B.	BARRAGEM														
B.2	COROAMENTO														
1	Erosão														
2	Rachaduras														
3	Falta de revestimento														
4	Falha no revestimento														
5	Afundamentos e buracos														
6	Árvores e arbustos														
7	Defeitos na drenagem														
8	Defeitos no meio-fio														
9	Formigueiros, cupinzeiros ou toca de animais														
10	Sinais de movimento														
11	Desalinhamento do meio-fio														
12	Ameaça de transbordamento da barragem														

Comentários:

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.	SANGRADOURO/VERTEDOURO													
C.1	CANAIS DE APROXIMAÇÃO E RESTITUIÇÃO	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Árvores e arbustos													
2	Obstrução ou entulhos													
3	Desalinhamento dos taludes e muros laterais													
4	Erosões ou escorregamentos nos taludes													
5	Erosão na base dos canais escavados													
6	Erosão na área a jusante (erosão regressiva)													
7	Construções irregulares (aterro, casa, cerca)													

 Comentários:

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.	SANGRADOURO/VERTEDOURO													
C.2	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DA SOLEIRA	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Rachaduras ou trincas no concreto													
2	Ferragem do concreto exposta													
3	Deterioração da superfície de concreto													
4	Descalçamento da estrutura													
5	Juntas danificadas													
6	Sinais de deslocamentos das estruturas													

 Comentários:

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.	SANGRADOURO/VERTEDOURO													
C.4	MUROS LATERAIS	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Erosão na fundação													
2	Erosão nos contatos dos muros													
3	Rachaduras no concreto													
4	Ferragem do concreto exposta													
5	Deterioração da superfície de concreto													

 Comentários:

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
E.	TOMADA D'ÁGUA	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
E.1	ENTRADA													
1	Assoreamento													
2	Obstrução e entulhos													
3	Tubulação danificada													
4	Registros defeituosos													
5	Grade de proteção													
6	Defeitos na grade													

 Comentários:

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
E.	TOMADA D'ÁGUA	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
E.2	ACIONAMENTO													
1	Hastes (travada no mancal, corrosão e empenamento)													
2	Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores)													
3	Falta de mancais													
4	Corrosão dos mancais													
5	Falha nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal													
6	Falta indicador de abertura													
7	Falta de volante													

 Comentários:

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
E.	TOMADA D'ÁGUA	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
E.3	COMPORTA													
1	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)													
2	Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)													
3	Defeito das vedações (vazamento)													
4	Defeito das rodas (comporta vagão)													
5	Defeitos nos rolamentos ou buchas retentores													
6	Defeito no ponto de içamento													

 Comentários:

F.	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
F.1	GALERIA														
1	Corrosão e vazamentos na tubulação														
2	Sinais de abrasão ou cavitação														
3	Defeitos nas juntas														
4	Deformação do conduto														
5	Desalinhamento do conduto														
6	Surgência de água no concreto														
7	Precariedade de acesso														
8	Vazamento nos dispositivos de controle														
9	Falta ou deficiência de drenagem da caixa de válvulas														
10	Defeitos no concreto														
11	Presença de pedras e lixo dentro da caixa de válvulas														

 Comentários:

F.	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
F.2	ESTRUTURA DE SAÍDA														
1	Corrosão e vazamentos na tubulação														
2	Sinais de abrasão ou cavitação														
3	Ruídos estranhos														
4	Defeito nos dispositivos de controle														
5	Surgências de água no concreto														
6	Precariedade de acesso (árvores e arbustos)														
7	Vazamento nos dispositivos de controle														
8	Manutenção														
9	Construções irregulares														
10	Falta ou deficiência de drenagem da caixa de válvulas														
11	Defeitos no concreto														
12	Presença de pedras e lixo dentro da caixa de válvulas														
13	Defeitos na cerca de proteção														

 Comentários:

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
G.	DIQUE 1	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
G.1	TALUDE DE MONTANTE													
1	Erosões													
2	Escorregamentos													
3	Rachaduras/afundamento (laje de concreto)													
4	Rip-Rap incompleto, destruído ou deslocado													
5	Afundamentos e buracos													
6	Árvores e arbustos													
7	Erosão nos encontros das ombreiras													
8	Canaletas quebradas ou obstruídas													
9	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais													
10	Sinais de movimento													

Comentários:

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
G.	DIQUE 1	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
G.2	COROAMENTO													
1	Erosão													
2	Rachaduras													
3	Falta de revestimento													
4	Falha no revestimento													
5	Afundamentos e buracos													
6	Árvores e arbustos													
7	Defeitos na drenagem													
8	Defeitos no meio-fio													
9	Formigueiros, cupinzeiros ou toca de animais													
10	Sinais de movimento													
11	Desalinhamento do meio-fio													
12	Ameaça de transbordamento do Dique													

Comentários:

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
H.	DIQUE 2	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
H.1	TALUDE DE MONTANTE													
1	Erosões													
2	Escorregamentos													
3	Rachaduras/afundamento (laje de concreto)													
4	Rip-Rap incompleto, destruído ou deslocado													
5	Afundamentos e buracos													
6	Árvores e arbustos													
7	Erosão nos encontros das ombreiras													
8	Canaletas quebradas ou obstruídas													
9	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais													
10	Sinais de movimento													

Comentários:

1. Árvores e arbustos no talude que requerem serviço de roço.

LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
H.	DIQUE 2	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
H.2	COROAMENTO													
1	Erosão													
2	Rachaduras													
3	Falta de revestimento													
4	Falha no revestimento													
5	Afundamentos e buracos													
6	Árvores e arbustos													
7	Defeitos na drenagem													
8	Defeitos no meio-fio													
9	Formigueiros, cupinzeiros ou toca de animais													
10	Sinais de movimento													
11	Desalinhamento do meio-fio													
12	Ameaça de transbordamento da barragem													

Comentários:

