

Governo do Estado do Ceará
Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH
Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos
Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH



Contrato Nº 11 / PROGERIRH / CE / SRH / 2003

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADES TÉCNICAS,
AMBIENTAIS, ECONÔMICAS, EIAS - RIMAS, PROJETOS
EXECUTIVOS, LEVANTAMENTOS CADASTRAIS E PLANOS DE
REASSENTAMENTOS DE POPULAÇÕES, MANUAIS DE OPERAÇÃO E
MANUTENÇÃO E AVALIAÇÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA
REFERENTES ÀS BARRAGENS: MAMOEIRO, RIACHO DO MEIO,
MELANCIA, JATOBÁ E JUCÁ E ADUTORAS DE ANTONINA DO NORTE,
GRANJEIRO, CROATÁ E IPUEIRAS

BARRAGEM MAMOEIRO

MÓDULO VII - ELABORAÇÃO DOS MANUAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
VOLUME I - MANUAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO



KL ENGENHARIA

MA|BE
Infra-estrutura e Serviços S/C LTDA

enerconsult s.a. 
ARCADIS

BARRAGEM MAMOEIRO

MÓDULO VII – ELABORAÇÃO DOS MANUAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

VOLUME I – MANUAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

JULHO DE 2006

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| APRESENTAÇÃO | 4 |
| 1 – INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 – CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM MAMOEIRO | 10 |
| 2.1 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO | 10 |
| 2.2 – CARACTERÍSTICAS DA OBRA | 10 |
| 2.3 – FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM..... | 12 |
| 2.4 – DESENHOS NECESSÁRIOS AO MANUAL DE OPERAÇÃO | 14 |
| 2.5 – CUIDADOS ESPECIAIS A SEREM OBSERVADOS NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM MAMOEIRO..... | 15 |
| 2.5.1 – Maciço da Barragem em CCR..... | 15 |
| 2.5.2 – Vertedouro | 15 |
| 2.5.3 – Tomada D’Água | 16 |
| 3 – OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DA BARRAGEM MAMOEIRO | 18 |
| 4 – TREINAMENTO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO..... | 21 |
| 5 – SISTEMÁTICA DE MANUTENÇÃO ROTINEIRA..... | 23 |
| 6 – INSPEÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM | 26 |
| 6.1 – INTRODUÇÃO | 26 |
| 6.2 – OBJETIVO..... | 26 |
| 6.3 – AVALIAÇÕES DO PROJETO, CONSTRUÇÃO E DESEMPENHO..... | 26 |
| 6.4 – IDENTIFICAÇÃO E REGISTROS DOS PROBLEMAS E FRAGILIDADES | 27 |
| 6.5 – ROTEIRO PARA INSPEÇÃO DA BARRAGEM..... | 27 |

| | |
|---|-----------|
| 6.5.1 – Considerações Gerais | 27 |
| 6.5.3 – Registro Fotográfico | 28 |
| 6.6 – RELATÓRIO SOBRE A INSPEÇÃO DA BARRAGEM | 28 |
| 7 – CÁLCULO DA TARIFA MÉDIA | 31 |
| 7.1 – INTRODUÇÃO | 31 |
| ANEXO | |
| ANEXO 1 – RELAÇÃO DE DESENHOS | |



APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O consórcio KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda, MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda e ENERCONSULT S/A, no âmbito do contrato Nº11/PROGERIRH/CE/SRH/2003 do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH tem por finalidade a Elaboração dos Estudos de Viabilidades Técnicas, Ambientais, Econômicas, Eias - Rimas, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais e Planos de Reassentamentos de Populações, Manuais de Operação e Manutenção e Avaliação Financeira e Econômica referentes às Barragens: Mamoeiro, Riacho do Meio, Melancia, Jucá e Jatobá e Adutoras de Antonina do Norte, Granjeiro e Ipueiras.

Os estudos desenvolvidos, em atendimento aos Termos de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em Módulos, Volumes e Tomos. As partes e tomos que compõem o acervo do contrato são apresentados na seqüência:

Módulo I: Estudos de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras

VOLUME I: Estudo de Alternativas e Opções para a Localização dos Eixos Barráveis e Adutoras

Módulo II: Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Relatório Geral – Textos

TOMO 2 – Estudos Hidrológicos

TOMO 3 – Estudos Cartográficos

TOMO 4 – Estudos Geológicos e Geotécnicos

TOMO 5 – Estudos Pedológicos

VOLUME II: Anteprojetos

TOMO 1 – Relatório de Concepção Geral

TOMO 1A – Desenhos e Plantas

TOMO 1B – Memória de Cálculo

VOLUME III: Avaliações Técnicas, Ambientais, Financeiras e Econômicas

TOMO 1 – Relatório de Avaliações Técnica, Ambiental, Financeira e Econômica

Módulo III: Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA/RIMA)

VOLUME I: EIA

VOLUME II: RIMA

Módulo IV: Detalhamento do Projeto Executivo das Barragens

VOLUME I: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo do Projeto

TOMO 2 – Desenhos do Projeto

TOMO 3 – Memória de Cálculo

TOMO 4 – Especificações Técnicas

TOMO 5 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 6 – Síntese

Módulo V: Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento

VOLUME I: Levantamento Cadastral

TOMO 1 – Relatório Geral

TOMO 2 – Laudos Individuais de Avaliação

TOMO 3 – Levantamentos Topográficos

VOLUME II: Plano de Reassentamento

TOMO 1 – Relatório Final do Reassentamento

Módulo VI: Projeto Executivo das Adutoras

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Levantamentos Topográficos

TOMO 2 – Investigações Geotécnicas

VOLUME II: Anteprojeto

VOLUME III: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo

TOMO 2 – Memória de Cálculo

TOMO 3 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medições

Módulo VII: Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção

VOLUME I: Manuais de Operação e Manutenção

O presente relatório que trata da **Barragem Mamoeiro**, aqui nomeado como Volume I – Manuais de Operação e Manutenção, é parte integrante do Módulo VII – Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção.

1 – INTRODUÇÃO

1 – INTRODUÇÃO

O consórcio constituído pelas empresas KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda, MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda e ENERCONSULT S/A vem, através desta, apresentar, em atendimento ao Contrato N°11/PROGERIRH/SRH/2003, o Manual de Administração, Operação e Manutenção da Barragem Mamoeiro.

As barragens, diferentemente da maioria das obras de infra-estrutura, são obras associadas a um elevado potencial de risco devido à possibilidade de um eventual colapso com conseqüências danosas para as estruturas das próprias barragens, ao meio ambiente e à vida humana. Por esse motivo, foi preparado esse manual que tem a finalidade de relacionar e orientar os procedimentos que devem ser seguidos na Gestão, Operação e Manutenção do Conjunto Reservatório + Estruturas do Barramento.

2 – CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM MAMOEIRO

2 – CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM MAMOEIRO

2.1 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O sítio do barramento fica localizado no Riacho Conceição, nas proximidades da localidade de Várzea Nova (Vila Luziana), no município de Antonina do Norte. Na verdade o riacho Conceição forma a divisa dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba.

O acesso ao local pode ser feito de duas formas a saber. A primeira opção é feita partindo-se de Fortaleza pela BR-116 seguindo-se até a cidade de Icó. Esse trajeto é feito percorrendo-se 370 km. De Icó segue-se pela CE-282, por mais 50 km, até chegar à cidade de Iguatu. De Iguatu segue-se pela CE-284 até a cidade de Antonina do Norte. Desta segue-se pela CE-176 por 7,3 km. Daí toma-se à esquerda por uma estrada carroçável para o vilarejo de Várzea Nova (Vila Luziana), cerca de 4,0 Km. Desta localidade, seguindo a estrada carroçável, cerca de 6,0 Km, chega-se nas opções de eixo. A segunda alternativa de acesso é feita pela BR-116 até o entroncamento desta com a CE-060. Esse percurso é feito percorrendo-se 69 km. Deste ponto, conhecido como Triângulo Quixadá, segue pela CE-060 até a cidade de Iguatu, percorrendo mais 230 km de Iguatu até a obra segue-se o mesmo roteiro da primeira alternativa.

2.2 – CARACTERÍSTICAS DA OBRA

Partindo-se do eixo levantado em campo foi feita a otimização do posicionamento do eixo. Esse novo eixo foi estaqueado da estaca 0+0,00 à estaca 30+0,00. Os dois eixos podem ser vistos no Desenho I-2-MA-02/34-000.

Concebeu-se a barragem em maciço de CCR (concreto compactado a rolo) entre as estacas 5+7,00 e 22+15,00, como pode ser visto no perfil longitudinal no Desenho I-2-MA-12/34-000.

O coroamento da barragem foi estabelecido na cota 361,50m que ficará sujeito ao galgamento numa cheia de recorrência de 10.000 anos.

A parte central da barragem com 80,00m de largura. Com soleira na cota 355,00m que corresponde a uma acumulação de 20,60hm³.

A lâmina vertente da cheia milenar é de 6,0m. A água vertente desce num vertedouro em perfil creager e entre em trecho em tangente com inclinação de 1:0,70. A água da cheia é despejada sobre uma laje de concreto armado com topo na cota 334,50m. A laje tem 20,00m de extensão. No final da extremidade da laje foi projetado

um redente de amarração que tem dimensões de 1,50m por 2,0m de profundidade. Esse redente será chumbado ao maciço rochoso. Correspondente à laje foi projetado dois muros laterais com coroamento na cota 342,50m o muro será, também, de CCR e tem inclinação de 1:0,70m. A bacia projetada corresponde à formação de ressalto pleno de uma cheia de 500m³/s. Cheias maiores completarão o ressalto da bacia e estarão sobre rocha sã. O que levou o Consórcio Projetista a optar por essa solução foi o fato de que essas cheias extremas são muito eventuais e no caso de uma ocorrência as estruturas da barragem suportarão os poucos momentos de passagem da cheia.

O trecho insubmersível tem largura do coroamento de 6,50m incluindo os guardas corpos. A seção tem um trecho de 3,0m de altura com largura de 6,50m e a partir desse ponto forma um talude para jusante na inclinação de 1:0,70 (V:H).

A barragem é toda formada em módulo de 20,00m de extensão. Há um dreno formado e um envolvimento na junta com uma junta de impermeabilização tipo Fungenband.

A galeria de inspeção será implantada entre as estacas 8+5,0 e 20+15. No trecho entre as estacas 8+5,0 e 13+0,75 e 18+17,45 e 20+15,00 ela será inclinada e no trecho entre as estacas 13+0,75 e 18+17,45 ela será horizontal na cota 343,00m.

No trecho vertente existe uma camada de concreto de face com $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$ em montante e jusante. Nos trechos não submersíveis esse concreto de face existe só no paramento de montante.

A tomada d'água será implantada na estaca 10+5,00m do eixo barrável pela ombreira direita. A tomada d'água terá extensão de 17,50m e será constituída de uma galeria tubular de diâmetro $\phi=0,300\text{m}$ em aço ASTM A-36. O eixo da galeria ficará na cota 346,55m. O corpo do tubo será envolto em concreto estrutural. A tomada d'água foi projetada para regularizar uma vazão de 0,140m³/s com velocidade de 2,0m/s.

A Barragem será operada entre os níveis de cota 355,00m e 349,00m, onde os volumes são de 20,60hm² que corresponde a 100% de capacidade e 5,70hm³ que corresponde a 27,6% da capacidade.

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

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

2.3 – FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM MAMOEIRO**Identificação**

Denominação:.....Barragem Mamoeiro

Estado:.....Ceará

Município:.....Antonina do Norte

Rio Barrado:.....Riacho Conceição

Coordenadas UTM (SAD-69):.....E(X)=381.909; N(Y)=9.249.443

Proprietário:.....SRH/CE

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

Data do Projeto:.....Julho/2005

Bacia HidrográficaÁrea da Bacia Hidrográfica Total:.....1.887,6km²

Perímetro da Bacia Hidrográfica.....222,47km

Fator de Compacidade.....1,44

Fator de Forma.....0,16

Tempo de Concentração.....21,03h

Declividade Média:.....3,72m/km

Comprimento do Rio Principal:.....107,63km

Pluviosidade Média Anual:.....618,2mm

Evaporação Média Anual:.....2.493,6mm

Evapotranspiração Potencial (Hargreaves):.....1.874,2mm

Insolação Média Anual:.....2.624,3h



| | |
|---|---------|
| Umidade Relativa Média Anual:..... | 64,2% |
| Temperatura Média Anual: Média das Máximas..... | 30,7°C |
| Temperatura Média Anual: Média das Médias | 24,1°C |
| Temperatura Média Anual: Média das Mínimas..... | 20,1°C |
| Classificação Climática: | DS2A'a' |
| Classificação Climática Segundo Koeppen:..... | BWx' |

Características do Reservatório

| | |
|---|---------------------------|
| Área da Bacia Hidráulica (cota 355,0m):..... | 369,05ha |
| Volume Acumulado (cota 355,0m):..... | 20,68hm ³ |
| Volume Afluente Médio Anual:..... | 6,786hm ³ /ano |
| Vazão Regularizada (90%):..... | 0,14m ³ /s |
| Vazão Máxima de Projeto Amortecida (TR=1.000 anos):..... | 2.466,00m ³ /s |
| Vazão Máxima de Projeto Amortecida (TR=10.000 anos):..... | 3.310,00m ³ /s |
| Nível d'água Máximo (TR=1.000 anos):..... | 361,00m |
| Nível d'água Máximo Maximorum (TR=10.000 anos):..... | 362,30m |

Barragem Principal – Tipo CCR

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Altura Máxima:..... | 27,50m |
| Largura do Coroamento:..... | 6,50m |
| Extensão pelo Coroamento:..... | 348,00m |
| Cota do Coroamento:..... | 361,50m ¹ |
| Largura Máxima da Base:..... | 23,72m |

¹O coroamento da barragem foi estabelecido na cota 361,50m, o qual ficará sujeito ao galgamento numa cheia de recorrência de 10.000 anos.

Tomada D'Água

Tipo:.....Tubo Flangeado em Aço Carbono Envelopado por Galeria de Concreto

Diâmetro:.....1- ϕ =300mm

Cota do Eixo da Tubulação:.....346,55m

Controle de Montante:.....Comporta Stop-Log com Acionamento Manual

Controle de Jusante:

Registro de Gaveta:.....1- ϕ =300mm

Válvula Borboleta:.....1- ϕ =300mm

Volume Morto (cota 338,00m):.....4.447,2m³

Vertedouro

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

Soleira:

Cota:.....355,00m

Largura:.....80,00m

Bacia de Dissipação:

Cota:.....334,50m

Largura:.....80,00m

Extensão:.....20,00m

2.4 – DESENHOS NECESSÁRIOS AO MANUAL DE OPERAÇÃO

Neste item são apresentados os desenhos necessários à composição do Manual de Operação e Manutenção.

Destacou-se os seguintes desenhos:

Bacia Hidráulica – I-2-MA-01/35-010;

Perfil Geotécnico do Subsolo no Eixo Barrável – I-2-MA-05/35-010;



Estudos Geotécnicos – Localização e Acessos das Ocorrências – I-2-MA-08/35-010;

Arranjo Geral das Obras – I-2-MA-09/35-010;

Seção Tipo (Máxima) – Trecho Insubmersível e Detalhes – I-2-MA-13/35-010;

Seção Tipo (Máxima) – Trecho Submersível e Detalhes – I-2-MA-14/35-010;

Tomada D'Água – Seção Longitudinal, Cortes e Detalhes – I-2-MA-33/35-010.

2.5 – CUIDADOS ESPECIAIS A SEREM OBSERVADOS NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM MAMOEIRO

2.5.1 – Maciço da Barragem em CCR

O maciço da barragem Mamoeiro será em concreto rolado, compactação com rolo liso, representada pela sigla CCR. A extensão pelo coroamento é de cerca de 348,00m sendo que 80,00m entre as estacas 14+0,00 e 18+0,00 foi colocado o vertedouro.

Esse maciço que tem altura máxima de 27,50m está previsto para ser fundado todo sobre rocha sã que será encontrada na escavação obrigatória. A barragem será fundada em rocha do tipo gnaiss muito dura e biotita-xisto dura. A princípio espera-se que não haverá problemas com a fundação. Entretanto, a ombreira direita é demasiadamente íngreme de formas que deve sempre ser observado o surgimento de alguma percolação por essa ombreira que deve ser comunicada imediatamente à COGERH.

Outro cuidados com o maciço é fazer permanentemente a observação do sistema de drenagem interna do maciço. Ver como estes estão funcionando a intensidade de suas vazões, a turbidez da água percolada.

Outra questão a ser observada é o surgimento de bolhas no maciço de CCR que quando rompidas apresentam material esbranquiçado tipo um sal. Essa situação caracteriza uma reação álcalis agregados RAA. Essa patologia é comprometedora ao funcionamento do maciço a longo prazo.

2.5.2 – Vertedouro

O vertedouro como já foi dito é parte integrada do maciço e portanto os mesmos cuidados com o maciço da barragem devem ser aqui seguidos. Além do mais sempre após as sangrias deve se inspecionar as faces dos degraus e detectar se está havendo

arrancamento do concreto. Esse sintoma indicaria um processo de cavitação. Deve-se, também, examinar a laje da bacia de dissipação e a sanidade da rocha de jusante do vertedouro.

2.5.3 – Tomada D'Água

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

3 – OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DA BARRAGEM MAMOEIRO

3 – OBJETIVOS DA ADMINISTRAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DA BARRAGEM MAMOEIRO

As diretrizes para o plano de administração, operação e manutenção da Barragem Mamoeiro considera que as características do semi-árido no Ceará, principalmente a escassez de água, tem sido objeto de preocupação crescente a 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 criação da Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH, da Superintendência de Obras Hidráulicas - SOHIDRA, 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 SRH e da COGERH 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. Nas bacias hidrográficas a organização dos comitês iniciado pela COGERH, tem 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 desenvolvidas planos de operação dos mesmos.

As populações que utilizam-se das águas dos açudes estaduais e federais 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 Mamoeiro.

A gestão participativa do açude Mamoeiro, 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 Mamoeiro 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 a 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.

4 – TREINAMENTO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO

4 – TREINAMENTO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELA OPERAÇÃO

A COGERH deve fazer um treinamento com a equipe a ser responsável pela operação e manutenção da Barragem Mamoeiro.

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

Nesse seminário deverá também ser mostrado estudos de caso de barragens que apresentaram problemas e como tiveram 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 engenheiros da COGERH;

01 consultor de barragens.

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

Recomenda-se, também, que a COGERH faça a instalação de régua limimétrica para que se saiba diariamente a cota do nível d'água na Barragem.

5 – SISTEMÁTICA DE MANUTENÇÃO ROTINEIRA

5 – SISTEMÁTICA DE MANUTENÇÃO ROTINEIRA

A manutenção rotineira será realizada pelo Agente de Guarda devidamente treinado pela 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 reensas, erosões, elevação rápida do nível d'água no reservatório.

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

Barragem

Coroamento;

Talude de Montante;

Talude de Jusante;

Dispositivos de Drenagem Interna.

Vertedouro

Canal de Restituição;

Estrutura de Fixação da Cota da Soleira;

Muros de Proteção Lateral;

Verificação de arranques localizados na superfície dos degraus, e laje da bacia de dissipação.

Tomada D'Água

Boca de Entrada;

Comporta da Caixa de Montante;

Estado do Cabo de Içamento;

Estado do Registro de Gaveta;

Estado da Válvula Borboleta;

Inspeção da Caixa de Jusante;

Verificação das Condições da Régua de Medida da Lâmina do Vertedouro Triangular.

Reservatório

Exame de borda do reservatório e anotação de anomalias.

Região a Jusante da Barragem

Examinar as características das águas de reventas, se estão limpas ou se carreiam solos finos em suspensão;

Examinar se existe ou está surgindo alguma reventa bem a jusante da barragem, se for o caso comunicar imediatamente a COGERH.

Estrada 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 da COGERH.

6 – INSPEÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM

6 – INSPEÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM

6.1 – INTRODUÇÃO

As inspeções para levantamento das condições atuais das estruturas do barramento e obras complementares devem ser feitas periodicamente pelos engenheiros da COGERH treinados para avaliar as diversas avarias possíveis de ocorrer com a obra. Eventualmente esse visita poderá ter a presença de um consultor de barragens.

Esse 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.

6.2 – OBJETIVO

O objetivo de uma avaliação de segurança é determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional da Barragem Mamoeiro, 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.

6.3 – 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, a fim de determinar se as estruturas foram edificadas como projetadas ou se as revisões necessárias foram feitas em todas as situações normais ou imprevistos.

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 instrumentações e 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 da instrumentação.

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

São indícios de desenvolvimento de condições inseguras em potencial:

Condições imprevistas nas fundações;

Presença de percolação;

Aceitação excessiva de injeção;

Indicação de perigo ou acomodação do solo durante a construção.

6.4 – IDENTIFICAÇÃO E REGISTROS DOS PROBLEMAS E FRAGILIDADES

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

Evidência de defeitos na construção;

Aumento da percolação ou vazamento;

Perigos geológicos aparentes;

Mau funcionamento dos equipamentos mecânicos e;

Indícios progressivos de deterioração ou enfraquecimento da estrutura e/ou fundação.

6.5 – ROTEIRO PARA INSPEÇÃO DA BARRAGEM

6.5.1 – Considerações Gerais

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

A barragem deve ser percorrida pelo coroamento fazendo observações do comportamento dos blocos das juntas de dilatação e de avarias detectadas na superfície do coroamento no paramento de montante e no talude de jusante. Essa inspeção pode ser feita por jusante mas com muita cautela para evitar acidentes.

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

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

Verificar o alinhamento da superfície.

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

Os encontros do maciço com as ombreiras devem ser inspecionadas cuidadosamente.

6.5.2. Detectando Anomalias

Nas barragens de CCR, as anomalias mais freqüentes são:

Percolações pela fundação;

Trincas ou fraturas;

Reações álcalis agregados;

Recalques diferencial entre blocos;

Percolação excessiva pelo sistema de drenagem interna;

Surgimento de arranque de pequenas áreas no vertedouro e laje da bacia de dissipação.

6.5.3 – Registro Fotográfico

Durante a inspeção da barragem deve ser preparado um documentário fotográfico de todas as evidências dignas de registro.

Esse documentário servirá para fazer o acompanhamento futuro.

6.6 – RELATÓRIO SOBRE A INSPEÇÃO DA BARRAGEM

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 da 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, devem conter, dentre outros os seguintes dados:

Data e hora das observações;

Cota de nível d'água na barragem;

Descarga do sangradouro;

Mudanças eventuais na descarga da galeria da tomada d'água;

Medição das vazões de percolação;

Análise visual da turbidez da água;

Inspeção dos taludes e coroamento da barragem;

Inspeção do sangradouro.

7 – CÁLCULO DA TARIFA MÉDIA

7 – CÁLCULO DA TARIFA MÉDIA

7.1 – INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como finalidade a apresentação do valor da tarifa de água da Barragem Mamoeiro. 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);

04 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 3,5 R\$/horas = 7.392 R\$/ano;

04 operários – 04 x 704 horas/ano x 2,30 R\$/horas = 6.476 R\$/ano;

02 engenheiros – 02 x 120 horas/ano x 35,00 R\$/hora = 8.400 R\$/ano;

01 motorista – 01 x 120 horas/ano x 3,5 R\$/horas = 420,00 R\$/ano;

Veículo – 01 x 4000 km/ano x 1,20 R\$/km = 4.800 R\$/ano;

Hospedagem – 24 diárias/ano x 100,00 R\$/diária = 2.400 R\$/ano;

Equipamentos – 300 horas/ano x 70 R\$/hora = 21.000,00 R\$/ano;

01 consultor – 30 horas/ano x 120 R\$/hora = 3.600 R\$/ano.

Sub-Total = 54.488,00 R\$/ano

Despesa diversa 10% - 5.448 R\$/ano

Total \cong 60.000,00R\$/ano

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 (88.300.800,00m³)

O custo **CS** foi de R\$ 23.813.248,60 (vinte e três milhões, oitocentos e treze mil, duzentos e quarenta e oito reais e sessenta centavos), obtido conforme planilha mostrada a seguir:

Desta forma o custo da tarifa ficou em:

$$TM = \frac{23.813.248,60}{88.300.800,00} = 0,27 R\$ / m^3$$

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

| 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 | 23.479.772,49 | | | 23.479.772,49 | 23.479.772,49 |
| 1 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 52796,61 |
| 2 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 44742,89 |
| 3 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 37917,70 |
| 4 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 32133,65 |
| 5 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 27231,90 |
| 6 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 23077,88 |
| 7 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 19557,53 |
| 8 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 16574,18 |

| Cálculo do Valor Presente dos Custos Investimento Operação e Manutenção | | | | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------|
| Ano | Investimento Inicial (R\$) | Operação + Manutenção | Custo com Energia (R\$) | Total | Valor Presente (R\$) |
| 9 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 14045,91 |
| 10 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 11903,32 |
| 11 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 10087,56 |
| 12 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 8548,78 |
| 13 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 7244,73 |
| 14 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 6139,60 |
| 15 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 5203,05 |
| 16 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 4409,36 |
| 17 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 3736,75 |
| 18 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 3166,74 |
| 19 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 2683,67 |
| 20 | | 60000,00 | 2300,00 | 62300,00 | 2274,30 |
| | | | | | 23.813.248,60 |





ANEXO 1 – RELAÇÃO DE DESENHOS

ANEXO 1 – RELAÇÃO DE DESENHOS

| QUADRO Nº1.1: RELAÇÃO DOS DESENHOS | |
|---|---|
| DESENHO Nº | DESCRIÇÃO |
| I-2-MA-01/35-010 | Bacia Hidráulica |
| I-2-MA-05/35-010 | Perfil Geotécnico do Subsolo no Eixo Barrável |
| I-2-MA-08/35-010 | Estudos Geotécnicos – Localização e Acessos das Ocorrências |
| I-2-MA-09/35-010 | Arranjo Geral das Obras |
| I-2-MA-13/35-010 | Seção Tipo (Máxima) – Trecho Insubmersível e Detalhes |
| I-2-MA-14/35-010 | Seção Tipo (Máxima) – Trecho Submersível e Detalhes |
| I-2-MA-33/35-010 | Tomada D'Água – Seção Longitudinal, Cortes e Detalhes |