

Curso:

Inspeção e Segurança de Barragens

**FUNDAÇÃO PARQUE TECNOLÓGICO ITAIPU – BRASIL
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**

NOTAS DE AULA:

INSPEÇÃO DE BARRAGENS

**ANTONIO NUNES DE MIRANDA
Engenheiro Civil – PhD**

2016

INTRODUÇÃO

Estas notas de aula foram preparadas como referência para a realização de inspeções de segurança de barragens. São baseadas no material didático que faz parte do programa “Training Aids for Dam Safety (TADS)” patrocinado por 14 agências do Governo Americano e pela “Association of State Dam Safety Officials (ASDO)”. Desenvolvido originariamente em inglês foi traduzido e adequado à realidade brasileira pelo Professor Antonio Miranda, para complementar o **Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem**, publicado em 2005 pelo Ministério da Integração Nacional-MI.

Um texto inicial denominado **IDENTIFICAÇÃO VISUAL DE ANOMALIAS EM BARRAGENS DE CONCRETO E TERRA** orienta a utilização dos filmes “Inspeção de Barragens de Terra”, “Inspeção de Barragens de Concreto e Alvenaria”, “Inspeção de Vertedouros e Tomadas d’Água” e “Inspeção de Comportas, Válvulas e Outros Sistemas Hidromecânicos” do programa TADS. A tradução do áudio destes filmes, que serão usados no treinamento, foi realizada através de contratos firmados entre Professor Antonio Miranda e o MI.

A seguir o texto **INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE ATERRO** apresenta informações mais completas sobre estas barragens que são as mais comumente encontradas no Nordeste e detalha os cuidados a serem tomados nas inspeções destas obras. Este material preenche uma lacuna na literatura básica em nosso idioma, sendo útil como referência técnica para os profissionais que se dedicam a segurança de barragens.

Ainda, no **ANEXO: LEGISLAÇÃO** são transcritas a Lei nº 12.334 de 20/9/2010 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e as resoluções da Agência Nacional de Águas – ANA: Resolução ANA nº 742/2011 e Resolução ANA nº 091/2012, bem como as resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH: Resolução CNRH nº 143/2012 e Resolução CNRH nº 144/2012.

Finalmente, na página seguinte é apresentado, traduzido para português, o prefácio do manual do TADS contendo informações sobre este programa.

PREFÁCIO (Manual TADS)

Existem atualmente, mais de 80.000 barragens em uso nos Estados Unidos. Como qualquer obra de engenharia, estas barragens exigem cuidado e manutenção contínuos a fim de assegurar que estas permaneçam em operação, capazes de desempenhar todas as finalidades de projeto, sem colocar em risco pessoas e propriedades à jusante.

A segurança de todas as barragens dos Estados Unidos é de grande interesse nacional, estadual e local. Tendo isto em conta, a finalidade principal do programa TADS (Apoio ao Treinamento de Segurança de Barragens) é aumentar a segurança das barragens em escala nacional. As agências federais são responsáveis pela segurança, operação, manutenção e regulação das barragens de sua propriedade ou sob sua jurisdição. Os estados, outras instituições públicas e proprietários privados são responsáveis pela segurança das demais. A segurança e o cuidado apropriado das barragens somente serão conseguidos através da conscientização e da aceitação desta responsabilidade pelos proprietários e operadores, bem como pela disponibilidade de engenheiros, geólogos, técnicos, e operadores competentes e bem treinados. Esta conscientização e este conhecimento serão adquiridos e mantidos por meio de treinamentos eficazes em tecnologias de segurança de barragens.

Para tanto, um comitê “ad hoc” de direcionamento, representando as diversas agências, foi criado para discutir as maneiras de superar a escassez de bons materiais de treinamento de segurança de barragens. O comitê propôs um programa de estudo autodidata que incluísse vídeos e materiais impressos, com grande disponibilidade, vendável, de baixo custo por estudante, com pouco ou nenhum envolvimento de instrutor e uma abordagem comum das práticas de segurança de barragens.

As 14 agências federais que integram o National Interagency Committee on Dam Safety aprovaram o programa do TADS e assumiram o custo de seu desenvolvimento. Este comitê também disponibilizou especialistas em diversas áreas para auxiliar a preparação dos materiais didáticos. Os estados, através da ASDSO - Association of State Dam Safety Officials, também decidiram apoiar o desenvolvimento do TADS fornecendo suporte técnico.

Os procedimentos de segurança adotados no TADS são aplicáveis às barragens de todos os tipos e tamanhos, sendo útil a todas as agências e proprietários. Do mesmo modo, as orientações de segurança de barragens contidas no TADS são geralmente aplicáveis a todas as situações. Entretanto, assume-se que o grau em que os métodos e os princípios serão adotados é de responsabilidade da agência, do proprietário ou do usuário da barragem. Os patrocinadores do TADS não assumem nenhuma responsabilidade pela maneira que estes materiais didáticos sejam usados ou interpretados, bem como pelos resultados obtidos.

Curso:

Inspeção e Segurança de Barragens

FUNDAÇÃO PARQUE TECNOLÓGICO ITAIPU – BRASIL

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

IDENTIFICAÇÃO VISUAL DE ANOMALIAS EM BARRAGENS

IDENTIFICAÇÃO VISUAL DE ANOMALIAS EM BARRAGENS

ÍNDICE

	Página
Visão Geral	5
Introdução	5
Seu Papel na Manutenção da Segurança da Barragem	5
Sobre Este Módulo	6
Métodos para Identificar Anomalias	7
Como Identificar Anomalias	7
Verificando o Coroamento e os Taludes de uma Barragem de Terra	9
Verificando a Crista, os Paramentos e Galerias de uma Barragem de Concreto	11
Verificando Vertedouros e Tomadas de Água	13
Verificando os Equipamentos Mecânicos	15
Verificando Ombreiras e Margens do Reservatório	17
Verificando a Área a Jusante da Barragem	18
Sumário	19
Glossário	20

IDENTIFICAÇÃO VISUAL DE ANOMALIAS EM BARRAGENS DE CONCRETO E TERRA

VISÃO GERAL

INTRODUÇÃO

Como qualquer obra de engenharia, as barragens exigem cuidado e manutenção contínuos a fim de assegurar que elas permaneçam em operação e capazes de desempenhar todas as finalidades de projeto, sem colocar em risco pessoas e propriedades à jusante.

SEU PAPEL NA MANUTENÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM

Você pode desempenhar um papel importante no processo de segurança de barragens porque, como proprietário, operador, ou pessoa responsável pela manutenção, suas visitas frequentes ou comparecimento à barragem o coloca em uma situação diferenciada para observar condições adversas desenvolvendo-se na mesma. Você pode contribuir para a segurança de barragens de duas maneiras:

- Através da correta operação e manutenção da barragem seguindo os procedimentos de operação e as normas de segurança estabelecidas, e
- Observando as condições da barragem e de seus componentes. Registrando suas observações e informando ao engenheiro residente, à equipe de inspeção de segurança de barragens, ao proprietário, ou a outras autoridades competentes sobre quaisquer condições que possam indicar potenciais problemas de segurança.

Considera-se anomalia qualquer deficiência que possa vir a afetar a segurança da barragem, tanto a curto como a longo prazo. Muitas anomalias podem ser encontradas durante o desempenho das atividades rotineiras em um dia comum de trabalho. É importante ter em mãos papel e caneta para anotar aquilo que encontrar de preocupante ou diferente. Em suas anotações você deverá incluir detalhes como localização, tamanho, quantidade, e qualquer outro fato que possa ajudar a descrever as condições da barragem.

Outros itens úteis que ajudam a encontrar ou definir anomalias são:

- Binóculos para visualizar as áreas de difícil acesso,
- Uma fita métrica para medir a extensão e largura de fissuras e de outras anomalias e, também a distância destas a um ponto de referência, e
- Um pequeno recipiente de vidro ou plástico transparente para verificar a limpidez de vazamentos ou escoamentos.

SOBRE ESTE MÓDULO


Este módulo foi criado com o intuito de fornecer diretrizes aos proprietários de barragens, operadores, e equipes de manutenção para a detecção visual de anomalias de segurança de barragens. Se você for responsável pela inspeção de segurança de barragens, leia os módulos de Inspeção de Segurança de Barragens, pois fornecem uma informação mais detalhada sobre este tema.

Este módulo é dividido em duas partes: uma apresentação em vídeo e um Manual. Diferentemente dos outros módulos TADS onde o Manual é a principal fonte de informação, a apresentação em vídeo deste módulo ilustra os diversos tipos de anomalias que poderão ser encontradas em uma barragem, e o Manual é apenas um resumo dos pontos mais importantes do vídeo.

A apresentação em vídeo descreve anomalias que podem ser encontradas em:

- Coroamento e taludes de barragens de terra
- Crista, paramentos e galerias de barragens de concreto
- Vertedouros e tomadas d'água
- Equipamentos mecânicos
- Ombreiras e margens do reservatório
- Área à jusante da barragem

Este Manual resume os diversos tipos de problemas descritos no vídeo.

A figura de um capacete  aparecerá próxima a qualquer anomalia que deva ser reportada imediatamente a um engenheiro qualificado ou outras autoridades competentes.



Você poderá assistir ao filme agora. Em seguida, leia o restante do Manual.

MÉTODOS PARA IDENTIFICAR ANOMALIAS

COMO IDENTIFICAR ANOMALIAS

Existem diversos métodos e técnicas que irão melhorar a sua habilidade de identificar anomalias.

Na crista de uma barragem de terra ou de concreto...

- Se você costuma percorrer a crista da barragem de carro, você pode ocasionalmente fazer este percurso a pé procurando sistematicamente por anomalias que caso contrário passariam despercebidas.
- Desalinhamentos podem ser detectados olhando ao longo de estruturas retilíneas, tais como guarda-corpo, faixas no pavimento, parapeitos ou corrimão.

Muitas das anomalias que podem ser encontradas nos taludes das barragens de terra são também encontradas nas ombreiras e áreas a jusante. Elas podem ser detectadas...

- Ao percorrer sistematicamente os taludes, ombreiras e áreas a jusante, lembrando-se de limitações da visão à distância. Se você estiver cortando a grama nestas áreas, esta será a melhor hora para procurar por anomalias.
- Usando binóculos para enxergar as partes do maciço ou ombreiras de difícil acesso (como áreas íngremes demais para serem percorridas com segurança).

As anomalias nos paramentos de barragens de concreto podem ser detectadas...

- Olhando-se da crista, ombreiras ou áreas à jusante.
- Olhando-se de um barco. Se você tiver um barco à disposição, percorra os paramentos de montante ou jusante da barragem para observá-los mais de perto.

Dependendo do tamanho da barragem, sua margem pode ser inspecionada utilizando-se binóculos ou olhando-se de um barco.

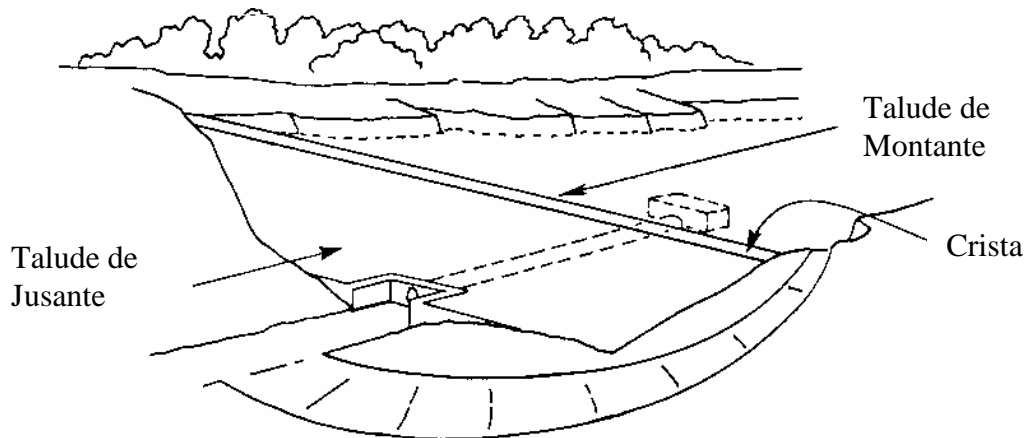
Pode-se andar por vertedouros e tomadas d'água para inspecioná-los. O uso de binóculos também pode ser útil para observar estruturas distantes.

Uma boa oportunidade para procurar por anomalias é durante os testes de operação de equipamentos mecânicos como comportas e válvulas. Pode-se fazer uma avaliação visual procurando por partes soltas ou quebradas e em seguida operar o equipamento para tentar ouvir ruídos que indiquem problemas de motor ou de operação.



Lembre-se de que o nível de água do reservatório influencia no funcionamento de comportas e válvulas, como também no aparecimento de anomalias como percolação e fuga d'água. Assim, anote o nível d'água no reservatório quando registrar uma anomalia.

VERIFICANDO O COROAMENTO E OS TALUDES DE UMA BARRAGEM DE TERRA



No coroamento de uma barragem de terra procure por:

- ✓ Desalinhamentos
- ✓ Fissuras
 - Se houver fissuras...
 - As fissuras são recentes?
 - As fissuras existentes aumentaram de tamanho?
 - Alguma fissura ocasionou erosão, ravinas ou instabilidade?
- ✓ Recalque
- ✓ Vegetação em excesso ou de enraizamento profundo
- ✓ Cavas de animais
- ✓ Danos ou deslocamentos de marcos topográficos ou outros instrumentos próximos da crista.


Nos taludes de uma barragem de terra procure por...

Percolação ou indícios de percolação, como vegetação verde mais desenvolvida

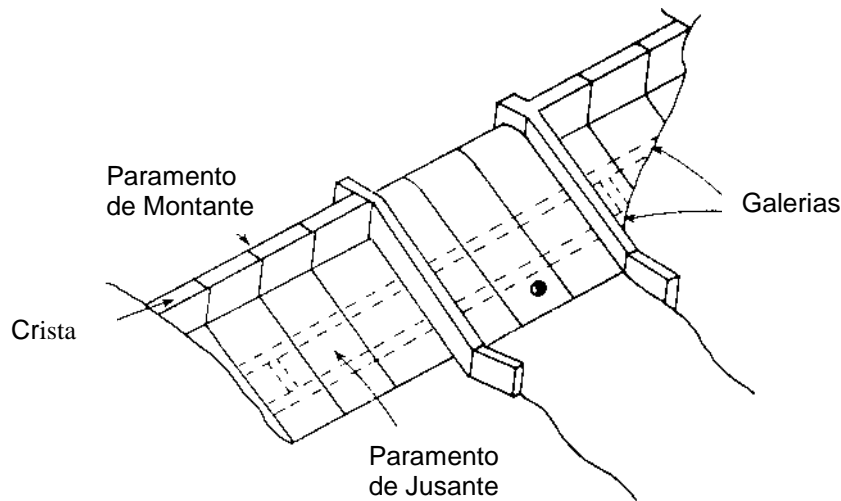
Se for encontrada percolação...

- O fluxo é recente ou aumentou desde a última inspeção? 🛑
- A água de percolação é turva (o que pode indicar a ocorrência de "piping")? 🛑
- ✓ Deslizamentos ou sinais de deslizamentos como fissuras, escarpas 🛑
- ✓ Locais sem grama ou onde a grama esteja escassa e/ou abaulamentos




- ✓ Vegetação em excesso ou com raízes profundas
- ✓ Cavas de animais
- ✓ Ravinamentos
- ✓ Riprap subdimensionado
- ✓ Riprap danificado ou ausente
- ✓ Formação de praias
- ✓ Detritos de deslizamentos obstruindo tomadas d'água ou danificando estruturas auxiliares
- ✓ Danos ou deslocamentos de aparelhos como marcos topográficos, piezômetros, revestimentos de inclinômetros, soleiras e calhas, etc.
- ✓ Fissuras
- ✓ Depressões
- ✓ Dolinas ou subsidências 

VERIFICANDO A CRISTA, OS PARAMENTOS E GALERIAS DE UMA BARRAGEM DE CONCRETO



Na crista de uma barragem de concreto procure por...

- ✓ Fissuras
 - Se forem encontradas fissuras...
 - As fissuras são recentes?
 - As fissuras aumentaram ou diminuíram de tamanho?
- ✓ Deslocamentos nas fissuras ou juntas 
- ✓ Fissuras no concreto em volta de corrimões ou outras peças metálicas embutidas no concreto que podem também indicar deslocamento
- ✓ Deterioração do concreto como desintegração, fragmentação (placas de concreto se desprendendo da superfície), rebentamento (pequenas depressões cônicas deixadas quando partes do concreto se desprendem da superfície), cavitação (desenvolvimento de pequenas cavidades no concreto), ou escamamento (descamação do concreto ou argamassa)

Nos paramentos de uma barragem de concreto procure por...


- ✓ Fugas d'água, ou sinais de fuga d'água, como água nas juntas, fissuras ou juntas de construção, umidade, manchas, vegetação ou eflorescência (formação de depósitos de cálcio quando a água de percolação atinge a superfície do concreto e evapora).
 - Se houver fuga d'água...
 - Existem novos pontos de fuga d'água?
 - Houve aumento ou diminuição na quantidade de vazão em pontos existentes de fuga d'água?
- ✓ Fissuras

- ✓ Deterioração do concreto

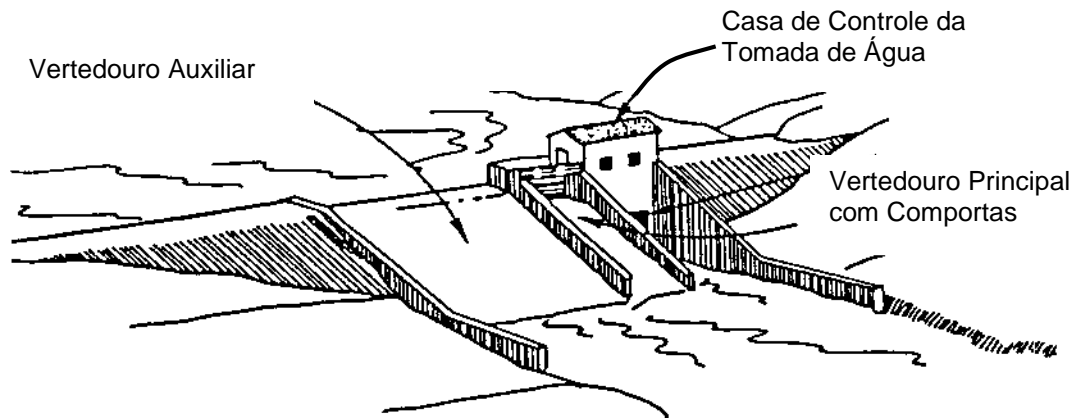
Nas galerias de barragem de concreto procure por...

- ✓ Fissuras
- ✓ Deterioração do concreto
- ✓ Fuga d'água por fissuras ou juntas
- ✓ Drenos obstruídos

Em uma barragem de alvenaria também procure por...

- ✓ Deterioração da argamassa que une a rocha, o tijolo, a pedra ou blocos de cimento
- ✓ Folga e deslocamento dos blocos 
- ✓ Fuga d'água por juntas ou por entre os blocos

VERIFICANDO VERTEDOUROS E TOMADAS DE ÁGUA



Os materiais de construção e a configuração de vertedouros e tomadas d'água podem ser consideravelmente diferentes de uma barragem para outra

Em canais não revestidos (grama, riprap ou canais cortados em rocha) procure por...

- ✓ Erosões e falhas na grama ou riprap que deixam o canal exposto a erosão
- ✓ Deterioração ou deslocamento do riprap
- ✓ Deslizamentos ou indícios de deslizamentos que podem ou já tenham obstruído o canal 🧑‍🚒
- ✓ Depressões
- ✓ Queda de blocos de rocha


Em vertedouros e tomadas d'água de concreto, procure por...

- ✓ Deterioração do concreto
- ✓ Cavitação e erosão 🧑‍🚒

Verifique as paredes e as juntas dos condutos por indícios de...

- ✓ Deslocamentos
- ✓ Abertura das juntas
- ✓ Compressão

Procure por detrás das paredes do canal por...

- ✓ Depressões
- ✓ Dolinas ou subsidências 

Verifique os furos de drenagem e drenos para saber se estão obstruídos

Procure obstruções no fluxo d'água, especificamente...

- ✓ Arbustos, árvores ou outro tipo de vegetação
- ✓ Material de deslizamento, blocos de rocha caídos ou outros detritos
- ✓ Sedimentos

Se a grade de proteção não estiver submersa verifique...

- ✓ Obstrução por detritos
- ✓ Peças metálicas danificadas

Examine a barreira flutuante de detritos procurando por...

- ✓ Elementos encharcados
- ✓ Partes quebradas ou ausentes
- ✓ Partes separadas

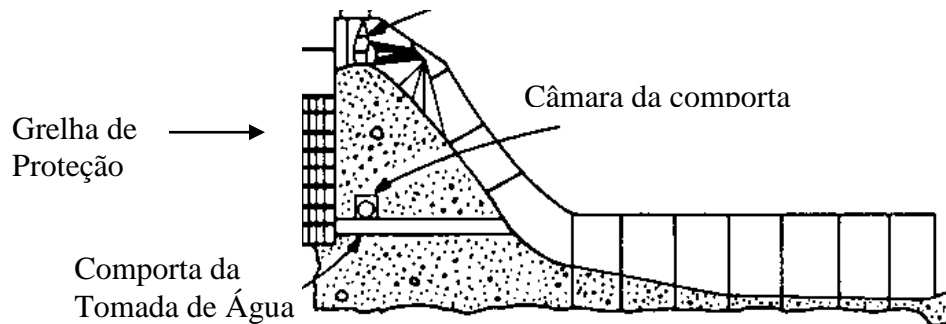
Inspecione os componentes metálicos por...

- ✓ Corrosão
- ✓ Cavitação e desgaste
- ✓ Fragmentação e escamamento
- ✓ Perda de revestimento de proteção
- ✓ Pequenas cavidades formadas por corrosão

Procure identificar percolação ao longo dos condutos, especialmente nas áreas à jusante.

Verifique a ocorrência de percolação para o interior dos condutos, principalmente se carreando sedimentos.

VERIFICANDO OS EQUIPAMENTOS MECÂNICOS



Em comportas e válvulas, procure por superfícies danificadas, incluindo...

- ✓ Fissuras
- ✓ Soldas quebradas
- ✓ Peças faltando, com folgas ou quebradas
- ✓ Perda de revestimento de proteção
- ✓ Corrosão e ferrugem de metais
- ✓ Cavitação

Nos berços e guias procure por...

- ✓ Estragos
- ✓ Partes empenadas
- ✓ Desalinhamentos
- ✓ Sinais de deterioração dos selos
- ✓ Sinais de emperramento nas placas dos selos (arranhões e sulcos)

Verifique os sistemas operacionais...

- ✓ Partes faltando, com folgas ou quebradas
- ✓ Corrosão nas conexões do sistema de elevação
- ✓ Danos nas hastes e nas guias
- ✓ Vazamentos de óleo em volta das hastes
- ✓ Níveis inadequados de fluidos ou vazamento dos fluidos de operação

Ao se operar comportas e válvulas...

- ✓ Fique atento a ruídos estranhos
- ✓ Toque no motor para saber se está quente – um sinal de sobrecarga
- ✓ Fique atento a movimentos intermitentes e bruscos, vibrações excessivas ou emperramentos

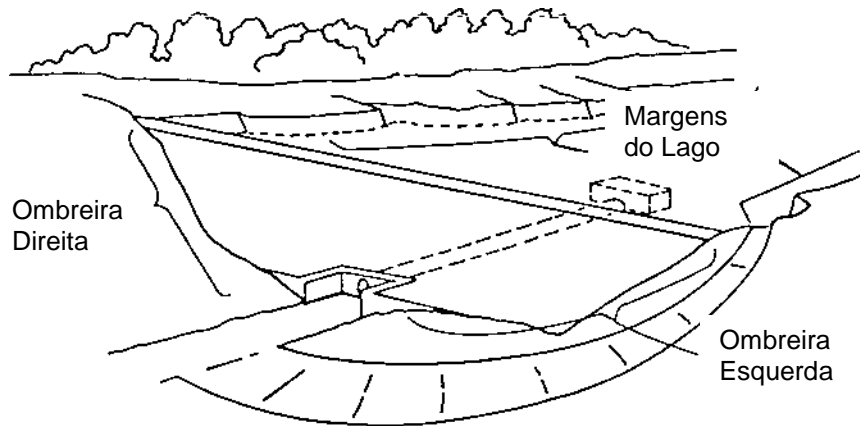


Sistemas de força auxiliares, que são usados quando o sistema principal está inoperante, devem ser testados frequentemente de acordo com os procedimentos operacionais. Os testes deverão ser feitos considerando-se condições normais de operação, bem como simulando condições adversas.

Ao se testar o sistema de força auxiliar...

- ✓ Verificar se o sistema auxiliar está em condições operacionais, testando válvulas e comportas representativas do conjunto.
- ✓ Se sistemas manuais são usados quando o sistema principal está inoperante, verificar suas capacidades de operar comportas e válvulas críticas em tempo hábil.

VERIFICANDO OMBREIRAS E MARGENS DO RESERVATÓRIO



Nas ombreiras, procure por...

- ✓ Percolação ou indícios de percolação, como vegetação mais desenvolvida ou rochas manchadas.

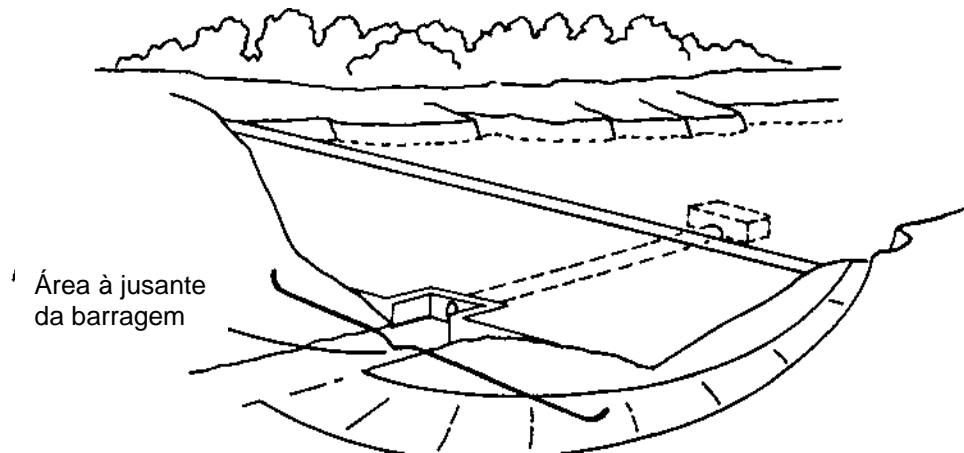
Se for encontrada percolação...

- Percolação foi encontrada em novos locais? 🧐
- Houve aumento ou diminuição da vazão nos pontos de percolação anteriormente identificados? 🧐
- A água de percolação está turva (o que pode indicar a ocorrência de "piping")?





Nas ombreiras e nas margens do reservatório, procure por...

- ✓ Deslizamentos ou indícios de deslizamentos, tais como fissuras, escarpas, abaulamentos, ou árvores inclinadas
- ✓ Material deslizando para dentro do reservatório com o potencial de obstruir entradas das tomadas d'água e vertedores
- ✓ Dolinas e subsidências 🧐
- ✓ Vegetação de raízes profundas próximas à barragem
- ✓ Animais cavadores próximos à barragem
- ✓ Redemoinhos 🧐

VERIFICANDO A ÁREA A JUSANTE DA BARRAGEM



Nas áreas à jusante da barragem, procure por.

- ✓ Percolações recentes ou que tenham aumentado desde a última inspeção, ou indícios de percolação, como vegetação mais verde (especialmente em áreas de vegetação escassa) ou fluxos de água.
Se forem encontradas percolações recentes ou que tenham aumentado desde a última inspeção...
 - A água de percolação é turva (o que pode indicar a presença de “piping”)? 
 - Há fluxo borbulhante? 
- ✓ Mudanças em percolações controladas (drenos de pé, poços de alívio)
Se houver mudanças em uma percolação controlada
 - Houve aumento do fluxo para um mesmo nível de reservatório? 
 - A água de percolação está turva? 
- ✓ Danos ou problemas nos equipamentos de medição de percolação, especificamente...
 - Réguas ilegíveis
 - Danos ou deslocamento das réguas
 - Água passando por fora do dispositivo
 - Detritos obstruindo o fluxo d’água
 - Sedimentos na caixa da soleira
 - Arestas das soleiras que necessitem de limpeza
 - Danos a aparelhos, como piezômetros e inclinômetros

SUMÁRIO

LEMBRE-SE...

Você pode desempenhar um papel importante no processo de segurança de barragem se...

- Operar e manter adequadamente a barragem de acordo com os procedimentos operacionais e normas de segurança.
- Reservar um tempo para
 - Observar condições anormais
 - Registrar suas observações
 - Informar ao engenheiro responsável, à equipe de inspeção de barragens, ao proprietário ou outras autoridades competentes das condições que podem indicar potenciais problemas de segurança de barragem

GLOSSÁRIO

ANOMALIA – Uma condição que afeta ou interfere no funcionamento adequado e na segurança da barragem.

BARRAGEM – Uma barreira construída transversalmente a um curso d'água com a finalidade de estocar, controlar ou desviar a água.

BARRAGEM DE ALVENARIA – Uma barragem feita de pedra, tijolo ou blocos de concreto unidos com argamassa.

BARRAGEM DE TERRA – Barragem construída com material natural escavado (incluindo aterros e enrocamentos).

BARREIRA FLUTUANTE – Estrutura flutuante que serve como barreira para detritos flutuantes impedindo sua entrada em um vertedouro.

CALHA INCLINADA – Canal confinado de dimensões específicas onde o fluxo d'água é acelerado com o propósito de se medir a vazão.

CANAL DE ACESSO – Estrutura que permite o acesso da água para a seção de controle de vertedouros ou para tomadas d'água.

CANAL DE RETORNO - Uma estrutura que conduz a água liberada pelo vertedouro ou pelos dispositivos de descarga para o curso d'água natural à jusante da barragem.

CAVITAÇÃO – É um processo que danifica o concreto ou metais através da formação de bolhas no fluxo d'água quando existem irregularidades na superfície de escoamento submetido a fluxos de alta velocidade.

CAVITAÇÃO (PITTING) - Desenvolvimento de pequenas cavidades na superfície do concreto.

COMPORTA – Um dispositivo regulável usado para controlar ou impedir a passagem de água do reservatório em um conduto. Uma comporta consiste em um painel, ou uma peça, que é introduzido transversalmente no conduto.

CONDUTO - Um duto de seção circular ou retangular formado pela justaposição de seções de tubos ou peças, instalado em uma trincheira escavada, em um túnel, sobre a superfície do terreno ou sobre berços.

CRISTA – A superfície superior da barragem ou ponto mais alto da seção de controle do vertedouro.

DESALINHAMENTO – O deslocamento de uma estrutura da sua posição de projeto.

DISPOSITIVOS DE DESCARGA – Componentes da barragem que regulam ou liberam água do reservatório. Os componentes dos dispositivos de descarga compreendem um canal de entrada d'água, caixa de montante, condutos, comportas ou válvulas, dissipadores de energia e canais de retorno d'água.

DOLINA OU SUBSIDÊNCIA – Depressão resultante do carreamento do material

do subsolo, abaixo da superfície.

DRENO – Furo em uma estrutura de concreto ou alvenaria para permitir a passagem de água desde o material de fundação à superfície da estrutura.

DRENO DE PÉ – Elemento de controle de percolação situado ao longo do pé do talude de jusante que conduz a água de percolação para fora da barragem.

EFLORESCÊNCIA – Depósitos de cálcio que se formam quando a água de percolação atinge a superfície do concreto e evapora.

EQUIPAMENTOS DE CONTROLE – Uma denominação geral para o sistema de comportas e válvulas que regulam o fluxo nas tomadas d'água e vertedouros.

ESCAMAMENTO – Superfície do concreto ou argamassa que se desprende em forma de escamas.

ESCARPA – Superfície muito íngreme no talude, resultado de instabilidade ou erosão. A escarpa consiste de uma superfície íngreme seguida por uma área relativamente plana.

ESCORREGAMENTO – Deslizamento não planejado de uma massa de terra ou rocha pelo talude.

FRAGMENTAÇÃO – A perda de pedaços de concreto de uma superfície, geralmente por compressão, impacto ou abrasão.

FUGA D'ÁGUA – Fluxo indesejado de água por juntas, fissuras e vazios em estruturas hidráulicas.

GALERIA – Uma passagem no interior da barragem usada para inspeções, operações, reparos de fundação e drenagem. As galerias podem ser longitudinais ou transversais, a nível ou inclinadas.

GRELHA DE PROTEÇÃO - Estrutura metálica ou de concreto armado situada na caixa de acesso de uma tomada de água para evitar a entrada de detritos flutuantes ou submersos, a partir de um certo tamanho.

INCLINÔMETRO - Instrumento que consiste de um tubo de metal ou de plástico instalado em um furo de sondagem, e de um torpedo que é descido no interior do tubo. Este torpedo mede (em pontos diferentes) a inclinação do tubo em relação a vertical. Este instrumento pode ser usado para medir a inclinação ou recalque.

INSTRUMENTAÇÃO – Um conjunto de instrumentos instalados na barragem e adjacências (piezômetros, inclinômetros, extensômetros, pontos de medição, etc.) usados para avaliar o comportamento estrutural e o desempenho da barragem.

JUNTA - (1) JUNTA DE CONSTRUÇÃO - Interface entre duas concretagens consecutivas onde se deseja que haja continuidade. **(2) JUNTA DE CONTRAÇÃO** – Juntas entre blocos de concreto projetadas para prevenir fissuras de tracionamento à medida que a estrutura diminui de volume devido a queda de temperatura. **(3) JUNTA DE EXPANSÃO** – Juntas em uma estrutura de concreto que servem para acomodar a expansão volumétrica quando há um aumento de temperatura.

MARGENS DO RESERVATÓRIO – Limites do reservatório, incluindo todas as áreas ao longo do entorno do lago, acima e abaixo do nível d'água

MOVIMENTO DIFERENCIAL – Deslocamento localizado de uma seção da estrutura em relação a uma outra seção adjacente.

OBRAS AUXILIARES – Componentes auxiliares necessários à operação da barragem, tais como: vertedouros, tomadas d'água, comportas, válvulas, casa de máquinas, túneis e subestações.

OMBREIRAS – Laterais do vale sobre as quais a barragem se apoia, bem como as áreas imediatamente a jusante e montante destas laterais.

PARAMENTO DE JUSANTE – Superfície inclinada de uma barragem de concreto voltada para o lado oposto ao reservatório.

PARAMENTO DE MONTANTE - Superfície vertical ou quase-vertical de uma barragem de concreto que fica em contato com o reservatório.

PÉ DE JUSANTE - A junção do talude de jusante com a superfície do terreno. Em se tratando de uma barragem de terra, a junção do talude de montante com a superfície do terreno é chamada de pé de montante.

PERCOLAÇÃO - Passagem de água pelo maciço, fundação ou ombreiras

PIEZÔMETRO – Instrumento de medida da pressão da água no solo, rocha ou concreto.

“PIPING” (ENTUBAMENTO) - Erosão progressiva de materiais do interior do maciço, fundação ou ombreira.

PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO – Normas de operação normal ou em situação de emergência dos componentes da barragem.

REBENTAMENTO (“POPOUT”) – a fragmentação de pequenas porções de uma superfície de concreto devida à pressão interna localizada, que produz uma superfície rasa e tipicamente cônica.

RECALQUE - Movimento vertical e descendente de uma estrutura

RESERVATÓRIO – Corpo d'água represado pela barragem.

RIPRAP - (1) Camadas de brita e de blocos de rocha colocadas nos taludes de jusante e montante de barragens de terra como proteção contra erosão. (2) Camadas de brita e de blocos de rocha colocadas no fundo e taludes dos canais e das bacias amortecedoras como proteção contra erosão.

RUPTURA DA BARRAGEM – Liberação descontrolada da água do reservatório. Existem diferentes graus de ruptura.

“SAND BOIL” (AREIA MOVEDIÇA) – Resultado de fluxo de percolação ascendente sob pressão, caracteriza-se por borbulhamento na água de saída como estivesse fervendo. É muitas vezes acompanhado de depósitos em forma de cones de materiais carreados do maciço ou da fundação, em volta do fluxo borbulhante.

SOLEIRA - Estrutura, com forma apropriada e de dimensões conhecidas, posicionada perpendicular a um fluxo d'água para controlar ou medir a vazão do fluxo.

TALUDE DE JUSANTE - Superfície inclinada de uma barragem de terra voltada para o lado oposto ao reservatório.

TALUDE DE MONTANTE - Superfície inclinada de uma barragem de terra que fica em contato com o reservatório.

TOMADA DE ÁGUA – Passagem ou conduto para descarga de água.

VÁLVULA - Equipamento ajustável utilizado para controlar ou barrar o fluxo d'água de um conduto. A válvula é permanentemente fixada no conduto, e possui um dispositivo que pode ser rotacionado ou movido transversal ou longitudinalmente para controlar ou barrar o fluxo. .

VERTEDOURO – estrutura por onde passa o fluxo normal ou de cheias, de maneira a proteger a integridade estrutural da barragem.