

## **SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS**



**PRODUTO 7**  
**MANUAL DE POLÍTICAS E PRÁTICAS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS**

**MANUAL PARA EMPREENDEDORES**  
**TOMO II**  
**GUIA DE ORIENTAÇÃO E FORMULÁRIOS PARA**  
**INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM**

**RELATÓRIO FINAL**  
**CONTRATO Nº 051 ANA/2012**

**Brasília - DF**  
*Novembro 2014*



**COBA, S.A.**  
**COBA, LTDA.**



**LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL**



© Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial

SCN - Qd. 2, Lt. A, Ed. Corporate Financial Center, 7 andar  
Brasília, DF - CEP: 70.712-900  
Brasil  
Tel: (55 61) 3329 1000  
Fax: (55 61) 3329 1010  
[informacao@worldbank.org](mailto:informacao@worldbank.org)

The World Bank  
1818 H Street, NW  
Washington, DC 20433 USA  
tel: (202) 473-1000  
Internet: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)  
Email: [feedback@worldbank.org](mailto:feedback@worldbank.org)

Este relatório é um produto da equipe do Grupo Banco Mundial. As constatações, interpretações e conclusões expressas neste artigo não refletem necessariamente as opiniões dos Diretores Executivos do Banco Mundial nem tampouco dos governos que o representam.

O Banco Mundial não garante a exatidão dos dados incluídos neste trabalho. As fronteiras, cores, denominações e outras informações apresentadas em qualquer mapa deste trabalho não indicam qualquer juízo por parte do Banco Mundial a respeito da situação legal de qualquer território ou o endosso ou aceitação de tais fronteiras.

Conforme o Contrato nº 051 ANA/2012, os direitos de propriedade intelectual da ANA em quaisquer relatórios, estudos, análises ou outros documentos pré-existentes usados pelo BANCO em conexão com os Serviços de Assessoria devem permanecer com a ANA. Os direitos de propriedade intelectual em materiais novos preparados pelo BANCO em conexão com os Serviços de Assessoria devem pertencer a cada uma das partes, desde que, no entanto, ambas as partes tenham o direito universal, não exclusivo, perpétuo e livre de direitos autorais para usar, copiar, exibir, distribuir, publicar e criar trabalhos derivados do todo ou parte desses materiais e incorporar tais informações em suas respectivas pesquisas, documentos, publicações, web sites, e outras mídias sem o consentimento da outra parte, sujeito, porém, as limitações à divulgação de informações confidenciais e quaisquer direitos de terceiros.

Fica expressamente acordado que o uso pelo banco dos direitos de propriedade intelectual referidos no parágrafo anterior, dentro do território brasileiro, precisará de prévia autorização da ANA.

Foto da Capa: Barragem de Direito – Paraíba  
(Fonte: COBA, S.A.).



## APRESENTAÇÃO

No âmbito do contrato entre o Banco Mundial e a Agência Nacional de Águas (ANA), foram elaborados pelo Consórcio COBA S.A./COBA Ltda., com o apoio do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (Agrupamento COBA/LNEC), manuais para auxiliar a ANA, como entidade reguladora e fiscalizadora de segurança de barragens, e aos empreendedores de barragens por ela reguladas, considerando as suas atribuições definidas na Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010.

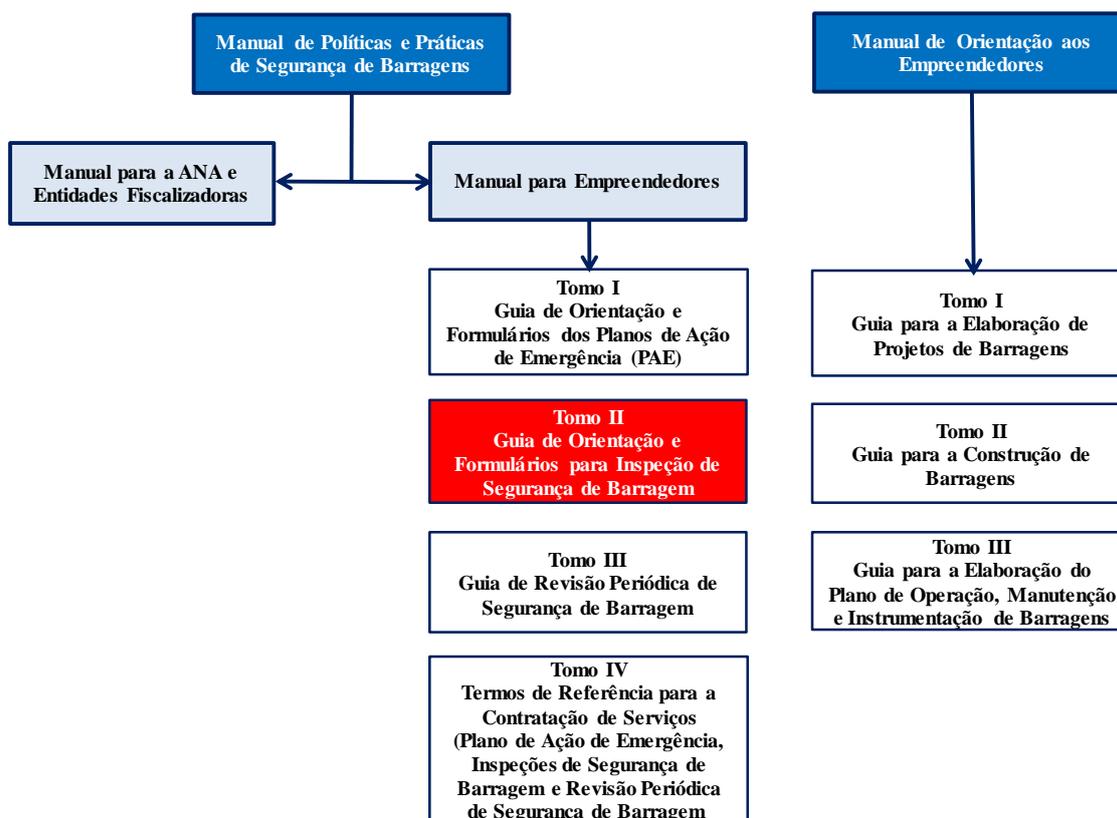
Os manuais elaborados foram os seguintes: Manual de Políticas e Práticas de Segurança de Barragens e Manual de Orientação aos Empreendedores.

O **Manual de Políticas e Práticas de Segurança de Barragens** é constituído por duas partes distintas:

- O **Manual para a ANA e Entidades Fiscalizadoras** dá uma contribuição para a atividade de segurança de barragens da ANA, na sua função reguladora e fiscalizadora de segurança de barragens, com atribuições definidas na Lei nº 12.334/2010, podendo interessar também a outras entidades fiscalizadoras. Inclui especialmente descrição da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), de sua implementação, e das atuações das entidades fiscalizadoras em matéria de regulação e de fiscalização, incluindo recomendações para melhoria contínua dos processos relativos à segurança de barragens.
- O **Manual para Empreendedores** pretende orientar os empreendedores no desenvolvimento das atividades especificamente estipuladas na Lei nº 12.334/2010, relativas ao Plano de Segurança de Barragens, abrangendo a realização de Inspeções de Segurança, a realização da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e a elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE), quando exigido. Está dividido em quatro Tomos, referentes aos Planos de Ação de Emergência (Tomo I), às Inspeções de Segurança (Tomo II), à Revisão Periódica de Segurança de Barragens (Tomo III), cada um deles constituindo um guia e, finalmente, o Tomo IV onde se apresentam Termos de Referência destinados a auxiliar o empreendedor na contratação de serviços (PAE, Inspeções de Segurança e Revisão Periódica de Segurança).

O **Manual de Orientação aos Empreendedores** estabelece orientações aos empreendedores, visando a assegurar adequadas práticas para suas barragens, ao longo das diversas fases da sua vida, designadamente, as fases de planeamento e projeto, de construção e primeiro enchimento, de operação e de descomissionamento (desativação). Está dividido em três Tomos, cada um deles constituindo um guia, referentes à elaboração do projeto de barragens (Tomo I), à construção (Tomo II) e à operação /manutenção e instrumentação de barragens (Tomo III). Este último orienta o empreendedor a elaborar os manuais de procedimentos, planos de inspeções de segurança, de manutenções e de monitoramento, e relatórios de segurança da barragem; e a estabelecer e registrar a regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem e todos os demais registros que são parte do Plano de Segurança da Barragem, conforme a Lei nº 12.334/2010.

No fluxograma seguinte ilustram-se as componentes dos referidos manuais e guias. Em vermelho destaca-se o documento objeto deste relatório.



A elaboração desses Manuais e Guias contou com a participação e conhecimento de profissionais da Agência Nacional de Águas (ANA), sob a coordenação da Superintendência de Regulação (SRE) e participação das Superintendências de Fiscalização (SFI) e de Gestão da Informação (SGI). Como gerentes do contrato atuaram Lígia Maria Nascimento de Araujo, Carlos Motta Nunes e Alexandre Anderaós, todos da Gerência de Regulação de Serviços Públicos e Segurança de Barragens (GESER), vinculada à SRE.

Este relatório foi produzido pela equipe do Agrupamento COBA/LNEC: Pedro Seco e Pinto, Ricardo Oliveira, Lúcia Almeida, Luís Gusmão, António Pereira da Silva, António Alves e Flávio Miguez (COBA, S.A.). O trabalho foi desenvolvido sob a direção de Erwin De Nys (Especialista Sênior em Recursos Hídricos), Paula Freitas (Especialista em Recursos Hídricos) e Maria Inês Muanis Persechini (Especialista em Recursos Hídricos) e contou com os aconselhamentos dos consultores João Francisco Alves Silveira, Gilberto Valente Canali e José Hernández.

Gostaríamos de agradecer também aos nossos colegas do Banco Mundial, Carolina Abreu dos Santos, Carla Zardo e Vinícius Cruvinel, cujo apoio nos ajudaram a finalizar a edição e divulgação do documento.

# MANUAL DE POLÍTICAS E PRÁTICAS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

## MANUAL PARA EMPREENDEDORES

### INTRODUÇÃO GERAL

As barragens, compreendendo o barramento, as estruturas associadas e o reservatório, são obras necessárias para uma adequada gestão dos recursos hídricos, contenção de rejeitos de mineração ou de resíduos industriais. A construção e a operação das barragens podem, no entanto, envolver danos potenciais para as populações e para os bens materiais e ambientais existentes no entorno.

A segurança de barragens é um aspecto fundamental para todas as entidades envolvidas, tais como as autoridades e os empreendedores, bem como os agentes que lhes dão apoio técnico nas atividades, relativas à concepção, ao projeto, à construção, à operação e, por fim, ao descomissionamento (desativação), as quais devem ser proporcionais ao tipo, dimensão e risco envolvido.

Para garantir as necessárias condições de segurança das barragens, ao longo da sua vida útil, devem ser adotadas medidas de prevenção e controle dessas condições. Essas medidas, se devidamente implementadas, asseguram uma probabilidade de ocorrência de acidente reduzida ou praticamente nula, mas devem, apesar disso, ser complementadas com medidas de defesa civil para minorar as consequências de uma possível ocorrência de acidente, especialmente em casos onde se associam danos potenciais mais altos.

As condições de segurança das barragens devem ser periodicamente revisadas levando-se em consideração eventuais alterações resultantes do envelhecimento e deterioração das estruturas, ou de outros fatores, tais como, o aumento da ocupação nos vales a jusante.

A Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, conhecida por Lei de Segurança de Barragens, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), considerando os aspectos referidos, além de outros, e definiu atribuições e formas de controle necessárias para assegurar as condições de segurança das barragens.

A Lei de Segurança de Barragens atribui aos empreendedores e aos responsáveis técnicos por eles escolhidos a responsabilidade de desenvolver e implementar o Plano de Segurança da Barragem, de acordo com metodologias e procedimentos adequados para garantir as condições de segurança necessárias. No Brasil, os empreendedores são de diversas naturezas: públicos (federais, estaduais ou municipais) e privados, sendo a sua capacidade técnica e financeira, também, muito diferenciada.

No presente **Manual de Políticas e Práticas de Segurança de Barragens** pretende-se estabelecer orientações gerais que auxiliem o empreendedor na elaboração de Planos de Ação de Emergência (quando exigido), na realização das Inspeções de Segurança e na elaboração das Revisões Periódicas de Segurança que, de acordo com a Lei 12.334/2010, deverão constar do Plano de Segurança da Barragem.

O presente Manual para o Empreendedor compreende três Guias e quatro modelos de Termos de Referência constituindo os seguintes Tomos:

- **Tomo I - Guia de Orientação e Formulários para Elaboração de Planos de Ação de Emergência**, no qual se apresenta o conteúdo e organização tipo de um Plano de Ação de Emergência (PAE).
- **Tomo II - Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem**, no qual se estabelecem procedimentos, conteúdo e nível de detalhamento e análise dos produtos finais das inspeções de segurança.
- **Tomo III - Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem**, no qual se estabelecem procedimentos gerais que devem orientar as revisões do Plano de Segurança da Barragem, com o objetivo de verificar o estado de sua segurança.
- **Tomo IV - Termos de Referência para a Contratação de Serviços (Plano de Ação de Emergência, Inspeções de Segurança de Barragem e Revisão Periódica de Segurança de Barragem)**, onde se apresentam Termos de Referência destinados a auxiliar o empreendedor na contratação desses serviços.

Os Guias devem ser entendidos como documentos evolutivos devendo ser revisados, complementados, adaptados ou pormenorizados, de acordo com a experiência adquirida com sua aplicação e de acordo com a evolução da tecnologia disponível e a legislação vigente.





**SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE  
BARRAGENS PARA A AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA)**

**MANUAL DE POLÍTICAS E PRÁTICAS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS**

**MANUAL PARA EMPREENDEDORES**

**TOMO II**

**GUIA DE ORIENTAÇÃO E FORMULÁRIOS PARA  
INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM**

**Novembro de 2014**



**SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA A AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA)**

**MANUAL DE POLÍTICAS E PRÁTICAS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS**

**MANUAL PARA EMPREENDEDORES**

**TOMO II**

**GUIA DE ORIENTAÇÃO E FORMULÁRIOS PARA  
INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM**

**SUMÁRIO**

<b>ESCLARECIMENTOS AO LEITOR</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>PARTE I- INSPEÇÕES DE SEGURANÇA REGULAR</b>	<b>5</b>
<b>1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b>	<b>5</b>
<b>2 PLANEJAMENTO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR</b>	<b>7</b>
2.1 Periodicidade	7
2.2 Estudos e relatórios a serem consultados	7
2.3 Recursos necessários	8
2.4 Roteiro da inspeção	8
2.5 Modelos de fichas de inspeção, do relatório e do extrato	10
2.6 Qualificação dos Inspetores	10
<b>3 EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR</b>	<b>13</b>
3.1 Aspectos a observar no campo	13
3.2 Fichas de inspeção	16
3.3 Tipos mais frequentes de anomalias e suas consequências	16
3.3.1 Barragens de aterro	16
3.3.2 Barragens de concreto	22
3.4 Classificação da magnitude e do nível de perigo das anomalias	23
3.4.1 Considerações iniciais	23
3.4.2 Identificação das anomalias graves	24
3.5 Nível de Perigo da barragem	28
3.6 Inspeção de segurança regular de estruturas de hidrelétricas	29
3.6.1 Objetivos	29
3.6.2 Ficha de inspeção das estruturas	29
3.6.3 Equipamento hidromecânico	29

3.6.4	Equipamento eletromecânico	30
3.6.5	Equipamentos mecânicos	32
3.6.6	Equipamentos elétricos	32
3.6.7	Qualificação dos Inspetores	33
<b>4</b>	<b>ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE INSPEÇÃO E EXTRATO</b>	<b>35</b>
4.1	Relatório de Inspeção	35
4.2	Extrato da Inspeção	36
	<b>PARTE II- INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ESPECIAL</b>	<b>39</b>
<b>1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b>	<b>39</b>
<b>2</b>	<b>PLANEJAMENTO DA INSPEÇÃO ESPECIAL</b>	<b>41</b>
2.1	Quando fazer uma inspeção de segurança especial	41
2.2	Qualificação dos Inspetores	44
2.3	Estudos e relatórios a consultar	46
2.4	Recursos logísticos e materiais necessários	47
2.5	Roteiro da inspeção	47
<b>3</b>	<b>EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ESPECIAL</b>	<b>49</b>
3.1	Aspectos a observar em campo	49
3.2	Barragens de Terra - Aspectos Específicos	49
3.2.1	Considerações iniciais	49
3.2.1	Fatores na gênese das fissuras	50
3.3	Barragens de Enrocamento. Aspectos Específicos	56
3.3.1	Ocorrência de anomalias	56
3.3.2	Fatores na gênese das anomalias	57
3.3.3	Progressão e consequências das anomalias	57
3.4	Barragens de Concreto-Aspectos Específicos	57
3.4.1	Ocorrência das anomalias	57
3.4.2	Fatores na gênese das anomalias	58
3.4.3	Consequências das anomalias	58
<b>4</b>	<b>AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>

## **ANEXOS:**

- ANEXO 1. FICHAS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR E EXTRATO
- ANEXO 2. AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS MAIS GRAVES
- ANEXO 3. MODELO PARA RELATÓRIO DE INSPEÇÃO REGULAR

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Representação esquemática das anomalias.	6
Figura 2.	Vista geral de uma barragem.	9
Figura 3.	Componentes de uma barragem.	9
Figura 4.	Interface do corpo da barragem com as ombreiras.	15
Figura 5.	Problemas de percolação.	18
Figura 6.	Vista de casa de máquinas.	31
Figura 7.	Fissuras longitudinais na crista de barragem de terra no Brasil, causada pelos recalques de camada de solo coluvionar de basalto, na fundação.	41
Figura 8.	Descargas na barragem devido a cheias.	42
Figura 9.	Perfil tipo da barragem de enrocamento de Zipingpu (China).	43
Figura 10.	Danos causados na laje de concreto da barragem de enrocamento de Zipingpu (China).	43
Figura 11.	Inspeção subaquática.	47
Figura 12.	Esquema ilustrativo de formação de fissuras.	50
Figura 13.	Recalques diferenciais da fundação.	51
Figura 14.	Singularidades da fundação (vala corta-águas).	52
Figura 15.	Ligação do aterro às ombreiras. (Fonte: modificado de Mattsson et al., 2008)	53
Figura 16.	Perfil tipo da barragem de El Infiernillo (México).	54
Figura 17.	Fissuras longitudinais na barragem de El Infiernillo (México)	54
Figura 18.	Ligação de aterros de idades diferentes.	55
Figura 19.	Aparecimento de fissuras.	55
Figura 20.	Interface aterro-vertedouro.	56
Figura 21.	Barragem de enrocamento de Zipingpu (China).	57
Figura 22.	Componentes de uma barragem de concreto.	58
Figura 23.	Anomalia causada pela cavitação numa bacia de dissipação.	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Periodicidade de inspeções de segurança regular.	7
Quadro 2.	Equipe Chave (exemplificativo)	11
Quadro 3.	Classificação das fissuras em barragens de aterro.	17
Quadro 4.	Classificação das fissuras em barragens de concreto.	23
Quadro 5.	Barragens de Terra (BT) – Listagem das anomalias mais importantes.	25
Quadro 6.	Barragens de Concreto (BC)-Listagem das anomalias mais importantes	26
Quadro 7.	Estruturas Auxiliares-Listagem das anomalias mais importantes.	27
Quadro 8.	Situações da realização de uma inspeção de segurança especial.	40
Quadro 9.	Requisitos mínimos do profissional em função da anomalia/evento	45
Quadro 10.	Equipe chave (exemplificativo).	45
Quadro 11.	Equipe complementar.	46

## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

**ANA** - Agência Nacional de Águas

**BEFC** - Barragens de Enrocamento com Face de Concreto

**CAP** - Cheia afluyente de projeto

**CEMIG** - Companhia Energética de Minas Gerais

**CONFEA** - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

**CMP** - Cheia máxima de projeto

**CNRH** - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

**CREA** - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

**EPRI** - Electric Power Research Institute

**FEMA** - Federal Emergency Management Agency

**ICOLD** - International Commission on Large Dams

**NICDS** - National Interagency Committee on Dam Safety

**PAE** - Plano de Ação de Emergência

**RAA** - Reação álcali-agregado

**SMP** - Sismo máximo de projeto

**SNISB** - Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

# **SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS PARA A AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA)**

## **TOMO II GUIA DE ORIENTAÇÃO E FORMULÁRIOS PARA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM**

### **ESCLARECIMENTOS AO LEITOR**

O presente Guia leva em consideração as instruções do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens do Ministério da Integração Nacional (2002, 2005, 2010) adaptando-as à legislação em vigor, inclusive quanto à nomenclatura, e detalhando a parte da identificação das anomalias com a finalidade de reduzir a subjetividade do técnico na avaliação do nível de perigo das anomalias, quando da realização das inspeções regulares de segurança de barragens.

### **O que é o Guia de Orientação e Formulários para Inspeção de Segurança de Barragem?**

Este Guia aborda as inspeções de segurança regular e especial das barragens estabelecidas na Lei nº 12.334 de 20 de Setembro de 2010, que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), em seu art. 9º e estabelece que as inspeções de segurança regular e especial terão a sua periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento definidos pelo órgão fiscalizador, em função da categoria do risco e do dano potencial associado à barragem.

### **Para que serve?**

Para avaliar as condições físicas das partes integrantes da barragem visando identificar e monitorar anomalias que afetem potencialmente a sua segurança.

### **A quem se destina?**

Destina-se a Empreendedores, a quem compete a realização de inspeções de segurança regular, de acordo com uma periodicidade em função da categoria de risco e dano potencial e de inspeções de segurança especial que, dada a sua natureza, não têm periodicidade definida.

### **Quais as consequências de não fazer inspeções?**

As consequências de não fazer as inspeções resultam na impossibilidade de apontar, com a devida antecedência ou urgência, a necessidade de reabilitar as barragens que representem ameaças, pois o rompimento de uma barragem compromete a segurança e a vida da população e traz elevados prejuízos econômicos e ambientais às localidades afetadas.

### **Quais os conteúdos deste guia?**

A Parte I aborda a inspeção de segurança regular, designadamente os procedimentos, o conteúdo e o nível de detalhamento e faz uma análise dos produtos finais de inspeção. Refere a qualificação dos inspetores e a periodicidade das inspeções. Apresenta a listagem das

anomalias, a magnitude das anomalias, os fatores que estão na sua gênese, os meios de detecção, a progressão e as consequências das anomalias.

Apresenta as ações de inspeção destinadas a avaliar o estado de funcionamento e de conservação dos equipamentos hidromecânicos, eletromecânicos e elétricos nos casos das barragens de usos múltiplos.

Analisa o resultado de inspeção, a revisão dos registros de instrumentação, a classificação do nível de perigo e os níveis de intervenção-ações corretivas.

A Parte II analisa os requisitos das inspeções de segurança especial, seus procedimentos, o conteúdo e o nível de detalhamento, a estrutura do relatório de inspeção e a qualificação dos inspetores. Define em que situações as inspeções de segurança especial devem ser realizadas - na sequência de ocorrências excepcionais, tais como cheias ou sismos com período de recorrência superior ao previsto, bem como de circunstâncias anômalas que possam influenciar a segurança ou a funcionalidade da obra, designadamente ruptura de barragens situadas a montante, queda de taludes para o interior do reservatório envolvendo grandes massas, subsidência de terrenos e ainda situação de secas e atos de sabotagem.

Descreve os cenários correntes e de ruptura de barragens de terra e de concreto, apresenta os aspetos específicos destas barragens e das estruturas auxiliares e as medidas que devem ser implementadas com o objetivo de se evitar a ocorrência de incidentes e acidentes.

## 1 INTRODUÇÃO

As inspeções de segurança de barragens são regulamentadas pelo art. 9º da Lei nº 12.334/2010 que estabelece que as condições para as inspeções de segurança regular e especial. Em nível federal, a Resolução da ANA nº 742, de 17 de outubro de 2011, também dá diretrizes para essas inspeções e, em seu art. 5º estabelece que “As Inspeções de Segurança Regulares de Barragem terão como produtos finais a Ficha de Inspeção preenchida, o Relatório de Inspeção Regular e o extrato da Inspeção de Segurança Regular de Barragem, visando as condições de segurança e prevenção de acidentes de barragem.

As inspeções de segurança das barragens servem para avaliar as condições físicas das suas partes integrantes, visando identificar e monitorar anomalias que afetem potencialmente a sua segurança.

As inspeções de segurança são de elevada importância, pois possibilitam apontar, com a devida antecedência ou urgência, a necessidade de reabilitar as barragens que estejam em perigo, pois o rompimento de uma barragem compromete a segurança e a vida da população e traz elevados prejuízos econômicos e ambientais às localidades afetadas.

Esse guia considera também a prática internacional, designadamente as publicações elaboradas pelos seguintes Países e instituições: África do Sul, Austrália, Canada, Espanha, Estados Unidos (Bureau of Reclamation, Corps of Engineers, FEMA), Finlândia, França, Japão, Noruega, Portugal e Suécia, bem como pela ICOLD.

### O que é uma Inspeção de Segurança Regular?

A inspeção de segurança regular é uma obrigação do empreendedor, visa detectar a existência de anomalias e identificar perigos em potencial e iminentes da barragem, e deve ser feita regularmente com a periodicidade estabelecida em função da categoria do risco e do dano potencial associado à barragem. Pode ser executada pela própria equipe de segurança da barragem, devendo o relatório resultante estar disponível ao órgão fiscalizador e à sociedade civil.

A inspeção de segurança regular, tal qual se depreende dos termos da Lei, foi objeto de regulamentação pela ANA, para as barragens sob sua jurisdição, por meio da Resolução nº 742, de 17 de outubro de 2011, em que foram estabelecidas a periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o seu nível de detalhamento.

### O que é uma Inspeção de Segurança Especial?

A inspeção de segurança especial é também da responsabilidade do Empreendedor e deve ser realizada, conforme orientação da entidade fiscalizadora, por equipe multidisciplinar de especialistas, em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, nas fases de construção, operação e desativação, devendo considerar as alterações das condições a montante e a jusante da barragem. Devem ser realizadas na sequência de ocorrências excepcionais, tais como cheias ou sismos com período de recorrência superior ao previsto, bem como de circunstâncias anômalas que possam influenciar a segurança ou a funcionalidade da obra, tais como, ruptura de barragens situadas a montante, queda de taludes para o interior do reservatório envolvendo grandes massas, subsidência de terrenos, situação de secas, atos de

sabotagem. Deve ser realizada também na ocasião de uma revisão periódica de segurança da barragem.

Para além da sua realização após eventos extremos, as inspeções de segurança especial devem ser conduzidas em certas fases delicadas dos empreendimentos, tais como antes do início do primeiro enchimento, após a conclusão do seu enchimento ou em situações de deplecionamento rápido do reservatório.

Os relatórios resultantes das inspeções de segurança especial devem indicar as ações a serem adotadas pelo empreendedor para a manutenção da segurança. Os registros dessas inspeções são parte integrante do Plano de Segurança da Barragem, o qual é um dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens, nos termos da Lei nº12.334/2010.

## PARTE I- INSPEÇÕES DE SEGURANÇA REGULAR

Apresenta-se o enquadramento legal das inspeções de segurança regular, as suas etapas e planeamento, a execução da inspeção no campo, a avaliação dos resultados e elaboração do relatório e o atendimento às recomendações do relatório.

### 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este tipo de inspeção, a ser realizada regularmente nas barragens, com periodicidade conforme o seu risco e o dano potencial, tem por objetivo monitorar os seus problemas e detectar a existência de anomalias. Este tipo de inspeção é de alta relevância para identificar perigos em potencial e iminentes e definir as medidas preventivas ou corretivas a serem tomadas pelos empreendedores.

A inspeção de segurança regular integra as seguintes etapas:

- a) Planeamento da inspeção;
- b) Execução da inspeção no campo;
- c) Avaliação dos resultados e elaboração do relatório;
- d) Atendimento às recomendações do relatório.

Os produtos da inspeção são a ficha de inspeção preenchida, o relatório de inspeção regular, e o extrato de inspeção de segurança regular, obrigatório para os empreendedores fiscalizados pela ANA.

A inspeção procura analisar as condições físicas das partes integrantes da barragem e identificar e monitorar anomalias que afetem potencialmente a sua segurança.

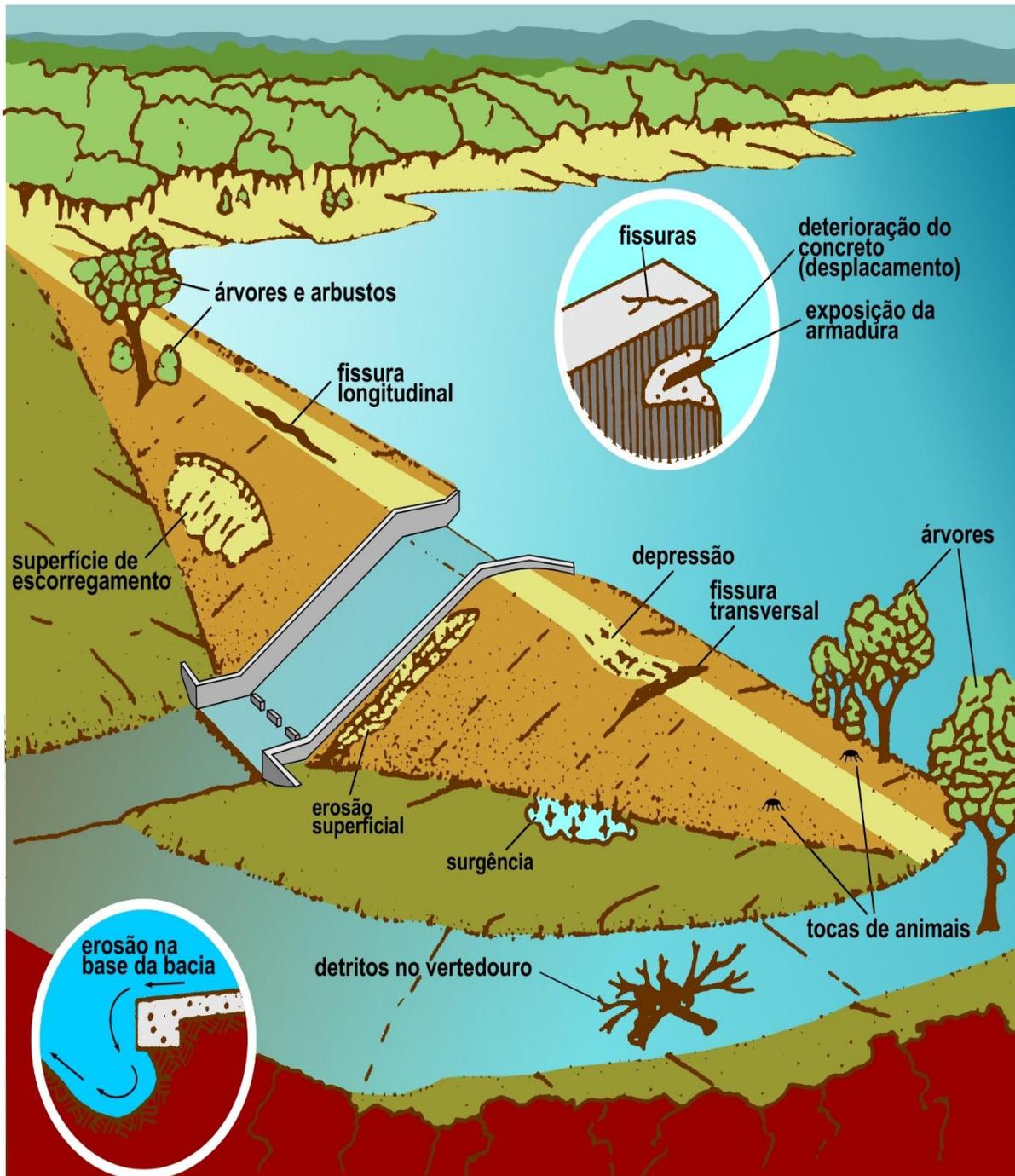
O primeiro passo da inspeção de segurança regular consiste na análise de todos os documentos e relatórios anteriores, onde são apresentados o enquadramento legal das inspeções de segurança regular, as suas etapas e planeamento, a execução da inspeção no campo, a avaliação dos resultados e elaboração do relatório e o atendimento às recomendações do relatório.

Na detecção de situações perigosas interessa identificar o tipo das anomalias encontradas, seu impacto na segurança da barragem e as ações que devem ser implementadas. É importante a identificação dos fatores que estão na gênese de anomalias.

Os tipos de anomalias mais frequentes nas barragens estão representados esquematicamente na Figura 1 e listados abaixo:

- Fissuras;
- Surgências;
- Instabilidade de taludes;
- Depressões:
  - Recalques localizados;
  - Afundamentos (tipo *sinkhole*);
- Proteção deficiente dos taludes;
- Erosão superficial;
- Ocorrência de árvores e arbustos;
- Tocas de animais.

As quatro últimas listadas são decorrentes de falta de manutenção adequada.



**Figura 1. Representação esquemática das anomalias.**  
(Fonte: modificado de Roque e Comissão, 2001)

## 2 PLANEJAMENTO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR

Descreve-se neste capítulo a periodicidade das inspeções de segurança regular, os estudos e relatórios a serem consultados antes da sua realização, os recursos necessários para a sua efetivação, os modelos de fichas e de relatório a serem adotados, o roteiro a seguir durante uma inspeção de segurança e a qualificação do inspetor e do responsável do relatório.

Identificados os objetivos e caracterizados os potenciais problemas das inspeções, o planejamento irá possibilitar: definir a logística; selecionar os acessos; definir os meios humanos; definir os meios materiais; otimizar os itinerários; e selecionar a ficha de inspeção.

### 2.1 Periodicidade

A periodicidade das inspeções deve ser definida de acordo com o dano potencial associado e respectivo risco da barragem.

Apresenta-se no Quadro 1 uma proposta, baseada no art. 4º da Resolução da ANA nº 742 de 17 de Outubro de 2011, cuja periodicidade pode ser ajustada pelo empreendedor face às exigências da entidade fiscalizadora e aos recursos disponíveis.

**Quadro 1. Periodicidade de inspeções de segurança regular.**

Dano Potencial	Risco		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	Semestral	Semestral	Semestral
Médio	Semestral	Semestral	Anual
Baixo	Anual	Anual	Bianual

### 2.2 Estudos e relatórios a serem consultados

No sentido de recolher a maior quantidade e qualidade de informação, antes da realização das inspeções, recomenda-se, se possível, a consulta de estudos e relatórios que abordem:

- a) Projeto da barragem;
- b) Métodos construtivos e controle de qualidade;
- c) Relatórios das inspeções de segurança anteriores;
- d) Análise dos registros dos instrumentos instalados, quando existam (Corps of Engineers, 1995a, 1995c; Seco e Pinto, 1982);
- e) Operação e manutenção;
- f) Plano de Ação e de Emergência, quando exista;
- g) Eventuais reparações.

## **2.3 Recursos necessários**

Na inspeção de segurança regular a equipe deve ser portadora do seguinte equipamento:

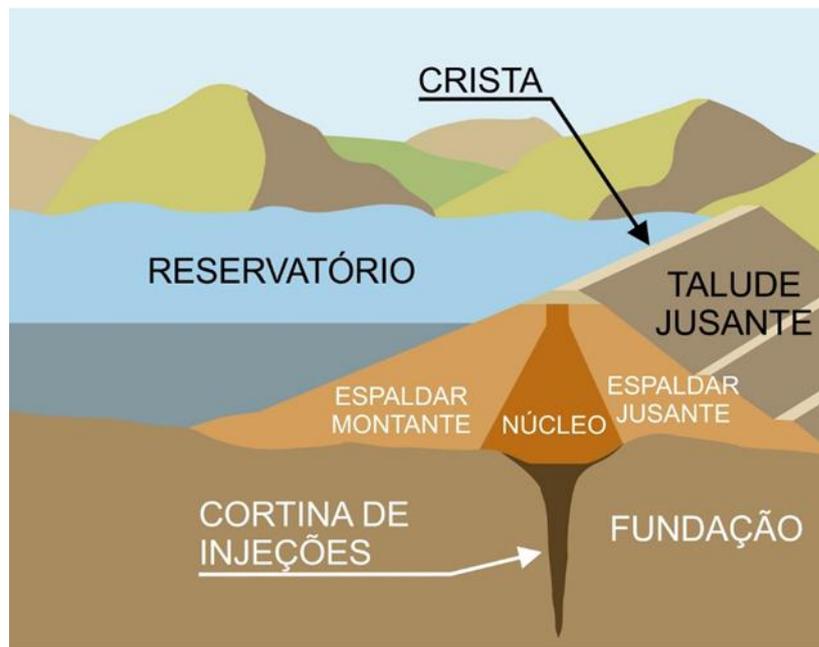
- nível
- martelo de geólogo
- canivete
- corda
- binóculo
- lanterna
- trado para colher amostras
- sacos para amostras
- medidor do nível de água nos piezômetros
- câmara de vídeo
- trena (2,0 a 5,0 m)
- máquina fotográfica
- caderno de apontamentos e caneta
- GPS
- caixa de primeiros socorros.

## **2.4 Roteiro da inspeção**

A inspeção no campo tem por objetivo identificar as situações que possam afetar a segurança da barragem. Assim é importante observar todas as zonas da barragem, designadamente o talude de montante, o talude de jusante, a crista, as ombreiras e a zona do reservatório que estão apresentadas na Figura 2.

A técnica geral é caminhar sobre os taludes e a crista em diferentes direções, de forma a observar todas as zonas da barragem (NICDS, 1983).

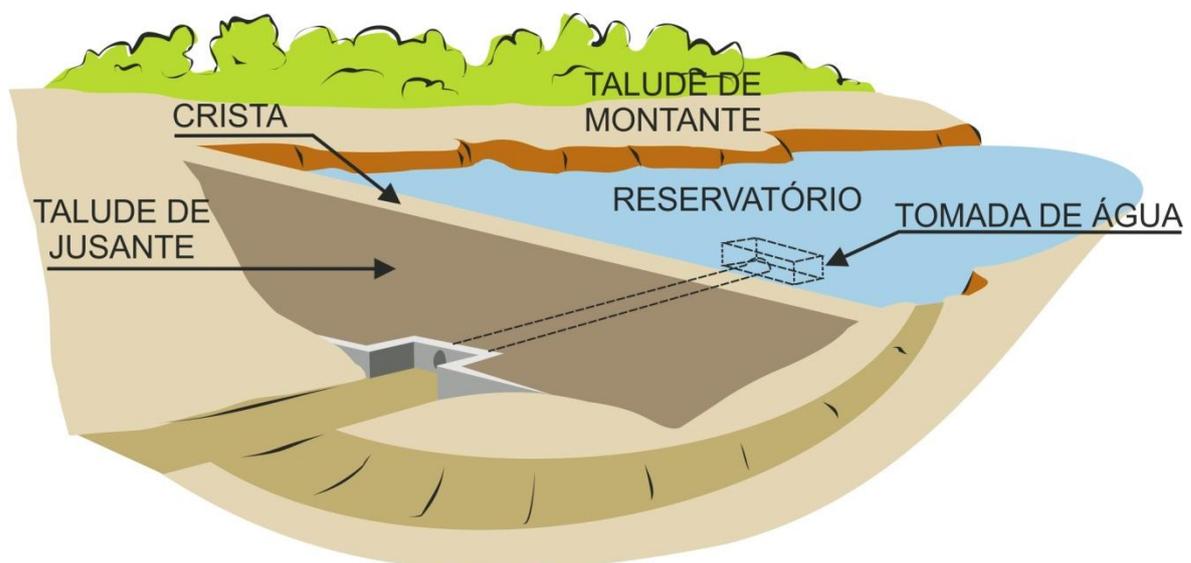
De um determinado ponto sobre a barragem, pequenos detalhes podem usualmente ser vistos a uma distância de 3 a 10 metros em qualquer direção, dependendo da rugosidade da superfície, vegetação ou outras condições. Para que toda a superfície da barragem seja coberta com a inspeção, será necessário cumprir alguns passos. Na verdade, não importa o tipo de trajetória (em ziguezague ou paralela ao eixo longitudinal), o importante é que, tanto quanto possível, toda a superfície seja coberta visualmente.



**Figura 2. Vista geral de uma barragem.** (Fonte: COBA, S.A.)

A intervalos regulares, enquanto se caminha pelos componentes da barragem: taludes e crista que estão representadas na Figura 3, deve-se parar e olhar em todas as direções:

- observar a superfície a partir de diferentes perspectivas, o que pode revelar deficiências que de outra forma não poderiam ter sido observadas;
- verificar o alinhamento da superfície.



**Figura 3. Componentes de uma barragem.** (Fonte: modificado de NICDS)

Observando o talude à distância, pode-se detectar desde logo algumas anomalias, tais como: distorções nas superfícies do maciço, ausência de revestimento e ravinamentos.

As áreas de contato do aterro com as ombreiras deverão ser inspecionadas com muito cuidado, em virtude:

- Destas áreas serem mais suscetíveis à erosão superficial;
- De exibirem com mais frequência percolações nos contatos entre a barragem e a ombreira.

Na análise das situações perigosas interessa identificar o tipo das anomalias encontradas, seu impacto na segurança da barragem e as ações que devem ser implementadas. É importante a identificação dos fatores que estão na gênese de anomalias.

Durante as inspeções visuais devem ser fotografadas todas as perspectivas das obras e, nomeadamente, situações que possam vir a necessitar de correção.

## **2.5 Modelos de fichas de inspeção, do relatório e do extrato**

As inspeções devem ser realizadas com auxílio de uma ficha de inspeção que contempla todas as partes da barragem como estruturas, equipamentos e seus aspectos funcionais. Visam ainda avaliar os aspectos de segurança e operação da barragem, analisando as características hidráulicas e hidrológicas, a estabilidade estrutural e a adequabilidade operacional. Modelos de fichas de inspeção figuram no Anexo 1. Para auxiliar o preenchimento da ficha de inspeção, o Anexo 2 apresenta uma listagem das anomalias mais graves e faz uma análise da sua causa provável, possíveis consequências e ações corretivas.

No caso de barragens fiscalizadas pela ANA, deverá ser preenchido o extrato da inspeção de segurança regular que se apresenta no Anexo 1.2

O relatório deve ser elaborado pelo responsável técnico e apresentar o conteúdo mínimo indicado no item 4.2 deste Guia. Um modelo de relatório é apresentado no Anexo 3.

Os empreendedores, em face da sua experiência acumulada, têm a liberdade de adotar os seus próprios modelos de fichas de inspeção e de relatório, devendo no entanto levar em consideração os normativos emitidos pelas suas entidades fiscalizadores.

## **2.6 Qualificação dos Inspetores**

A lei nº 12.334/2010 determina que as inspeções de segurança regular devem ser efetuadas por equipe de segurança de barragem integrada por profissionais treinados e capacitados responsáveis pelas ações de segurança da barragem, sendo preferencialmente composta por profissional (is) do próprio empreendedor. Na falta de profissional do próprio quadro deve-se contratar consultores ou uma empresa especializada.

No caso de profissional do próprio quadro, o preenchimento das fichas de inspeção deve ser realizado por engenheiro, podendo ser aceito (a critério da entidade fiscalizadora) que seja realizado por técnico de nível médio com capacitação e treinamento adequados. No entanto, o relatório deve sempre ser assinado por um engenheiro com qualificação em barragens, de acordo com as normas do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA.

Já no caso de uma contratação, é necessário que o profissional que realize as inspeções e elabore o relatório seja engenheiro.

Nas barragens de pequeno porte destinadas à irrigação, por exemplo, é muito comum que um engenheiro agrônomo assessore o empreendedor (agricultor) nas questões relacionadas ao plantio. Esse profissional poderia realizar a inspeção, inclusive o relatório final.

Em todos os casos, o engenheiro deve obter junto ao CREA a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART para execução dos serviços ou, caso seja funcionário do empreendedor, obter a ART de cargo ou função relativa à barragem.

No caso de barragens de grande porte, ou nos casos de empreendedores que possuem várias barragens e optem por ter uma equipe de segurança centralizada, pode ser necessária a mobilização de um grupo maior de profissionais. O Quadro 2 apresenta a composição típica de uma “Equipe Chave” a ser alocada nesse caso.

**Quadro 2. Equipe Chave (exemplificativo).**

<b>Especialidade</b>	<b>Experiência</b>
Engº Geotécnico/Geólogo de Engenharia	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em projetos geotécnicos de barragens e/ou projetos geotécnicos de recuperação de barragens, sendo desejável ter experiência em inspeções de barragens.
Engº Estrutural	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em projetos estruturais de barragens e/ou projetos estruturais de recuperação de barragens, sendo desejável ter experiência em inspeções de barragens.
Engº Hidráulico	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em projetos hidráulicos de barragens e/ou projetos hidráulicos de recuperação de barragens, sendo desejável ter experiência em inspeções de barragens.

A capacitação técnica e o treinamento do profissional e/ou da equipe encarregada da realização das inspeções de segurança de barragem constituem matérias muito relevantes e devem merecer uma atenção especial do empreendedor. Compete assim ao empreendedor promover:

- a) Uma adequada formação e treinamento de todos os novos elementos da equipe, no início das suas atividades;
- b) Uma adequada atualização de conhecimentos e treinamento de todos os elementos da equipe que desenvolve a sua atividade no local da barragem.

Essas ações de formação e atualização de conhecimentos e treinamento devem envolver aspectos básicos, a um nível adequado às qualificações de cada técnico, relativos, nomeadamente:

- a) À realização da inspeção de segurança e preenchimento da ficha de inspeção;

b) Às medidas a implementar no caso da ocorrência de anomalias graves.

### **3 EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR**

Este capítulo apresenta o roteiro da inspeção de segurança regular e a ficha de inspeção. Faz-se uma análise da magnitude das anomalias e da definição do seu nível de perigo e aborda-se a avaliação do nível de perigo da barragem. Refere-se também à inspeção de segurança regular de barragens com estruturas associadas à geração hidrelétrica, naqueles casos em que o uso preponderante não é a geração de energia.

#### **3.1 Aspectos a observar no campo**

De posse dos recursos materiais e logísticos, o inspetor deve percorrer a barragem de acordo com o roteiro descrito anteriormente, identificando e registrando as anomalias na ficha de inspeção e por fotografias. Deve também proceder a uma classificação inicial da magnitude e do nível de perigo da anomalia, em função dos critérios que serão descritos a seguir.

A inspeção de campo deve contemplar todas as zonas da barragem, designadamente o talude de montante, a crista, o talude de jusante, as ombreiras e a zona do reservatório. Deve também incluir as estruturas extravasoras, nomeadamente o vertedouro, a tomada de água e a descarga de fundo.

A inspeção de campo integra a inspeção visual da barragem e a leitura da instrumentação instalada, visando a detecção de anomalias para o preenchimento da ficha de inspeção.

A listagem que se segue considera os aspetos específicos essenciais para observar na execução das inspeções de segurança regular.

##### **a) Talude de Montante**

- Proteção do talude - aspeto geral do material de proteção, embricamento, deposição de material, desagregação de blocos de rocha, etc.;
- Erosão - sinais de erosão provocada pelo movimento da água no paramento, observar em especial a transição entre as zonas que normalmente se encontram submersas e as que se encontram acima do nível de água;
- Ocorrência de fissuras no concreto, ferragem do concreto exposta;
- Plinto (barragens de enrocamento com face de concreto - BEFC) – fissuração, juntas de construção;
- Vegetação - analisar a existência ou ausência de arbustos ou árvores, sua dimensão e frequência (entendida como tendência em determinada zona), indagar a possibilidade de crescimento anormal em épocas secas, mapear a localização;
- Fraturamento - analisar a fragmentação anormal do material de proteção (blocos) que altere a sua granulometria e portanto o seu poder protetor;
- Buracos causados por animais - sua dimensão, localização e frequência.

##### **b) Talude de Jusante**

- Sinais de movimentos - procurar indicadores de deslizamentos planares ou circulares, e de enrugamentos no talude;

- Percolação aparente ou zonas úmidas particularmente na parte inferior do talude - observar o aparecimento de zonas escuras (coloração característica de material umedecido), vegetação viçosa sem motivo aparente, surgências de água, etc.);
- Deslocamentos planares do material de enrocamento;
- Crescimento de vegetação - analisar o tipo de vegetação existente especialmente devido à profundidade de raízes, considerar em conjunto com o ponto anterior;
- Estado de proteção do talude - verificar o estado da vegetação necessária para garantir a resistência à erosão;
- Buracos causados por animais.

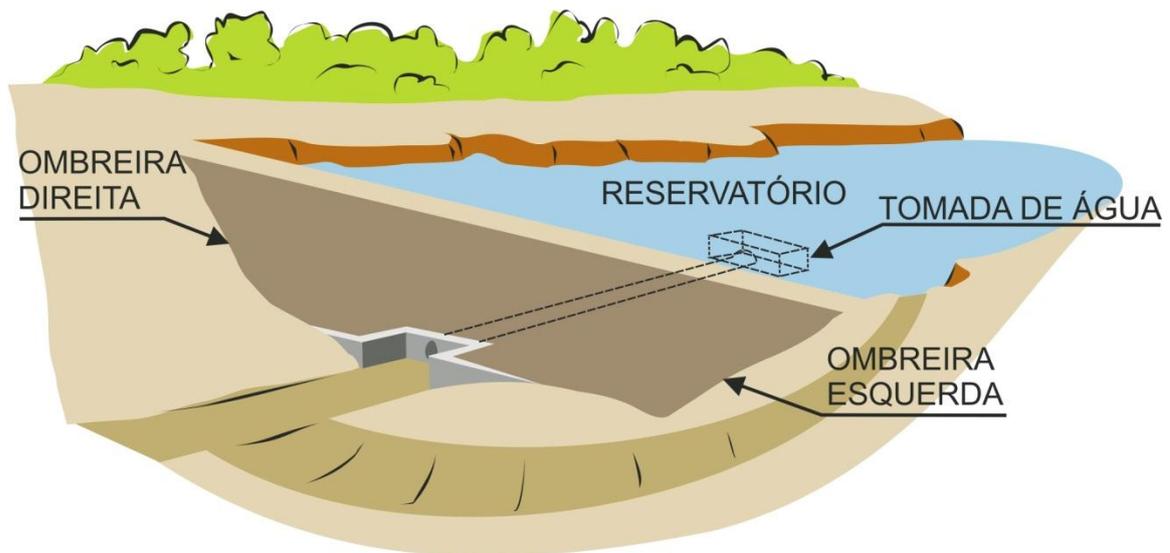
### **c) Ombreiras**

As interfaces do corpo da barragem com as ombreiras, representadas esquematicamente na Figura 4, devem ser inspecionadas visando a detecção de:

- Percolação – detectar sinais aparentes de surgências a jusante;
- Fissuras e juntas - distinguir fissuras longitudinais e transversais, sua abertura, afastamento e profundidade (quando possível);
- Deslizamentos - detectar sinais aparentes de deslizamentos recentes, causas possíveis;
- Vegetação;
- Sinais de movimento - considerar movimentos globais não inseridos nos deslizamentos.

### **d) Crista**

- Fendilhamento na superfície - analisar as fissuras longitudinais e transversais, abertura, profundidade e espaçamento;
- Recalques - verificar visualmente o nivelamento dos guarda-corpos, passeios e pavimento na crista;
- Movimento laterais - os melhores indicadores de movimentos são os postes de iluminação, se existirem, os guarda-corpos laterais e os meio-fios;
- Estado de conservação de guarda-corpos - os guarda-corpos registram frequentemente os movimentos sofridos quer por deslizamento de peças simplesmente apoiadas quer por ruptura de peças rígidas;
- Sobrelevação da crista – apreciação do alteamento da crista definida no projeto para compensar recalques pós construção;
- Alinhamento do meio-fio, quando existir.



**Figura 4. Interface do corpo da barragem com as ombreiras.**  
(Fonte: modificado de NICDS)

#### e) Galerias

- Detecção de situações anômalas, designadamente fissuras no concreto, infiltrações, movimentos de juntas e depósito de materiais, em barragens de concreto.

#### f) Estruturas auxiliares

- Vertedouro (ou sangradouro): ferragem exposta, fissuras no concreto, erosão, depressões.
- Tomada de água: corrosão, fissuras;
- Comportas: corrosão, água estagnada nos braços, crescimento de vegetação, defeitos de vedação, deficiências dos equipamentos de manobra;
- Canal de aproximação e de restituição: erosão, fissuras.

#### g) Instrumentação

- Estado dos instrumentos de medida instalados na obra.

#### h) Reservatório

- Erosões, assoreamentos, escorregamento dos taludes marginais, vegetação flutuante em excesso, troncos de árvores, etc.

Em síntese, interessa sublinhar que durante as inspeções visuais devem ser implementadas as seguintes ações:

- Fotografar todas as situações anômalas encontradas e que poderão necessitar de correção e determinar a sua causa;
- Fotografar e registrar a localização, direção, comprimento e espessura de cada fissura observada;
- Monitorar as mudanças observadas nas fissuras.

## **3.2 Fichas de inspeção**

As fichas de inspeção deverão cobrir todos componentes da barragem tendo listadas as anomalias encontradas, sua localização e sua situação.

No Anexo 1 deste Guia são apresentados modelos de fichas para inspeção de segurança regular, comuns a todos os tipos de barragens (Anexo 1.1.1): de terra (BT) (Anexo 1.1.2), de enrocamento com face de concreto (BEFC) (Anexo 1.1.3), de concreto (BC) (Anexo 1.1.4) e para as especificidades de barragens que contêm aproveitamentos hidrelétricos (Anexo 1.1.5) ÷ todas com as respectivas instruções para o seu preenchimento. Essas fichas são exemplos baseados em MI (2002, 2005, 2010) e foram adotadas na Resolução nº 742 da ANA.

Os empreendedores podem utilizar fichas próprias de inspeção, desde que atendam ao regulamentado pelas respectivas entidades fiscalizadoras.

A Resolução nº 742 da ANA estabelece, no art. 2º: “As Inspeções de Segurança Regulares de Barragem devem ser realizadas regularmente, para avaliar as condições físicas das partes integrantes da barragem visando identificar e monitorar anomalias que afetem potencialmente a sua segurança”.

Em seu art. 3º define:

- Anomalia: qualquer deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa afetar a segurança, tanto a curto como a longo prazo.
- Magnitude: como tamanho ou amplitude da anomalia.
- Nível de perigo: gradação do perigo à barragem decorrente da identificação de determinada (as) anomalia (as).

Ao preencher a ficha de inspeção deve-se definir a situação da barragem para as diferentes anomalias, classificar a magnitude das anomalias e o seu nível de perigo, de acordo com a abordagem no item 3.4.

## **3.3 Tipos mais frequentes de anomalias e suas consequências**

### **3.3.1 Barragens de aterro**

#### **Fissuras**

Em barragens de aterro, as fissuras podem ser classificadas em termos de dimensão, de acordo com o indicado no Quadro 3:

**Quadro 3. Classificação das fissuras em barragens de aterro.**

<b>Dimensão</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Designação</b>
pequena	$0,2 < e \leq 1$	pequena
média	$1 < e \leq 5$	significativa (trinca)
grande	$e > 5$	pronunciada (rachadura)

As fissuras que se desenvolvem nas barragens de terra podem ser classificadas de acordo com a sua localização em fissuras interiores e exteriores, e relativamente à sua posição em fissuras longitudinais e fissuras transversais.

A realidade é, no entanto, mais complexa, podendo ocorrer, simultaneamente, todas as combinações dessas situações.

As fissuras longitudinais têm um andamento paralelo ao desenvolvimento linear da barragem, enquanto as transversais situam-se em planos que interceptam horizontal ou verticalmente o aterro.

Quando são detectadas fissuras transversais e longitudinais na inspeção recomenda-se:

- a) Fotografar e registrar a localização, comprimento e espessura;
- b) Monitorar as mudanças ao longo do tempo;
- c) Buscar entender a causa de sua origem.

Fissuras transversais são perigosas, porque podem contribuir para uma ligação no sentido montante-jusante, com risco para a segurança, em especial se prosseguem até ao nível abaixo da cota de retenção. Nestes casos podem criar um caminho de percolação preferencial de água, podendo resultar em uma diminuição de resistência do material do aterro. Podem ainda indicar recalques diferenciais no aterro ou na fundação.

Ocorrem frequentemente quando há: i) material compactado do maciço sobre ombreiras íngremes e irregulares; ii) zonas de materiais compressíveis na fundação.

Fissuras longitudinais podem indicar:

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

A maior parte das fissuras referidas na literatura especializada são exteriores e, conseqüentemente, visíveis. Constata-se, no entanto, a existência de fissuras interiores no corpo da barragem, resultantes de variações do estado de tensão do maciço.

## Surgências

A surgência é a ocorrência de água na face exterior da barragem, nas ombreiras e no pé de jusante, da barragem por percolação.

A percolação dessa água pode ter as seguintes consequências:

- i) Originar um processo de erosão interna (*piping*) (Figura 5), o qual é influenciado pelos seguintes fatores:
  - 1) Tipo de solo (areia fina e silte de origem eólica, por exemplo, são altamente suscetíveis a erosão);
  - 2) Gradiente hidráulico: quanto maior o gradiente, maior a possibilidade de erosão interna;
  - 3) Tensão confinante: quanto maior é o valor da tensão confinante, menor é a possibilidade da ocorrência da erosão.
- ii) Aumento das poro-pressões e saturação do maciço e da fundação, com a consequente perda de resistência.

O contato do aterro com uma ombreira rochosa é especialmente favorável à ocorrência de erosões, pelo que o aterro nessa interface deve exibir adequadas características de plasticidade, de teor em água e compactação.



**Figura 5. Problemas de percolação.** (Fonte: modificado de Foster, 1999)

A percolação no corpo da barragem e na sua fundação pode ser controlada pelos seguintes dispositivos: filtros e drenos internos (verticais ou inclinados), que interceptam e descarregam o fluxo com segurança, o tapete horizontal e o dreno de pé.

Os poços de alívio, instalados junto ao pé de jusante, objetivam aliviar as subpressões dos materiais mais permeáveis, subjacentes à camada menos permeável (argilosa). Ajudam também a controlar a direção e a quantidade de fluxo sob a barragem. Essas subpressões podem provocar erosão interna do material de fundação e instabilidade do maciço.

Na inspeção recomenda-se:

- a) Localizar os pontos de surgência;
- b) Medir as vazões e a turbidez da água;

- c) Registrar a ocorrência de precipitação recente, que possa afetar a medição e a turbidez da água;
- d) Anotar o nível de água do reservatório no momento da medição da vazão;
- e) Esclarecer se o reservatório é a fonte da percolação, pois o aumento da vazão com o nível do reservatório estabilizado é preocupante.

No caso de haver saída do material recomenda-se:

- a) Verificar a granulometria do material carreado;
- b) Medir a vazão.

Na inspeção dos poços de alívio, observar:

- a) A locação de cada poço em relação ao indicado no projeto;
- b) Se há fluxo de água: medir a sua vazão e turbidez;
- c) Se não há fluxo: procurar explicação com base na estimativa de prévias leituras em relação ao nível do reservatório.

Se houver perigo iminente para a barragem, deve-se comunicar às autoridades competentes, defesa civil, prefeitura e à entidade fiscalizadora,

### **Instabilidade de taludes**

A instabilidade dos taludes está relacionada com a ocorrência de deslizamentos e de deslocamentos, e pode ser agrupada em duas categorias:

- a) Ruptura superficial;
- b) Ruptura profunda.

A ruptura superficial pode ocorrer no talude de montante ou no talude de jusante nas seguintes situações:

- a) Talude de montante: rebaixamento rápido com deslizamentos superficiais. Não causam ameaça à integridade da barragem, mas podem causar obstrução da tomada de água e deslizamentos progressivos mais profundos;
- b) 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.

Na inspeção deve-se:

- a) Medir e registrar a extensão e deslocamento do material movimentado;
- b) Procurar por fissuras (trincas ou rachaduras) nas proximidades, especialmente acima do deslizamento;
- c) Verificar percolações nas proximidades;
- d) Observar a área para determinar se as condições de instabilidade estão a progredir.

A ruptura profunda é uma séria ameaça à integridade da barragem. É caracterizada por:

- a) Talude de deslizamento íngreme bem definido;

- b) Movimento rotacional e horizontal bem definido;
- c) Fissuras (trincas ou rachaduras) em formato de arco.

Ações a serem implementadas para aprofundar as investigações:

- a) As rupturas profundas, tanto no talude de montante como de jusante, podem ser indicações de sérios problemas estruturais. Na maioria dos casos, irão requerer o rebaixamento ou drenagem do reservatório;
- b) Se há suspeita de deslizamento, deve-se:
  - 1) Inspecionar com muito cuidado a área trincada ou escorregada que indique a causa do deslizamento;
  - 2) Recomendar uma investigação para determinar a magnitude e a causa do evento;
  - 3) Recomendar o rebaixamento do reservatório, nas situações mais críticas.

### **Depressões**

As depressões podem ser localizadas ou abrangentes. Podem ser causadas por recalque no maciço ou fundação. Tais recalques podem resultar na redução da borda livre e representar uma potencial situação para o transbordamento da barragem durante o período das cheias.

A ação das ondas no talude de montante pode remover em especial o material da camada de apoio (transição) do *rip-rap*, ou ainda o próprio, se mal colocado ou de granulometria deficiente, descalçando-o e formando uma depressão quando o material recalca sobre o espaço vazio.

Podem, ainda, ser causadas por erosão regressiva ou *piping* com o subsequente colapso do material sobrejacente.

Algumas áreas da superfície do maciço que parecem depressões ou afundamentos podem ter sido resultado de finalização inadequada da construção, pelo que 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 devido a um vazio no solo subjacente.

Recomendações para a inspeção:

- a) 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 de cada recalque observado.
- b) Em relação aos afundamentos recomenda-se:
  - 1) Fotografar e registrar a locação, tamanho e profundidade;
  - 2) Examinar cuidadosamente o fundo da depressão localizada para determinar se existe um grande vazio subjacente ou fluxo de água;
  - 3) Investigar a causa do afundamento e determinar se existe ameaça à barragem.

## **Anomalias decorrentes de má execução ou falta de manutenção na barragem**

Se a proteção do talude for considerada inadequada determinar a quantidade de material removido.

- Registrar e fotografar a área;
- Reparar a proteção inadequada.

A erosão superficial é um dos problemas de manutenção mais comuns nos taludes de aterro. Se não for corrigida a tempo, pode trazer sérios danos à estrutura, tais como ravinamentos.

As erosões profundas causam fissuras na crista e encurtam o caminho de percolação devido à redução da seção transversal da barragem.

O crescimento de árvores e arbustos, nos taludes de montante e jusante, e na área imediatamente a jusante da barragem, deve ser evitado pelas seguintes razões:

- a) Para permitir o levantamento e inspeção das estruturas e áreas adjacentes visando observar percolação, fissuras, afundamentos, deflexões, mau funcionamento do sistema de drenagem e outros sinais de perigo;
- b) Para permitir o acesso adequado às atividades de operação normal e de emergência e manutenção da barragem;
- c) Para evitar danos nas estruturas devido ao crescimento de raízes, que podem provocar 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 de drenagem;
- d) Para evitar obstrução de descarregadores de cheias, tomadas de água, drenos, entrada e saída de canais.

A tocas de animais podem levar à ruptura da barragem por erosão interna (*piping*) quando passagens ou ninhos de animais:

- a) Fazem a conexão do reservatório com o talude de jusante ou o encurtamento dos caminhos de percolação;
- b) Penetram no núcleo central impermeável da barragem, quando existe.

Deve-se desencorajar as atividades (pela eliminação da fonte de alimentação e hábitat) de animais visando prevenir tocas dentro do maciço e possíveis caminhos de percolação;

Na inspeção devem-se:

- a) Procurar por evidências de percolação provenientes de tocas no talude de jusante ou na fundação;
- b) Localizar e registrar a profundidade estimada das tocas para comparar com as futuras inspeções a fim de verificar se o problema está evoluindo.

### **3.3.2 Barragens de concreto**

#### **Movimentos diferenciais entre blocos**

As deformações permanentes das barragens de concreto manifestam-se em geral por movimentos nas juntas. A detecção desses movimentos é particularmente importante na vizinhança de equipamentos hidromecânicos, como as comportas, cujo funcionamento pode ser posto em causa.

O controle do funcionamento das comportas requer especial cuidado no caso de barragens afetadas por reações álcali-agregado (RAA), dado que as expansões que se desenvolvem no concreto podem afetar o funcionamento destes equipamentos.

A evolução destes movimentos diferenciais entre blocos pode ser controlada por intermédio de testemunhos colocados nas juntas.

#### **Surgências**

Em algumas barragens são instalados dispositivos de drenagem que permitem conduzir a água infiltrada no corpo das obras para galerias ou para áreas a jusante, limitando assim a instalação de subpressões. No entanto, podem por vezes ocorrer percolações através do corpo da barragem, em regra através de juntas deficientemente tratadas, tais como as juntas de contração, de concretagem ou de contato entre materiais diferentes (nomeadamente entre o concreto e o maciço de fundação ou entre o concreto e maciços de aterro) ou ainda através de áreas de concreto deficientemente vibrado.

As infiltrações a que correspondam fluxos e velocidades elevadas contribuem para a deterioração do concreto, por lavagem dos materiais mais finos e contribuem para o desenvolvimento de reações químicas que estão na origem de diversas anomalias.

Nas fundações das barragens de concreto são em regra realizados tratamentos com vista à sua consolidação, impermeabilização e drenagem. A coleta das águas de percolação do sistema de drenagem e a análise do seu volume e características constitui um aspecto importante do controle de segurança das obras.

#### **Fissuras**

No caso das barragens de concreto, observam-se frequentemente fissuras de diversos tipos. As variações diárias da temperatura originam em regra uma fissuração superficial, que não é relevante para as condições de segurança das estruturas. No entanto, podem também desenvolver-se fissuras associadas a deficiências do projeto, ou de construção, ou mesmo do envelhecimento das estruturas que, em regra, afetam essencialmente as condições de funcionamento (nomeadamente o funcionamento de comportas e outros equipamentos). Podem, também, dar origem ao aparecimento de surgências e, ao longo do tempo, afetar as condições de segurança das barragens. Assim, é importante identificar estas fissuras e controlar o seu desenvolvimento.

As fissuras que se desenvolvem nas barragens de concreto podem ser classificadas de forma semelhante às que se desenvolvem nas barragens de aterro, sendo frequente classifica-las em quatro tipos, sendo neste caso definida também fissuras capilares, como se indica no Quadro 4.

**Quadro 4. Classificação das fissuras em barragens de concreto.**

<b>Dimensão</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Designação</b>
micro	$e \leq 0,2$	Fissura capilar
pequena	$0,2 < e \leq 1,0$	Fissura pequena
média	$1,0 < e \leq 5,0$	Fissura significativa (trinca)
grande	$e > 5,0$	Fissura pronunciada (rachadura)

### **Deterioração devida a expansões associadas a reações químicas – Reatividade álcali-agregado (RAA)**

Os processos expansivos associados a algumas reações químicas, entre os elementos que constituem o concreto, originam deformações e fissuras no concreto que podem afetar as condições de funcionalidade e mesmo de segurança das estruturas. Esses processos são em geral agravados pela presença da água que, por sua vez, é facilitada pela abertura das fissuras. Nesses casos torna-se necessária uma avaliação da importância da situação por especialistas, através de inspeções e/ou de eventual realização de ensaios.

## **3.4 Classificação da magnitude e do nível de perigo das anomalias**

### **3.4.1 Considerações iniciais**

Nas fichas de inspeção do Anexo 1.1, a magnitude das anomalias foi classificada em quatro categorias:

- I - Insignificante: anomalia de pequenas dimensões, sem aparente evolução;
- P - Pequena: anomalia de pequena dimensão, com evolução ao longo do tempo;
- M - Média: anomalia de média dimensão, sem aparente evolução;
- G - Grande: anomalia de média dimensão com evidente evolução, ou anomalia de grande dimensão.

O nível de perigo da anomalia procura quantificar o grau da vulnerabilidade da barragem que pode ser imposta pela anomalia e indicar a presteza com que ela deva ser corrigida e considera quatro categorias:

- 0 - Nenhum: Anomalia que não compromete a segurança da barragem, mas pode ser entendida como descaso e má conservação;
- 1 – Atenção: Anomalia que não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo;
- 2 – Alerta: Anomalia com risco para a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
- 3 – Emergência: Anomalia com risco de ruptura a curto prazo, exigindo ativação do PAE.

As categorias de magnitude da anomalia e do seu nível de perigo apresentadas neste Guia são as adotadas em MI (2002, 2005 e 2010).

As fichas do Anexo 1.1 trazem uma lista não exaustiva das possíveis anomalias encontráveis em barragens. No Anexo 2 figura uma listagem das anomalias mais graves que ocorrem nas barragens de terra e de enrocamento, nas barragens de concreto e nas suas estruturas auxiliares, com a finalidade de auxiliar os inspetores no preenchimento das fichas.

Esses inspetores poderão ter dúvidas na classificação da anomalia, no caso da sua magnitude ser média ou grande, com reflexos na classificação do nível de perigo da anomalia, quando se trata das situações de alerta e emergência. O Anexo 2 visa, assim, a contribuir para uma melhor identificação da causa provável, da possível consequência, e das ações corretivas a serem implementadas, e ainda orientar sobre a necessidade da presença de um engenheiro qualificado para inspecionar a barragem e tomada de ações.

O treinamento dos inspetores e a sua capacitação irão certamente contribuir para um melhor desempenho nas ações de inspeção.

É importante sublinhar que a classificação do nível de perigo da anomalia, principalmente nas situações de alerta e de emergência, não dispensa o julgamento de engenharia.

### **3.4.2 Identificação das anomalias graves**

Definem-se anomalias graves como sendo as anomalias capazes de comprometer a segurança de uma barragem e levá-la ao rompimento, no caso de não terem sido empreendidas em tempo ações corretivas.

Apresenta-se nos Quadros 5, 6 e 7 uma listagem das anomalias mais importantes que podem ocorrer nas barragens de terra e enrocamento, barragens de concreto e nas estruturas auxiliares e que, por essa razão, carecem de maior atenção na inspeção. Nos quadros figuram também os indicadores que possibilitam a classificação destas anomalias em insignificante, pequena, média ou grande e que, no caso de serem médias ou grandes, podem ser graves.

Esta listagem, resultado da ponderação das publicações do Bureau of Reclamation, Corps of Engineers, ICOLD, EPRI e da prática internacional, é apresentada a título informativo, e não tem a pretensão de contemplar todas as possíveis situações.

Procura-se, assim, da listagem das anomalias que constam no Anexo 2, apresentar a seleção nos Quadros 5, 6 e 7 das mais importantes, que irão possibilitar a definição do nível de perigo da barragem, e conseqüentemente definir as situações que necessitam de ações não imediatas (anomalias insignificantes ou pequenas) ou de ações imediatas (anomalias médias ou grandes).

Apresenta-se na última coluna dos Quadros 5, 6 e 7 códigos para se relacionar às anomalias extraídas dos Anexos 1.1 e 2.

A interpretação desses códigos faz-se da seguinte forma:

- 1) Códigos apresentados na parte de cima da linha foram retirados do Anexo 1 (A.1 a A.6), exemplo BT (B.2.1) – significa que trata-se de uma Barragem de Terra (BT), anomalia localizada na crista (B2), primeiro item – Erosões (1);

- 2) Códigos apresentados na parte de baixo da linha foram retirados do Anexo 2: exemplo BT3(1) – significa que trata-se de uma Barragem de Terra (BT), da crista (3) e que a anomalia é uma fissura longitudinal (1).

**Quadro 5. Barragens de Terra (BT) – Listagem das anomalias mais importantes.**

Anomalias	Insignificante / Pequena	Média / Grande	Código
Fissuras longitudinais na crista (comprimento $l$ em m, abertura $a$ em mm e profundidade $p$ em m)	$l < 5$ $a < 5$ $p < 0,2$	$l > 5$ $a > 5$ $p > 0,2$	BT(B.2.2) BT3(1)
Fissuras transversais na crista (comprimento $l$ em m, abertura $a$ em mm)	$l < 5$ $a < 5$ $p < 0,2$	$l > 5$ $a > 5$ $p > 0,2$	BT(B.2.2) BT3(4)
Afundamentos ( $afd$ em m)	$afd < 0,3$	$afd > 0,3$	BT(B.2.5) BT3(6)
Recalques/Deslocamentos verticais ( $dv$ em m)	$dv < 0,2$	$dv > 0,2$	BT(B.2.5) BT3(2)
Fugas de água/Vazões na fundação ( $Vf$ em l/min/. m)	$Vf < 4$	$Vf > 4$	BT(B.4.2) BT4(5)
Desabamentos/Colapsos	Muito pequenos	Perda significativa de material	BT(B.2.5) BT3(3)
Surgências no talude de jusante e áreas molhadas Água barrenta	Só vestígios	Aparecimento de água barrenta	BT(B.3.13) BT4(6)
Deslizamentos (Escorregamentos) de taludes	Muito localizados	Muito sérios associados com a existência de zonas húmidas	BT(B.12;B.3.2) BT2(1)
Vazamento (Fuga de água) na interface aterro/ombreira ( $Vi$ em l/min)	$Vi < 10$	$Vi > 10$	BT(B.4.2; B.4.3) BT4(8)
BEFC - Fissuras na laje do concreto ( $a$ em mm)	$a < 1$	$a > 1$	BT(B.1.3) BT1(7)

BEFC - barragens de enrocamento com face de concreto

**Quadro 6. Barragens de Concreto (BC)-Listagem das anomalias mais importantes**

Anomalias	Insignificante / Pequena	Média / Grande	Código
Abertura de juntas ( $a$ em mm)	$a < 3$	$a > 3$	BC(B.1.6) BC2(4)
Deslocamentos diferenciais de juntas ( $d$ em mm)	$d < 2$	$d > 2$	BC(B.2.1) BC1(4)
Fissuras verticais em diagonal (comprimento $l$ em m, abertura $a$ em mm)	$l < 3$ $a < 1$ sem passagem de água	$l > 3$ $a > 1$ com passagem de água	BC(B.1.3) BC2(1.2)
Infiltrações através do concreto e fissuras ( $Q$ em l/min)	$Q < 2$	$Q > 2$	BC(B.3.6) BC4(1)
Infiltrações através das juntas de blocos ( $Q$ em l/min/junta)	$Q < 20$	$Q > 20$	BC(.3.5) BC3(1))
Vazões nos drenos de fundação ( $Q$ em l/min/m)	$Q < 10$	$Q > 10$	BC(B.3.8) BC4(2)
Drenos de fundação (colmatação/obstrução ou aumento das vazões)	drenos com colmatações ou aumentos insignificantes em relação aos valores habituais na mesma época	aumento excessivo de supressões em relação aos valores habituais na mesma época, redução do fator de segurança	BC(B.5.8) BC4(2)
Movimentos nos taludes em rochas	movimentos desprezáveis	movimentos com velocidade crescente	BC(F1) BC5(1)
Vazamento na interface concreto/ ombreiras ( $Q$ em l/min)	$Q < 10$	$Q > 10$	BC(F5) BC5(2)

**Quadro 7. Estruturas Auxiliares-Listagem das anomalias mais importantes.**

Anomalias	Insignificante / Pequena	Média / Grande	Código
Fissuras (comprimento $l$ em m, abertura $a$ em mm)	$l < 5$ $a < 5$	$l > 5$ $a > 5$	BC(B.4.10) BT5(5)
Paredes e muros deslocados (afundamentos) ( $afd$ em m)	$afd < 0,3$	$afd > 0,3$	BC(C1.3) BT5(4)
Deterioração do concreto	Só vestígios ou muito localizadas	Com significado ou Muito extensas	BC(B.4.3) BT5(8)
Abertura de juntas (abertura $a$ em mm,	$a < 3$	$a > 3$	BT(C.2.5) BT5(6)
Infiltrações nas juntas danificadas ( $Q$ em l/min/junta)	$Q < 10$	$Q > 10$	BC(B.4.5) BT5(10)
Erosões no canal de restituição (profundidade $p$ em m)	$p < 0,2$	$p > 0,2$	BC(C.1.6) BT5(3)
Descalçamento da estrutura ( $d$ em m)	$d < 0,1$	$d > 0,1$	BC(C.2.4) BT5(3)
Vazamento dentro e ao redor da estrutura ( $Q$ em l/min)	$Q < 10$	$Q > 10$	BC(B.4.9) BT5(9)
Carreamento de sedimentos	Só vestígios ou muito localizado	Com significado ou muito extenso	BC(B.5.15) BT5(1)
Erosão no pé da barragem (erosão regressiva) Falha no rip-rap	Situação desprezável ou estabilizada	Com velocidade constante ou crescente	BT(C.1.6) BT5(7)

Nas estruturas auxiliares o comportamento estrutural é semelhante aos das estruturas de concreto e o comportamento hidráulico está relacionado com as erosões das estruturas (cavitação e abrasão), arranque de blocos (bacias de dissipação), erosão do maciço rochoso e deficiências dos equipamentos.

### 3.5 Nível de Perigo da barragem

O nível de perigo da barragem, segundo o art. 7 da Resolução ANA nº 742/2011, deve ser classificado em 4 categorias, em função do tipo de anomalias, sua evolução e da urgência de medidas corretivas, designadamente:

- a) Normal: quando não foram encontradas anomalias ou as anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;
- b) Atenção: quando as anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem a curto prazo, mas devem ser controladas, monitoradas ou reparadas ao longo do tempo;
- c) Alerta: quando as anomalias encontradas representam risco à segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
- d) Emergência: quando as anomalias encontradas representam risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes de uma eventual ruptura da barragem.

No Manual do MI e na Resolução nº 742 da ANA não existem orientações sobre como, a partir da definição do nível de perigo das anomalias (situação micro), fazer a classificação do nível de perigo da barragem (situação macro). Trata-se de um tema delicado que necessita ser abordado com ponderação.

Nos Quadros 5 a 7 foram apresentadas listagens para as barragens de terra e enrocamento, barragens de concreto e estruturas auxiliares, das anomalias graves, cujas magnitudes estão classificadas como insignificante, pequena, média e grande. As anomalias classificadas como média e grande exibindo uma taxa de progressão elevada e de difícil quantificação estão conotadas com uma classificação de nível de perigo da barragem de alerta e emergência. Pode, então, uma única anomalia grave comprometer a segurança da barragem e levá-la à ruptura. É necessária a presença de um engenheiro qualificado e experiente para inspecionar a barragem, validar o nível de perigo da barragem e orientar as ações a serem tomadas, com a antecedência ou urgência requerida.

Há diversas características do nível de perigo das anomalias que afetam a percepção do nível de perigo da barragem, por exemplo:

- efeito imediato - efeito retardado;
- não existir alternativa possível - existir alternativa possível;
- perigo não conhecido - perigo conhecido ;
- consequências irreversíveis - consequências reversíveis;

Consoante o tipo e a progressão das anomalias graves devem ser programadas ações que podem ser classificadas como:

- i) Medidas imediatas
  - Baixar o nível de água no reservatório;
  - Reforçar o monitoramento e a inspeção;

- Reforços simples, tais como aumento de peso a jusante, reforço de drenagem, etc.).

## ii) Reabilitação

O nível de perigo da barragem e as ações corretivas necessárias devem constar do relatório de inspeção.

### **3.6 Inspeção de segurança regular de estruturas de hidrelétricas**

Descreve-se um conjunto de ações a serem implementadas na inspeção de segurança regular de estruturas de hidrelétricas, nos casos das barragens em que o uso preponderante não é a geração de energia.

Neste caso a ficha de inspeção de segurança regular deve ser complementada contemplando não só as estruturas associadas às usinas, mas também avaliar o estado de funcionamento e de conservação dos equipamentos hidromecânicos, eletromecânicos e elétricos associados.

A listagem apresentada, de caráter geral e indicativo, deverá ser adaptada a cada instalação em particular, tendo em conta as suas características específicas e o seu tempo de serviço.

#### **3.6.1 Objetivos**

Devem ser efetuadas as seguintes verificações gerais:

- Instalação dos equipamentos, estado de manutenção e limpeza;
- Conformidade com projeto, desenhos, instruções de montagem ou outras especificações;
- Conformidade com Normas e Regulamentos aplicáveis;
- Verificação da existência de manuais de operação e manutenção das instalações e equipamentos;
- Verificação da existência de peças de reserva;
- Estado funcional geral da instalação.

#### **3.6.2 Ficha de inspeção das estruturas**

O Anexo 1.1.5 apresenta uma ficha com os aspectos mais relevantes aplicados às usinas hidrelétricas nos casos das barragens em que o uso preponderante não é a geração de energia.

Na geração hidrelétrica existe uma série de estruturas associadas a usinas e a barragens existentes somente em alguns empreendimentos, pelo que as Fichas de Inspeção apresentadas no Anexo 1.1.5 devem ser adaptadas pelos empreendedores tendo em conta as diversas situações.

#### **3.6.3 Equipamento hidromecânico**

Em relação ao equipamento hidromecânico devem ser verificados os seguintes componentes:

##### **Comportas**

Verificação do funcionamento até abertura máxima:

- Por comando elétrico local;
- Por comando elétrico à distância;
- Automático;
- Manual.

Outros aspectos a considerar na inspeção:

- Fonte alternativa de energia;
- Pessoal de exploração adestrado;
- Instruções escritas de manobra;
- Instruções escritas de manutenção;
- Estado de conservação da pintura;
- Guinchos e cabos de aço;
- Servomotores;
- Grades.

### **Condutos e Blindagens**

Verificação do estado de conservação da pintura das superfícies;  
Verificação das juntas, vedantes e pontos de infiltração.

### **3.6.4 Equipamento eletromecânico**

Quanto ao equipamento eletromecânico devem ser objeto de verificação os seguintes componentes:

#### **Turbinas**

Antes da desmontagem efetuar a verificação de todas as situações de funcionamento e automatismos do grupo, para avaliação das condições de segurança e estabilidade.

Após a desmontagem efetuar o exame visual e controlo dimensional de todos os componentes.

Os principais órgãos a inspecionar são:

Mancal de impulso;  
Junta de vedação do veio  
Mancal guia  
Veio  
Roda  
Anel de acionamento do distribuidor  
Diretrizes  
Aros do distribuidor  
Servomotores do distribuidor  
Antedistribuidor  
Caixa Espiral  
Tubo de aspiração  
Válvula de proteção do grupo.  
Casa de máquinas (Figura 6).

## **Sistema de regulação de velocidade**

Verificação do estado de funcionamento e de conservação de todos os componentes do sistema e regulação de velocidade.

## **Instalação de refrigeração**

Verificação do estado de funcionamento e de conservação de todos os componentes da instalação de água de refrigeração.



**Figura 6. Vista de casa de máquinas. (Fonte: COBA, S.A.)**

## **Alternadores**

### **Sistema de excitação e regulação de tensão**

### **Aparelhos de elevação**

Verificação do estado de operação, desgastes, corrosão, integridade, folgas e apertos da parafusaria de todos os órgãos.

### **Equipamentos de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado)**

Verificação do estado de funcionamento e de conservação de todos os componentes da instalação de ventilação.

### **Instalação de bombeamento**

Verificação do estado de funcionamento e de conservação de todos os componentes da instalação de bombeamento.

### **3.6.5 Equipamentos mecânicos**

Em comportas e válvulas, identificar 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 identificar:

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

Verificar nos 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 verificar:

- Grelha de Proteção;
- Comporta da Tomada de Água;
- Câmara da comporta;
- Temperatura do motor para saber se está quente – um sinal de sobrecarga.

O inspetor deve observar eventuais movimentos intermitentes e bruscos, vibrações excessivas ou emperramentos, e ruídos estranhos.

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 adequado.

### **3.6.6 Equipamentos elétricos**

Os seguintes equipamentos da Subestação devem ser objeto de verificação:

- Estruturas metálicas, barramentos e acessórios
- Equipamentos de alta tensão

- Transformador de potência
- Quadros de média tensão
- Transformadores de serviços auxiliares
- Grupo diesel de emergência
- Quadros de baixa tensão
- Carregador retificador
- Baterias
- Instalação de iluminação e tomadas
- Instalações de segurança
- Cabos elétricos e caminhos de cabos
- Quadros de comando e controle
- Proteção contra descargas atmosféricas
- Rede de terras.

### **3.6.7 Qualificação dos Inspetores**

Adicionalmente ao(s) inspetor(es) responsáveis pela inspeção regular, deverá ser incluída, no caso de existirem equipamentos hidrelétricos para geração de energia, engenheiro especializado com conhecimento específico em estruturas hidrelétricas ou inspetor qualificado de nível médio.

No caso dos grupos turbina-alternador, essas atividades devem ser realizadas, de preferência, pelos respectivos fabricantes.

Na realização de uma inspeção de usinas hidrelétricas o inspetor deve ter noções sobre os componentes eletromecânicos do empreendimento que possuem interface com as estruturas civis (como as comportas de um vertedouro, por exemplo) ou que em caso de anomalia possam afetar a operação e eventualmente a própria segurança da barragem (como bombas existentes em poços de drenagem, por exemplo).

O quadro atual de inspetores de barragens brasileiras é muito diversificado integrando profissionais de nível escolar superior e ainda técnicos de nível médio, pelo que é desejável que a Ficha de Inspeção padronizada seja objetiva, simples, e permita avaliações rápidas por parte do responsável técnico pela segurança da barragem e ainda verificações da entidade fiscalizadora.



## 4 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE INSPEÇÃO E EXTRATO

### 4.1 Relatório de Inspeção

O relatório de inspeção, a ser elaborado pelo responsável técnico com a formação de engenheiro e experiência em segurança de barragens, deve conter, como mínimo, as seguintes informações:

#### 1. Sumário Executivo

- a) Nome da barragem;
- b) Código da barragem no cadastro do órgão fiscalizador;
- c) Identificação do empreendedor ou do seu representante legal;
- d) Identificação do responsável técnico e anotação da sua responsabilidade;
- e) Localização, data de inspeção;
- f) Outorga;
- g) Data da construção;
- h) Responsável pela construção.

#### 2. Principais características

- a) Bacia Hidrográfica
- b) Curso d água barrado
- c) Coordenadas
- d) Finalidade
- e) Capacidade do reservatório
- f) Área inundada
- g) Tipo de barragem
- h) Cota da crista
- i) Altura da barragem
- j) Comprimento da barragem

#### 3. Histórico - incidentes/acidentes anteriormente ocorridos, se aplicável.

#### 4. Fichas de Inspeções preenchidas, a serem revisadas pelo responsável técnico, que deve pronunciar-se sobre:

- a) Avaliação de anomalias: situação, classificação da sua magnitude e nível de perigo (ver item 3.4);
- b) Fotografias das anomalias consideradas médias ou graves e sua descrição.
- c) Análise dos registros dos seguintes instrumentos quando existam: piezômetros, medidores de tensões, registradores de fluxo, medidores de recalques, inclinômetros, extensômetros, marcos de referência, medidores de nível de água, medidores de vazão, acelerôgrafos, sismoscópios (Corps of Engineers, 1995a, 1995c; Seco e Pinto, 1982).

#### 5. Comentários e observações sobre as componentes da barragem, designadamente: talude de montante, crista, talude de jusante, ombreiras, instrumentação, estruturas extravasoras (vertedouro, reservatório, torre de tomada de água, galeria de fundo) e estrada de acesso.

#### 6. Avaliação do nível de perigo da barragem (ver item 3.5).

## 7. Conclusões, recomendações e ações a implementar pelo empreendedor

- a) Proposta de reclassificação da categoria de risco da barragem para a entidade fiscalizadora em função do resultado da inspeção (se for o caso);
- b) Implementação do Plano de Ação de Emergência: comunicações, sistemas de aviso, evacuações (se aplicável).
- c) Recomendação de eventuais trabalhos de reabilitação e manutenção ou inspeções de segurança regular e especial, como por exemplo: o deplecionamento do reservatório, disposição de materiais susceptíveis de reforçar a estabilidade da barragem ou retardar a sua ruptura. Para os diferentes tipos de anomalias, que ocorrem com mais frequência nas barragens de terra, de enrocamento e de concreto, apresenta-se no Anexo 2 uma listagem das ações corretivas a serem implementadas para reabilitar a barragem, visando minimizar as suas consequências e evitar que o seu eventual rompimento possa pôr em perigo a segurança e a vida da população e provocar danos econômicos e ambientais.

Um modelo para realização do relatório relativo à Inspeção regular de barragem é sugerido no Anexo 3.

No caso da ANA ser a entidade fiscalizadora, a Resolução nº 742/2011 estabelece que o relatório deverá estar disponível na barragem para consulta em posteriores vistorias. Esse relatório, assinado pelo responsável técnico, deverá ser anexado ao Plano de Segurança da Barragem (Art. 13 ), em até 60 dias após a inspeção (Art.8).

No caso de barragens reguladas por outras entidades fiscalizadoras, o empreendedor deverá proceder conforme normativos específicos.

Cabe, ainda, ao empreendedor:

- a) Cumprir as recomendações contidas nos relatórios de inspeção de segurança;
- b) Providenciar o cadastramento e a atualização das informações relativas à barragem junto à entidade fiscalizadora;
- c) Ser informado de qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;
- d) Prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem;
- e) Providenciar a elaboração e a atualização do Plano de Segurança da Barragem.

### 4.2 Extrato da Inspeção

No caso de barragens fiscalizadas pela ANA, o extrato da inspeção de segurança regular (que se apresenta no Anexo 1.6), deve ser enviado pelo empreendedor à ANA, por meio de internet no sítio [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br), até 31 de maio de cada ano para as inspeções realizadas durante o Primeiro Ciclo de inspeção (compreendido entre 01 de outubro e 31 de março do ano subsequente) e até 30 novembro de cada ano para as inspeções realizadas durante o Segundo Ciclo de Inspeção (compreendido entre 01 de abril e 30 setembro do mesmo ano).

Nas situações em que as barragens apresentarem nível de perigo de alerta os extratos deverão ser encaminhados à ANA em 15 dias e nos casos em que o nível de perigo for de emergência os extratos deverão ser encaminhados em 1 dia após a realização da inspeção, para que possam ser tomadas em tempo medidas corretivas, ou mitigar o dano potencial.

O extrato da inspeção deverá conter uma lista das anomalias encontradas categorizando a sua magnitude e nível de perigo.



## PARTE II- INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ESPECIAL

Apresenta-se o enquadramento legal das inspeções de segurança especial, as suas etapas e planeamento, a execução da inspeção no campo, a avaliação dos resultados e elaboração do relatório e o atendimento às recomendações do relatório.

### 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com o art. 9 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 “As inspeções de segurança regular e especial terão a sua periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento definidos pelo órgão fiscalizador em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem”. O seu parágrafo 2º estabelece “a inspeção de segurança especial será elaborada, conforme orientação do órgão fiscalizador, por equipe multidisciplinar de especialistas, em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, nas fases de construção, operação e desativação, devendo considerar as alterações das condições a montante e jusante da barragem”.

Assim, pode-se defini-la como uma inspeção realizada por especialistas em condições específicas, tais como: após a ocorrência de uma anomalia ou de um evento adverso que possa colocar em risco a segurança da barragem, em situações críticas da vida da barragem e durante a Revisão Periódica de Segurança de Barragem.

Eventualmente normativos futuros de entidades fiscalizadoras de barragens poderão trazer aspectos específicos relativos à inspeção especial, que devam ser levados em consideração.

Para as barragens com dano potencial alto, independente do risco, apresentam-se exemplos de situações em que se considera importante realizar uma inspeção de segurança especial:

- a) Quando verificada anomalia considerada grave durante uma inspeção regular ou equipe de operação e manutenção da barragem durante suas atividades de rotina;
- b) Sempre que se preveja um deplecionamento rápido do reservatório de barragens;
- c) Após a ocorrência de eventos extremos, tais como cheias superiores à cheia de projeto, sismos e secas prolongadas;
- d) Em situações de descomissionamento ou abandono da barragem;
- e) Em situações de sabotagem.

Para as barragens com altura de maciço superior a 15 m e capacidade total do reservatório superior a 3 milhões de metros cúbicos, independente do dano potencial associado, considera-se também importante realizar uma inspeção especial nas seguintes situações:

- a) Antes do final da construção da barragem, quando, sem afetar a segurança e funcionalidade da obra, seja possível promover um enchimento parcial do reservatório;
- b) Após o primeiro enchimento do reservatório, ou durante esse enchimento, no caso de haver patamares de enchimento, quando eles são atingidos.

Para todas as barragens enquadradas na Lei deve-se realizar uma inspeção especial detalhada por ocasião da Revisão Periódicas de Segurança.

Apresenta-se no Quadro 8 uma síntese das situações em que deve ser efetuada uma inspeção de segurança especial, anteriormente referidas.

**Quadro 8. Situações da realização de uma inspeção de segurança especial.**

<b>Classificação do dano potencial associado</b>	<b>Situação</b>
Dano potencial alto, independente do risco	Anomalia grave Deplecionamento rápido Eventos extremos (cheias, sismos e secas) Descomissionamento e abandono Sabotagem Revisão Periódica de Segurança
Independente do dano potencial associado	Para todas as barragens com altura de maciço superior a 15 m e capacidade total do reservatório superior a 3 milhões metros cúbicos: <ul style="list-style-type: none"><li>● Antes do final de construção;</li><li>● Durante e após o primeiro enchimento;</li><li>● Revisão Periódica de Segurança.</li></ul>

A inspeção de segurança especial integra as seguintes etapas:

- a) Planejamento da inspeção;
- b) Execução da inspeção no campo;
- c) Avaliação dos resultados e elaboração do relatório;
- d) Atendimento às recomendações do relatório

O produto da inspeção especial é um relatório com parecer conclusivo sobre a condição da barragem contendo recomendações e medidas detalhadas para mitigação e solução dos problemas encontrados e/ou prevenção de novas ocorrências.

A inspeção de segurança especial serve para verificar se as condições de segurança da barragem estão garantidas, sendo assim possível continuar a operação do reservatório, procurando minimizar a ocorrência de acidentes.

Procura-se nas inspeções de segurança especial analisar situações indutoras de anomalias graves tais como obstruções aos escoamentos provocados por materiais transportados pela água, erosões a jusante, deteriorações dos órgãos extravasores; deteriorações de equipamentos do sistema de monitoramento poderão interferir na correta avaliação de eventuais anomalias.

As inspeções de segurança especial devem ser realizadas às expensas do empreendedor.

## 2 PLANEJAMENTO DA INSPEÇÃO ESPECIAL

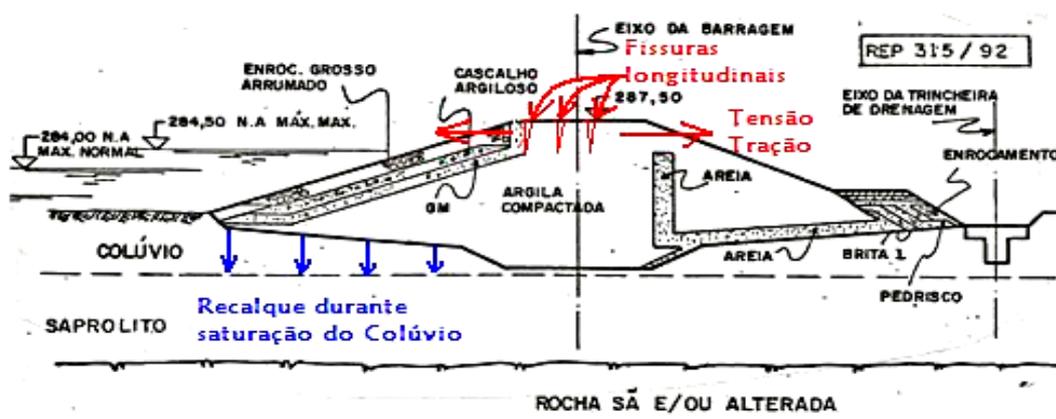
Abordam-se as situações em que devem ser efetuadas as inspeções de segurança especial, a qualificação dos inspetores, estudos e relatórios a consultar, recursos logísticos e materiais necessários e roteiro da inspeção.

Identificados os objetivos e caracterizados os potenciais problemas das inspeções, o planejamento, irá possibilitar: definir a logística; selecionar os acessos; definir os meios humanos; definir os meios materiais; otimizar os itinerários; e selecionar a ficha de inspeção, se necessária.

### 2.1 Quando fazer uma inspeção de segurança especial

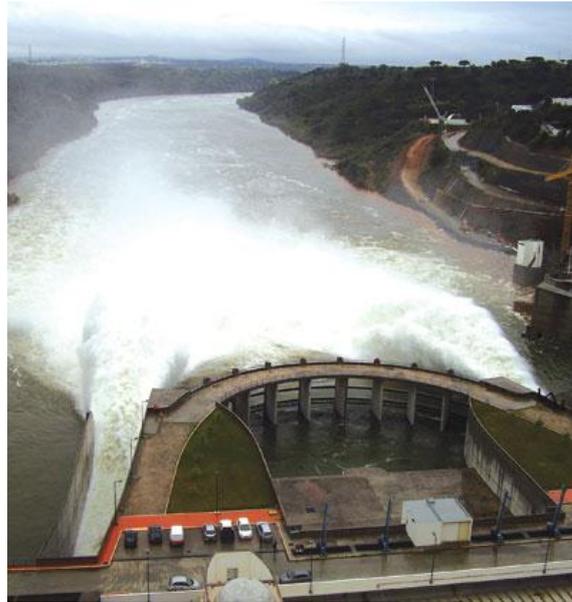
Para as barragens com dano potencial alto, independente do risco, recomenda-se que a inspeção de segurança especial seja feita nas seguintes situações:

- Quando for detectada uma anomalia grave (Figura 7), sintomas de envelhecimento e ainda deficiências do sistema de monitoramento, numa inspeção de segurança regular ou pela equipe de operação e manutenção da barragem durante suas atividades de rotina. As anomalias mais frequentes estão apresentadas nos Quadros 5 a 7 da Parte 1.



**Figura 7. Fissuras longitudinais na crista de barragem de terra no Brasil, causada pelos recalques de camada de solo coluvionar de basalto, na fundação.**  
(Fonte: Arquivo SBB Engenharia)

- b) Por ocasião de deplecionamentos rápidos do reservatório e quando o risco envolvido o justifique, com o objetivo de evitar a ocorrência de acidentes e incidentes ou minimizar a sua importância e efeitos, além de permitir verificar as hipóteses de projeto;
- c) Após a ocorrência de grandes cheias que podem originar acidentes por galgamento da barragem, por vezes associados a obstruções aos escoamentos provocadas por materiais transportados pela água, assim como importantes erosões a jusante das barragens (Figura 8) e deterioração dos órgãos de segurança e operação, nomeadamente por subpressões, abrasão e cavitação;



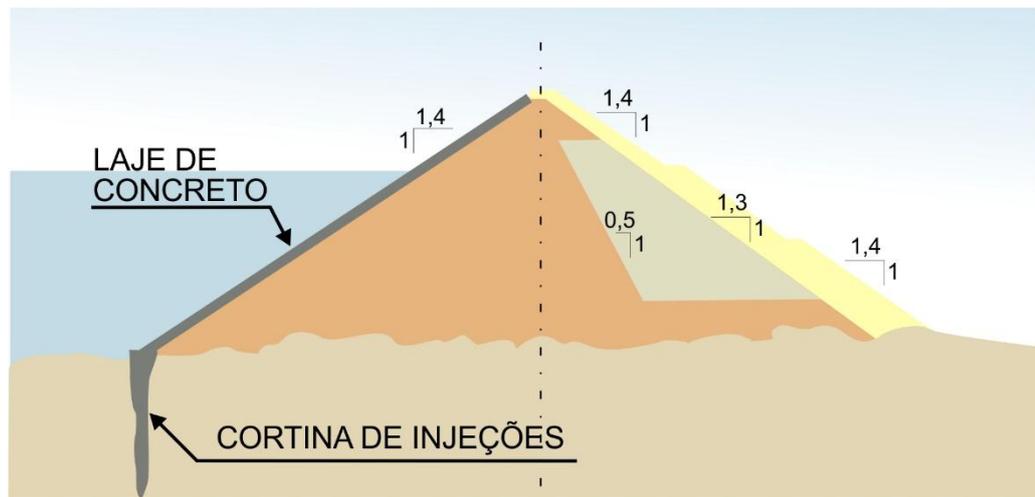
**Figura 8. Descargas na barragem devido a cheias.**  
(Fonte: COBA, S.A.)

- d) Na sequência de eventos extremos (cheias ou sismos com período de recorrência superior ao de projeto), bem como de circunstâncias anômalas que possam influenciar a segurança ou a funcionalidade da obra, designadamente ruptura de barragens a montante, queda de taludes para o interior do reservatório envolvendo grandes massas e provocando ondas que podem provocar na barragem subsidência de terrenos.

Embora o Brasil seja um País de baixa sismicidade, sismos naturais ou induzidos pelo enchimento de grandes reservatórios, podem também originar deteriorações nas barragens.

Não obstante a ocorrência de tremores naturais e sismos induzidos por enchimento de reservatório, não há registros de danos nas barragens brasileiras, dada a reduzida magnitude desses sismos.

Refere-se, a título de exemplo, que a inspeção de segurança especial conduzida na barragem de Zipingpu, após a ocorrência do sismo de Wenchian de 12 de maio 2008, revelou danos na laje de concreto (Figuras 9 e 10), que exigiram reparação imediata.



**Figura 9. Perfil tipo da barragem de enrocamento de Zipingpu (China).**  
(Fonte: COBA, S.A.)



**Figura 10. Danos causados na laje de concreto da barragem de enrocamento de Zipingpu (China).** (Fonte: COBA, S.A)

- e) Nas barragens que enfrentam seca prolongada da qual resulta um esvaziamento significativo do reservatório ou até situação de completa ausência de água no reservatório, devem ser objeto de inspeção de segurança especial, antecedendo o possível período de chuvas subsequente. Considera-se neste caso uma situação de seca total prolongada para um período de dois anos;
- f) Para situações de descomissionamento ou abandono da barragem;
- g) Para situações de sabotagem.

Para as barragens com altura de maciço superior a 15m e capacidade total do reservatório superior a 3 milhões de metros cúbicos, independente do dano potencial associado, considera-se também importante realizar uma inspeção especial nas seguintes situações:

- a) Antes da conclusão da construção da barragem, quando, sem afetar a segurança e funcionalidade da obra, seja possível promover um enchimento parcial do reservatório;  
Com o objetivo verificar se o estado da obra e a funcionalidade, tanto dos dispositivos de fechamento do rio e dos equipamentos dos órgãos de segurança e operação como do sistema de observação e do Plano Ação de Emergência (PAE) permitem dar início ao enchimento do reservatório;
- b) Após o primeiro enchimento do reservatório, para as barragens de categoria de dano potencial alto, com o objetivo de verificar o estado da barragem e dos equipamentos e contribuir para as decisões que serão tomadas relativamente à operação.

Para todas as barragens enquadradas na Lei deve-se realizar uma inspeção especial por ocasião da Revisão Periódicas de Segurança.

## **2.2 Qualificação dos Inspetores**

A inspeção de segurança especial deve ser conduzida por equipe de especialistas, na presença do responsável técnico pela segurança da barragem, e ainda, eventualmente, de outros intervenientes no controle de segurança.

A equipe multidisciplinar de especialistas, função do tipo de barragem (aterro ou concreto), de seu porte (pequena, média ou grande) e da existência ou não de instrumentação na barragem, pode ter uma composição variável de um a vários especialistas, tendo em conta o evento causador da inspeção de segurança especial.

As equipes irão variar, dependendo da anomalia encontrada ou evento ocorrido. O Quadro 9 apresenta as especialidades mínimas dependendo da situação verificada.

**Quadro 9. Equipe-Chave mínima em função da anomalia ou do evento causador da inspeção especial.**

Anomalia / Evento	Equipe mínima a ser alocada	
	Barragem de Terra	Barragem de Concreto
Fissuras, erosão interna, deslizamentos de taludes	Eng. Geotécnico	
Aberturas de juntas, fissuras no concreto, deteriorações do concreto associadas a reações químicas, movimentos nos taludes		Eng. Estrutural
Deplecionamento rápido do reservatório	Eng. Geotécnico	Eng. Estrutural
Galgamento	Eng. Geotécnico Eng. Hidráulico	Eng. Estrutural Eng. Hidráulico
Cheias, sismos e secas	Eng. Geotécnico Eng. Hidráulico	Eng. Estrutural Eng. Hidráulico
Descomissionamento	Eng. Geotécnico Eng. Hidráulico	Eng. Estrutural Eng. Hidráulico
Revisão Periódica	Eng. Geotécnico Eng. Estrutural Eng. Hidráulico	Eng. Estrutural Eng. Geotécnico Eng. Hidráulico

O perfil esperado dos profissionais listados na “Equipe Chave”, com suas respectivas funções, é apresentado no Quadro 10:

**Quadro 10. Equipe chave (exemplificativo).**

Especialidade	Experiência
Engº Coordenador Geral	Profissional com experiência, superior a 15 anos, em projetos de recuperação de barragens, envolvendo análise da documentação existente, vistorias técnicas, diagnóstico e projetos de recuperação de obras civis e equipamentos hidromecânicos e elaboração de manuais de segurança, operação e manutenção
Engº Geotécnico/Geólogo de Engenharia	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em projetos geotécnicos de barragens, incluindo tratamento de fundações.
Engº Estrutural	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em projetos estruturais de barragens e/ou projetos estruturais de recuperação de barragens
Engº Hidráulico	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em projetos hidráulicos de barragens e/ou projetos hidráulicos de recuperação de barragem
Engº Hidrólogo	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em estudos hidrológicos para projetos de barragens

Em situações especiais, em função da natureza do evento ou da configuração da barragem, pode ser necessário acionar outros profissionais além daqueles listados no Quadro 10. O Quadro 11 a seguir apresenta o perfil desses profissionais complementares.

**Quadro 11. Equipe complementar.**

<b>Especialidade</b>	<b>Experiência</b>
Engº Mecânico	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em projetos de equipamentos hidromecânicos e/ou de recuperação de estruturas auxiliares de barragens
Engº Eletricista	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em projetos elétricos de barragens e/ou projetos elétricos de recuperação de barragens
Geólogo	Profissional com experiência, superior a 10 anos, em estudos geológicos de fundações de barragens

Os profissionais da equipe responsável pela inspeção de segurança especial deverão ter registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia-CREA, com atribuições profissionais para o projeto ou construção ou operação ou manutenção de barragens, compatíveis com as definidas pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia-CONFEA.

Para apoio às atividades de campo, a equipe-chave poderá necessitar de uma equipe de apoio para avaliar anomalias específicas. Essa equipe de apoio pode contar com os seguintes profissionais:

- Mergulhador
- Topógrafo
- Laboratorista
- Cadista
- Inspetor de campo.

### **2.3. Estudos e relatórios a consultar**

Com vista a dispor de uma adequada informação, antes da realização das inspeções, devem ser consultados os estudos e relatórios referentes:

- a) Plano de Segurança de Barragem (composto por 5 volumes, respectivamente: Volume I - Informações Gerais, Volume II - Planos e Procedimentos, Volume III- Registros e Controles, Volume IV - Plano de Ação e Emergência, Volume V- Revisão Periódica de Segurança de Barragem);
- b) Relatórios de inspeções de segurança regular anteriores;
- c) Plano do 1º enchimento (se for o caso);
- d) Programa de deplecionamento da barragem (se for o caso);
- e) Plano de descomissionamento da barragem (se for o caso);
- f) A ocorrência de eventos extremos, designadamente cheias, sismos e secas (se for o caso);
- g) Análise dos registros dos instrumentos;
- h) Reparações anteriores (se for o caso).

## 2.4. Recursos logísticos e materiais necessários

Na inspeção de segurança especial a equipe deve ser portadora do equipamento referido no item 2.3 da Parte I.

As inspeções devem ser documentadas com registros fotográficos. Sempre que tais registros visem quantificar uma grandeza, devem ser utilizadas referências de escala (uma pequena régua, por exemplo) e referências de localização relativamente a pontos fixos.

As inspeções subaquáticas, quando for necessário, devem contemplar as estruturas submersas de concreto, com planejamento prévio, para verificar a existência de erosão, vazios no concreto e armadura exposta (Figura 11).

As inspeções com mergulhadores só são normalmente efetuadas até uma profundidade máxima de 50m, Para maiores profundidades deve-se recorrer à utilização de trajes especiais ou de robô operado à distância.



**Figura 11. Inspeção subaquática.** (Fonte: COBA, S.A.)

## 2.5. Roteiro da inspeção

O roteiro da inspeção depende da situação a ser investigada e da metodologia de trabalho da equipe de especialistas. Caso seja necessário o apoio de uma ficha de inspeção, há modelos no Anexo 1, que podem ser utilizados em parte ou integralmente. Esta ficha de inspeção procura analisar as situações das eventuais anomalias que podem ocorrer no talude de montante, crista, talude de jusante, ombreiras e órgãos extravasores da barragem.

As situações em que deve ser efetuada uma inspeção de segurança especial foram definidas no item 2.1 (Parte II).



### **3 EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ESPECIAL**

#### **3.1 Aspectos a observar em campo**

Nos casos de primeiro enchimento, deplecionamento, ocorrência de eventos extremos, desativação da barragem, de sabotagem e da revisão periódica de segurança de barragem, a inspeção de campo deve contemplar todas as zonas da barragem, designadamente o talude de montante, a crista, o talude de jusante, as ombreiras e zona do reservatório. Deve também incluir as estruturas auxiliares, tais como o vertedouro, a tomada de água e a descarga de fundo. Os aspectos a serem inspecionados estão descritos nas fichas de inspeção constantes do Anexo 1, a qual pode ser utilizada pela equipe de especialistas, se julgar necessário.

No caso de se tratar de uma anomalia grave, a inspeção de campo deve concentrar-se no local da sua ocorrência e na sua vizinhança e se necessário estender-se a outros locais, pelo que as fichas de inspeção apresentadas no Anexo 1 devem ser adaptadas de acordo com a situação específica.

No sentido de ajudar o engenheiro a conduzir uma inspeção de segurança especial e possibilitar a identificação das anomalias graves, suas causas e a avaliação das situações problemáticas, contextualiza-se, nos itens subsequentes, os aspetos específicos que dizem respeito às barragens de terra, de enrocamento e de concreto e estruturas auxiliares.

#### **3.2 Barragens de Terra - Aspetos Específicos**

##### **3.2.1 Considerações iniciais**

Com base nos cenários correntes (situação hipotética que pode originar um incidente) e de cenários de ruptura (situação hipotética que pode originar um acidente) de barragens de terra, procura-se avaliar, de uma forma sintética, os fatores na génese das fissuras e as diferentes medidas que devem ser implementadas com o objetivo de se evitar a ocorrência de incidentes ou acidentes.

A análise das anomalias (deteriorações) exibidas pelas barragens de aterro revela o seguinte panorama (ICOLD, 1997):

- a) Deteriorações devidas aos órgãos de segurança e de operação - cerca de 35%;
- b) Deteriorações devido a fissuras e fraturamento hidráulico - cerca de 30%;
- c) Deslizamentos de taludes de aterro e dos reservatórios - cerca de 10%;
- d) Percolação excessiva ao longo da fundação - cerca de 12%;
- e) Inadequada proteção dos taludes - 7%;
- f) Diversas causas - 6%.

A distribuição das deteriorações ao longo das fases da vida da barragem é a seguinte:

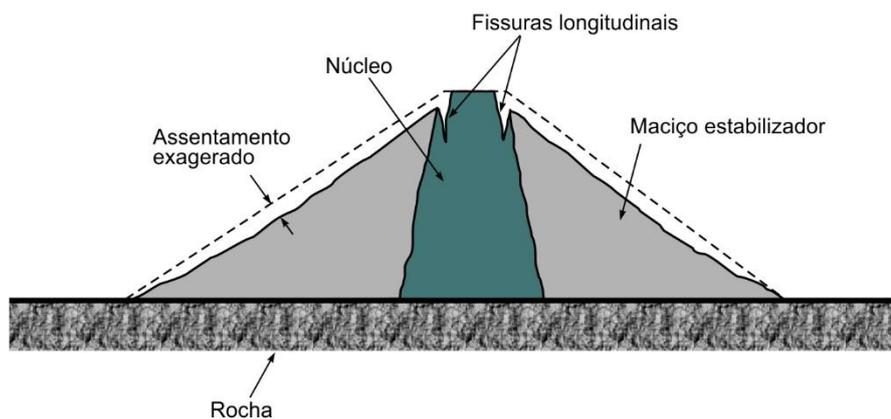
- a) 20 % durante a construção;
- b) 20 % durante o primeiro enchimento;
- c) 22 % após o primeiro enchimento
- d) 16 % durante os cinco primeiros anos após a construção;
- e) 22% dos casos não identificados.

Exibindo as anomalias devido a fissuras um papel importante afigura-se com interesse tecer algumas considerações sobre a ocorrência de fissuras. Uma melhor compreensão dos fatores na gênese das fissuras implica uma análise mais cuidadosa durante a inspeção de campo e estabelecer uma interligação com as medidas que foram eventualmente tomadas ou não no projeto e na construção.

Procura-se, assim, sensibilizar os técnicos envolvidos nas inspeções de segurança e ajudar na identificação destas situações, na classificação das magnitudes e nível de perigo das anomalias e na definição dos níveis de intervenção-ações corretivas a serem implementadas na barragem.

### 3.2.1. Fatores na gênese das fissuras

Diversos fatores podem contribuir para a formação de fissuras em barragens de terra como está ilustrado esquematicamente na Figura 12. Faz-se em seguida uma descrição sumária dos fatores mais determinantes e com base na análise de casos de obra apresentam-se as medidas que se procuram implementar durante a elaboração do projeto e na construção, visando uma minimização da ocorrência de fissuras (Sêco e Pinto,1983).

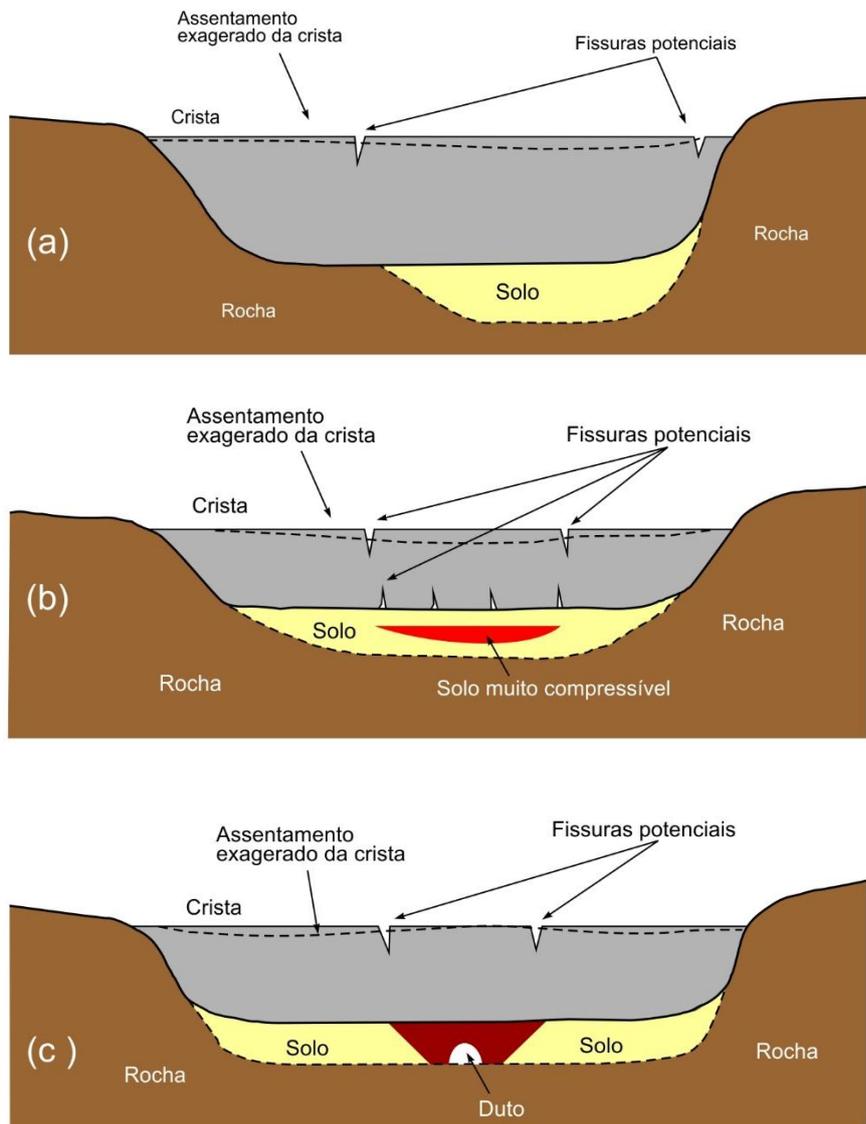


**Figura 12. Esquema ilustrativo de formação de fissuras.**  
(Fonte: modificado de Sherard et al., 1963)

### Recalques diferenciais da fundação

As fundações aluvionares exibindo espessura variável são susceptíveis de originar recalques diferenciais do aterro, com o aparecimento de zonas em tração e fissuras, como está representado na Figura 13.

A prática neste tipo de situações consiste na remoção do material mais deformável, no caso da sua espessura ser reduzida.



**Figura 13. Recalques diferenciais da fundação.**

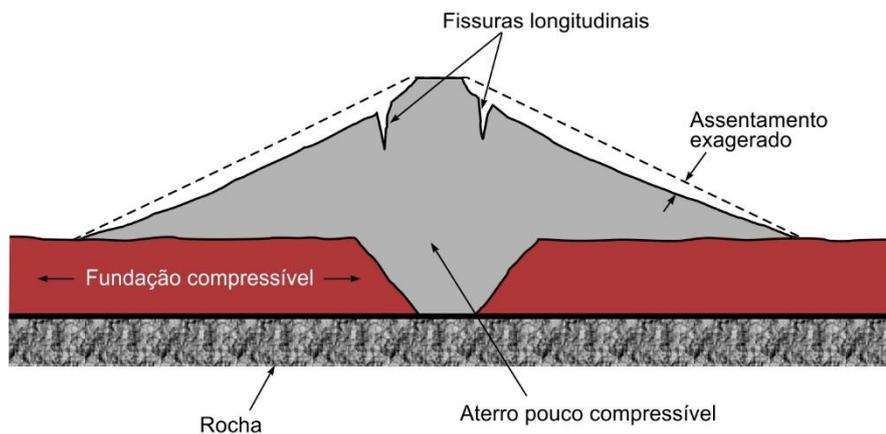
(Fonte: modificado de Sherard et al., 1963)

### Singularidades da fundação

As discontinuidades (diaclases e falhas) que por vezes ocorrem nas fundações devem ser identificadas e convenientemente tratadas durante a construção.

As valas corta-águas podem propiciar a ocorrência de fissuras longitudinais, como está ilustrado na Figura 14.

Recomenda-se proceder à remoção do material mais alterado da fundação rochosa, a uma limpeza da superfície da rocha, ao fechamento das fissuras da zona superficial do maciço rochoso e compactação das primeiras camadas do aterro de encontro à fundação.



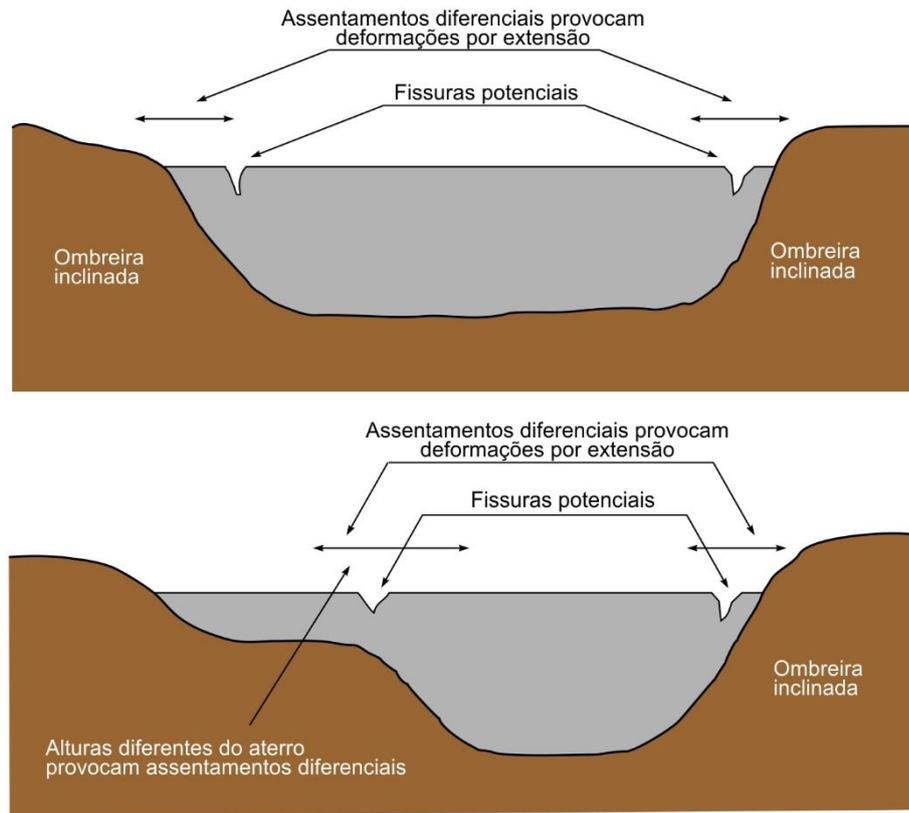
**Figura 14. Singularidades da fundação (vala corta-águas).**  
 (Fonte: modificado de Sherard et al., 1963)

### Dimensões e forma do vale

Vales estreitos e com taludes inclinados são favoráveis à ocorrência de fissuras transversais ao eixo da barragem por recalques diferenciais, tornando-se necessária a adoção de medidas especiais no projeto e cuidados especiais na construção.

As ligações do aterro às ombreiras exigem cuidados especiais, pelo fato da inclinação dos taludes da ombreira ser por vezes propícia ao aparecimento de fissuras transversais, como está representado na Figura 15, devido a recalques diferenciais, e das descontinuidades que normalmente existem nos materiais rochosos serem favoráveis à ocorrência de zonas de tração.

Recomenda-se proceder à suavização dos taludes das ombreiras, à compactação do aterro ligeiramente mais úmido do que a umidade ótima e ao tratamento das fissuras dos materiais das ombreiras com argamassa, concreto projetado e, se necessário a injeções de calda de cimento.



**Figura 15. Ligação do aterro às ombreiras.** (Fonte: modificado de Mattsson et al., 2008)

### **Diferença de compressibilidade entre o núcleo e os espaldares**

A diferença de compressibilidade existente entre os materiais do núcleo e os espaldares é propícia à ocorrência de uma transferência de tensões. Essa distribuição de tensões é favorável ao aparecimento de fissuras longitudinais.

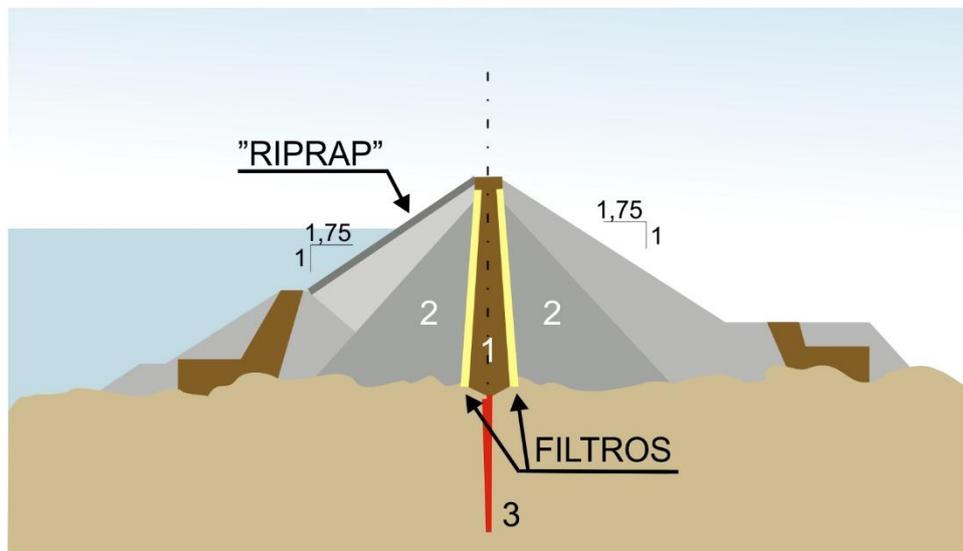
Devem ser calibrados os parâmetros de deformabilidade admitidos no projeto, visando validar as hipóteses assumidas.

A título de exemplo referem-se à ocorrência de fissuras longitudinais na barragem de El Infiernillo (Figuras 16 e 17).

### **Ligação de aterros de idade diferente**

O planejamento da construção obriga por vezes a uma subida descontínua da barragem, com a existência de aterros de idade diferente (Figura 18). As superfícies expostas ficam assim muito vulneráveis ao aparecimento de fissuras.

Também por condicionante construtiva, o aterro da barragem pode vir a ser executado em cotas diferentes, sendo criada uma junta de construção. Essa junta deve ser pouco íngreme, taludes de 1:4 ou mais brandos, e o tratamento no contato entre aterros de épocas diferentes deve ser efetuado com cuidado.



- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1 - NÚCLEO                  |  ARGILA      |
| 2 - MACIÇOS ESTABILIZADORES |  ENROCAMENTO |
| 3 - CORTINA DE INJEÇÕES     |   |

Figura 16. Perfil tipo da barragem de El Infiernillo (México). (Fonte: COBA, S.A.)

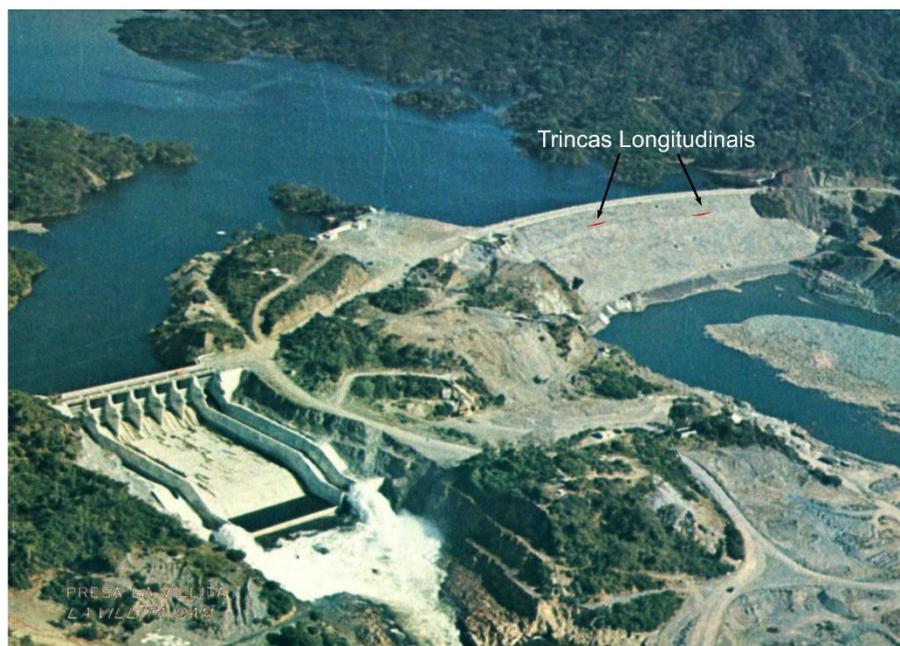


Figura 17. Fissuras longitudinais na barragem de El Infiernillo (México)  
(Fonte: COBA, S.A.)



**Figura 18. Ligação de aterros de idades diferentes. (Fonte: COBA, S.A.)**

### **Secagem do material**

Longos períodos de tempo seco podem provocar o aparecimento de fissuras em solos finos compactados, como está ilustrado na Figura 19. Se as superfícies dos aterros tiverem de ser expostas a temperaturas excessivas durante grandes intervalos de tempo, essas superfícies devem ser cobertas com uma camada de material granular .

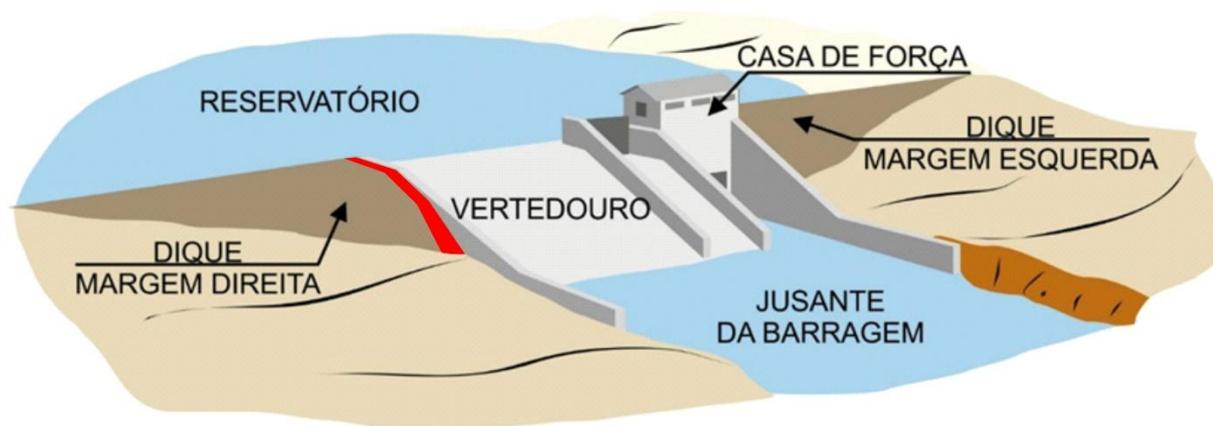


**Figura 19. Aparecimento de fissuras. (Fonte: COBA, S.A.)**

### **Órgãos de concreto incorporados no aterro**

Torna-se particularmente difícil compactar o solo na vizinhança de dutos incorporados no aterro. A falta de espaço obriga à utilização de compactação manual. Os dutos constituindo elementos rígidos, e quando situados no interior do aterro, favorecem a transferência de tensões e a formação de fissuras resultantes de recalques diferenciais.

Recomenda-se a colocação de solo mais plástico do empréstimo, compactado pouco acima da umidade ótima na vizinhança destes dutos ou nas interfaces aterro-concreto que está ilustrada na Figura 20.



**Figura 20. Interface aterro-vertedouro.** (Fonte: modificado de NICDS)

### 3.3. Barragens de Enrocamento. Aspectos Específicos

Apresentam-se a ocorrência, o tipo e a magnitude das anomalias nas barragens de enrocamento, bem como os fatores que estão na sua gênese, o que irá possibilitar uma maior sensibilização dos técnicos envolvidos nas inspeções de segurança na identificação destas situações.

#### 3.3.1. Ocorrência de anomalias

As anomalias que podem ocorrer no concreto e nas armaduras da laje de montante (nas barragens com face de concreto), na crista e no material de enrocamento que integra o corpo da barragem podem resultar de: falhas no projeto ou no material do enrocamento, cuja deformabilidade e resistência estão diretamente associadas ao tipo de rocha, granulometria, sua sanidade, método construtivo, etc.

O aspecto mais importante a salientar, com relação às (Barragens de Enrocamento com Face de Concreto (BEFC)), relaciona-se à compressão entre lajes de concreto na parte central da barragem e abertura das juntas na região das ombreiras. Na parte central poderá ocorrer o esmagamento do concreto, enquanto que nas ombreiras a abertura excessiva das juntas poderá romper os veda-juntas, implicando em altas infiltrações.

A Figura 21 ilustra as anomalias que ocorreram na crista da barragem de Zipingpu na China, na sequência de um sismo de magnitude 8,1.



**Figura 21. Barragem de enrocamento de Zipingpu (China).** (Fonte: COBA, S.A.)

### **3.3.2. Fatores na gênese das anomalias**

As anomalias na face de concreto podem ser devidas a: lixiviação, ação de gelo, abrasão, reação agregado-álcalis, perda de resistência e concentração de tensões.

As anomalias nas armaduras da face de concreto podem ser devidas a: eletrólise, corrosão, fadiga, corte, ruptura e esfoliamento.

As anomalias no material de enrocamento podem ser devidas a: desagregação, amolecimento e colapso.

### **3.3.3. Progressão e consequências das anomalias**

As consequências das anomalias na face de concreto podem originar: fissuras, esmagamentos, deslocamentos, desvios, cisalhamento e fluência.

A progressão das anomalias no maciço de enrocamento pode traduzir-se em deslocamentos, deslizamentos planares ou circulares e enrugamentos.

Também podem ocorrer percolações aparentes ou zonas úmidas e fraturamento do enrocamento de grandes dimensões.

## **3.4. Barragens de Concreto-Aspetos Específicos**

Passa-se em revista a ocorrência das anomalias nas barragens de concreto, bem como os fatores que estão na sua gênese, o que irá possibilitar uma maior sensibilização dos técnicos envolvidos nas inspeções de segurança para a identificação destas situações.

### **3.4.1. Ocorrência das anomalias**

As anomalias numa barragem de concreto (Figura 22) podem ocorrer no concreto, no maciço rochoso da fundação, nas armaduras e originar materiais defeituosos, inferiores, inadequados ou deteriorados.

### 3.4.2. Fatores na gênese das anomalias

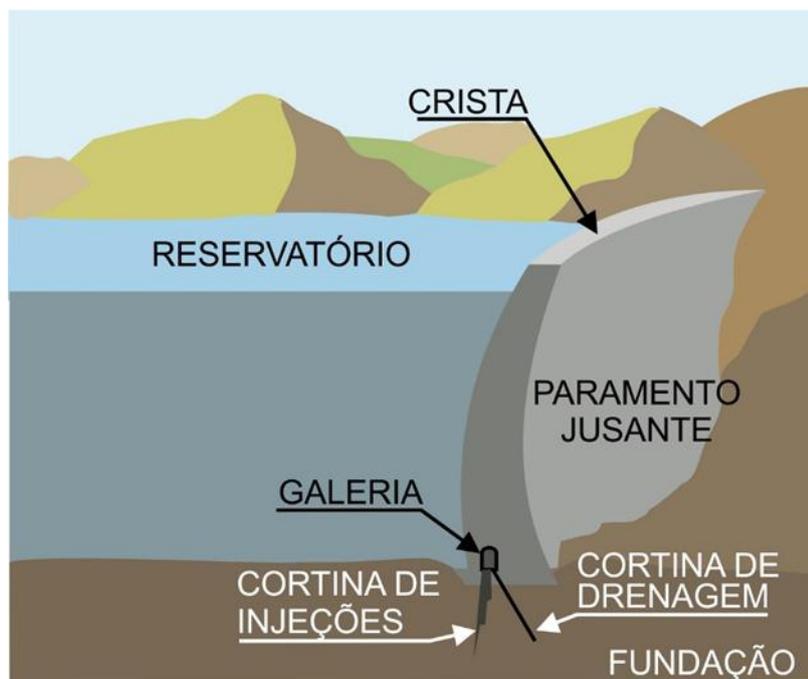
As anomalias no concreto podem ser devidas a: lixiviação, subpressões elevadas, erosão por abrasão, erosão por cavitação ilustrada na Figura 23, reação álcali-agregado, designado por RAA, perda de resistência e recalques. Interessa esclarecer que a RAA é causada pela reação dos álcalis do cimento com os minerais reativos de algumas rochas utilizadas como agregado, que causam a lenta expansão do concreto ao longo do tempo.

Admite-se, como aceitável, uma abertura de fissuras de 0,3 mm para as estruturas em geral e de 0,2 mm para as zonas em contato com a água.

As juntas verticais entre blocos são do tipo junta seca e deverão ser construídas de modo a permitir absoluta liberdade entre blocos; essas juntas de dilatação deverão ser vedadas para minimizar as perdas de água. Em geral o espaçamento das juntas é de 15m.

As anomalias nas armaduras podem ser devidas a: eletrólise, corrosão, fadiga, corte e ruptura.

As anomalias no maciço rochoso podem ser devidas a desintegração, ao amolecimento e a dissolução da rocha ou movimentação nas descontinuidades (ICOLD, 1979).



**Figura 22. Componentes de uma barragem de concreto. (Fonte: COBA, S.A.)**

### 3.4.3. Consequências das anomalias

As anomalias no concreto podem originar: fissuras, esmagamentos, deslocamentos, desvios, cisalhamento e fluência.

As anomalias no aço podem originar: fissuras, estiramentos, contrações, dobramentos, e flambagens.



**Figura 23. Anomalia causada pela cavitação numa bacia de dissipação.**  
(Fonte: SBB Engenharia).



#### **4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO**

Nos casos de situação de emergência, deve ser encaminhado, com a máxima urgência, à entidade fiscalizadora um parecer preliminar contendo as recomendações e medidas imediatas, assinado pelo especialista responsável de acordo com a área de especialidade requerida.

O relatório deve ser elaborado pela equipe especialista, contendo parecer conclusivo sobre a condição da barragem e o seu nível de perigo, recomendações e medidas detalhadas para mitigação e solução dos problemas encontrados e/ou prevenção de novas ocorrências, incluindo cronograma para implementação.

Neste contexto o capítulo do relatório com “Conclusões, recomendações e ações a implementar”, pode indicar diversas ações a serem implementadas pelo Empreendedor, designadamente:

- a) Realização de inspeções de campo, em colaboração com os agentes encarregados do sistema de observação, de modo a recolher informações que contribuam para avaliar as condições de segurança e o prosseguimento da operação, para dar um maior suporte às medidas corretivas;
- b) Aumento da frequência da leitura dos dispositivos de instrumentação, por exemplo, no caso de sismo, se deve manter pelo menos nos 15 dias imediatos (ICOLD, 1988);
- c) Revisão das regras de operação da barragem;
- d) Comunicação à entidade fiscalizadora e aos serviços de defesa civil eventuais ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas, nomeadamente nos casos de cheias, sismos, secas, ou erosões provocadas por descargas, ruptura de barragens situadas a montante, queda de taludes para o interior do reservatório envolvendo grandes massas e ocorrência previsível de galgamento, deslocamentos do vale em secções vizinhas à barragem e subsidência de terrenos, e tomar as medidas que se revelem necessárias e estar particularmente atento ao perigo de uma potencial ruptura da sua barragem. Nesses casos devem ser acionados os procedimentos de aviso à população.

O empreendedor deverá enviar o relatório de inspeção à entidade fiscalizadora, dentro dos prazos estipulados, para sua informação e eventual implementação de ações.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA . **Resolução nº 91 de 2 de Abril 2012**, Brasília: Agência Nacional de Águas, 2012.

ANA. **Resolução Nº 742, de 17 de Outubro de 2011**, Brasília: Agência Nacional de Águas, 2011.

ANEEL. **Manual de Fiscalização das Empresas de Geração de Energia Elétrica. Diagnóstico dos Procedimentos de Operação e Manutenção. Módulo 1 . Planejamento e procedimentos.**

ANEEL. **Manual de Fiscalização das Empresas de Geração de Energia Elétrica. Diagnóstico dos Procedimentos de Operação e Manutenção. Módulo 2 . Metodologia de Avaliação.**

CNRH. **Resolução nº 144 de 10 de Julho, 2012. Brasília.**

CNRH. **Resolução nº 143 de 10 de Julho, 2012.**

COBA/LNEC. **Relatório De Início de Atividade 2013.** Brasília.

Corps of Engineers.**EM-1110-2- 1908 Instrumentation of Earth and Rockfill Dams**, 1995.

Corps of Engineers.**EM-1110-2-4300- Instrumentation for Measurement of Structures Behavior of Concrete Gravity Structures**, 1995.

Eletrobrás. **Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidroelétricas**, 2003.

Foster, M.A. **The Probability of Failure of Embankment Dams by Internal Erosion and Piping**, PhD Thesis, School of Civil and Environmental Engineering, the University of New South Wales, 1999.

ICOLD (International Committee on Large Dams) **Deterioration Cases Collected and Their Preliminary Assessment.** Committee on Deterioration of Dams and Reservoirs, 1979.

ICOLD **Observation Automatique pour le Controle de la Sécurité des Barrages.** Comité de Détérioration des Barrages e Reservoirs. Group de Travail pour L'Observation Automatique, 1981.

ICOLD. Bulletin 60, **Dam Monitoring-General Considerations**, 1988.

ICOLD. Bulletin 61. **Dam Design Criteria- Philosophy of Choice**, 1988.

ICOLD. Bulletin 62, **Inspection of Dams After Earthquakes-Guidelines**, 1988.

ICOLD. Bulletin 68, **Monitoring of Dams and Their Foundations-State of the Art**, 1988.

ICOLD Bulletin 72. **Selecting Seismic Parameters for Large Dams. Guidelines**, 1989.

ICOLD. Bulletin 87, **Improvement of Existing Dam Monitoring-Recommendations and Case Histories**, 1992.

ICOLD. Bulletin 99. **Dam Failures. Statistical Analyses**, 1997.

ICOLD. Bulletin 118, **Automated Dam Monitoring Systems-Guidelines and Case Histories**, 2000.

ICOLD. Bulletin 129, **Dam Foundations. Geologic Considerations. Investigation Methods. Treatment. Monitoring**, 2005.

ICOLD. Bulletin 154, **Dam Safety Management. Operational Phase of the Dam Life Cycle, Design, Operation and Closure**, 2012.

ICOLD. Bulletin 158, **Dam Surveillance Guide**, 2012.

Kuperman, S. **Relatório de Avaliação e Proposição de Modelo de Ficha de Inspeção Regular de Segurança de Barragem**, 2011.

**Lei 12334 de 20 de Setembro de -2010** –Lei de Segurança de Barragens

Ministère de Écologie du Développement et de l'Aménagement Durables. **Nouvelles Dispositions Législatives et Réglementaires Relatives à la Sécurité et à la Sûreté des barrages hydroélectriques concédés**, 2007.

Ministério Interior Nacional –Secretaria Infra-Estruturas Hídrica. **Manual de Segurança e Inspeção Barragens**, Brasília, 2002.

MOPTC (Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes) **Normas de Observação e Inspeção de Barragens**, 1991.

National Interagency Committee on Dam Safety. **TADS-Preparing to Conduct a Dam Safety Inspection. Training Aids for Dam Safety**, 1983.

National Interagency Committee on Dam Safety. **TADS (Training Adds for Dam Safety). Module:Inspection of the Foundation, Abutments, and Reservoir Rim**, 1983.

**Norma Técnica de Seguridad Para la Explotacion, Revisiones de Seguridad y Puesta Fuera de Servicio de presas y Embalses**, 2011.

Sêco e Pinto, P. S. **Observação de Barragens de Aterro**. Seminário 281, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa., 1982, 201 pp.

Sêco e Pinto, P. S. **Fracturação Hidráulica em Barragens de Aterro Zonadas**. Tese para Especialista do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1983 .

Sêco e Pinto, P.S. **Algumas Reflexões sobre a Instrumentação de Estruturas Geotécnicas**. 8º Congresso Nacional de Geotecnia, Lisboa, 2002.

SILVEIRA, J.F.A. **Instrumentação e Comportamento de Fundações de Barragens de Concreto**, Livro publicado pela Editora Oficina de Texto, São Paulo, Brasil, 2003.

SILVEIRA, J.F.A. **Instrumentação e Segurança de Barragens de Terra e Enrocamento**, Livro publicado pela Editora Oficina de Texto, São Paulo, Brasil, 2006.

**Swedish Guidelines for Design Flood Determination for Dams**. New edition 2007.

TEIXEIRA, Wilson [et. al] (org.) *Decifrando a Terra*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, p. 60-61, 2008.

## **BIBLIOGRAFIA SELECIONADA**

ANSCOLD (Australia). **Guidelines for Dams Instrumentation in Australia**, 2012.

Bureau of Reclamation. **Concrete Dam Instrumentation Manual**, 1987.

Bureau of Reclamation. **Embankment Dam Instrumentation Manual**, 1987.

**Canadian Dam Safety Regulations**. British Columbia, 2010.

CSOPT - (Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes, Subcomissão dos Regulamentos de Barragens). **Regulamento de Segurança de Barragens**, 1987.

Décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et au comité technique des barrages hydrauliques et modifiant le code de l` environnement, 2007.

EPRI . **Inspection and Performance Evaluation of Dams**, A Guide for Managers, Engineers and Operators, Prepared by Morison-Knudsen Inc. San Francisco, California, 1986.

FEMA. **Federal Guide Lines for Dam Safety**, 2004.

Mizuno, M. e Hirode, T. **Instrumentation and Monitoring of Dams and Reservoirs in Japan**. Encyclopedia of Life Supported Systems. Water Storage Transport and Distribution.

MOPTC (Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes) **Normas de Projecto de Barragens**, 1991.

MOPTC (Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes) **Normas de Construção de Barragens**, 1993a.

MOPTC (Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes) Normas de Exploração de Barragens.1993b.

Republic of South Africa – Department of Water Affairs, **Regulation regarding the safety of dams in terms of section 1.2.3 (1. National Water Act**, 1998).

Rocque, A. J. e Commissioner, Jr. ,**Guidelines for Inspection and Maintenance of Dams**, Connecticut Department of Environmental Protection, 2001.

Royal Decree December. **New Norwegian Dam Safety Regulations**, 2009.

Sêco e Pinto, P. S. **Grandezas a observar e equipamentos de medida em barragens de aterro**. Relatório 249/87 - NF, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 56 pp.1987,

Sêco e Pinto, P.S. **Instrumentation of Embankment Dams. Portuguese Experience**. Invited Lecture. International Conference on Dams . México, pp. 159 - 169.1998,

USASE, ER 1110 – 2 – 1156, **Engineering and Design Safety of Dams – Policy and Procedures**, 2011.

**USBR Concrete Dams Instrumentation** -United States Department of Interior, 1987.

**USBR Manual Safety of Existing Dams**-United States Department of Interior, 1983.

US Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency.

US Department of the Interior Water and Power Resources Service, Denver Colorado.

WRPT - (Water Technical Publication) **Safety Evaluation of Existing Dams**, A Manual for the Safety Evaluation of Embankment and Concrete Dams, 1980.

United States Emergency Management Agency. **Federal Guidelines for Dam Safety Emergency Action Planning for Dam Owners**,2004.



**ANEXO 1 FICHAS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA  
REGULAR E EXTRATO**



# ANEXO 1. FICHAS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR E EXTRATO

## SUMÁRIO

1.1 FICHA DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR DE BARRAGEM – INSTRUÇÕES GERAIS	73
1.1.1 FICHAS COMUNS A TODOS OS TIPOS DE BARRAGENS	75
1.1.2 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)	78
1.1.3 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM FACE DE CONCRETO (BEFC)	111
1.1.4 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO (BC)	123
1.1.5 FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS	151
1.2 EXTRATO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR	169

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Barragem de Direito (Paraíba) - Talude de montante com vegetação.	80
Figura 1.2. Barragem de San Mamede (Paraíba) – tocas de animais na crista.	82
Figura 1.3. Barragem de Baião (Paraíba) – Erosão do talude de jusante.	84
Figura 1.4. Barragem de Direito (Paraíba) – Vista da crista com arbustos de grande porte a jusante.	85
Figura 1.5. Canaletas de drenagem necessitando de limpeza de solo no fundo.	86
Figura 1.6. Surgências de água a jusante de uma barragem.	87
Figura 1.7. Barragem de San Mamede (Paraíba) – ocupação a jusante.	88
Figura 1.8. Barragem de Baião (Paraíba) – Escalas para registro do nível de água do reservatório.	89
Figura 1.9. Piezômetro de tubo na barragem de Canoas II (Brasil) bem identificado e com boa proteção.	90
Figura 1.10. Barragem de Direito (Paraíba) – Soleira descarregadora da barragem.	91
Figura 1.11. Queda de blocos de rocha do talude lateral na calha do vertedouro da barragem do Jaguari (São Paulo).	92
Figura 1.12. Barragem de Direito (Paraíba) – Reservatório com vegetação abundante.	97
Figura 1.13. Barragem de Santa Luzia (Paraíba) - Passadiço e tomada de água.	99
Figura 1.14. Galeria de drenagem da barragem em CCR da UHE 14 de Julho (Rio Grande do Sul).	105
Figura 1.15. Medidor de vazão na barragem de Meimoa (Portugal).	109
Figura 1.16. Descarga de fundo da barragem de Meimoa (Portugal).	110
Figura 1.17. Aspecto da junta perimetral.	113
Figura 1.18. Talude de jusante da barragem de Foz do Areia (Paraná).	114
Figura 1.19. Ombreiras da Barragem Campos Novos (Santa Catarina).	115
Figura 1.20. Panorâmica das componentes de uma barragem de concreto. Soleira vertente.	123
Figura 1.21. Vista geral do paramento de jusante da barragem de Aguieira (Portugal).	127
Figura 1.22. Galeria de drenagem e de injeção.	131
Figura 1.23. Vista geral da barragem de Three Gorges (Três Gargantas) China.	135

Figura 1.24. Vertedouro da Barragem de Itaipu (Brasil).	138
Figura 1.25. Fissura subvertical de origem térmica ( $e = 2,0$ mm), no paramento de jusante de uma barragem gravidade.	146
Figura 1.26. Vista geral da barragem de Alqueva - Região de jusante (Portugal).	149

## 1.1 FICHA DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR DE BARRAGEM – INSTRUÇÕES GERAIS

As fichas de inspeção das barragens de terra e de concreto foram adaptadas do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens do Ministério da Integração Nacional, 2002. Estas fichas foram complementadas com a ficha de inspeção de barragens de enrocamento com face de concreto (tipo BEFC) e com a ficha de inspeção para usinas hidrelétricas .

### INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO

No preenchimento das fichas de inspeção é adotado o sistema de legendas, indicado a seguir.

**SITUAÇÃO:** A primeira parte da tabela se refere à situação da barragem em relação ao item que esteja sendo examinado, ou seja:

**NA – Este item Não é Aplicável:** O item examinado não é pertinente à barragem que esteja sendo inspecionada, por exemplo: os itens da tabela **MUROS LATERAIS** em uma barragem cujo vertedouro seja escavado em rocha sã e que por isto seja delimitado lateralmente por taludes cortados na rocha.

**NE – Anomalia Não Existente:** Quando não existe nenhuma anomalia em relação ao item que esteja sendo examinado, ou seja, sob o aspecto em questão, a barragem não apresenta falha ou defeito e não foge às normas.

**PV – Anomalia constatada pela Primeira Vez:** Quando da visita à barragem, aquela anomalia for constatada pela primeira vez, não havendo indicação de sua ocorrência nas inspeções anteriores.

**DS – Anomalia Desapareceu:** Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia verificada na inspeção anterior, não mais esteja ocorrendo.

**DI – Anomalia Diminuiu:** Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com menor intensidade ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

**PC – Anomalia Permaneceu Constante:** Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com igual intensidade ou a mesma dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

**AU – Anomalia Aumentou:** Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com maior intensidade, ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, capaz de ser percebida pela inspeção ou informada pela pessoa responsável pela barragem.

**NI – Este item Não foi Inspeccionado:** Quando um determinado aspecto da barragem deveria ser examinado e por motivos alheios à pessoa que esteja inspecionando a barragem, a inspeção não foi realizada, deverá haver uma justificativa para a não realização da inspeção.

**MAGNITUDE:** A definição da magnitude da anomalia procura tornar menos subjetiva a avaliação da dimensão do problema ou da falha encontrada:

A magnitude das anomalias foi classificada em 4 categorias, designadamente:

- I** - Insignificante: anomalia de pequenas dimensões, sem aparente evolução;
- P** - Pequena: anomalia de pequena dimensão, com evolução ao longo do tempo;
- M** - Média: anomalia de média dimensão, sem aparente evolução;
- G** - Grande: anomalia de média dimensão com evidente evolução, ou anomalia de grande dimensão.

**NÍVEL DE PERIGO:** Com esta informação procura-se quantificar o nível de perigo causado pela anomalia e indicar a presteza com que esta anomalia deve ser corrigida.

- 0 - Nenhum:** Anomalia que não compromete a segurança da barragem, mas pode ser entendida como descaso e má conservação.
- 1 - Atenção:** Anomalia que não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo.
- 2 - Alerta:** Anomalia com risco a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema.
- 3 - Emergência:** Anomalia com risco de ruptura a curto prazo, exigindo ativação do PAE.

#### **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 ser esclarecido por meio do preenchimento do espaço reservado para comentários.

### 1.1.1 FICHAS COMUNS A TODOS OS TIPOS DE BARRAGENS

#### A.PREENCHIMENTO DOS DADOS GERAIS E DAS INFORMAÇÕES SOBRE A INFRAESTRUTURA OPERACIONAL

A ficha de inspeção contém tabelas de **DADOS GERAIS – CONDIÇÃO ATUAL (A.1)** e **INFRAESTRUTURA OPERACIONAL (A.2)** cujas informações são comuns para ambas as fichas de inspeção, tanto para as barragens de terra como para as de concreto e barragens de enrocamento (tipo CFRD). Estes itens devem ser preenchidos conforme é indicado a seguir:

#### A.1 DADOS GERAIS - CONDIÇÃO ATUAL

1	–	Barragem
.....		
2	–	Coordenadas
.....		
3	–	Município/Estado:
.....		
4	– Vistoriado por:	Assinatura:
.....		
5	– Cargo:	.....
Instituição:.....		
6	– Data da Vistoria:	Número da vistoria:
.....		
7 - Cota atual do nível d'água: .....m		
8	–	Bacia:
.....		
9	– Proprietário /	Administração Regional:
.....		

**1 – Barragem:** Devem ser informados o nome da barragem e o nome do açude, pelos quais são conhecidos e registrados nos órgãos por eles responsáveis. É comum o açude possuir um nome (geralmente o do curso d'água barrado, da localidade onde ele se situa ou de um acidente geográfico próximo) e a barragem receber outra denominação, sendo mais comum um nome homenageando uma personalidade. Para evitar dúvidas quanto ao nome da barragem é recomendável apresentar as duas designações (a do açude e a da barragem).

**2 – Coordenadas:** As coordenadas a serem apresentadas serão as do ponto onde o maciço cruza com o rio principal barrado e podem ser na forma sexagesimal (Sistema de Coordenadas Geográficas) ou métricas (UTM - Universal Transversa de Mercator).

**3 – Município/Estado:** Diz respeito ao Estado, ao Município e, se possível, ao Distrito onde se situa o empreendimento.

**4 – Vistoriado por:** Identificar a pessoa que realizou a inspeção, que deve assinar a ficha.

**5 – Cargo/Instituição:** Indicar o cargo e a instituição da pessoa que realizou a inspeção.

**6 – Data da Vistoria / Número da vistoria:** Informar a data da inspeção, dia – mês – ano nesta ordem:

O dia do mês com dois algarismos, por exemplo, 01, 02, ....., 25.

O mês escrito com dois algarismos, por exemplo, 01, 02, ....., 12.

O ano com quatro algarismos, por exemplo, 2004, 2005, .....

O número da vistoria deve estar previamente preenchido pelo órgão responsável pela barragem.

**7 – Cota atual do nível d'água:** Registrar a cota do nível d'água, em metros, no reservatório no dia da vistoria, com duas casas decimais, assim: 125,34 ou 100,00 ou 218,89 m.

**8 – Bacia:** Registrar o nome da bacia hidrográfica em que esteja situada a barragem, de acordo com a divisão oficial de bacias do estado. No caso de esta divisão oficial não existir, registrar o nome do principal rio da bacia e explicar no espaço para comentários.

**9 – Proprietário / Administração Regional:** Informar o nome da instituição ou do agente privado responsável pela barragem e informar também o setor administrativo regional do proprietário, se existir, ao qual estiver subordinada a barragem. Por exemplo: DNOCS / CEST-AL.

## A.2 FICHA PARA INFRAESTRUTURA OPERACIONAL

FICHA DE INSPEÇÃO COMUM A TODOS OS TIPOS DE BARRAGEM														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>A.2</b>	<b>INFRAESTRUTURA OPERACIONAL</b>													
1	Falta de documentação sobre a barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Falta de material para manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Falta de treinamento do pessoal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Preariedade no acesso de veículos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de energia elétrica	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Falta de sistema de comunicação eficiente	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Falta ou deficiência de cercas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Falta ou deficiência nas placas de aviso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Falta de acompanhamento da Administração Regional	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Falta de instrução dos equipamentos hidromecânicos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Falta de documentação sobre a barragem:** Quando no escritório local não houver informações sobre a barragem, quer sejam textos ou plantas disponíveis capazes de fornecer dados que a descrevam.

**2 – Falta de material para manutenção:** Quando da ausência de material ou equipamento para a manutenção da barragem.

**3 – Falta de treinamento do pessoal:** Quando o responsável local não passou por treinamento, ou o treinamento foi insuficiente. Estas informações deverão ser prestadas pelo próprio Responsável Local.

**4 – Precariedade no acesso de veículos:** Quando o acesso de veículos for difícil, fazer uso do espaço destinado aos comentários para informar o estado da estrada, carroçável etc. e qual o período do ano apresenta dificuldade de tráfego.

**5 – Falta de energia elétrica:** Quando não houver rede de distribuição de energia elétrica ou quando o fornecimento de energia elétrica for interrompido com frequência ou quando apresentar longos períodos de interrupção.

**6 – Falta de sistema de comunicação eficiente:** Quando da ausência de sistema de comunicação capaz de fornecer informações ao órgão responsável pela barragem em tempo real.

**7 – Falta ou deficiência de cercas de proteção:** Quando da ausência ou deficiência de cercas de proteção de estruturas que precisem ser protegidas por este tipo de equipamento.

**8 – Falta ou deficiência nas placas de aviso:** Quando da ausência ou deficiência de indicação do local, de tal modo que dificulte ou impossibilite que se chegue até a barragem, ou outras estruturas que venham a compor o conjunto, tais como sangradouro (ou vertedouro), tomada d'água, equipamentos e estruturas de medição, barragens auxiliares (quando for o caso) etc.

**9 – Falta de acompanhamento da Administração Regional:** Quando o acompanhamento dos cuidados de manutenção e operação não se fizerem por parte da gerência ou da Administração Regional. Estas informações devem ser fornecidas pelo Responsável Local da barragem.

**10 – Falta de instrução dos equipamentos hidromecânicos:** Falta ou deficiência das instruções de operação dos equipamentos hidromecânicos, tais como acionamento das comportas de vertedouro ou tomada d'água e do dispositivo de controle de saída da tomada d'água. Verificar também se o nível de conhecimento do operador sobre essas instruções é satisfatório. Comentar.

### 1.1.2 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)

As fichas apresentadas a seguir baseiam-se na fichas apresentadas no Manual de Segurança e Inspeção de Barragens, publicado pelo Ministério da Integração Nacional em 2002.

No preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem de Terra deve-se colocar um **X** nas colunas correspondentes à **SITUAÇÃO** e à **MAGNITUDE** da anomalia que possa estar ocorrendo em relação ao item examinado. Na coluna **NP** deve-se preencher um número de 0 a 3 que correspondente à graduação do **NÍVEL DE PERIGO**.

A ficha de inspeção contém nas tabelas os seguintes códigos em sua primeira coluna:

- tabelas B1 a B5 correspondentes à inspeção da barragem, designadamente B.1- Talude de Montante, B.2- Crista, B.3 - Talude de Jusante, B.4 – Ombreiras e Calha do Rio, B.5 - Instrumentação;
- tabelas C1 a C5 correspondentes à inspeção do vertedouro, designadamente C.1- Canais de Aproximação e Restituição, C.2 - Estrutura Fixação da Cota da Soleira, C.3 – Bacia de dissipação, C.4 - Muros Laterais, C.5 - Comportas do Vertedouro;
- tabela D - Reservatório;
- tabelas E1 a E5 correspondentes à inspeção da torre de tomada d'água, designadamente E.1 – Entrada, E.2. - Acionamento de comportas, E.3. - Comportas, E.4. - Estrutura da Torre da T.A.;
- tabela F- Boca de Montante (entrada e *stop-log*);
- tabela G – Galeria de Fundo;
- tabela H – Estrutura de Saída da Galeria;
- tabela I - Medidor de Vazão;
- tabela J – Estrada de Acesso;
- tabela K – Ponte.

**Comentários:** *Este espaço, constante em todas as fichas, é reservado para que o responsável pelo preenchimento da Ficha de Inspeção faça comentários e observações que venham a esclarecer possíveis dúvidas quando de seu preenchimento. Além das sugestões e comentários já inseridos no corpo deste manual, outras informações são importantes no sentido de que se tenha um quadro real da situação da barragem objeto da inspeção.*

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.</b>	<b>BARRAGEM</b>													
<b>B.1</b>	<b>Talude de Montante</b>													
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Escorregamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Fissura/afundamento (face de concreto)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Rip-rap incompleto, destruído ou deslocado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Deslocamento de blocos de rocha sob efeito de ondas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Erosões:** Desgaste sofrido pelo talude, em geral de forma localizada, pela ação do escoamento da água de chuva, pela ação das ondas do reservatório, pela ação de animais que elegem caminhos preferenciais para descer o talude de montante, pela ação do vento (menos comum), ou outro agente externo à barragem.

**2 – Escorregamentos:** Os escorregamentos podem ser superficiais ou profundos. No escorregamento superficial, partes mais superficiais do maciço, inclusive as pedras do *Rip-Rap*, deslizam pelo talude de montante. É possível observar-se na parte superior do talude, a barragem desnuda de enrocamento. Observa-se, também, um acúmulo de material na parte inferior do talude de montante onde verificou-se o escorregamento. Os escorregamentos profundos envolvem um volume maior do maciço, passando o círculo de escorregamento mais internamente na barragem. Os sinais iniciais de seu desenvolvimento são fissuras e abatimentos no topo do maciço e posteriormente deslocamento (embarrigamento) no pé do maciço.

**3 – Fissura/afundamento (face de concreto):** Quando uma porção do maciço se mover devido à perda de suporte, escorregamento ou erosões, aparecem fissuras e afundamentos na face de concreto das barragens BEFC ou na proteção superficial do talude de montante. Este item é aplicado somente quando o talude de montante for protegido da ação das ondas por placas de concreto.



**Figura 1.1. Barragem de Direito (Paraíba) - Talude de montante com vegetação.**  
(Fonte: COBA, S.A.)

**4 – Rip-Rap incompleto, destruído ou deslocado:** *Rip-Rap* de baixa qualidade ou mal dimensionado pode sofrer a ação das ondas do reservatório que deslocam o enrocamento, fazendo com que as pedras rolem talude abaixo. O carreamento da camada de transição pela água, através das pedras do enrocamento, leva também à destruição do *Rip-Rap* e abre caminho para que as ondas ataquem diretamente o solo do maciço.

**5 – Afundamentos e buracos:** Quando aparecem depressões localizadas no talude de montante. É possível que uma outra anomalia tenha precedido o afundamento, como erosão, por exemplo.

**6 – Árvores e arbustos:** Verificar a existência de vegetação no talude, bem como informar a natureza, a densidade e o tamanho da vegetação (ver Figura 1.1). Utilizar o espaço para comentários.

**7 – Erosão nos encontros das ombreiras:** Quando do escoamento da água de chuva, principalmente, é possível o aparecimento de erosão no encontro da estrutura da barragem com as ombreiras. Se for conveniente, usar o espaço reservado para comentários para que fique bem definida a intensidade ou o grau de erosão.

**8 – Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais:** Quando formigueiros e cupinzeiros aparecem no talude, são características as formas que estas infestações apresentam. As tocas de animais (menos comuns) devem ser identificadas. Se for conveniente, fazer uso do espaço reservado para comentários.

**9 – Deslocamento de blocos de rocha sob efeito de ondas:** Qualquer indicação de movimento nos taludes deve ser reportada na ficha de inspeção, tentando-se identificar suas causas. Fazer uso do espaço para comentários.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.2</b>	<b>Crista</b>													
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Fissuras longitudinais e transversais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Falta de revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falha no revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Desabamentos /Afundamentos (recalques)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Defeitos na drenagem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Defeitos no meio-fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Formigueiro, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Desalinhamento do meio-fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Depressões devido à falta de sobre-elevação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Erosões:** Quando do escoamento das águas de chuva que se precipitam sobre a área de crista da barragem, tráfego de veículos e animais, ação do vento, podem aparecer sinais de erosão.

**2 – Fissuras longitudinais e transversais:** podem aparecer na crista. É importante que se caracterize com alguma precisão a dimensão e localização destas anomalias, pois elas eventualmente podem sinalizar problemas mais importantes, tais como: escorregamentos, erosões internas ou acomodações da fundação. Fazer uso do espaço reservado para comentários.

**3 – Falta de revestimento:** Algumas barragens funcionam também como trechos de rodovias, estradas secundárias etc. A existência ou não do revestimento e o seu estado de conservação, verificado na inspeção, são de muita importância para a conservação da barragem.

**4 – Falha no revestimento:** Erosões provocadas por falhas na drenagem, tráfego de veículos e animais, ação do vento, ou mesmo o desgaste pelo uso podem ocasionar falhas no revestimento da crista, que devem ser reportadas e detalhadas no espaço reservado para comentários.

**5 – Desabamentos/Afundamentos:** Podem ser resultantes de deslocamentos e trilhos, acomodações no maciço ou de crescimento de falhas no revestimento.

**6 – Árvores e arbustos:** Verificar a existência de vegetação na crista e informar a natureza, a densidade e o tamanho da vegetação. Em barragens que não funcionam como rodovias este fato é mais comum. Utilizar o espaço para comentários.

**7 – Defeitos na drenagem:** Com as chuvas, aparecem na crista da barragem, poças d'água que não conseguem escoar pelo sistema de drenagem. Durante o verão, estas poças secas são bem visíveis. Pode ocorrer, também, escoamento de água da crista diretamente para os taludes, não passando pelas canaletas, sendo de fácil identificação pela presença de caminhos preferenciais da água da crista para os taludes.

**8 – Defeitos no meio fio:** Deslocamentos no meio fio podem ser resultantes do mau funcionamento do sistema de drenagem, pelo carreamento do solo de apoio, ou podem indicar acomodações e escorregamentos no maciço. Se for conveniente, usar o espaço destinado a comentários.

**9 – Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais:** Quando formigueiros e cupinzeiros aparecem na crista, são características as formas que estas infestações apresentam. As tocas de animais (menos comuns) devem ser identificadas (Figura 1.2). Se for conveniente, fazer uso do espaço reservado para comentários.

**10 – Desalinhamento do meio-fio:** Quando do mau funcionamento do sistema de drenagem é possível o aparecimento de defeitos no meio fio que vão desde o simples desalinhamento até o seu deslocamento. Pela ação da água, material é retirado do local onde o meio fio esteja assentado. Também é possível alguma ação do tráfego de veículos, pedestres sobre o meio-fio. No entanto, podem também indicar acomodações e escorregamentos no maciço. Se conveniente, usar o espaço destinado a comentários.

**11 – Depressões devido à falta de sobre-elevação:** Reduções na cota da crista por abatimento do maciço ou por erosão reduzem a capacidade da barragem de suportar estes eventos extremos e eventualmente resultar em transbordamento. Assim, é importante verificar a manutenção da cota de projeto da crista da barragem. O espaço destinado aos comentários deve ser usado.



**Figura 1.2. Barragem de San Mamede (Paraíba) – Tocas de animais na crista.**  
(Fonte: COBA, S.A.)

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.3</b>	<b>Talude de Jusante</b>													
1	Erosões ou ravinamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Escorregamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Fissuras/afundamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falha de proteção granular	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falha na proteção vegetal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Canaletas quebradas ou obstruídas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Sinais de fuga d'água ou áreas úmidas (surgências)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Erosões ou ravinamentos:** Desgaste sofrido pelo talude, em geral de forma localizada pela ação do escoamento da água de chuva (ver Figura 1.3), pela ação de animais que elegem caminhos preferenciais para descer o talude de jusante, pela ação do vento (menos comum), ou outro agente externo à barragem.



**Figura 1.3. Barragem de Baião (Paraíba) – Erosão do talude de jusante.**

(Fonte: COBA, S.A.)

**2 – Escorregamentos:** Os escorregamentos podem ser superficiais ou profundos. No escorregamento superficial, partes mais superficiais do maciço, inclusive o revestimento superficial, deslizam pelo talude. É possível observar-se na parte superior do talude a barragem desnuda de proteção. Observa-se também um acúmulo de material na parte inferior do talude de jusante onde verificou-se o escorregamento. Os escorregamentos profundos envolvem um volume maior do maciço, passando o círculo de escorregamento mais internamente na barragem. Os sinais iniciais de seu desenvolvimento são fissuras e abatimentos no topo do maciço e, posteriormente, deslocamento (embarrigamento) no pé do maciço.

**3 – Fissuras/afundamentos:** Quando uma porção do maciço mover-se devido à perda de suporte, escorregamento ou erosões, aparecem fissuras e afundamentos na proteção superficial do talude de jusante .

**4 – Falha na proteção granular:** Por falta de cuidados na execução ou erro de projeto, ou ainda, mais comumente, por deficiência do sistema de drenagem superficial ou trânsito de pessoas e animais, às vezes, podem surgir falhas na camada de brita ou pedregulho da camada de proteção granular do talude de jusante.

**5 – Falha na proteção vegetal:** Por falta de umidade na estação seca, ou ainda por deficiência do sistema de drenagem superficial ou trânsito de pessoas e animais podem surgir falhas na proteção vegetal do talude de jusante.

**6 – Afundamentos e buracos:** Quando aparecem depressões localizadas no talude de jusante, é possível que uma outra anomalia tenha precedido o afundamento, como erosão por exemplo.

**7 - Árvores e arbustos:** Verificar a existência de vegetação no talude e informar a natureza, a densidade e o tamanho da vegetação (Figura 1.4). Utilizar o espaço para comentários.



**Figura 1.4. Barragem de Direito (Paraíba) – Vista da crista com arbustos de grande porte a jusante.** (Fonte: COBA, S.A.)

**8 – Erosão nos encontros das ombreiras:** Quando do escoamento da água de chuva, principalmente, é possível o aparecimento de erosão no encontro da estrutura da barragem com as ombreiras. Se for conveniente, usar o espaço reservado aos comentários para que fique bem definida a intensidade ou o grau de erosão.

**9 – Cavernas e buracos nas ombreiras:** Verificar a existência de cavernas e buracos nas ombreiras, registrando a dimensão destas anomalias, a presença e intensidade de fluxos d'água; bem como a possibilidade do seu crescimento resultar em comunicação com o lago à montante.

**10 – Canaletas quebradas ou obstruídas:** Quando da ação do escoamento superficial sobre o talude ou quando houver excesso de água para ser transportada pela canaleta podem ocorrer erosões, causando o descalçamento ou deslocamento da canaleta. Ainda, quando a proteção superficial do maciço não funcionar satisfatoriamente, é possível o carreamento de solo e o conseqüente acúmulo de material e obstrução das canaletas (Figura 1.5).



**Figura 1.5. Canaletas de drenagem necessitando de limpeza de solo no fundo.**

(Fonte: COBA, S.A.)

**11 – Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais:** Quando formigueiros e cupinzeiros aparecem no talude, são características as formas que estas infestações apresentam. As tocas de animais (menos comuns) devem ser identificadas. Se for conveniente, fazer uso do espaço reservado para comentários.

**12 – Sinais de movimento:** Qualquer indicação de movimento nos taludes deve ser reportada na ficha de inspeção, tentando-se identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

**13 – Sinais de fuga d'água ou áreas úmidas (surgências):** É possível o aparecimento de umidade excessiva ou mesmo de fluxo de água no talude de jusante decorrente do mau funcionamento do sistema interno de drenagem da barragem, da presença de camadas de solos mais permeáveis no maciço ou mesmo de fuga d'água através de fissuras. Este último é o que mais preocupa porque pode ser sinal de início de um processo de erosão interna (*Piping*) (Figura 1.6). Deve-se tentar identificar o mecanismo que esteja ocasionando o fluxo de água e registrar no espaço destinado a comentários.

**14 – Carreamento de material na água dos drenos:** A presença de solo ou mineral sendo carregado na água dos drenos pode sinalizar a ocorrência de mau funcionamento do sistema de drenagem ou o início de um processo de erosão interna (*Piping*). Não se deve minimizar a importância desta anomalia.



**Figura 1.6. Surgências de água a jusante de uma barragem.**  
(Fonte: COBA, S.A.)

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.4</b>	<b>Ombreiras e Calha do Rio</b>													
1	Construções irregulares próximas ao rio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Fuga d'água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Erosão nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Árvores/arbustos na faixa de 10m do pé da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Construções irregulares próximas ao rio:** Algumas construções podem ser identificadas nesta situação. São edificações que certamente apresentam problemas quando o açude está sangrando, ou mesmo não podem permanecer ali por motivos legais (ver Figura 1.7). Fazer uso do espaço para comentários e, se possível, especificar para cada construção: o tipo, a área construída, a proximidade do leito do rio e da barragem, de tal forma que fique caracterizada a posição do imóvel.



**Figura 1.7. Barragem de San Mamede (Paraíba) – ocupação a jusante.**  
(Fonte: COBA, S.A.)

**2 – Fuga d'água:** É possível o aparecimento de umidade excessiva ou mesmo de fluxo de água à jusante da barragem decorrente do mau funcionamento do sistema interno de drenagem da barragem ou da presença de camadas de solos mais permeáveis no terreno de fundação ou das ombreiras. Deve-se tentar quantificar o fluxo de água e registrar no espaço destinado a comentários. No entanto, é importante observar-se que em algumas situações, a presença da água não constitui uma anomalia e já havia sido prevista no projeto da barragem. Por exemplo: no caso da fundação ser em tapete impermeabilizante à montante.

**3 – Erosão nas ombreiras:** Quando do escoamento da água de chuva, principalmente, é possível o aparecimento de erosão nas ombreiras. Se for conveniente, usar o espaço reservado a comentários, para que fique bem definida a intensidade ou o grau de erosão.

**4 – Cavernas e buracos nas ombreiras:** Verificar a existência de cavernas e buracos nas ombreiras, registrando a dimensão dessas anomalias, a presença e intensidade de fluxos d'água, bem como a possibilidade do seu crescimento resultar em comunicação com o lago à montante.

**5 - Árvores / arbustos na faixa de 10 m do pé da barragem:** É importante verificar a existência de árvores e arbustos na faixa indicada, pois elas dificultam a inspeção e identificação de problemas à jusante da barragem.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.5</b>	<b>Instrumentação</b>													
1	Acesso precário aos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Piezômetros entupidos ou defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Marcos de recalque defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Medidores de vazão defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Falta de registro de leituras da instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Acesso precário aos instrumentos:** Algumas barragens, dada a sua importância do ponto de vista de segurança, precisam ser monitoradas constantemente. Instrumentos são instalados na estrutura da barragem e no seu entorno, quer seja nos taludes, crista, fundação, ombreiras etc., de tal modo que se possa acompanhar o comportamento da barragem (ver Figura 1.8) e do terreno no seu entorno (Bureau of Reclamation, 1987, Corps of Engineers, 1995).



**Figura 1.8. Barragem de Baião (Paraíba) – Escalas para registro do nível de água do reservatório. (Fonte: COBA, S.A.)**

**2 – Piezômetros entupidos ou defeituosos:** Piezômetros são os instrumentos mais comuns e mais simples instalados numa barragem. Servem para medir a pressão d'água. Devem estar limpos, com o topo em perfeitas condições e sem trincaduras aparentes (ver Figura 1.9).



**Figura 1.9. Piezômetro de tubo na barragem de Canoas II (Brasil) bem identificado e com boa proteção. (Fonte: Arquivo SBB Engenharia)**

**3 – Marcos de recalque defeituosos:** São instrumentos extremamente importantes, apesar de simples, que servem para medir algum movimento na barragem. Fazer uso do espaço para comentários.

**4 – Medidores de vazão defeituosos:** A percolação em uma barragem pode trazer consequências graves para a sua estabilidade. Estes equipamentos servem para medir quanto de água está passando através da barragem ou de sua fundação, ou de ambas.

**5 – Falta de instrumentação:** Verificar se algum dos instrumentos previstos no projeto ou existentes anteriormente está faltando, no caso de ser possível obter informação sobre o projeto de instrumentação.

**6 – Falta de registro de leituras da instrumentação:** Verificar a existência dos registros de leitura dos instrumentos que devem estar completos e disponíveis para consultas.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.</b>	<b>VERTEDOURO</b>													
<b>C.1</b>	<b>Canais de Aproximação e Restituição</b>													
1	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Obstrução ou entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desalinhamento dos taludes e muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Erosões ou escorregamentos nos taludes	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosão na base dos canais escavados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Erosão na área a jusante (erosão regressiva)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Instabilidade/Queda de blocos de rocha de talude lateral	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Construções irregulares (aterro/estrada, casa, cerca)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Árvores e arbustos:** É comum o aparecimento de árvores e arbustos na parte não revestida do sangradouro, nos canais de aproximação e de restituição (ver Figura 1.10). Fazer uso do espaço para comentários.



**Figura 1.10. Barragem de Direito (Paraíba) – Soleira descarregadora da barragem. (Fonte: COBA, S.A.)**

**2 – Obstrução ou entulhos:** Pode ocorrer a existência de entulhos ou queda de barreiras laterais nos canais de aproximação e de restituição, obstruindo o sangradouro. Fazer uso do espaço destinado aos comentários para informar o grau de obstrução.

**3 – Desalinhamento dos taludes e muros laterais:** Com sangradouro em corte elevado, podem aparecer problemas nos taludes do corte (Figura 1.11). Os muros laterais, por sua vez, podem apresentar desalinhamento, quer seja por problemas na fundação, ou por esforço excessivo sobre os muros pelo solo arrimado.



**Figura 1.11. Queda de blocos de rocha do talude lateral na calha do vertedouro da barragem do Jaguari (São Paulo). (Fonte: SBB Engenharia)**

**4 – Erosões ou escorregamentos nos taludes:** Taludes podem apresentar erosões devidas principalmente ao escoamento superficial da água de chuva. Podem, também, apresentar escorregamentos por falta de resistência. Descrever com clareza no espaço reservado a comentários.

**5 – Erosão na base dos canais escavados:** Canais escavados, dependendo do tipo de terreno, podem apresentar erosão.

**6 – Erosão na área a jusante (erosão regressiva):** Na saída do canal de restituição, pode aparecer erosão regressiva, que se desenvolve de jusante para montante, principalmente na base do canal.

**7- Instabilidade/Queda de blocos de rocha de talude lateral:** Nos taludes laterais do vertedouro pode ocorrer queda de blocos de rocha

**8 – Construções irregulares (aterro, casa, cerca):** Algumas construções podem ser identificadas nesta situação. São edificações, cercas, estradas e aterros que, certamente, apresentam problemas quando o açude está sangrando, ou mesmo não podem permanecer ali por motivos legais. Fazer uso do espaço para comentários e, se possível, especificar para cada construção o tipo, a área construída, proximidade do leito do rio e da barragem, de tal forma que fique caracterizada a posição do imóvel.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.2	Estrutura Fixação da Cota da Soleira													
1	Fissuras no concreto (trincas ou rachaduras)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Juntas danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sinais de deslocamentos das estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Fissuras no concreto (trincas ou rachaduras):** A soleira pode apresentar fissuras no concreto. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, bem como dimensões e orientação.

**2 – Ferragem do concreto exposta:** Por meio de algum processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição.

**3 – Deterioração da superfície do concreto:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto na estrutura vertente. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

**4– Descalçamento da estrutura:** Por algum processo erosivo ou de fuga de material, pode haver descalçamento da estrutura de fixação da soleira. Indicar com precisão o local e a dimensão.

**5– Juntas danificadas:** Por movimentos da estrutura ou por ação externa, é possível que as juntas sejam danificadas. Especificar o grau dos danos, sua localização etc.

**6– Sinais de deslocamentos das estruturas:** Qualquer sinal de movimento da estrutura deverá ser reportado na ficha de inspeção.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.3</b>	<b>Bacia de Dissipação</b>													
1	Fissuras no concreto (trincas ou rachaduras)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ocorrência de buracos na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Presença de entulho na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Presença e vegetação na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Falha no enrocamento de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Fissuras no concreto (trincas ou rachaduras):** Verificar fissuras no concreto. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, bem como dimensões e orientação.

**2 – Ferragem do concreto exposta:** Por meio de algum processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição.

**3 – Deterioração da superfície do concreto:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

**4 – Ocorrência de buracos na soleira:** O desgaste na soleira pode atingir tal intensidade que chegue a formar buracos na estrutura.

**5 – Erosões:** Erosões podem ocorrer imediatamente abaixo da soleira da bacia de dissipação ameaçando sua estabilidade. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, dimensões e risco de desmoronamento na estrutura.

**6 – Presença de entulho na bacia:** Material externo pode obstruir o curso da água na bacia amortecedora. Indicar a extensão da obstrução.

**7 – Presença de vegetação na bacia:** Verificar a existência de árvores e arbustos nas juntas das estruturas de concreto. Fazer uso do espaço para comentários.

**8 – Falha no enrocamento de proteção:** Caso exista enrocamento de proteção à jusante da bacia de dissipação, verificar sua integridade e se está ameaçado pela ocorrência de erosões.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.4</b>	<b>Muros Laterais</b>													
1	Erosão na fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Fissuras no concreto (trincas ou rachaduras)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Erosão na fundação:** Erosão na fundação dos muros laterais atenta contra a sua estabilidade. Especificar e detalhar quanto à sua intensidade. Em geral, por problemas na fundação dos muros, é possível aparecerem fissuras no concreto. Estes problemas são importantes para a estabilidade dos muros. Fazer uso do espaço destinado a comentários, para deixar a questão bem esclarecida.

**2 – Erosão nos contatos dos muros:** Erosão pode aparecer principalmente devido ao escoamento da água de chuva. Especificar.

**3 – Fissuras no concreto (trincas ou rachaduras):** Os muros podem apresentar fissuras no concreto. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, dimensões e orientação.

**4 – Ferragem do concreto exposta:** Por meio de algum processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição.

**5 – Deterioração da superfície do concreto:** O concreto pode apresentar sinais de fissuras, desgastes etc. Reportar na ficha de inspeção qualquer situação de anormalidade.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.5</b>	<b>Comportas do Vertedouro</b>													
1	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito das vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeito das rodas (comporta vagão) ou haste de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Água estagnada sobre os braços da comporta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Crescimento de vegetação na estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura):** Verificar quanto ao estado de conservação das peças fixas, à corrosão, amassamento de guias, estado geral da pintura (se for o caso). Especificar.

**2 – Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura):** Verificar na estrutura, propriamente dita, da comporta quanto à corrosão, amassamentos, furos, defeitos na pintura (ou ausência). Especificar local e detalhar.

**3 – Defeito das vedações (vazamento):** Verificar vedações quanto a vazamentos. Especificar locais e intensidade do vazamento.

**4 – Defeito das rodas (comporta vagão) ou haste de içamento:** Verificar o sistema de deslizamento das comportas. Se for de rodas, verificar o seu estado quando estiver girando, se possível. Especificar.

**5 – Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores:** Verificar defeitos nos rolamentos quanto ao seu funcionamento, ferrugem, corrosão etc. Se houver buchas, verificar a sua integridade, circularidade, espessura não uniforme que indica desgaste etc. Especificar.

**6 – Defeito no ponto de içamento:** O ponto de içamento da comporta é de vital importância para o seu acionamento. Verificar, cuidadosamente, quanto à sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste, se a sua fixação na comporta não está comprometida etc. Especificar.

**7 - Água estagnada sobre os braços da comporta:** Verificar cuidadosamente esta situação.

**8 - Crescimento de vegetação na estrutura:** Verificar essa situação que pode prejudicar a integridade da estrutura.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>D.</b>	<b>RESERVATÓRIO</b>													
1	Réguas danificadas ou faltando	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Construções em áreas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Poluição por esgoto, lixo, pesticidas etc.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Indícios de má qualidade d'água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Desmoronamento das margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Existência de vegetação aquática excessiva	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Desmatamento na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Presença de animais e peixes mortos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														



**Figura 1.12. Barragem de Direito (Paraíba) – Reservatório com vegetação abundante. (Fonte: COBA, S.A.)**

**1 – Réguas danificadas ou faltando:** As réguas que indicam o nível d'água no reservatório são importantes para o acompanhamento das variações do volume de água. A gestão do reservatório tem por base as leituras dessas réguas. Em geral são mais de um lance de réguas em posições que acompanham o abaixamento do nível d'água. Fazer uso do espaço reservado a comentários.

**2 – Construções em áreas de proteção:** Às vezes são construídas, na área de proteção, algumas estruturas para lazer, criação de animais ou mesmo para moradia. Essas construções devem ser reportadas e especificadas.

**3 – Poluição por esgoto, lixo, pesticidas etc.:** Verificar a existência de algum tipo de lançamento poluidor no reservatório. Especificar e quantificar.

**4 – Índícios de má qualidade d'água:** Registrar a existência de indícios de má qualidade da água do reservatório, como a coloração ou mesmo odor desagradável.

**5 – Erosões:** Verificar se há algum tipo de erosão que transporte material para dentro do reservatório. Especificar e localizar.

**6 – Assoreamento:** O transporte de material para dentro do reservatório causa o seu assoreamento que, em geral, é verificado com precisão por meio de batimetria do lago. Na inspeção informar se há algum vestígio ou informação a respeito.

**7 – Desmoronamento das margens:** Se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar a existência real ou potencial de desmoronamento.

**8 – Existência de vegetação aquática excessiva:** Vegetação aquática excessiva é sinônimo de desequilíbrio biológico no reservatório (ver Figura 1.12). Especificar o grau de cobertura vegetal da superfície d'água e o tipo de planta.

**9 – Desmatamentos na área de proteção:** Verificar se há algum tipo de desmatamento na área de proteção do reservatório. Especificar local e dimensão

**10 – Presença de animais e peixes mortos:** Peixes mortos no reservatório indicam algum desequilíbrio biológico. Informar o tipo e, se possível, a quantidade aproximada. Outros animais podem aparecer mortos também por afogamento. Especificar e quantificar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
E.	E. TORRE DA TOMADA D'ÁGUA													
E.1	E.1 Entrada													
1	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Obstrução e entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Tubulação danificada	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Registos defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de grade de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeitos na grade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Assoreamento:** Indicar se há algum tipo de transporte ou acúmulo de material na entrada da tomada d'água. Especificar.

**2 – Obstrução e entulhos:** Verificar se há algum tipo de entulho ou obstrução na entrada da tomada d'água. Especificar.

**3 – Tubulação danificada:** Verificar a integridade da tubulação. Especificar e detalhar qualquer dano.

**4 – Registros defeituosos:** Verificar o estado de conservação dos registros, quanto à estanqueidade, funcionamento etc. Especificar.

**5 – Falta de grade de proteção:** Verificar a existência da grade de proteção.

**6 – Defeitos na grade:** Verificar defeitos na grade de proteção, tais como fixação, ferrugem, ausência de pintura (se for o caso), elementos quebrados. Especificar.



**Figura 1.13. Barragem de Santa Luzia (Paraíba) - Passadiço e tomada de água.**  
(Fonte: COBA, S.A.)

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>E.2</b>	<b>Acionamento de comportas</b>													
1	Hastes (travada no mancal, corrosão e empenamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Falta de mancais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Corrosão nos mancais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falha nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Falta de indicador de abertura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Falta de volante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Hastes (travada no mancal, corrosão e empenamento):** Verificar o acionamento das hastes. Verificar se há algum tipo de retenção que impeça o movimento da haste, se há presença de corrosão ou algum desgaste. O alinhamento da haste deve ser verificado, pois o seu empenamento pode causar a sua retenção e a sua ruptura quando se tentar movimentá-la. Especificar.

**2 – Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores):** Os mancais devem ser verificados quanto a sua fixação (bases), se estão corroídas etc. Especificar.

**3 – Falta de mancais:** Verificar a ausência de mancais. Especificar e quantificar.

**4 – Corrosão nos mancais:** Os mancais devem apresentar-se livres de corrosão. Verificar o seu estado de conservação. Especificar.

**5 – Falha nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal:** Verificar o pedestal quanto a sua fixação (chumbadores), lubrificação, pintura e seu estado geral de conservação. Especificar.

**6 – Falta de indicador de abertura:** Verificar quanto à existência de mecanismo de indicação do grau de abertura da comporta. Especificar o estado de conservação do conjunto indicador da abertura. Especificar.

**7 – Falta de volante:** Verificar a existência de volante. Tecer comentários sobre o tempo de ausência do volante se for o caso. Especificar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>E.3</b>	<b>Comportas</b>													
1	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito das vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeito das rodas (comporta vagão)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeito nos rolamentos ou buchas e retentores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Água estagnada sobre os braços da comporta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Crescimento de vegetação na estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura):** Verificar quanto ao estado de conservação das peças fixas, quanto à corrosão, amassamento de guias, estado geral da pintura (se for o caso). Especificar.

**2 – Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura):** Verificar, na estrutura propriamente da comporta, a existência de corrosão, amassamentos, furos e defeitos na pintura (ou ausência). Especificar local e detalhar.

**3 – Defeito das vedações (vazamento):** Verificar vedações quanto a vazamentos. Especificar locais e intensidade do vazamento.

**4 – Defeito das rodas (comporta vagão):** Verificar sistema de deslizamento das comportas. Se for de rodas, verificar o seu estado quando estiver girando, se possível. Especificar.

**5 – Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores:** Verificar defeitos nos rolamentos quanto ao seu funcionamento, ferrugem, corrosão etc. Se houver buchas, verificar a sua integridade, circularidade e espessura não uniforme que indica desgaste etc. Especificar.

**6 – Defeito no ponto de içamento:** O ponto de içamento da comporta é de vital importância para o seu acionamento. Verificar cuidadosamente quanto à sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste, se a sua fixação na comporta não está comprometida etc. Especificar.

**7 - Água estagnada sobre os braços da comporta:** Verificar cuidadosamente esta situação.

**8 - Crescimento de vegetação na estrutura:** Verificar essa situação que pode prejudicar a integridade da estrutura.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>E.4</b>	<b>Estrutura da Torre da T.A.</b>													
1	Ferragem exposta na estrutura da torre	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Falta de guarda corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração do guarda corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem exposta na plataforma (passadiço)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de guarda corpo no passadiço	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Deterioração do guarda corpo no passadiço	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Deterioração do portão do abrigo de manobra	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Deterioração da tubulação da aeração e by-pass	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Deterioração da instalação de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Ferragem exposta na estrutura da torre:** Verificar a integridade da estrutura da torre externa e internamente. Verificar a presença de ferragem exposta, especificar local e o grau de exposição. Usar espaço destinado a comentários.

**2 – Falta de guarda corpo na escada de acesso:** Verificar se há guarda corpo na escada de acesso (se existir). Se não há guarda corpo informar se já houve. Explicar.

**3 – Deterioração do guarda corpo na escada de acesso:** Verificar estado de conservação do guarda-corpo na escada de acesso. Se possível informar grau de deterioração, falta de pintura etc.

**4 – Ferragem exposta na plataforma (passadiço):** Algumas barragens, principalmente as mais antigas, possuem passadiço entre a barragem e a torre de tomada d'água. Verificar condições de manutenção, quanto à exposição de ferragem. Detalhar.

**5 – Falta de guarda corpo no passadiço:** Verificar a ausência de guarda corpo no passadiço.

**6 – Deterioração do guarda corpo no passadiço:** Verificar o estado de conservação do guarda corpo do passadiço, pintura (se for o caso) e grau de deterioração. Detalhar.

**7 – Deterioração do portão do abrigo de manobra:** Verificar o estado de conservação do portão do abrigo de manobras, pintura e grau de deterioração. Detalhar.

**8 – Deterioração do tubo de aeração e *By-Pass*:** Verificar estado de conservação da tubulação de aeração e *By-Pass*, pinturas, registros e acoplamentos. Definir grau de deterioração. Usar espaço destinado a comentários.

**9 – Deterioração da instalação de controle:** Verificar estado de conservação da instalação de controle. Se possível fazer alguma manobra ou teste desde que não comprometa a operação do sistema. Usar espaço destinado a comentários.

Observação: se a caixa de montante estiver acoplada a uma torre, desconsiderar os itens, 1 a 6 da tabela F, que já estejam contemplados na inspeção da torre.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>F.</b>	<b>BOCA DE MONTANTE (ENTRADA E "STOP-LOG")</b>													
1	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Obstrução e entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Ferragem exposta na estrutura de concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deterioração no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de grade de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeitos na grade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Estrutura do <i>stop-log</i> (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Defeito no acionamento do "stop-log"	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Assoreamento:** Indicar se há algum tipo de transporte ou acúmulo de material na entrada da caixa de montante. Usar espaço destinado a comentários.

**2 – Obstrução e entulhos:** Verificar se há algum tipo de entulho ou obstrução na entrada da caixa de montante. Especificar.

**3 – Ferragem exposta na estrutura de concreto:** Verificar estado de conservação da estrutura de concreto quanto à ferragem exposta. Indicar localização, extensão e grau de exposição. Usar espaço destinado a comentários.

**4 – Deterioração no concreto:** Verificar deterioração na estrutura de concreto. Indicar localização e extensão dos danos. Usar espaço destinado a comentários.

**5 – Falta de grade de proteção:** Verificar a existência da grade de proteção. Identificar se já houve grade de proteção. Usar espaço para comentários.

**6 – Defeitos na grade:** Verificar estado de conservação da grade de proteção, referente à pintura (se for o caso), à corrosão e às hastes quebradas. Explicar.

**7 – Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura):** Verificar estado de conservação das peças fixas, referentes à pintura, corrosão, amassamento de guias, ou qualquer outra anomalia nas partes fixas. Explicar detalhadamente.

**8 – Estrutura do Stop-Log (corrosão, amassamento e falha na pintura):** Verificar estrutura do *Stop-Log* quanto a pintura, corrosão, amassamento, ou qualquer outra anomalia existente. Exemplificar.

**9 – Defeito no acionamento do Stop-Log:** Verificar estado de conservação e operação no acionamento do *Stop-Log*. Detalhar.

**10 – Defeito no ponto de içamento:** O ponto de içamento do *Stop-Log* é de vital importância para o seu acionamento. Verificar cuidadosamente quanto à sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste, se a sua fixação no *Stop-Log* não está comprometida etc. Especificar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>G.</b>	<b>GALERIA DE FUNDO</b>													
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Sinais de abrasão ou cavitação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeitos nas juntas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deformação no conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Desalinhamento do conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Precariedade de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Surgência de água junto à galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Falta de manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Presença de pedras e lixo dentro da galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Defeitos no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Corrosão e vazamentos na tubulação:** Verificar com cuidado o estado de conservação da tubulação que compõe a galeria. Identificar, com precisão, vazamentos, corrosão, afundamentos, ou qualquer outra anomalia que venha a ser constatada. Fazer uso do espaço destinado a comentários.

**2 – Sinais de abrasão ou cavitação:** Materiais arrastados pela corrente líquida podem provocar algum tipo de abrasão na tubulação. Altas velocidades da água podem provocar cavitação na tubulação. Verificar a existência destes dois efeitos do funcionamento incorreto da galeria. Fazer uso do espaço para comentários.

**3 – Defeitos nas juntas:** Verificar o estado de conservação das juntas da tubulação. Se forem soldadas, verificar quanto à espessura do cordão de solda, sua integridade, algum tipo de corrosão etc. Detalhar.

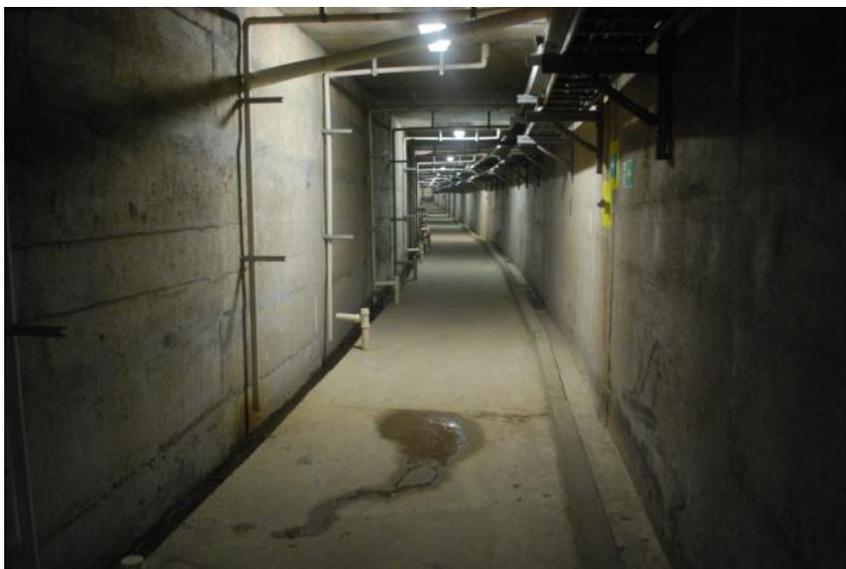
**4 – Deformação do conduto:** verificar qualquer tipo de deformação na tubulação. Explicar.

**5 – Desalinhamento do conduto:** O desalinhamento do conduto pode comprometer inclusive a estabilidade do maciço da barragem. Identificar possíveis desalinhamentos. Localizar e de algum modo quantificar (ângulo, por exemplo). Detalhar.

**6 – Surgência de água no concreto:** Verificar a presença de surgências de água na parte de concreto (se existir) (Figura 1.14). De alguma forma quantificar (por exemplo: somente úmido. Com algum filete de escoamento) para que se possa ter uma ideia do grau de surgência. Detalhar.

**7 – Precariedade de acesso:** Verificar a acessibilidade da galeria. Identificar se de fácil acesso, se apresenta alguma dificuldade, ou se é de difícil acesso. Detalhar.

**8 – Vazamento nos dispositivos de controle:** Verificar os dispositivos de controle quanto a vazamentos. De alguma forma, quantificar. Detalhar.



**Figura 1.14. Galeria de drenagem da barragem em CCR da UHE 14 de Julho (Rio Grande do Sul).** (Fonte: SBB Engenharia)

**9 – Surgência de água junto à galeria:** Verificar a surgência de água junto à galeria. De alguma forma quantificar (por exemplo: somente úmido ou com algum filete de escoamento) para que se possa ter uma ideia do grau de surgência. Detalhar.

**10 – Falta de manutenção:** Verificar e informar na Ficha de Inspeção, o estado geral de conservação da galeria. Se for necessário, use o espaço destinado a comentários.

**11 – Presença de pedras e lixo dentro da galeria:** Verificar o interior da galeria quanto à presença de pedras, entulhos, lixo, ou qualquer outro material estranho. Se possível, identificar a origem do material. Detalhar.

**12 – Defeitos no concreto:** Verificar a integridade do concreto da galeria (se houver) quanto a fissuras ou qualquer outro tipo de dano identificável. Detalhar.

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

**1 – Corrosão e vazamentos na tubulação:** Verificar com cuidado o estado de conservação da tubulação na saída que compõe a galeria. Identificar, com precisão, vazamentos, corrosão, afundamentos, ou qualquer outra anomalia que venha a ser constatada. Fazer uso do espaço destinado a comentários.

**2 – Sinais de abrasão ou cavitação:** Materiais arrastados pela corrente líquida podem provocar algum tipo de abrasão na tubulação. Altas velocidades da água podem provocar cavitação na tubulação. Verificar a existência destes dois efeitos do funcionamento incorreto. Fazer uso do espaço para comentários.

**3 – Ruídos estranhos:** Quando do mau funcionamento dos equipamentos na estrutura de saída, alguns ruídos podem ser ouvidos. Algum objeto preso na saída, gavetas de registros

danificadas, sede das gavetas gastas ou mesmo cavitação podem provocar ruídos estranhos. Tentar identificar com precisão a causa dos ruídos. Detalhar.

**4 – Defeito nos dispositivos de controle:** Verificar o funcionamento dos dispositivos de controle instalados na saída da galeria. Se possível, identificar o dispositivo e os possíveis defeitos. Detalhar.

**5 – Surgência de água no concreto:** Verificar a presença de surgência de água na parte de concreto (se existir). De alguma forma quantificar (por exemplo, somente úmido ou com algum filete de escoamento) para que se possa ter uma ideia do grau de surgência. Detalhar.

**6 – Precariedade de acesso (árvores e arbustos):** Verificar a acessibilidade da estrutura de saída. Identificar se é de fácil acesso, se apresenta alguma dificuldade, ou se é de difícil acesso. Detalhar.

**7 – Vazamento nos dispositivos de controle:** Verificar os dispositivos de controle quanto a vazamentos. De alguma forma, quantificar.

**8 – Falta de manutenção:** Verificar e informar na ficha de inspeção o estado geral de conservação da estrutura de saída. Se necessário, use o espaço destinado a comentários.

**9 – Construções irregulares:** Verificar a existência de algum tipo de construção que possa comprometer a integridade e o acesso da estrutura de saída. Detalhar.

**10 – Falta ou deficiência de drenagem da caixa de válvulas:** Verificar a caixa das válvulas (se houver) quanto à drenagem, se há algum acúmulo de água. Detalhar.

**11 – Presença de pedras e lixo dentro da caixa de válvulas:** Verificar a caixa de válvulas quanto à limpeza. Verificar a presença de lixo, de pedras, ou outro material qualquer, estranho ao meio. Detalhar.

**12 – Defeitos no concreto:** Verificar a integridade do concreto da estrutura de saída. Fissuras (trincas ou rachaduras), exposição de ferragens etc. devem ser identificadas. Localizar e determinar de algum modo o grau de deterioração. Detalhar.

**13 – Defeitos na cerca de proteção:** Verificar a existência de cerca de proteção. Seu estado de conservação deve ser reportado. A ausência de estacas, fios de arame deve ser reportada. Detalhar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>I.</b>	<b>MEDIDOR DE VAZÃO</b>													
1	Ausência da placa medidora de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Corrosão da placa	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeitos no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falta de escala de leitura de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Assoreamento da câmara de medição	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Erosão a jusante do medidor	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Ausência da placa medidora de vazão:** Verificar a existência da placa medidora de vazão. Esclarecer.

**2 – Corrosão da placa:** Verificar estado de conservação da placa (Figura 1.15). Verificar detalhes na escala de medição. Se for o caso, descrever estado da pintura. Detalhar.

**3 – Defeitos no concreto:** Verificar a integridade do concreto. Registrar alguma exposição de ferragem se for o caso. Fissuras, deslocamentos devem ser registrados. Detalhar.

**4 – Falta de escala de leitura de vazão:** Verificar a existência da escala de leitura. Esclarecer.

**5 – Assoreamento da câmara de medição:** Verificar a presença de material (areia, barro, pedregulho) dentro da câmara de medição.

**6 – Erosão à jusante do medidor:** O fluxo de água pode causar erosão à jusante do medidor o que poderá, eventualmente, ameaçar a estabilidade da estrutura do medidor. Verificar a ocorrência de erosões e registrar, indicando o nível de ameaça à estrutura.



**Figura 1.15. Medidor de vazão na barragem de Meimoa (Portugal).**  
(Fonte: COBA, S.A.)

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>J.</b>	<b>ESTRADAS DE ACESSO</b>													
1	Estado do pavimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Condições de drenagem (com água estagnada)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA (BT)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>K.</b>	<b>PONTE</b>													
1	Estado dos pilares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estrutura das vigas e tabuleiro	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Apoios	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Estacas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

- 1 – Estado dos pilares** – verificar o estado dos pilares. Especificar e detalhar.
- 2 – Estrutura das vigas e tabuleiro** – verificar o estado das estruturas das vigas e tabuleiro. Especificar e detalhar.
- 3 – Apoios** – verificar o estado de conservação dos apoios. Especificar e detalhar qualquer dano.
- 4 – Estacas** – verificar a situação das estacas se possível. Especificar e localizar.



**Figura 1.16. Descarga de fundo da barragem de Meimoa (Portugal).**  
(Fonte: COBA, S.A.)

#### **L. OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES**

Ao preencher a Ficha de Inspeção, é possível que algum elemento estrutural e alguma anomalia não estejam contemplados nos diversos quadros detalhados. Como sugestão, quando da identificação dessas situações, registrá-las no item **OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES**. A colaboração do responsável pelo preenchimento deste item da ficha é extremamente importante no sentido de aprimorar a inspeção, reforçando sua credibilidade e demonstrando a abrangência do trabalho realizado.

#### **M. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES**

Ainda, no item **SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES** devem ser registradas todas as sugestões e recomendações que possam melhorar a realização da inspeção e a própria ficha, assim como tudo que possa ser útil à operação, à manutenção e à segurança da barragem.

### 1.1.3 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM FACE DE CONCRETO (BEFC)

Em complemento com o preenchimento da ficha de inspeção de barragens de terra devem ser preenchidos os seguintes aspectos específicos de barragens de enrocamento com cortina de concreto a montante.

No preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem tipo BEFC deve ser feito um **X** nas colunas correspondentes à **SITUAÇÃO** e à **MAGNITUDE** da anomalia que possa estar ocorrendo em relação ao item examinado. Na coluna **NP** deve-se preencher um número de 0 a 3 que correspondente à graduação do **NÍVEL DE PERIGO**.

A ficha de inspeção contém os seguintes códigos em sua primeira coluna :

- tabelas B1 e B2 correspondentes à inspeção da barragem, designadamente B.1- Talude de Montante, B.2 - Talude de Jusante;
- tabela C- Ombreiras;
- tabela D - Crista;
- tabela E – Equipamentos;
- tabelas F1 a F3 correspondentes ao vertedouro, designadamente F1 – Vertedouro, F2 – Equipamento Hidromecânico, F3 – Bacia de Amortecimento;
- tabela G – Tomada de Água;
- tabela H – Estrada de Acesso;
- tabela I – Ponte;
- tabela J – Reservatório.

**Comentários:** *Este espaço, constante em todas as fichas, é reservado para que o responsável pelo preenchimento da Ficha de Inspeção faça comentários e observações que venham a esclarecer possíveis dúvidas quando de seu preenchimento. Além das sugestões e comentários já inseridos no corpo deste manual, outras informações são importantes no sentido de que se tenha um quadro real da situação da barragem objeto da inspeção.*

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.</b>	<b>BARRAGEM</b>													
<b>B.1</b>	<b>Talude de Montante</b>													
1	Aspeto geral da laje de concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Fraturação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deformações da laje	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Junta perimetral	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Junta vertical	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Junta horizontal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Cortina e Injeção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Cut-off	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Plinto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Aspeto geral da laje de concreto:** Verificar o estado de conservação da laje. Especificar.

**2 – Erosão:** Sinais de erosão provocada pelo movimento da água na laje de concreto, transição entre as zonas que normalmente se encontram submersas e as que se encontram secas;

**3 – Vegetação:** Analisar a existência ou ausência de arbustos

**4 – Fraturação:** Verificar a existência de fissuras na laje de concreto. Localizar e determinar de algum modo o grau de deterioração. Detalhar.

**5 – Deformações da laje:** Verificar a existência de deformações na laje. Registra alguma exposição de ferragem se for o caso. Detalhar.

**6 – Junta perimetral (Figura 1.17):** Verificar o aspeto da junta perimetral, eventuais danos por movimentos do enrocamento ou por ação externa. Especificar o grau dos danos, sua localização etc.

**7 – Junta vertical:** Verificar o aspeto das juntas verticais, eventuais danos por movimentos do enrocamento ou por ação externa. Especificar o grau dos danos, sua localização etc.

**8 – Junta horizontal:** Verificar o aspeto das juntas horizontais, eventuais danos por movimentos do enrocamento ou por ação externa. Especificar o grau dos danos, sua localização etc.

**9 – Cortina de injeção:** Com base na interpretação dos registros dos piezómetros instalados na fundação procurar inferir da eficiência da cortina de injeção.

**10 – Cut-off:** No caso de existir informação adequada procurar inferir da eficiência do cut-off.

**11 – Plinto :** Verificar a situação e a eficiência dos veda-juntas e o aspeto geral das ancoragens. Detalhar.



**Figura 1.17. Aspetto da junta perimetral. (Fonte: COBA, S.A.)**

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.2</b>	<b>Talude de Jusante</b>													
1	Sinais de movimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Percolação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Enrocamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Sinais de movimentos:** - Procurar indicadores de deslizamentos planares ou circulares, enrugamentos no paramento. Detalhar.

**2 – Percolação:** Sinais aparentes de percolação, ex.: surgências. Detalhar.

**3 – Enrocamento:** (Figura 1.18): Analisar o aspeto dos blocos de enrocamento. Detalhar.

**4 – Vegetação:** Analisar a existência ou ausência de arbustos.



**Figura 1.18. Talude de jusante da barragem de Foz do Areia (Paraná).**  
(Fonte: COBA, S.A.)

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.</b>	<b>OMBREIRAS</b>													
1	Percolação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Fissuras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Escorregamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Sinais de movimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Percolação:** Sinais aparentes de percolação, ex.: surgências;

**2 – Fissuras :** Distinguir fissuras (trincas ou rachaduras) longitudinais ou transversais, sua abertura, e afastamento.

**3 – Escorregamentos:** Detetar sinais aparentes de escorregamentos recentes, causas possíveis. Detalhar.

**4 – Vegetação:** Analisar a existência ou ausência de arbustos.

**5 - Sinais de movimentos:** Considerar aqui os movimentos globais não inseridos nos escorregamentos. Detalhar.

A Figura 1.19 apresenta uma vista geral e as ombreiras da barragem de Campos Novos.



**Figura 1.19. Ombreiras da Barragem Campos Novos (Santa Catarina).**  
(Fonte: COBA, S.A.)

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>D.</b>	<b>CRISTA</b>													
1	Fendilhação na superfície	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Recalques	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Movimentos laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Estado de conservação do guard-corpos (parapeito)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Camber	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Fendilhação na superfície:** Analisar as fissuras longitudinais e transversais, abertura, profundidade e espaçamento;

**2 – Recalques:** Verificar visualmente o nivelamento dos guarda-corpos, passeios e pavimento na crista;

**3 – Movimento laterais:** Os melhores indicadores de movimentos são os candeeiros e as guardas laterais;

**4 – Estado de conservação do guarda-corpos (parapeito):** Os guarda-corpos registam frequentemente os movimentos sofridos quer por deslize de peças simplesmente apoiadas quer por rotura de peças rígidas;

**5 – Camber:** Apreciação da sobrelevação de projeto.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>E.</b>	<b>EQUIPAMENTOS</b>													
1	Piezômetros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Marcos superficiais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Inclinômetros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Nível de água do reservatório	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Medidores de juntas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sismógrafos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Medidores de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Piezômetros:** Devem estar limpos, com o topo em perfeitas condições e sem trincaduras aparentes.

**2 – Marcos superficiais:** Servem para medir movimentos da barragem. Especificar situações encontradas.

**3 – Inclinômetros:** Servem para medir os deslocamentos horizontais que ocorrem no interior da barragem. Especificar situações encontradas.

**4 – Nível de água do reservatório:** É medido através de réguas que possibilitam o acompanhamento das variações do nível de água. Em geral são mais de um lance de réguas em posições que acompanham o abaixamento do nível de água.

**5 – Medidores de junta:** Servem para medir as aberturas das juntas. Registrar.

**6 – Sismógrafos:** Servem para medir acelerações resultantes de abalos sísmicos. Registrar.

**7 – Medidores de vazão:** Servem para medir a água que está passando através da barragem ou de sua fundação ou de ambas, quando possível.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>F.</b>	<b>VERTEDOIRO</b>													
<b>F.1</b>	<b>Vertedouro</b>													
1	Presença de entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Fissuras (trincas ou rachaduras)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Ferragem de concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Presença de entulhos:** Pode ocorrer a existência de entulhos ou queda de barreiras laterais obstruindo o sangradouro. Fazer uso do espaço destinado aos comentários para informar o grau de obstrução.

**2 – Fissuras (trincas ou rachaduras):** Ocorrência de trincas na superfície de concreto. Especificar o grau de danos, sua localização.

**3 – Ferragem de concreto exposta:** Por meio de um processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição.

**4 – Sinais de movimento:** Os muros laterais, podem apresentar desalinhamento, quer seja por problemas na fundação, ou por esforço excessivo sobre os muros pelo solo arrimado.

**5 – Erosões:** Canais escavados, dependendo do tipo de terreno, podem apresentar erosão. Na saída do canal de restituição, pode aparecer erosão regressiva, que se desenvolve de jusante para montante, principalmente na base do canal.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>F.2</b>	<b>Equipamento Hidromecânico</b>													
1	Tipo de comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estado geral	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Funcionamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Comando de comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Comandos mecânicos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Comandos elétricos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Alimentação principal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Alimentação de emergência													
9	Instruções de operação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Tipo de comportas :** Verificar o tipo de comportas e seu estado de conservação, designadamente à corrosão, amassamento de guias, estado geral da pintura (se for o caso). Especificar.

**2 – Estado geral:** Verificar o estado geral das peças quanto à corrosão, amassamentos, furos e eventuais defeitos na pintura. Especificar local e detalhar.

**3 – Funcionamento:** Verificar vedações quanto a vazamentos que impeçam o adequado funcionamento dos equipamentos. Especificar locais e intensidade do vazamento.

**4 – Comando de comportas:** Verificar o sistema do seu funcionamento. Especificar e detalhar.

**5 – Comandos mecânicos:** Verificar defeitos mecânicos que impeçam o seu funcionamento, designadamente a existência de ferrugem, corrosão etc. Especificar e detalhar.

**6 – Comandos eléctricos:** Verificar cuidadosamente se existe algum impedimento eléctrico que comprometa o funcionamento da comporta. Especificar e detalhar.

**7 – Alimentação principal:** Verificar cuidadosamente se o sistema de alimentação principal está em boas condições e permite assegurar a operação dos equipamentos.

**8 – Alimentação de emergência:** Verificar se o funcionamento do equipamento não está comprometido em situações de emergência por falta de alimentação.

**9 – Instruções de operação:** Verificar as instruções de operação dos equipamentos hidromecânicos, tais como acionamento das comportas de vertedouro ou tomada d’água e do dispositivo de controle de saída da tomada d’água. Verificar também se o nível de conhecimento dos operadores responsáveis sobre essas instruções é satisfatório. Comentar.

	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>F.3</b>	<b>Bacia de Amortecimento</b>													
1	Paredes	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desvio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Juntas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Itens especiais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Paredes:** Especificar de forma detalhada a situação das paredes e o aspecto que exhibe.

**2 – Soleira:** O desgaste na soleira pode atingir tal intensidade que chegue a formar buracos na estrutura. Especificar a situação.

**3 – Desvio:** Os muros laterais podem apresentar desvios que interessa especificar de forma detalhada a sua localização. Registrar.

**4 – Juntas:** Verificar qualquer alteração que tenha ocorrido. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

**5 – Erosão:** Erosão pode ocorrer imediatamente abaixo da soleira da bacia de dissipação ameaçando sua estabilidade. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, dimensões e risco de desmoronamento na estrutura.

**6 – Itens especiais:** Presença de entulho na bacia. Verificar a existência de árvores e arbustos. Indicar a extensão da obstrução.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>G.</b>	<b>TOMADA DE ÁGUA</b>													
1	Grelhas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Peças metálicas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Conduto forçado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Obras de controle de débitos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Câmara de comandos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Grua	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Partes metálicas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Ventilação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Ensecadeira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Estanqueidade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
15	Comando à distância	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
16	Movimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Grelhas:** Verificar com cuidado o estado de conservação das grelhas . Identificar, com precisão, vazamentos, corrosão, afundamentos, ou qualquer outra anomalia que venha a ser constatada. Fazer uso do espaço destinado a comentários.

**2 – Concreto:** Verificar a integridade do concreto. Fissuras (trincas ou rachaduras), exposição de ferragens etc. devem ser identificadas. Localizar e determinar de algum modo o grau de deterioração. Detalhar.

**3 – Galeria:** Verificar o funcionamento dos dispositivos de controle instalados na saída da galeria. Se possível, identificar o dispositivo e os possíveis defeitos. Detalhar.

**4 – Peças metálicas:** Materiais arrastados pela corrente líquida podem provocar algum tipo de abrasão na tubulação. Altas velocidades da água podem provocar cavitação na tubulação. Verificar a existência destes dois efeitos do funcionamento incorreto.

**5 – Conduto forçado:** Verificar com cuidado o estado de conservação da tubulação. Identificar vazamentos, corrosão, e outras anomalias.

**6 – Obras de controle de débitos:** Verificar se há erosão à jusante do medidor que possa ameaçar a estabilidade da obra do medidor. Detalhar.

**7 – Câmara de comandos:** Verificar os dispositivos de controle quanto a vazamentos. Procurar detalhar a situação.

**8 – Grua:** Verificar o estado geral de conservação da grua. Se necessário, use o espaço destinado a comentários.

**9 – Comportas:** Verificar o estado de conservação das comportas quanto à corrosão, amassamento, furos, defeitos na pintura(ou ausência). Especificar local e detalhar.

**10 – Partes metálicas:** Verificar o estado de conservação das partes metálicas, quanto à corrosão, estado geral da pintura(se for o caso). Detalhar.

**11 – Ventilação:** Verificar o seu estado de conservação. Informar, se possível, do seu grau de deterioração. Detalhar.

**12 – Iluminação:** Verificar o estado de conservação da instalação. Detalhar.

**13 – Ensecadeira:** Verificar seu estado de conservação e sua integridade. Detalhar.

**14 – Estanqueidade:** Verificar seu estado de conservação e se sua função está comprometida. Detalhar.

**15 – Comando à distância:** Verificar seu estado de funcionamento e conservação. Detalhar.

**16 – Movimentos:** Movimentos que tenham ocorrido e que possam ter contribuído para o aparecimento de fissuras (trincas, rachaduras) no concreto. Especificar de forma detalhada as situações.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC															
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
<b>H.</b>	<b>ESTRADA DE ACESSO</b>														
1	Revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Obstruções	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
<b>Comentários:</b>															

**1 – Revestimento:** Verificar o estado de conservação do revestimento. Especificar;

**2 – Obstruções:** Verificar a existência de obstruções. Especificar e detalhar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>I.</b>	<b>PONTE</b>													
1	Estado dos pilares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estrutura das vigas e tabuleiro	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Apoios	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Estacas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Estado dos pilares:** Verificar o estado dos pilares. Especificar e detalhar.

**2 – Estruturas das vigas e tabuleiro:** Verificar o estado das estruturas das vigas e tabuleiro. Especificar e detalhar.

**3 – Apoios:** Verificar o estado de conservação dos apoios. Especificar e detalhar qualquer dano.

**4 – Estacas:** Verificar a situação das estacas. Especificar e localizar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS BEFC														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>J.</b>	<b>RESERVATÓRIO</b>													
1	Nível de água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Deslizamentos das margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Percolações	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Erosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Debris	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Construções em áreas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Excessiva sedimentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Vegetação subaquática excessiva	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Nível de água:** O nível d'água no reservatório é definido por réguas que são importantes para o acompanhamento das variações do volume de água. A gestão do reservatório tem por base as leituras dessas réguas. Fazer uso do espaço reservado a comentários.

**2 – Deslizamento das margens:** Se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar a existência real ou potencial de desmoronamento.

**3 – Percolações:** Sinais aparentes de percolação, ex.:surgências. Especificar e quantificar.

**4 – Erosões:** Verificar se há algum tipo de erosão que transporte material para dentro do reservatório. Especificar e localizar.

**5 – Debris:** Verificar a presença de entulho ou de qualquer outro material. Especificar e localizar.

**6 – Construções em áreas de proteção:** Às vezes são construídas, na área de proteção, algumas estruturas para lazer, criação de animais ou mesmo para moradia. Essas construções devem ser reportadas e especificadas.

**7 – Excessiva sedimentação:** O transporte de material para dentro do reservatório causa o seu assoreamento que, em geral, é verificado com precisão por meio de batimetria do lago. Na inspeção informar se há informação a esse respeito.

**8 – Vegetação subaquática excessiva:** Vegetação aquática excessiva é sinônimo de desequilíbrio biológico no reservatório. Especificar o grau de cobertura vegetal da superfície d'água e o tipo de planta.

## **K. OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES**

Ao preencher a Ficha de Inspeção, é possível que algum elemento estrutural e alguma anomalia não estejam contemplados nos diversos quadros detalhados. Como sugestão, quando da identificação dessas situações, registrá-las no item **OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES**. A colaboração do responsável pelo preenchimento deste item da ficha é extremamente importante no sentido de aprimorar a inspeção, reforçando sua credibilidade e demonstrando a abrangência do trabalho realizado.

## **L. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES**

Ainda, no item **SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES** devem ser registradas todas as sugestões e recomendações que possam melhorar a realização da inspeção e a própria ficha, assim como tudo que possa ser útil à operação, à manutenção e à segurança da barragem.

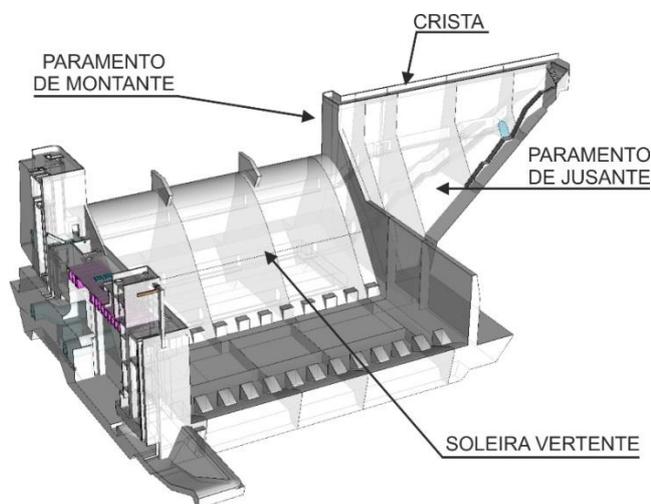
### 1.1.4 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO (BC)

No preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem de Concreto deve ser feito um **X** nas colunas correspondentes à **SITUAÇÃO** e à **MAGNITUDE** da anomalia que possa estar ocorrendo em relação ao item examinado. Na coluna **NP** deve-se preencher um número de 0 a 3 que correspondente à graduação do **NÍVEL DE PERIGO**.

A Figura 1.20 ilustra uma panorâmica das componentes de uma barragem de concreto.

A ficha de inspeção contém nas tabelas os seguintes códigos em sua primeira coluna:

- tabelas B1 a B5 correspondentes à inspeção da barragem, designadamente B.1- Paramento de Montante, B.2- Crista, B.3 – Paramento de Jusante, B.4 – Estrutura Vertente, B.5 – Galeria de Drengem e injeção, B.6 - Instrumentação;
- tabelas C1 a C5 correspondentes à inspeção do vertedouro, designadamente C.1- Canais de Aproximação e Restituição, C.2 - Estrutura Vertente, C.3 - Comportas do Vertedouro, C.4 - Muros Laterais, C.5 – Rápido/Bacia Amortecedora;
- tabelas D1 a D5 correspondentes à inspeção da tomada d'água, designadamente, D.1. - Acionamento, D.2. - Comportas, D.3 – Poço de Acionamento, D.4. – Boca de entrada e *Stop-Log*, D.5 Galeria da Tomada de Água, D.6 – Estrutura de Saída;
- tabela E - Reservatório;
- tabela F- Região a Jusante da Barragem;
- tabela G – Medidor de Vazão.



**Figura 1.20. Panorâmica das componentes de uma barragem de concreto. Soleira vertente. (Fonte: COBA, S.A.)**

**Comentários:** *Este espaço, constante em todas as fichas, é reservado para que o responsável pelo preenchimento da Ficha de Inspeção faça comentários e observações que venham a esclarecer possíveis dúvidas quando de seu preenchimento. Além das sugestões e comentários já inseridos no corpo deste manual, outras informações são importantes no sentido de que se tenha um quadro real da situação da barragem objeto da inspeção.*

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.</b>	<b>BARRAGEM</b>													
<b>B.1</b>	<b>Paramento de Montante</b>													
1	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Abertura de juntas de dilatação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Presença de vegetação:** Verificar a existência de vegetação no paramento de montante, informar a natureza, a densidade e o tamanho da vegetação. Utilizar o espaço para comentários.

**2 – Erosão nos encontros das ombreiras:** Quando do escoamento da água de chuva, principalmente, é possível o aparecimento de erosão no encontro da estrutura da barragem com as ombreiras. Se for conveniente, usar o espaço reservado a comentários para que fique bem definida a intensidade ou o grau de erosão.

**3 – Ocorrência de fissuras no concreto:** Verificar a presença de fissuras no concreto. Informar no espaço reservado a comentários, o local e densidades das fissuras. Informar se possível, as dimensões, tais como abertura, comprimento, orientação etc., de tal modo que se tenha um registro da anomalia.

**4 – Ferragem do concreto exposta:** Verificar a exposição da ferragem da estrutura de concreto. Informar localização e grau de exposição.

**5 – Deterioração da superfície do concreto:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto no paramento de montante. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

**6 – Abertura de juntas de dilatação:** Verificar a integridade das juntas de dilatação. Identificar o local e a intensidade do dano.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.2</b>	<b>Crista</b>													
1	Movimentos diferenciais entre blocos (nas juntas)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Desalinhamento e corrosão no parapeito (guarda-corpo)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Corrosão nos postes de iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Corrosão no pórtico	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Movimentos diferenciais entre blocos (nas juntas):** Verificar e identificar qualquer movimento entre blocos de concretos, que caracterize movimentos diferentes, ou seja, blocos se movimentam em direções diferentes. Registrar.

**2 – Ocorrência de fissuras no concreto:** Verificar a presença de fissuras no concreto. Informar no espaço reservado a comentários o local e densidades das fissuras. Informar, se possível, as dimensões, tais como: abertura, comprimento, orientação etc., de tal modo que se tenha um registro da anomalia.

**3 – Ferragem do concreto exposta:** Verificar a exposição da ferragem da estrutura de concreto. Informar localização e grau de exposição.

**4 - Deterioração da superfície do concreto:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto na crista da barragem. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

**5 – Juntas de dilatação danificadas:** Verificar a integridade das juntas de dilatação. Identificar local e a intensidade do dano.

**6 – Desalinhamento e corrosão no parapeito (guarda corpo):** Verificar a integridade do guarda corpo, se há corrosão que venha a comprometer a segurança. Observar o alinhamento do guarda corpo.

**7 – Corrosão nos postes de iluminação:** Verificar a integridade dos postes de iluminação (se houver). Informar se nunca existiram postes de iluminação. Registrar postes danificados.

**8 – Corrosão no pórtico:** Verificar a integridade dos pórticos. Identificar locais de corrosão. Usar espaço destinado a comentários para localizar as anomalias identificadas.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.3</b>	<b>Paramento de Jusante</b>													
1	Sinais de movimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Juntas de dilatação danificadas (infiltrações)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Sinais de movimentos:** Verificar e identificar qualquer sinal que identifique movimento na barragem. Registrar.

**2 – Ocorrência de fissuras no concreto:** Verificar a presença de fissuras no concreto. Informar no espaço reservado a comentários o local e densidades das fissuras. Informar se possível, as dimensões, tais como: abertura, comprimento, orientação etc., de tal modo que se tenha um registro da anomalia.

**3 – Ferragem do concreto exposta:** Verificar a exposição da ferragem da estrutura de concreto. Informar localização e grau de exposição.

**4 – Deterioração da superfície do concreto:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto no paramento de jusante. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

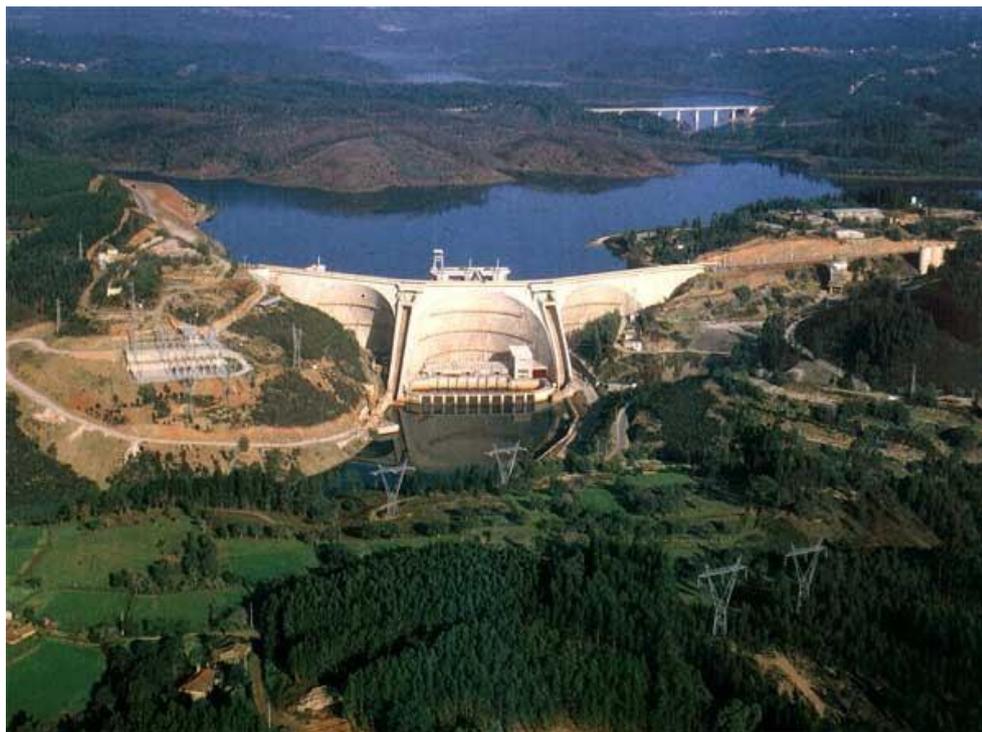
**5 – Juntas de dilatação danificadas (infiltrações):** Verificar a integridade das juntas de dilatação. Identificar local e a intensidade do dano.

**6 – Sinais de percolação ou áreas úmidas:** Verificar a presença de áreas úmidas no paramento de jusante. Verificar e identificar a presença de escoamento pelo paramento. Registrar.

**7 – Carreamento de material na água dos drenos:** Verificar a presença de material transportado pela água dos drenos. Indicar, se possível, aspectos granulométricos, se é argiloso, se é arenoso etc., de tal modo que se possa ter uma ideia da origem de tal material.

**8 – Vazão nos drenos de controle:** Identificar vazão nos drenos de controle. Quantificar de forma aproximada a vazão, quanto à seção de vazão, se está completamente cheia, pela metade, abaixo da metade, apenas um filete d'água etc. Registrar.

A Figura 1.21 apresenta a vista geral do paramento de jusante da barragem de Agueira.



**Figura 1.21. Vista geral do paramento de jusante da barragem de Agueira (Portugal). (Fonte: COBA, S.A.)**

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.4</b>	<b>Estrutura Vertente</b>													
1	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sinais de deslocamentos da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Fissuras (trincas ou rachaduras) nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Erosão nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Deterioração da superfície do concreto dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Ocorrência de buracos na soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Presença de entulho na bacia de dissipação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
15	Presença de vegetação na bacia de dissipação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
16	Erosão na base dos canais (área de restituição)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Fissuras no concreto:** A estrutura vertente pode apresentar fissuras no concreto. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, dimensões e orientação.

**2 – Ferragem do concreto exposta:** Por meio de algum processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição.

**3 – Deterioração da superfície do concreto:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto na estrutura vertente. Identificar local e grau de deterioração. Registrar

**4 – Descalçamento da estrutura:** Por algum processo erosivo ou de fuga de material, pode haver descalçamento da estrutura. Indicar com precisão o local e a dimensão.

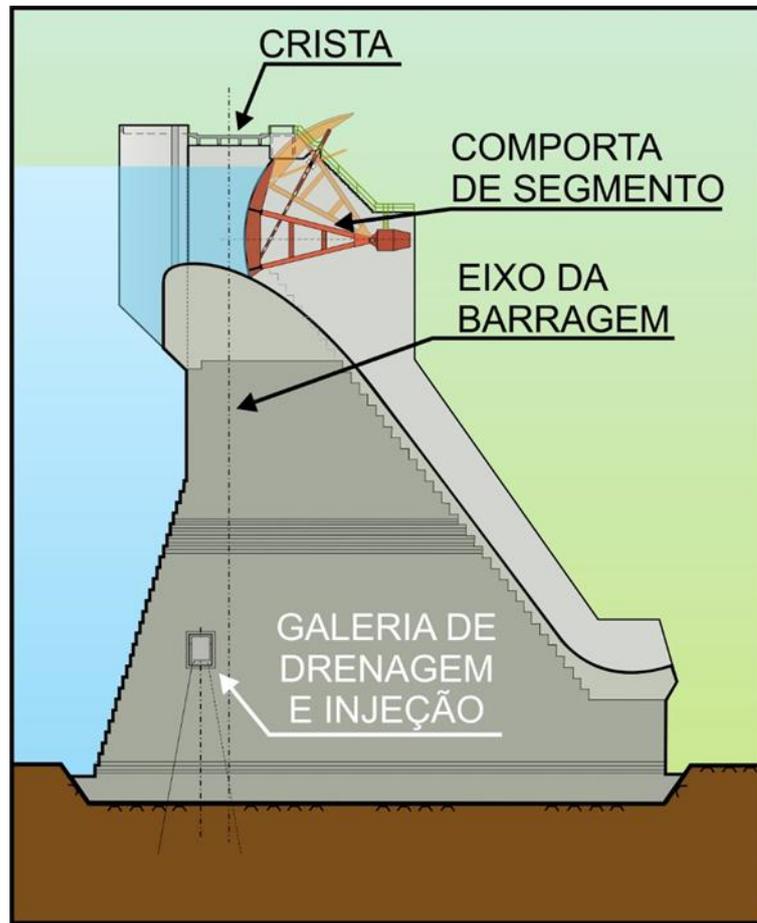
**5 – Juntas de dilatação danificadas:** Por movimentos da estrutura ou por ação externa, é possível que as juntas sejam danificadas. Especificar o grau dos danos, sua localização etc.

**6 – Sinais de deslocamentos da estrutura:** Qualquer sinal de movimento da estrutura deverá ser reportado na ficha de inspeção.

- 7 – Sinais de percolação ou áreas úmidas:** Verificar sinais de percolação ou áreas úmidas na estrutura vertente. Registrar no espaço destinado a comentários.
- 8 – Carreamento de material na água dos drenos:** Verificar carreamento de material na água dos drenos. Se possível, caracterizar de alguma forma o tipo de material transportado.
- 9 – Vazão nos drenos de controle:** Verificar vazão nos drenos de controle. Se possível quantificar de alguma forma. Registrar.
- 10 – Fissuras (trincas ou rachaduras) nos muros laterais:** Em geral, por problemas de arrimo nos muros, é possível aparecerem fissuras no concreto. Estes problemas são importantes para a estabilidade dos muros. Fazer uso do espaço destinado a comentários, para deixar a questão bem esclarecida.
- 11 – Erosão nos muros laterais:** Erosão nos muros laterais pode aparecer, principalmente, devido ao escoamento da água, com alta velocidade. Especificar.
- 12 – Deterioração da superfície do concreto dos muros:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto na estrutura dos muros laterais. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.
- 13 – Ocorrência de buracos na soleira:** Podem aparecer ao final do período de funcionamento buracos no concreto da estrutura vertente. Identificar posição, dimensões tais como diâmetro aproximado, profundidade etc. Registrar.
- 14 – Presença de entulho na bacia de dissipação:** Verificar manutenção e limpeza na bacia de dissipação. Se possível, identificar origem do material. Registrar.
- 15 – Presença de vegetação na bacia de dissipação:** Verificar a existência de vegetação na bacia de dissipação. Identificar o porte da vegetação, se rasteira ou de caule. Registrar.
- 16 – Erosão na base dos canais (área de restituição):** Verificar a presença de erosão na base dos canais de restituição. Registrar local e intensidade.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.5</b>	<b>Galeria de Drenagem e de injeção</b>													
1	Deslocamento diferencial pronunciado entre blocos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Desplacamento do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Deterioração do portão de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Drenos obstruídos no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Drenos obstruídos na fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Precariedade de acesso à galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Falta de manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Falta de iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Falta de ventilação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Presença de pedras, lixo dentro da galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
15	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
16	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
17	Vazão elevada nos drenos de alívio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

A Figura 1.22 apresenta a localização esquemática de uma galeria de drenagem e injeção.



**Figura 1.22. Galeria de drenagem e de injeção.** (Fonte: COBA, S.A.)

- 1 – Deslocamento diferencial pronunciado entre blocos:** Verificar no interior da galeria de inspeção qualquer vestígio de movimentação da estrutura. Indicar local, identificar com precisão a posição da anomalia. Registrar.
- 2 - Deslocamento do concreto:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto na galeria de inspeção. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.
- 3 – Surgência de água no concreto:** Verificar a presença de surgência de água no concreto no interior da galeria de inspeção. Registrar local, definir de algum modo o grau de surgência.
- 4 - Ferragem do concreto exposta:** Por meio de algum processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição.
- 5 – Fissuras no concreto:** A estrutura na galeria de inspeção pode apresentar fissuras no concreto. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, dimensões e orientação.
- 6 – Deterioração do portão de acesso:** Verificar integridade do portão de acesso. Registrar a presença de corrosão, a falta de pintura etc. Usar espaço reservado a comentários.

**7 – Drenos obstruídos no concreto:** Verificar os drenos relativamente à sua obstrução. Definir local e o grau da obstrução. Registrar.

**8 – Drenos obstruídos na fundação:** Verificar os drenos relativamente à sua obstrução. Definir local e o grau da obstrução. Registrar.

**9 – Precariedade de acesso à galeria:** Verificar se o acesso à galeria oferece alguma dificuldade. Identificar dificuldade. Registrar.

**10 – Falta de manutenção:** Verificar, de um modo geral, a manutenção da galeria. Limpeza, acesso, odores, manutenção de um modo geral. Registrar.

**11 – Falta de iluminação:** Verificar iluminação na galeria. A galeria deve permitir acesso a qualquer hora para verificação. Registrar.

**12 – Falta de ventilação:** Verificar ventilação na galeria. Indicar se é inexistente ou deficiente. Em caso de deficiência, indicar de algum modo. Registrar.

**13 – Presença de pedras e lixo dentro da galeria:** Verificar a presença de pedras, lixo, entulho etc., dentro da galeria. Se possível, identificar origem. Registrar.

**14 – Sinais de percolação ou áreas úmidas:** Verificar a presença percolação ou áreas úmidas. Identificar, localizar e, se possível, quantificar. Registrar.

**15 – Carreamento de material na água dos drenos:** Verificar carreamento de material na água dos drenos. De alguma forma, definir a granulometria do material carreado, se argiloso, arenoso etc. Registrar.

**16 – Vazão nos drenos de controle:** Verificar vazão nos drenos de controle. De algum modo, indicar se os drenos estão plenos, pela metade, inferiores à metade ou se existe apenas filete d'água. Registrar.

**17 – Vazão elevada nos drenos de alívio:** Verificar se há vazão elevada nos drenos de alívio. De alguma forma quantificar. Registrar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.6</b>	<b>Instrumentação</b>													
1	Acesso precário aos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Piezômetros entupidos ou defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Marcos de referência danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Medidores de vazão defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Outros instrumentos danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Falta de instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Falta de registo de leituras da instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Acesso precário aos instrumentos:** Algumas barragens, dada a sua importância do ponto de vista de segurança, precisam ser monitoradas constantemente. Instrumentos são instalados na estrutura da barragem e no seu entorno, quer seja nos paramentos, crista, fundação, ombreiras etc., de tal modo que se possa acompanhar o comportamento da barragem e do terreno no seu entorno.

**2 – Piezômetros entupidos ou defeituosos:** Piezômetros são os instrumentos mais comuns e mais simples instalados numa barragem. Servem para medir a pressão d'água, e devem estar limpos, com o topo em perfeitas condições, sem trincaduras aparentes.

**3 – Marcos de referência danificados:** São instrumentos extremamente importantes (apesar de simples) que servem de apoio ao controle de movimento da estrutura.

**4 – Medidores de vazão defeituosos:** A infiltração em uma barragem pode trazer consequências graves para a sua estabilidade. Estes equipamentos servem para medir quanto de água está passando através da barragem ou de sua fundação, ou de ambas.

**5 – Outros instrumentos danificados:** Verificar se algum outro instrumento existente está danificado.

**6 – Falta de instrumentação:** Verificar se algum dos instrumentos previstos no projeto ou existentes anteriormente está faltando.

**7 – Falta de registro de leituras da instrumentação:** Verificar a existência dos registros de leitura dos instrumentos, inclusive dos existentes na galeria de inspeção, que devem estar completos e disponíveis para consulta.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.	VERTEDOURO													
C.1	Canais de Aproximação e Restituição													
1	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Obstrução ou entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desalinhamento dos taludes e muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosões ou escorregamentos nos taludes laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Erosão na base dos canais escavados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Erosão na área a jusante do vertedouro	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Construções irregulares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Presença de vegetação:** É possível o aparecimento de árvores e arbustos nos canais de aproximação e de restituição. Registrar a presença de vegetação, indicando densidade e dimensões. Fazer uso do espaço para comentários.

**2 – Obstrução ou entulhos:** Pode ocorrer queda de barreiras laterais nos canais de aproximação e de restituição, obstruindo o sangradouro. Fazer uso do espaço destinado aos comentários para informar o grau de obstrução.

**3 – Desalinhamento dos taludes e muros laterais:** Com sangradouro em corte elevado, podem aparecer problemas nos taludes do corte. Os muros laterais, por sua vez, podem apresentar desalinhamento, quer seja por problemas na fundação, ou por esforço excessivo sobre os muros pelo solo que tentam conter.

**4 – Ferragem do concreto exposta:** Por meio de algum processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição.

**5 – Erosões ou escorregamentos nos taludes laterais:** Verificar a presença de erosões ou escorregamentos nos taludes laterais. Identificar posição da anomalia. Registrar.

**6 – Erosão na base dos canais escavados:** Canais escavados, dependendo do tipo de material, podem apresentar erosão.

**7 – Erosão na área à jusante do vertedouro:** Na saída do canal de restituição, pode aparecer erosão regressiva, que se desenvolve de jusante para montante, principalmente na base do canal.

**8 – Construções irregulares:** Algumas construções podem ser identificadas nesta situação. São edificações, cercas, estradas, aterros, que certamente apresentam problemas quando o açude está sangrando, ou mesmo não podem permanecer ali por motivos legais. Fazer uso do espaço para comentários, e se possível especificar para cada construção o tipo, a área

construída, proximidade do leito do rio e da barragem, de tal forma que fique caracterizada a posição do imóvel.

A Figura 1.23 apresenta uma vista geral e as estruturas vertentes da barragem de Three Gorges (Três Gargantas), na China.



**Figura 1.23. Vista geral da barragem de Three Gorges (Três Gargantas) China.**  
(Fonte: COBA, S.A.)

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.2</b>	<b>Estrutura Vertente</b>													
1	Fissuras (trincas ou rachaduras) no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sinais de deslocamentos das estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Fissuras (trincas ou rachaduras) nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Deterioração da superfície do concreto dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Fissuras (trincas ou rachaduras) no concreto:** A estrutura vertente pode apresentar fissuras no concreto, principalmente na região das vigas munhão. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, dimensões e orientação. .

**2 – Ferragem do concreto exposta:** Por meio de algum processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição. Registrar.

**3 – Deterioração da superfície do concreto:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto na estrutura vertente. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

**4 – Descalçamento da estrutura:** Por algum processo erosivo ou de fuga de material, pode haver descalçamento da estrutura vertente. Indicar com precisão o local e a dimensão. Registrar.

**5 – Juntas de dilatação danificadas:** Por movimentos da estrutura ou por ação externa, é possível que as juntas sejam danificadas. Especificar o grau dos danos, sua localização etc.

**6 – Sinais de deslocamentos das estruturas:** Qualquer sinal de movimento da estrutura deverá ser reportado na Ficha de Inspeção.

**7 – Fissuras (trincas ou rachaduras) nos muros laterais:** Em geral, por problemas na fundação dos muros, é possível aparecerem fissuras no concreto. Esses problemas são importantes para a estabilidade dos muros. Fazer uso do espaço destinado a comentários, para deixar a questão bem esclarecida.

**8 – Erosão nos contatos dos muros:** Erosão pode aparecer principalmente devido ao escoamento da água de chuva. Especificar.

**9 – Sinais de percolação ou áreas úmidas:** Verificar sinais de percolação de água ou áreas úmidas na estrutura vertente. Identificar local e intensidade da anomalia.

**10 – Carreamento de material na água dos drenos:** Verificar carreamento de material na água dos drenos. De alguma forma, definir a granulometria do material carreado, se é argiloso, arenoso etc. Registrar.

**11 – Vazão nos drenos de controle:** Verificar vazão nos drenos de controle. De algum modo indicar se os drenos estão plenos, pela metade, inferiores à metade ou se existe apenas filete d'água. Registrar.

**12 – Deterioração da superfície do concreto dos muros:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto nos muros laterais. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C. 3</b>	<b>Comportas do Vertedouro</b>													
1	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito das vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeito das rodas (comporta vagão)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeitos nos rolamentos, buchas e retentores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Água estagnada nos braços da comporta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Vegetação sobre a estrutura metálica	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura):** Verificar quanto ao estado de conservação das peças fixas, quanto à corrosão, amassamento de guias e estado geral da pintura (se for o caso). Especificar.

**2 – Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura):** Verificar a estrutura propriamente dita da comporta quanto à corrosão, amassamentos, furos e defeitos na pintura (ou ausência). Especificar local e detalhar.

**3 – Defeito das vedações (vazamento):** Verificar vedações quanto a vazamentos. Especificar locais e intensidade do vazamento.

**4 – Defeito das rodas (comporta vagão):** Verificar sistema de deslizamento das comportas. Se for de rodas, verificar o seu estado quando estiver girando, se possível. Especificar.

**5 – Defeitos nos rolamentos, buchas e retentores:** Verificar defeitos nos rolamentos quanto ao seu funcionamento, ferrugem, corrosão etc. Se houver buchas, verificar a sua integridade, circularidade e espessura não uniforme que indica desgaste etc.

**6 – Defeito no ponto de içamento:** O ponto de içamento da comporta é de vital importância para o seu acionamento. Verificar cuidadosamente quanto a sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste, se a sua fixação na comporta não está comprometida etc. Especificar.

**7 – Água estagnada nos braços da comporta:** Verificar a presença de áreas úmidas. Identificar, localizar e, se possível, quantificar. Registrar.

**8 – Vegetação sobre a estrutura metálica:** Verificar a existência de vegetação. Identificar o porte da vegetação, se rasteira ou de caule. Registrar.

A Figura 1.24 ilustra a descarga no vertedouro da barragem de Itaipu.



**Figura 1.24. Vertedouro da Barragem de Itaipu (Brasil).** (Fonte: COBA, S.A.)

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.4</b>	<b>Muros Laterais</b>													
1	Erosão na fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Fissuras (trincas ou rachaduras) no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferrugem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Erosão na fundação:** Erosão na fundação dos muros laterais atenta contra a sua estabilidade. Especificar, detalhar quanto à sua intensidade. Em geral, por problemas na fundação dos muros, é possível aparecerem fissuras no concreto. Estes problemas são importantes para a estabilidade dos muros. Fazer uso do espaço destinado a comentários, para deixar a questão bem esclarecida.

**2 – Erosão nos contatos dos muros:** Erosão pode aparecer principalmente devido ao escoamento da água de chuva. Especificar.

**3 – Fissuras (trincas ou rachaduras) no concreto:** Os muros podem apresentar fissuras no concreto. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, dimensões e orientação.

**4 – Ferragem do concreto exposta:** Por meio de algum processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição.

**5 – Deterioração da superfície do concreto:** O concreto pode apresentar sinais de fissuras, desgastes etc. Reportar na ficha de inspeção qualquer situação de anormalidade.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.5	Rápido/Bacia Amortecedora													
1	Fissuras (trincas ou rachaduras) no concreto (muro)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ocorrência de buracos na soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Presença de entulho na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Falha no enrocamento de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Presença de vegetação na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Fissuras (trincas ou rachaduras) no concreto (muros):** A bacia amortecedora e os muros laterais podem apresentar fissuras no concreto. Especificar de forma detalhada a localização precisa da anomalia, dimensões e orientação. Registrar.

**2 – Ferragem do concreto exposta:** Por meio de algum processo físico, principalmente, a ferragem do concreto pode ficar exposta. Especificar de forma detalhada tal exposição. Registrar.

**3 – Deterioração da superfície do concreto:** Verificar qualquer alteração na superfície do concreto. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

**4 – Ocorrência de buracos na soleira:** Podem aparecer ao final do período de funcionamento buracos no concreto da bacia amortecedora. Identificar posição, dimensões tais como: diâmetro aproximado, profundidade etc. Registrar.

**5 – Erosão:** Verificar algum tipo de erosão na bacia de amortecimento. Registrar local e intensidade.

**6 – Presença de entulho na bacia:** Verificar a presença de entulho ou qualquer outro material estranho dentro da bacia de amortecimento. Se possível identificar origem. Registrar.

**7 – Falha no enrocamento de proteção:** Verificar falhas no enrocamento de proteção. Quantificar de alguma forma a anomalia. Registrar.

**8 – Presença de vegetação na bacia:** Verificar a presença de algum tipo de vegetação. Identificar se é rasteira, arbustiva e o porte. Quantificar. Registrar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>D.</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA</b>													
<b>D.1</b>	<b>Acionamento</b>													
1	Hastes (travada ou mancál, corrosão e empenamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Corrosão nos mancais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de indicador de abertura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Falha de volante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Hastes (travada no mancál, corrosão e empenamento):** Verificar o acionamento das hastes. Verificar se há algum tipo de retenção que impeça o movimento da haste, se há presença de corrosão ou algum desgaste. O alinhamento da haste deve ser verificado, pois o seu empenamento pode causar a sua retenção e a sua ruptura quando se tentar movimentá-la. Especificar.

**2 – Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores):** Os mancais devem ser verificados quanto à sua fixação (bases), se estão corroídas etc. Especificar.

**3 – Corrosão nos mancais:** Os mancais devem apresentar-se livres de corrosão. Verificar o seu estado de conservação. Especificar.

**4 – Falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal:** Verificar o pedestal quanto á sua fixação (chumbadores), lubrificação, pintura e seu estado geral de conservação. Especificar.

**5 – Falta de indicador de abertura:** Verificar a existência do indicador de abertura. Registrar.

**6 – Falta de volante:** Verificar a existência de volante. Tecer comentários sobre o tempo de ausência do volante se for o caso. Especificar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>D.2</b>	<b>Comportas</b>													
1	Peças fixas (corrosão, amassamento, pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estrutura da comporta (corrosão, amassamento, pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito das vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeito das rodas (comporta vagão, se aplicável)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeito nos rolamentos ou buchas e retentores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Peças fixas (corrosão, amassamento, pintura):** Verificar o estado de conservação das peças fixas, quanto à corrosão, amassamento de guias, estado geral da pintura (se for o caso). Especificar.

**2 – Estrutura da comporta (corrosão, amassamento, pintura):** Verificar a estrutura propriamente dita da comporta quanto à corrosão, amassamentos, furos, defeitos na pintura (ou ausência). Especificar local e detalhar.

**3 – Defeito das vedações (vazamento):** Verificar vedações quanto a vazamentos. Especificar locais e intensidade do vazamento.

**4 – Defeito das rodas (comporta vagão, se aplicável):** Verificar sistema de deslizamento das comportas. Se for de rodas, verificar o seu estado quando estiver girando, se possível. Especificar.

**5 – Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores:** Verificar defeitos nos rolamentos quanto ao seu funcionamento, ferrugem, corrosão etc. Se houver buchas, verificar a sua integridade, circularidade e espessura não uniforme que indica desgaste etc. Especificar.

**6 – Defeito no ponto de içamento:** O ponto de içamento da comporta é de vital importância para o seu acionamento. Verificar cuidadosamente quanto à sua integridade, se há corrosão,

se apresenta algum desgaste e se a sua fixação na comporta não está comprometida etc. Especificar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>D.3</b>	<b>Poço de Acionamento</b>													
1	Falta de guarda-corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Deterioração do guarda-corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da tampa de acesso ao abrigo	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deterioração da tubulação de aeração e <i>By-Pass</i>	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da instalação de controle (pedestal)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Falta de guarda-corpo na escada de acesso:** Verificar se há Guarda corpo na escada de acesso (se existir). Se não há Guarda corpo informar se já houve. Explicar.

**2 – Deterioração do guarda-corpo na escada de acesso:** Verificar estado de conservação do Guarda corpo na escada de acesso. Se possível informar grau de deterioração, falta de pintura etc. Explicar.

**3 – Deterioração da tampa de acesso ao abrigo:** Verificar a existência da tampa de acesso do poço de acionamento. Registrar a existência de corrosão e o estado de conservação da pintura e dobradiças (se houver) etc.

**4 – Deterioração da tubulação de aeração e *By-Pass*:** Verificar estado de conservação da tubulação de aeração e *By-Pass*, pinturas, registros, acoplamentos. Definir grau de deterioração. Usar espaço destinado a comentários.

**5 – Deterioração da instalação de controle (pedestal):** Verificar estado de conservação da instalação de controle. Se possível realizar alguma manobra ou teste desde que não comprometa a operação do sistema. Usar espaço destinado a comentários.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>D.4</b>	<b>Boca de entrada e <i>Stop-Log</i></b>													
1	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Obstrução e entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Ferragem exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deterioração na superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de grade de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeitos na grade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Peças fixas (corrosão, amassamento, pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Estrutura do <i>stop-log</i> (corrosão, amassamento, pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Defeito no acionamento do <i>stop-log</i>	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Assoreamento:** Indicar se há algum tipo de transporte ou acúmulo de material na entrada da caixa de montante. Usar espaço destinado a comentários.

**2 – Obstrução e entulhos:** Verificar se há algum tipo de entulho ou obstrução na entrada da caixa de montante. Especificar.

**3 – Ferragem exposta:** Verificar estado de conservação da estrutura de concreto quanto à existência de ferragem exposta. Indicar localização, extensão e grau de exposição. Usar espaço destinado a comentários.

**4 – Deterioração na superfície do concreto:** Verificar deterioração na superfície da estrutura de concreto. Indicar localização, extensão dos danos. Usar espaço destinado a comentários.

**5 – Falta de grade de proteção:** Verificar a existência da grade de proteção. Identificar se já houve grade de proteção. Usar espaço para comentários.

**6 – Defeitos na grade:** Verificar estado de conservação da grade de proteção, referente à pintura (se for o caso), corrosão, hastes quebradas. Explicar.

**7 – Peças fixas (corrosão, amassamento, pintura):** Verificar estado de conservação das peças fixas, referentes à pintura, corrosão, amassamento de guias, ou qualquer outra anomalia nas partes fixas. Explicar detalhadamente.

**8 – Estrutura do *Stop-Log* (corrosão, amassamento, pintura):** Verificar estrutura do *Stop-Log* quanto à pintura, corrosão, amassamento, ou qualquer outra anomalia existente. Exemplificar.

**9 – Defeito no acionamento do *Stop-Log*:** Verificar estado de conservação e operação no acionamento do *Stop-Log*. Detalhar.

**10 – Defeito no ponto de içamento:** O ponto de içamento o *Stop-Log* é de vital importância para o seu acionamento. Verificar cuidadosamente quanto a sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste e se a sua fixação no *Stop-Log* não está comprometida etc. Especificar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>D.5</b>	<b>Galeria da Tomada de Água</b>													
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Sinais de abrasão ou cavitação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeitos nas juntas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deformação do conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Desalinhamento do conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Corrosão e vazamentos na tubulação:** Verificar com extremo cuidado o estado de conservação da tubulação que compõe a galeria. Identificar com precisão, vazamentos, corrosão, afundamentos ou qualquer outra anomalia que venha a ser constatada. Fazer uso do espaço destinado a comentários.

**2 – Sinais de abrasão ou cavitação:** Materiais arrastados pela corrente líquida podem provocar algum tipo de abrasão na tubulação. Altas velocidades da água podem provocar cavitação na tubulação. Verificar a existência desses dois efeitos do funcionamento incorreto da galeria. Fazer uso do espaço para comentários.

**3 – Defeitos nas juntas:** Verificar o estado de conservação das juntas da tubulação. Se forem soldadas, verificar a espessura do cordão de solda, sua integridade, algum tipo de corrosão etc. Detalhar.

**4 – Deformação do conduto:** Verificar qualquer tipo de deformação na tubulação. Explicar.

**5 – Desalinhamento do conduto:** O desalinhamento do conduto pode comprometer a estabilidade. Identificar possíveis desalinhamentos. Localizar e de algum modo quantificar (ângulo, por exemplo). Detalhar.

**6 – Vazamento nos dispositivos de controle:** Verificar os dispositivos de controle quanto a vazamentos. De alguma forma, quantificar. Detalhar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>D.6</b>	<b>Estrutura de Saída</b>													
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ruídos estranhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Fissuras (trincas ou rachaduras) ou surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Precariedade de acesso (árvores e arbustos)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Construções irregulares a jusante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Falta de drenagem da caixa de válvulas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Presença de entulho dentro da caixa de válvulas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Defeitos na cerca de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Corrosão e vazamentos na tubulação:** Verificar com extremo cuidado o estado de conservação da tubulação na saída. Identificar com precisão: vazamentos, corrosão, afundamentos ou qualquer outra anomalia que venha a ser verificada. Fazer uso do espaço destinado a comentários.

**2 – Ruídos estranhos:** Quando do mau funcionamento dos equipamentos na estrutura de saída, alguns ruídos podem ser ouvidos. Algum objeto preso na saída, gavetas de registros danificadas, sede das gavetas gastas, ou mesmo cavitação etc., podem provocar ruídos estranhos. Tentar identificar com precisão a causa dos ruídos. Detalhar.

**3 – Defeitos nos dispositivos de controle:** Verificar o funcionamento dos dispositivos de controle instalados na saída da galeria. Se possível, identificar o dispositivo e os possíveis defeitos. Detalhar.

**4 – Fissuras (trincas ou rachaduras) ou surgências de água no concreto:** Verificar a presença de fissuras (Figura 1.25) e surgências de água na parte de concreto (se existir). De alguma forma quantificar (por exemplo, somente úmido, com algum filete de escoamento) para que se possa ter uma ideia do grau de surgência. Detalhar.

**5 – Precariedade de acesso (árvores e arbustos):** Verificar a acessibilidade da estrutura de saída. Identificar se é de fácil acesso, se apresenta alguma dificuldade, ou se é de difícil acesso. Detalhar.

**6 – Vazamento nos dispositivos de controle:** Verificar os dispositivos de controle quanto a vazamentos. De alguma forma, quantificar. Detalhar.

**7 – Construções irregulares à jusante:** Verificar a existência de algum tipo de construção que possa comprometer a integridade e o acesso da estrutura de saída. Detalhar.

**8 – Falta de drenagem da caixa de válvulas:** Verificar a caixa das válvulas (se houver) quanto à drenagem, se há algum acúmulo de água. Detalhar.

**9 – Presença de entulho dentro da caixa de válvulas:** Verificar a caixa de válvulas quanto à limpeza. Verificar a presença de lixo, de pedras ou outro material qualquer, estranho ao meio.

**10 – Defeitos na cerca de proteção:** Verificar a existência de cerca de proteção. Seu estado de conservação deve ser reportado. A ausência de estacas e fios de arame devem ser registrados. Detalhar.



**Figura 1.25. Fissura subvertical de origem térmica ( $e = 2,0$  mm), no paramento de jusante de uma barragem gravidade. (Fonte: SBB Engenharia)**

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>E.</b>	<b>RESERVATÓRIO</b>													
1	Réguas danificadas ou faltando	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Construções em áreas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Poluição por esgoto, lixo, pesticida, etc.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Indícios de má qualidade d'água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Desmoronamento das margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Existência de vegetação aquática excessiva	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Desmatamentos na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Presença de animais e peixes mortos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Animais pastando	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Réguas danificadas ou faltando:** As réguas que indicam o nível d'água no reservatório são importantes para o acompanhamento das variações do volume de água. A gestão do reservatório tem por base as leituras dessas réguas. Em geral são mais de um lance de réguas em posições que acompanham o abaixamento do nível d'água. Fazer uso do espaço reservado a comentários.

**2 – Construções em áreas de proteção:** Às vezes são construídas, na área de proteção, algumas estruturas para lazer, criação de animais ou mesmo para moradia. Estas construções devem ser reportadas e especificadas.

**3 – Poluição por esgoto, lixo, pesticidas etc.:** Verificar a existência de algum tipo de lançamento poluidor no reservatório. Especificar e quantificar.

**4 – Indícios de má qualidade d'água:** Registrar a existência de indícios de má qualidade da água do reservatório, como a coloração ou mesmo odor desagradável.

**5 – Erosões:** Verificar se há algum tipo de erosão que transporte material para dentro do reservatório. Especificar e localizar.

**6 – Assoreamento:** O transporte de material para dentro do reservatório causa o seu assoreamento que, em geral, é verificado com precisão por meio de batimetria do lago. Na inspeção informar se há algum vestígio ou informação a respeito.

**7 – Desmoronamento das margens:** Se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar a existência real ou potencial de desmoronamento.

**8 – Existência de vegetação aquática excessiva:** Vegetação aquática excessiva é sinônimo de desequilíbrio biológico no reservatório. Especificar o grau de cobertura vegetal da superfície d'água e o tipo de planta.

**9 – Desmatamentos na área de proteção:** Verificar se há algum tipo de desmatamento na área de proteção do reservatório. Especificar local e dimensão.

**10 – Presença de animais e peixes mortos:** Peixes mortos no reservatório indicam algum desequilíbrio biológico. Informar tipo e, se possível, quantidade aproximada. Outros animais podem aparecer mortos, também, por afogamento. Especificar e quantificar.

**11 – Animais pastando:** A presença de animal pastando na área do reservatório deve ser identificada. Especificar o tipo de animal, quantidade, frequência etc.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>F.</b>	<b>REGIÃO A JUSANTE DA BARRAGEM</b>													
1	Sinais de movimentos na rocha de fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Desintegração / decomposição da rocha	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	<i>Piping</i> nas juntas rochosas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Construções irregulares próximas ao leito do rio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Vazamento (fuga de água) nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Árvores e arbustos na faixa de 10 m do pé da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Sinais de movimentos na rocha de fundação:** Verificar sinais de movimento na rocha de fundação na parte de jusante da barragem. Qualquer anomalia que caracterize mudança no terreno (rocha) natural, reportar detalhadamente. Registrar.

**2 – Desintegração / decomposição da rocha:** É possível, por meio de inspeção puramente visual, identificar rocha em decomposição. Reportar de forma detalhada. Registrar.

**3 – *Piping* nas juntas rochosas:** verificar a presença de *Piping* nas juntas das rochas. Identificar e localizar com precisão.

**4 – Construções irregulares próximas ao leito do rio:** Verificar a construção de qualquer natureza próxima ao leito do rio. Localizar e quantificar, descrevendo o tipo da construção: casa, cercas, currais, tanques etc. Registrar.

**5 – Vazamento (Fuga d'água) nas ombreiras:** É possível o aparecimento de fuga d'água ou umidade excessiva na parte de jusante da barragem. Este fluxo pode ter origem na fundação, nas interfaces concreto/ombreira ou mesmo através do maciço. Fazer uso do espaço destinado a comentários.

**6 – Árvores e arbustos na faixa de 10 m do pé da barragem:** É importante verificar a existência de árvores e arbustos na faixa indicada, pois elas dificultam a inspeção e identificação de problemas à jusante da barragem.

**7 – Erosão nos encontros das ombreiras:** Verificar se há algum tipo de erosão nos encontros das ombreiras à jusante da barragem. Identificar com precisão e quantificar quanto à extensão, profundidade e localização (próxima à base, no meio ou no alto). Registrar.

**8 – Cavernas e buracos nas ombreiras:** É possível o aparecimento de buracos e mesmo cavernas nas ombreiras. Identifique-as. Registrar a dimensão destas anomalias, a presença e intensidade de fluxo de água, bem como a possibilidade do seu crescimento resultar em comunicação com o lago à montante.

A Figura 1.26 apresenta uma vista geral da região a jusante da barragem de Alqueva.



**Figura 1.26. Vista geral da barragem de Alqueva - Região de jusante (Portugal).**  
(Fonte: COBA, S.A.)

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGENS DE CONCRETO (BC)														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>G.</b>	<b>MEDIDOR DE VAZÃO</b>													
1	Ausência da placa medidora de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Corrosão da placa	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeitos no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falta de escala de leitura de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Assoreamento da câmara de medição	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Erosão a jusante do medidor	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**1 – Ausência da placa medidora de vazão:** Verificar a existência da placa medidora de vazão. Verificar também se nunca existiu. Esclarecer.

**2 – Corrosão da placa:** Verificar estado de conservação da placa. Verificar detalhes na escala de medição. Se for o caso, descrever estado da pintura. Detalhar.

**3 – Defeitos no concreto:** Verificar a integridade do concreto. Registrar alguma exposição de ferragem se for o caso. Fissuras (trincas ou fissuras), deslocamentos devem ser registrados. Detalhar.

**4 – Falta de escala de leitura de vazão:** Verificar a existência da escala de leitura. Verificar também se nunca existiu.

**5 – Assoreamento da câmara de medição:** Verificar a presença de material (areia, barro, pedregulho) dentro da câmara de medição. Detalhar.

**6 – Erosão a jusante do medidor:** Verificar se há erosão à jusante do medidor que possa ameaçar a estabilidade da estrutura do medidor. Registrar indicando o porte das erosões e o nível de risco à estrutura.

## H. OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES

Ao preencher a Ficha de Inspeção, é possível que algum elemento estrutural e alguma anomalia não estejam contemplados nos diversos quadros detalhados. Como sugestão, quando da identificação dessas situações, registrá-las no item **OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES**. A colaboração do responsável pelo preenchimento deste item da ficha é extremamente importante no sentido de aprimorar a inspeção, reforçando sua credibilidade e demonstrando a abrangência do trabalho realizado.

## I. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Ainda, no item **SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES** devem ser registradas todas as sugestões e recomendações que possam melhorar a realização da inspeção e a própria ficha, assim como tudo que possa ser útil à operação, à manutenção e à segurança da barragem.

### 1.1.5. FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS

As fichas de inspeção apresentadas foram adaptadas do Relatório de Avaliação e Proposição de Modelo de Ficha de Inspeção Regular de Segurança de Barragem de Selmo Kuperman, Novembro de 2011, e contemplam a Casa de força e Área de montagem, o Descarregador de Fundo, a Eclusa, as Edificações, a Escada de peixes, as Ombreiras, os Pátios, a Plataforma dos transformadores, o Poço de drenagem, o Sistema anti-incêndio, as Paredes corta-fogo, a Bacia de contenção de óleo, a Caixa separadora de óleo, a Subestação, os Túneis, o Vertedouro tulipa.

Essas fichas se aplicam no caso de inspeções em barragem que possuem geração de energia hidrelétrica.

A ficha de inspeção contém nas tabelas os seguintes códigos em sua primeira célula:

- tabelas A1 a A9 correspondentes à inspeção da Casa de Força-Área de Montagem, designadamente A1 – Piso da Sala de Máquinas e Área de Montagem, A2 – Paredes da Casa de Força e Área de Montagem, A.3 – Cobertura da Casa de Força e Área de Montagem, A4 – Galerias – Elétrica, Mecânica, Acesso ao Tubo de Seção Anelar, A5 - Galerias de Drenagem e Injeção, A6 – Instrumentação, A7 – Tubo de Sução, A8 – Acabamento e Instalações , A9 – Canal de Fuga;
- tabela B – Descarregador de Fundo. Galeria;
- tabelas C1 a C6 correspondentes à Eclusa, designadamente C.1- Parte Montante da Câmara, C.2 – Parte Jusante da Câmara, C.3 - Galerias, C.4 – Câmara de Eclusa-Muros, C.5 – Instrumentação, C6 – Pontes sobre a Eclusa;
- tabela D – Edifícios de Comando, Salas, Estação de Tratamento d'Água, Estação de Tratamento de Esgoto, Guarita;
- tabela E – Escada para Peixes;
- tabelas F1 e F2 correspondente às Ombreiras, designadamente F1 – Ombreiras a Montante até 200 m e F2 – Ombreiras a Jusante até 200m;
- tabela G – Pátios;
- tabela H – Plataforma dos Traformadores;
- tabela I – Poço de Drenagem;
- as tabelas J1 a J3 correspondente aos Sistemas Anti-incêndio, designadamente J.1 – Paredes Corta – Fogo, J.2 – Bacia de Contenção, J.3 – Caixa Separadora de Óleo;
- tabela K – Subestação –Acabamentos e Paisagismo;
- tabela L - Túneis;
- tabela M – Vertedouro Tulipa – Galeria de Descarga.

O conteúdo destas Fichas de Inspeção pode ser considerado como mínimo, devendo ser adaptado para cada barragem e usina.

Inspeção efetuada por:		
Data:		
Nível no reservatório:		
Estado do tempo:		
		FOTO

**FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS**

	<b>LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA</b>	<b>SITUAÇÃO</b>								<b>MAGNITUDE</b>				<b>NP</b>
<b>A.</b>	<b>CASA DE FORÇA-ÁREA DE MONTAGEM</b>													
<b>A.1</b>	<b>Piso da Sala de Máquinas e Área de Montagem</b>													
1	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Sinais de movimentação da estrutura de concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deformação de estruturas e tampas metálicas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Movimentação de estruturas e tampas metálicas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Desalinhamentos de corrimãos e estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Corrosão de estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Deterioração da superfície de revestimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS**

	<b>LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA</b>	<b>SITUAÇÃO</b>								<b>MAGNITUDE</b>				<b>NP</b>
<b>A.2</b>	<b>Paredes da Casa de Força e Área de Montagem</b>													
1	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeitos nas juntas de contração	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sinais de deformação ou deslocamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Deformações ou desalinhamento das vigas do pórtico	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS															
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
<b>A.3</b>	<b>Cobertura da Casa de Força e Área de Montagem</b>														
1	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Infiltração de água pela cobertura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Obstrução de calhas e condutores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Impermeabilização danificada	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
<b>Comentários:</b>															

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS															
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
<b>A.4</b>	<b>Galerias - Elétrica, Mecânica, Acesso ao Tubo de Seção, Anelar</b>														
1	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Falta de manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Falta de iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Defeito nas instalações elétricas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
8	Falta de ventilação / Exaustão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
9	Sinais de corrosão em equipamentos mecânicos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
10	Incidência de carbonatação em equipamentos eletromecânicos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
11	Presença de lixo, entulho, pedras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
12	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
<b>Comentários:</b>															

**FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS**

<b>LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA</b>		<b>SITUAÇÃO</b>								<b>MAGNITUDE</b>				<b>NP</b>
<b>A.5</b>	<b>Galerias de Drenagem e Injeção</b>													
1	Indicação de movimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Deterioração do portão de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Drenos obstruídos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Precariedade de acesso à galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Falta de manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Falta de iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Defeito nas instalações elétricas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Falta de ventilação / exaustão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Presença de lixo, entulho, pedras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
15	Carreamento de material nas águas dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
16	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
17	Vazão elevada nos drenos de alívio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>A.6</b>	<b>Instrumentação</b>													
1	Acesso precário aos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Falta de sinalização	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Piezômetros entupidos ou defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Manômetros com sinais de corrosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Marcos de referência danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Tampas de proteção danificadas ou corroídas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Água incidindo sobre medidores triortogonais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Extensômetros de hastes com surgência de água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Medidores de vazão defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Ausência de placa medidora de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Corrosão da placa medidora de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Falta de escala de leitura no medidor de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Assoreamento da câmara de medição	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Outros instrumentos danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
15	Falta de instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
16	Falta de registros de leituras dos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
17	Limpeza deficiente do instrumento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
18	Painéis ou terminais defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>A.7</b>	<b>Tubo de Sucção</b>													
1	Fissuras na estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Desalinhamento das guias comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Corrosão das guias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Deformações das guias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Defeitos nos concretos secundários das guias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Desalinhamento dos trilhos do guindaste	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Corrosão de chumbadores e trilhos do guindaste	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>A.8</b>	<b>Acabamentos e Instalações</b>													
1	Defeitos nos revestimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Manchas de umidade nas paredes	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Fissuras nas alvenarias e revestimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeitos nos caixilhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeitos nos pisos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeitos nas instalações elétricas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Defeitos nas instalações hidráulicas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Defeitos nas instalações sanitárias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>A.9</b>	<b>Canal de Fuga</b>													
1	Taludes íngremes	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Assoreamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Falta de proteção de margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Desmoronamentos de margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosões de margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Desalinhamento de taludes ou muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Construções irregulares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Existência de detritos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Proteção de talude danificada	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>B.</b>	<b>DESCARREGADOR DE FUNDO. GALERIA</b>													
1	Obstrução / entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Assoreamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Existência de habitação animal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Surgências de água em juntas de contração	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.</b>	<b>ECLUSA</b>													
<b>C.1</b>	<b>Parte Montante da Câmara</b>													
1	Fissuras nas estruturas dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Juntas de contração danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Desalinhamento dos blocos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Desalinhamento das guias das comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Defeitos nos concretos secundários das guias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Corrosão nas grades e guarda-corpos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.2</b>	<b>Parte Jusante da Câmara</b>													
1	Fissuras nas estruturas dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Juntas de contração danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Desalinhamento dos blocos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Desalinhamento das guias das comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Defeitos nos concretos secundários das guias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Corrosão nas grades e guarda-corpos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.3</b>	<b>Galerias</b>													
1	Indicação de movimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Deterioração do portão de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Drenos obstruídos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Precariedade de acesso à galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Falta de manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Falta de iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Defeito nas instalações elétricas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Falta de ventilação / exaustão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Presença de lixo, entulho, pedras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
15	Carreamento de material nas águas dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
16	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
17	Vazão elevada nos drenos de alívio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>C.4</b>	<b>Câmara de Eclusa - Muros</b>													
1	Fissuras nas estruturas dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Juntas de contração danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Desalinhamento dos blocos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeitos nos concretos secundários das guias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Corrosão nas grades e guarda-corpos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Infiltração de água pelas paredes	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

**FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS**

	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>C.5</b>	<b>Instrumentação</b>													
1	Acesso precário aos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Piezômetros entupidos ou defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Manômetros com sinais de corrosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Marcos de referência danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Medidores de vazão defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Ausência de placa medidora de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Corrosão da placa medidora de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Falta de escala de leitura no medidor de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Assoreamento da câmara de medição	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Água incidindo sobre medidores triortogonais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Extensômetros de hastes com surgência de água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Falta de sinalização	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Tampas de proteção danificadas ou corroídas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Outros instrumentos danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
15	Falta de instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
16	Falta de registros de leituras dos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
17	Limpeza deficiente do instrumento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
18	Painéis ou terminais defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS															
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
<b>C.6</b>	<b>Pontes sobre a Eclusa</b>														
1	Fissuras na estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Armadura e/ou cabos expostos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Defeitos no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Deformações da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Drenagem ineficiente	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
8	Defeitos no guarda-corpo	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
9	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
<b>Comentários:</b>															

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS															
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
<b>D.</b>	<b>EDIFÍCIO DE COMANDO, SALAS, ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA, ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO, GUARITA</b>														
1	Armadura exposta ou sinais de corrosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Deterioração da superfície de revestimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Fissuras na alvenaria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Defeitos em instalações hidro sanitárias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Defeitos nos caixilhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
8	Defeitos nas esquadrias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
9	Falhas na iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
10	Defeitos nas instalações elétricas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
11	Existência de habitação animal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
12	Existência de detritos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
<b>Comentários:</b>															

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>E.</b>	<b>ESCADA PARA PEIXES</b>													
1	Fissuras nas estruturas dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Armadura exposta ou sinais de corrosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Desalinhamento dos blocos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Desalinhamento das guias das comportas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Defeitos nos concretos secundários das guias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Corrosão nas grades e guarda-corpos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Surgências de água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>F.</b>	<b>OMBREIRAS</b>													
<b>F.1</b>	<b>Ombreiras a Montante até 200 m</b>													
1	Desmatamento na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desmoronamentos das margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Assoreamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Erosões nos encontros barragem / ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Fissuras nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>F.2</b>	<b>Ombreiras a Jusante até 200 m</b>													
1	Desmatamento na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desmoronamentos das margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Fissuras nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Surgências de água e manchas de umidade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>G.</b>	<b>PATIOS</b>													
1	Sinais de desmoronamentos de taludes de cortes	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Sinais de desmoronamentos de taludes de aterros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Falta de drenagem ou ineficiência do sistema	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Má conservação de canteiros e jardins	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Má conservação de vias internas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Má conservação do sistema de iluminação externa	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Falta de manutenção de ETA e ETE	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Áreas úmidas / encharcadas ou alagadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Surgências de água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>H.</b>	<b>PLATAFORMA DOS TRANSFORMADORES</b>													
1	Existência de fissuras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Existência de desalinhamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Existência de detritos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Existência de depressões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Drenagem inadequada	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Pavimento danificado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>I.</b>	<b>POÇO DE DRENAGEM</b>													
1	Armadura exposta ou sinais de corrosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Escada de acesso danificada ou precária	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Existência de habitação animal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Existência de detritos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>J.</b>	<b>SISTEMAS ANTI-INCÊNDIO</b>													
<b>J.1</b>	<b>Paredes Corta-Fogo</b>													
1	Existência de detritos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Fissuras na parede	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Sinais de deslocamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Existência de danos na parede	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS															
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
<b>J.2</b>	<b>Bacia de Contenção</b>														
1	Sistema de escoamento danificado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
<b>Comentários:</b>															

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS															
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
<b>J.3</b>	<b>Caixa Separadora de Óleo</b>														
1	Existência de detritos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
<b>Comentários:</b>															

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS															
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
<b>K.</b>	<b>SUBESTAÇÃO - ACABAMENTOS E PAISAGISMO</b>														
1	Árvores e arbustos - necessidade de podas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Gramado sem manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Defeitos nos alambrados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Defeitos na pavimentação dos acessos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Defeitos na pavimentação interna	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Falta ou defeito de sinalização de advertência	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Falta ou defeito na iluminação da subestação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
<b>Comentários:</b>															

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>L.</b>	<b>TÚNEIS</b>													
1	Blocos de rocha aparentemente soltos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Deformações visíveis	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Movimentação de tirantes e/ou chumbadores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Corrosão de cabeças de tirantes e/ou chumbadores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeitos no concreto projetado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Armaduras expostas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Infiltração de água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Drenagem ineficiente	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Obstrução / entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Iluminação deficiente	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Ventilação ineficiente	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Existência de habitação animal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS														
	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
<b>M.</b>	<b>VERTEDOIRO TULIPA - GALERIA DE DESCARGA</b>													
1	Obstrução / entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Assoreamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Armadura exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Existência de habitação animal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Surgências de água em juntas de contração	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
<b>Comentários:</b>														

## N. OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES

Ao preencher a Ficha de Inspeção, é possível que algum elemento estrutural e alguma anomalia não estejam contemplados nos diversos quadros detalhados. Como sugestão, quando da identificação dessas situações, registrá-las no item **OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES**. A colaboração do responsável pelo preenchimento deste item da ficha é

extremamente importante no sentido de aprimorar a inspeção, reforçando sua credibilidade e demonstrando a abrangência do trabalho realizado.

## **O. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES**

Ainda, no item **SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES** devem ser registradas todas as sugestões e recomendações que possam melhorar a realização da inspeção e a própria ficha, assim como tudo que possa ser útil à operação, à manutenção e à segurança da barragem.



## 1.2 EXTRATO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR

### DADOS GERAIS

- 1- Nome da Barragem: .....
- 2 - Coordenadas: Latitude ..... (S) (N) Longitude ..... (E) (O) Datum: .....
- 3 - Município/Estado: .....
- 4 - Data da Vistoria: ..... Vistoria N°: .....
- 5 - Bacia hidrográfica: ..... Sub-bacia: ..... Curso d'água barrado: .....
- 6 - Cota do reservatório no dia de inspeção: .....
- 7 - NA (Nível de água) de jusante: .....
- 8 - Altura da barragem: .....
- 9 - Volume de água no reservatório: .....
- 10 - Periodicidade da inspeção regular: .....
- 11 - Empreendedor: .....

**Tipo de Barragem:**  Terra  Concreto  Enrocamento

**Com geração de energia eléctrica:**  Sim (potência instalada)  Não

**Nível de Perigo Atual:**  Normal  Atenção  Alerta  Emergência

### I-Anomalias Identificadas

Código: ..... Situação:  Magnitude  Nível de perigo Foto: .....

Outras anomalias: .....

### II-Necessidade de Reparos ou Inspeção Especial:

Sim  Não

### III-Observações: .....

Informação relevante

### Identificação do Avaliador

Nome: .....

Cargo: .....

CREA n°: ..... ART n°: .....

**Assinatura:** .....

**Instrução de preenchimento (ficha exigida somente aos empreendedores fiscalizados pela ANA):**

I- O código corresponde à localização e tipo de anomalia. Exemplo.II: Localização-medidor de vazão e Anomalia-ausência de placa medidora.

-Preencher situação, magnitude e nível de perigo de acordo com o avaliado no relatório de inspeção regular e na ficha de inspeção.

II-A definição do nível de perigo da barragem deve ser efetuada com base na proposta apresentada no item 4.5 e que consta do relatório de inspeção.

III- A colocação da foto é obrigatória sempre que a situação da anomalia for PV-Anomalia constatada pela Primeira Vez, DI-Anomalia Diminuiu, PC-Anomalia Permaneceu Constante, e AU-Anomalia Aumentou

IV-Transcrever, quando houver, as necessidades de reparo ou de inspeção especial descrita no relatório de inspeção regular.

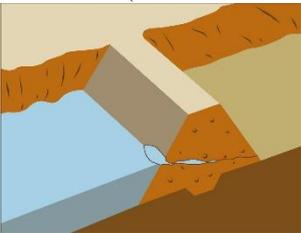
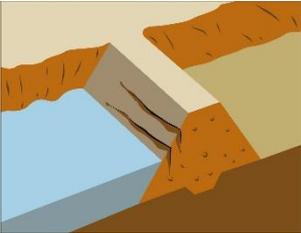
## **ANEXO 2. AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS MAIS GRAVES**

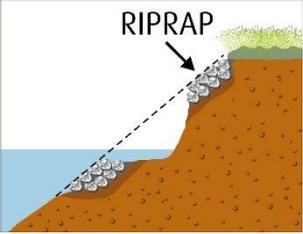
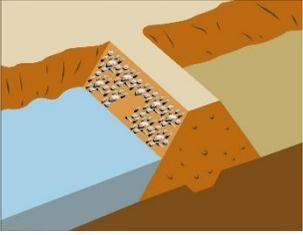
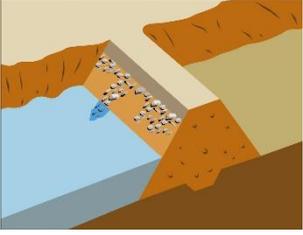
Apresenta-se em seguida uma listagem das anomalias mais graves que ocorrem no talude de montante, no talude de jusante, na crista de barragens de terra, enrocamento e concreto, e nas suas estruturas auxiliares, com a seguinte ordem e codificação:

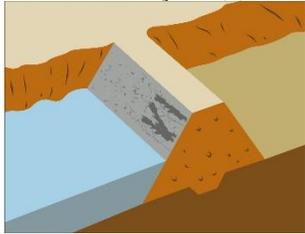
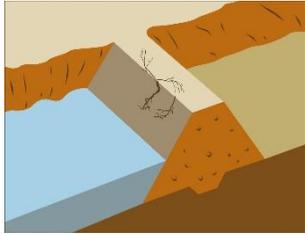
- BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE MONTANTE **(BT1)**
- BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE JUSANTE **(BT2)**
- BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA **(BT3)**
- BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – INFILTRAÇÕES E FUGAS (SURGÊNCIAS) DE ÁGUA NA BARRAGEM **(BT4)**
- BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOIRO **(BT5)**
  
- BARRAGENS DE CONCRETO – CRISTA **(BC1)**
- BARRAGENS DE CONCRETO – PARAMENTO DE MONTANTE **(BC2)**
- BARRAGENS DE CONCRETO – PARAMENTO DE JUSANTE **(BC3)**
- BARRAGENS DE CONCRETO – GALERIAS E POÇOS INTERNOS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO **(BC4)**
- BARRAGENS DE CONCRETO – TALUDES DE ROCHAS E OMBREIRAS **(BC5)**
- VAZAMENTO NA VÁLVULA **(BC6)**
- FALHAS DE COMPORTA **(BC7)**

Para cada anomalia, devidamente numerada, faz-se uma análise da sua causa provável, possíveis consequências e das ações corretivas.

As fichas das anomalias são uma adaptação das constantes do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens do Ministério da Integração Nacional, 2002, com exceção das fichas das anomalias das barragens de concreto que foram especificamente preparadas para completar esta lista.

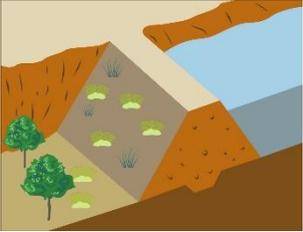
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - TALUDE DE MONTANTE (BT1)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>EROSÕES (SUMIDOUROS) (1)</p> 	<p>1. Erosão interna ou <i>Piping</i> do maciço ou fundação da barragem dá origem a um sumidouro.</p> <p>2. O desabamento de uma caverna criada pela erosão pode resultar num sumidouro.</p> <p>3. Um pequeno furo na parede da tubulação da tomada d'água pode ocasionar um sumidouro. Água barrenta na saída à jusante indica o desenvolvimento de erosão na barragem.</p>	<p><u>Perigo Extremo</u></p> <p>O <i>Piping</i> pode esvaziar o reservatório através de um pequeno furo na parede da tubulação ou pode provocar a ruptura de uma barragem, quando os canais formados pela erosão regressiva atravessam o maciço ou a fundação.</p>	<p>Inspecionar outras partes da barragem procurando infiltrações ou mais sumidouros. Identificar a causa exata do sumidouro. Examinar a água que sai à jusante, por fuga ou percolação, para verificar se ela está suja. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
<p>FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS) (2)</p> 	<p>Uma porção do maciço moveu-se devido à perda de resistência, ou a fundação pode ter-se movido causando um deslocamento no maciço</p>	<p><u>Perigo Extremo</u></p> <p>Indica o início de um deslizamento ou recalque do maciço causado pela ruptura da fundação.</p>	<p>Dependendo do volume de maciço envolvido, baixar o nível do reservatório. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
<p>DESLIZAMENTOS, AFUNDAMENTOS OU ESCORREGAMENTOS (3)</p> 	<p>Terra ou pedras deslizaram pelo talude devido à sua inclinação exagerada ou ao movimento da fundação. Examinar a ocorrência de movimentos de terra, na bacia do reservatório, produzidos por deslizamentos.</p>	<p><u>Perigo Extremo</u></p> <p>Uma série de deslizamentos pode provocar a obstrução da tomada d'água ou ruptura da barragem.</p>	<p>Avaliar a extensão do deslizamento. Monitorar o escorregamento e baixar o nível do reservatório se a segurança da barragem estiver ameaçada. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - TALUDE DE MONTANTE (BT1)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>EROSÕES/ESCORREGAMENTOS/TALUDES ÍNGREMES E BANCADAS DE ESCAVAÇÃO (4)</p> 	<p>Ação das ondas e recalques locais causam ao solo e às rochas erosão e escorregamentos para a parte inferior do talude, formando assim uma bancada de escavação.</p>	<p>A erosão diminui a largura e possivelmente a altura do maciço, o que poderá conduzir ao aumento da percolação ou ao transbordamento da barragem.</p>	<p>Determinar as causas exatas da formação das bancadas de escavação. Executar os trabalhos necessários para restaurar o maciço, devolvendo as suas inclinações originais e providenciar a proteção adequada para o mesmo.</p>
<p>RIP RAP INCOMPLETO, DESTRUÍDO OU DESLOCADO (5)</p> 	<p>Deterioração de <i>Rip-Rap</i> de má qualidade. A ação das ondas deslocou o <i>Rip-Rap</i>. Pedras redondas ou de mesmo tamanho rolaram talude abaixo.</p>	<p>Ação das ondas nestas áreas desprotegidas diminui a largura do maciço da barragem.</p>	<p>Restabelecer o talude normal. Refazer corretamente o <i>Rip-Rap</i>.</p>
<p>EROSÃO POR TRÁS DO RIP-RAP MAL GRADUADO (6)</p> 	<p>Pedras de tamanhos aproximadamente iguais permitem que as ondas passem entre elas e venham a erodir a camada intermediária de proteção, se esta não for bem graduada, e o solo do maciço subjacente.</p>	<p>O solo do maciço é erodido por trás do <i>Rip-Rap</i>. Isto permite que o <i>Rip-Rap</i> recalque, fornecendo uma menor proteção e diminuindo a largura da barragem.</p>	<p>1. Restabelecer uma proteção eficiente do talude. 2. Um engenheiro deve especificar o tamanho e a graduação das pedras do <i>Rip-Rap</i> e da camada intermediária de proteção.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

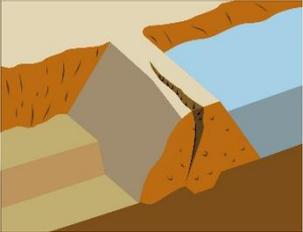
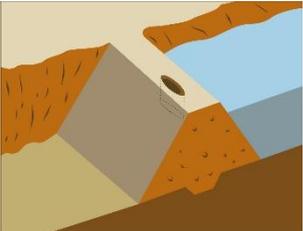
<b>BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - TALUDE DE MONTANTE (BT1)</b>			
<b>ANOMALIA</b>	<b>CAUSA PROVÁVEL</b>	<b>POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA</b>	<b>AÇÕES CORRETIVAS</b>
FISSURA NA FACE DE CONCRETO OU DETERIORAÇÃO (7) 	Concreto deteriorado devido ao intemperismo. Material de preenchimento das juntas deteriorado ou removido.	Solo subjacente ao revestimento de concreto pode ser erodido, descalçando as placas e acelerando o processo de deterioração.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar a causa. Reparar com argamassa ou contatar engenheiro para métodos de reparos permanentes.</li> <li>2. Se o dano for extenso, um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devam ser tomadas.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
FISSURAS (RACHADURAS) DEVIDO AO RESSECAMENTO (8) 	O solo perde a umidade e sofre contração, causando as fissuras pronunciadas (rachaduras), geralmente vistas na crista e talude de jusante.	Chuvas fortes podem encher as fissuras e causar o movimento de pequenas partes do maciço.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitorar fissuras (rachaduras) para o aumento no comprimento, largura e profundidade.</li> <li>2. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devam ser tomadas.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - TALUDE DE JUSANTE (BT2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>ESCORREGAMENTO/DESLIZAMENTO/ ENCHARCAMENTO (1)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta ou perda de resistência do material do maciço da barragem.</li> <li>2. A perda de resistência pode ser atribuída à infiltração de água no maciço ou falta de suporte da fundação.</li> </ol>	<p><u>Perigo Extremo</u> Deslizamento do maciço atingindo a crista ou o talude de montante reduzindo a folga. Pode resultar no colapso do maciço ou transbordamento.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medir a extensão e o deslocamento do escorregamento.</li> <li>2. Se o movimento continuar, começar a baixar o nível d'água até parar o movimento.</li> <li>3. Um engenheiro qualificado deve inspecionar imediatamente a barragem e orientar as ações a serem tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>FISSURAS (RACHADURAS) TRANSVERSAIS (2)</p> 	<p>Recalque diferenciado do maciço da barragem também provoca fissuras pronunciadas (rachaduras) transversais. Por exemplo: o centro recalcando mais que as ombreiras.</p>	<p><u>Perigo</u> Fissuras pronunciadas devido a recalques ou retração podem provocar infiltrações da água do reservatório através da barragem.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se necessário, obstruir a fissura do talude de montante para prevenir a passagem de água do reservatório.</li> <li>2. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>AFUNDAMENTOS /COLAPSO (3)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de uma compactação adequada.</li> <li>2. Tocas de animais.</li> <li>3. <i>Piping</i> através do maciço ou fundação.</li> </ol>	<p><u>Perigo</u> Indicação de possível erosão do maciço.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar e reparar os buracos internos criados por roedores.</li> <li>2. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

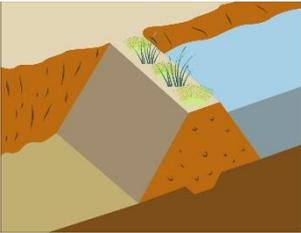
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - TALUDE DE JUSANTE (BT2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
FISSURAS (RACHADURAS) LONGITUDINAIS (4) 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Ressecamento</i> ou retração do material de superfície.</li> <li>2. Deformação para jusante devido ao recalque do maciço.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pode ser aviso de um futuro deslizamento.</li> <li>2. Recalques ou deslizamentos mostrando a perda de resistência da barragem podem provocar a sua ruína.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se as fissuras (rachaduras) são de ressecamento, cubra a área com material bem compactado para manter a superfície seca e a umidade natural.</li> <li>2. Se as fissuras (rachaduras) são extensas, um engenheiro qualificado deve inspecionar o problema e recomendar outras ações a serem tomadas.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
AFUNDAMENTOS (localizados) (5) 	Resultante de erosão que descalçou uma parte do talude. Também pode ser encontrado em taludes muito íngremes	Pode expor zonas impermeáveis à erosão e levar a novos afundamentos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspecionar a área em busca de infiltração.</li> <li>2. Monitorar para verificar o prosseguimento da ruptura.</li> <li>3. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
EROSÃO (6) 	Águas de chuvas carregam material da superfície do talude produzindo valas de erosão.	Pode ser perigosa se não for contida. Erosões podem provocar deterioração do talude de jusante e, posteriormente, a ruptura do maciço.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O método preferido de proteção de áreas erodidas é a colocação de enrocamento ou <i>Rip-Rap</i>.</li> <li>2. Refazer a grama de proteção se o problema for detectado no início.</li> </ol>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - TALUDE DE JUSANTE (BT2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>ÁRVORES/ARBUSTOS (7)</p> 	Vegetação natural da área.	Raízes profundas podem criar caminhos para passagem de água. Arbustos podem dificultar inspeções visuais e abrigar roedores.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remover as árvores de raízes profundas e arbustos do maciço e nas proximidades.</li> <li>2. Erradicar vegetação no maciço que dificulte as inspeções visuais.</li> </ol>
<p>ATIVIDADES DE ANIMAIS E INSETOS (8)</p> 	Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e cavernas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros. Certos <i>habitat</i> , com alguns tipos de plantas e árvores, próximos ao reservatório encorajam estes animais e insetos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cria passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes, o que poderá provocar rupturas localizadas.</li> <li>2. Pode reduzir o caminho de percolação da água e provocar <i>Piping</i>. Se os túneis atravessam a maior parte do maciço podem levar a ruptura da barragem.</li> <li>3. Especialmente perigoso se os furos penetram abaixo da linha freática. Durante os períodos de elevação do nível do reservatório, o caminho de percolação pode ficar muito reduzido, o que facilitaria a ocorrência de <i>Piping</i>.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos.</li> <li>2. Aterrar buracos existentes, com material adequado e bem compactado.</li> <li>3. Eliminar <i>habitat</i> favoráveis ao desenvolvimento de espécies nocivas.</li> </ol>
<p>TRÁFEGO DE ANIMAIS E GADO (9)</p> 	Tráfego excessivo de animais especialmente danoso quando o talude está molhado.	Cria áreas sem proteção contra erosão. Permite que a água se acumule em determinados locais. Área suscetível a fissuras por ressecamento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cercar a área da barragem.</li> <li>2. Reparar a proteção contra erosão com <i>Rip-Rap</i> ou grama.</li> </ol>

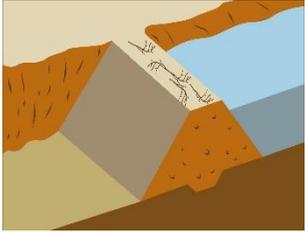
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
FISSURA (RACHADURA) LONGITUDINAL (1)  	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Assentamentos diferentes entre seções adjacentes ou zonas do maciço da barragem.</li> <li>2. Falha na fundação causando perda de estabilidade.</li> <li>3. Estágios iniciais de deslizamentos do maciço.</li> </ol>	<u>Perigo</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cria local de pouca resistência no interior da barragem, que pode ser o ponto de início de um futuro movimento, deformação ou ruptura do maciço.</li> <li>2. Cria uma passagem da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação da área adjacente, o que poderá provocar uma ruptura localizada.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar a fissura e cuidadosamente anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Imediatamente demarcar os limites da fissura. Monitorar frequentemente.</li> <li>2. Um engenheiro deve determinar a causa da fissura e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema.</li> <li>3. As fissuras da superfície da crista devem ser seladas para prevenir infiltração da água superficial.</li> <li>4. Continuar monitorando rotineiramente a crista para identificar indícios de fissuras.</li> </ol> EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

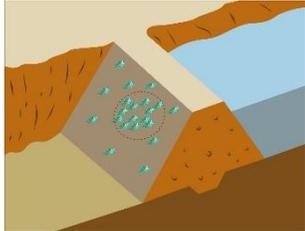
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>DESLOCAMENTO VERTICAL (2)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Movimento vertical entre seções adjacentes do maciço da barragem.</li> <li>2. Deformação ou falha estrutural causados por instabilidade estrutural ou falha na fundação.</li> </ol>	<p><u>Perigo Extremo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cria uma área local de pouca resistência no interior do maciço que pode causar futuros movimentos.</li> <li>2. Ruptura do maciço.</li> <li>3. Cria um ponto de entrada para a água superficial que futuramente poderá contribuir na ruptura do maciço.</li> <li>4. Reduz a seção transversal efetiva da barragem.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuidadosamente inspecionar o deslocamento e anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes.</li> <li>2. Um engenheiro deve imediatamente determinar a causa do deslocamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema.</li> <li>3. Escavar a área até o fundo do deslocamento. Preencher a escavação usando material adequado e técnicas de construção corretas, sob a supervisão de um engenheiro.</li> <li>4. continuar a monitorar a área rotineiramente para verificar indícios de futuras fissuras ou movimento.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
<p>DESABAMENTOS NA CRISTA (3)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atividade de roedores.</li> <li>2. Furos na tubulação da tomada d'água estão causando erosão do material do maciço da barragem.</li> <li>3. Erosão interna ou <i>Piping</i> do material do maciço devido à infiltração.</li> <li>4. Carreamento de argila dispersiva no interior do maciço, pela água de percolação.</li> </ol>	<p><u>Perigo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vazios dentro da barragem podem causar desabamentos, deslizamentos, instabilidade, ou reduzir a seção transversal do maciço da barragem.</li> <li>2. Ponto de entrada para água superficial.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuidadosamente inspecionar o desabamento e anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes.</li> <li>2. Um engenheiro deve determinar a causa do desabamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema.</li> <li>3. Escavar a área que desabou, taludando os lados, e preencher o buraco com material adequado usando técnicas de construção adequadas, sob a supervisão de um engenheiro.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
FISSURAS TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS (4) 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Movimentos desiguais das partes adjacentes do maciço.</li> <li>Deformação causada por tensões ou instabilidade do maciço</li> </ol>	<u>Perigo</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>Pode criar um caminho para infiltração na direção transversal do maciço.</li> <li>Cria área de baixa resistência no interior do maciço. Daí poderá se iniciar futura deformação, movimento ou ruptura.</li> <li>Permite um ponto de entrada para água de escoamento superficial.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Inspecionar a fissura e cuidadosamente anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Imediatamente demarcar os limites da fissura. Monitorar frequentemente.</li> <li>Um engenheiro deve determinar a causa da fissura e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema.</li> <li>Escavar a crista ao longo da fissura até ultrapassar o fundo da fissura. Preencher a escavação usando material adequado e técnicas de construção corretas, sob a supervisão de um engenheiro. Isso irá selar a fissura contra infiltração e escoamento superficial.</li> <li>Continuar monitorando rotineiramente a crista para verificar indícios de fissuras.</li> </ol> <b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b>
CRISTA DESALINHADA (5) 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Movimentos entre partes adjacentes do maciço.</li> <li>Deformação estrutural ou ruptura próxima à área do desalinhamento.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Desalinhamento é normalmente acompanhado de depressões na crista que reduzem a folga ao transbordamento.</li> <li>Pode produzir áreas localizadas de baixa resistência do maciço que pode provocar ruptura do maciço.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Instalar marcos na crista para determinar a exata localização e extensão do desalinhamento na crista.</li> <li>Um engenheiro deve determinar a causa do desalinhamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema.</li> <li>Após as medidas remediadoras, monitorar periodicamente os marcos da crista para detectar possíveis movimentos futuros.</li> </ol> <b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b>

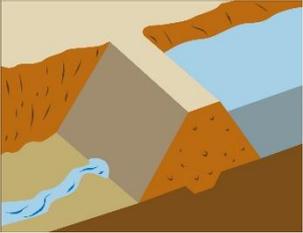
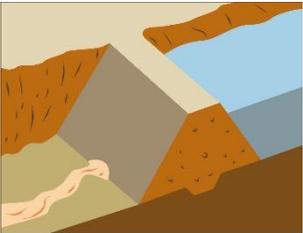
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>AFUNDAMENTOS / DEPRESSÕES NA CRISTA DA BARRAGEM (6)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Assentamento excessivo no maciço ou fundação diretamente abaixo da área da depressão.</li> <li>2. Erosão interna do maciço da barragem.</li> <li>3. Deformação do maciço de fundação no sentido jusante ou montante.</li> <li>4. Erosão pelo vento contínuo na área da crista.</li> <li>5. Terraplanagem final inadequada na construção.</li> </ol>	<p>Reduz a folga da barragem, ou seja, reduz a diferença entre a cota da crista do maciço e a cota da superfície da água no reservatório quando o vertedouro estiver com vazão máxima.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estabelecer marcos ao longo da crista para determinar a exata localização e extensão do assentamento na crista.</li> <li>2. Um engenheiro deve determinar a causa da depressão na crista e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema.</li> <li>3. Restabelecer a cota da crista de maneira uniforme preenchendo as áreas com depressões utilizando técnicas construtivas adequadas, sob a supervisão de um engenheiro.</li> <li>4. Restabelecer e monitorar os marcos da crista da barragem para detectar possível recalque no futuro.</li> </ol>
<p>VEGETAÇÃO EXCESSIVA (7)</p> 	<p>Negligência com a barragem e falta de procedimentos de manutenção adequados.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esconde partes da barragem, dificultando uma adequada inspeção visual de todo o maciço e possibilitando o desenvolvimento de problemas que somente serão detectados quando a segurança da barragem já estiver ameaçada.</li> <li>2. As raízes que penetram no maciço se decompõem quando a vegetação morre, criando caminhos preferenciais para a percolação.</li> <li>3. Dificulta o acesso a todas as áreas da barragem para operação, manutenção e inspeção.</li> <li>4. Serve de <i>habitat</i> para roedores.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remover toda vegetação existente, com exceção da grama que deve ser preservada para ajudar a combater a erosão superficial. As raízes devem ser retiradas até a profundidade que seja praticável as escavações. O reaterro deve ser feito com material adequado e bem compactado.</li> <li>2. Um programa de manutenção deve ser estabelecido para evitar o surgimento de nova vegetação indesejável no futuro.</li> <li>3. O material cortado deve ser removido para fora da área da barragem.</li> </ol>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>BURACOS DE ANIMAIS E INSETOS (8)</p> 	<p>Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e cavernas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros. Certos <i>habitat</i>, com alguns tipos de plantas e árvores, próximos ao reservatório encorajam estes animais e insetos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cria passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes, o que poderá provocar rupturas localizadas.</li> <li>2. Pode reduzir o caminho de percolação da água e provocar <i>Piping</i>. Se os túneis atravessarem a maior parte do maciço, podem levar a ruptura da barragem.</li> <li>3. Especialmente perigoso se os furos penetram abaixo da linha freática. Durante os períodos de elevação do nível do reservatório, o caminho de percolação pode ficar muito reduzido, o que facilitaria a ocorrência de <i>Piping</i>.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos.</li> <li>2. Aterrar buracos existentes, com material adequado e bem compactado.</li> <li>3. Eliminar <i>habitat</i> favoráveis ao desenvolvimento de espécies nocivas.</li> </ol>
<p>EROSÕES NA CRISTA (9)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Material mau graduado e drenagem inadequada da crista com concentração do fluxo de água superficial diretamente sobre o maciço.</li> <li>2. Capacidade inadequada do sangradouro, provocando o transbordamento da barragem.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pode reduzir a folga da barragem.</li> <li>2. Reduz a seção transversal efetiva do maciço.</li> <li>3. Dificulta o acesso a todas as partes da barragem.</li> <li>4. Se resultante de transbordamento, indica uma situação de risco da barragem.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Restabelecer a folga de projeto da barragem aterrando a vala provocada pela erosão, com material adequado e bem compactado.</li> <li>2. Restabelecer as inclinações previstas, no projeto, para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial.</li> <li>3. Se resultante de transbordamento, um engenheiro deve rever o dimensionamento e as condições atuais do vertedouro. Neste caso é EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</li> </ol>

<b>BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)</b>			
<b>ANOMALIA</b>	<b>CAUSA PROVÁVEL</b>	<b>POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA</b>	<b>AÇÕES CORRETIVAS</b>
<b>FISSURAS (RACHADURAS) DEVIDO AO RESSECAMENTO (10)</b> 	<p>O solo expande e contrai com a alternância dos processos de umedecimento e ressecamento que acompanham o clima. As fissuras devido ao ressecamento são curtas, rasas, finas e numerosas.</p>	<p>Cria passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes. Esta saturação e o ressecamento subsequente poderão ocasionar o aumento das fissuras.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selar as fissuras com material impermeável.</li> <li>2. Recobrir a crista com uma camada de material não plástico (cascalho ou laterita).</li> </ol>
<b>TRILHAS AO LONGO DA CRISTA (11)</b> 	<p>Tráfego de veículos pesados sem a manutenção adequada da superfície da crista.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dificulta o acesso a todas as áreas da barragem.</li> <li>2. Ajuda o processo de deterioração da superfície da crista.</li> <li>3. Permite a acumulação de água sobre a barragem, causando saturação do maciço.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Drenar a água acumulada e recompor a crista com material adequado e bem compactado.</li> <li>2. Restabelecer as inclinações previstas no projeto, para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial.</li> <li>3. Recuperar o pavimento ou, no mínimo, aplicar uma camada de material que possa funcionar como revestimento primário (cascalho ou laterita).</li> </ol>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - INFILTRAÇÕES E FUGAS (SURGÊNCIAS) DE ÁGUA NA BARRAGEM (BT4)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>MUDANÇA ACENTUADA NA VEGETAÇÃO (1)</p> 	<p>O material do maciço na área está permitindo fluxo de água.</p>	<p>Pode indicar a existência de uma área saturada.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Por meio de escavação manual tentar identificar se a área está mais úmida que o restante do talude.</li> <li>2. Se a área estiver mais úmida que o restante do talude, um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas que devam ser tomadas.</li> </ol>
<p>GRANDE ÁREA MOLHADA OU PRODUZINDO FLUXO (2)</p> 	<p>Um caminho preferencial de percolação desenvolveu-se através da ombreira ou do maciço.</p>	<p><u>Perigo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O aumento do fluxo pode levar à erosão do maciço e à ruptura da barragem.</li> <li>2. A saturação do maciço próximo à zona de infiltração pode criar instabilidade, levando à ruptura da barragem.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspecionar e demarcar a área. Acompanhar para averiguar sua expansão.</li> <li>2. Medir com a precisão possível alguma vazão que possa estar ocorrendo.</li> <li>3. Se a área ou o fluxo aumentarem, o nível do reservatório deve ser reduzido até o fluxo se estabilizar ou cessar.</li> <li>4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas que devam ser tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

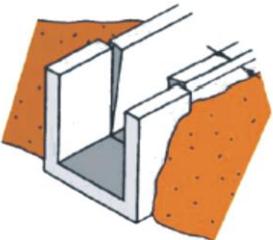
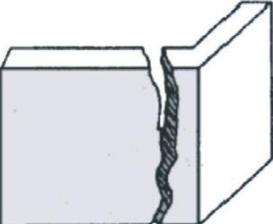
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - INFILTRAÇÕES E FUGAS (SURGÊNCIAS) DE ÁGUA NA BARRAGEM (BT4)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>ÁREA MOLHADA E UMA FAIXA HORIZONTAL (3)</p> 	<p>Camada de material permeável usado na construção do maciço.</p>	<p><u>Perigo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A saturação das áreas abaixo da zona de infiltração pode instabilizar o maciço.</li> <li>2. Fluxos excessivos podem provocar erosão acelerada do maciço, levando à ruptura da barragem.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medir com a precisão possível a vazão que esteja ocorrendo.</li> <li>2. Se o fluxo aumentar, o nível do reservatório deve ser reduzido até o fluxo se estabilizar ou cessar.</li> <li>3. Demarcar a área envolvida.</li> <li>4. Por meio de escavação manual tentar identificar o material que está permitindo o fluxo.</li> <li>5. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>FUGA DE ÁGUA LOCALIZADA NA PARTE ALTA DO TALUDE (4)</p> 	<p>Construção incorreta; esforço concentrado; deterioração do material; falhas na fundação; pressão externa excessiva.</p>	<p>Distúrbios no escoamento; erosão na fundação e no aterro de recobrimento; eventual desmoronamento da estrutura</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medir a quantidade de fluxo e averiguar o transporte de materiais.</li> <li>2. Se o fluxo aumentar, o nível do reservatório deve ser reduzido até o fluxo se estabilizar ou cessar.</li> <li>3. Procurar a entrada da água à montante e obstruí-la, se possível. A colocação de uma lona sobre o talude de montante e o seu recobrimento com solo lançado a partir da crista da barragem têm sido adotados com êxito em alguns casos.</li> <li>4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas que devam ser tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

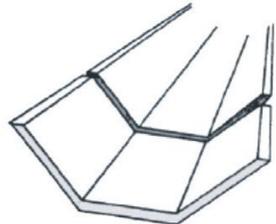
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - INFILTRAÇÕES E FUGAS (SURGÊNCIAS) DE ÁGUA NA BARRAGEM (BT4)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>FUGA DE ÁGUA LOCALIZADA (5)</p> 	<p>A água encontrou ou abriu uma passagem através do maciço.</p>	<p><u>Perigo</u> A continuação do fluxo pode ampliar a erosão do maciço e levar à ruptura da barragem.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar cuidadosamente a área, medir a quantidade de fluxo e averiguar o transporte de materiais.</li> <li>2. Se houver carreamento de material, um dique com sacos de areia deve ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo.</li> <li>3. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deve ser rebaixado.</li> <li>4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas que devem ser tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>FUGA LOCALIZADA DE ÁGUA “BARRENTA”(SURGÊNCIA) (6)</p> 	<p>A água encontrou ou abriu uma passagem através do maciço e está erodindo e carreando o material do maciço.</p>	<p><u>Perigo Extremo</u> O prosseguimento do fluxo poderá causar uma erosão rápida no material do maciço resultando na ruptura da barragem.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar cuidadosamente a área, medir a quantidade de fluxo e averiguar se o carreamento de solo está aumentando.</li> <li>2. Um dique com sacos de areia deve ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo.</li> <li>3. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deve ser rebaixado.</li> <li>4. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações que devem ser tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - INFILTRAÇÕES E FUGAS (SURGÊNCIAS) DE ÁGUA NA BARRAGEM (BT4)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>FUGA DE ÁGUA ATRAVÉS DE FISSURAS (RACHADURAS) PRÓXIMAS À CRISTA (7)</p> 	<p>1. Intenso ressecamento provocou o surgimento de fissuras no topo do maciço. 2. Recalques no maciço ou na fundação estão causando fissuras pronunciadas (rachaduras) transversais</p>	<p><u>Perigo Extremo</u></p> <p>1. A saturação abaixo da zona fraturada pode instabilizar o maciço. 2. O fluxo através da fissura pode erodir o maciço, levando à ruptura da barragem.</p>	<p>1. Obstruir as fissuras pelo lado de montante para estancar o fluxo. 2. O nível do reservatório deve ser reduzido até abaixo do nível das fissuras 3. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.</p> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>VAZAMENTOS VINDO DAS OMBREIRAS (8)</p> 	<p>Fluxo de água através de fissuras (rachaduras) nas ombreiras.</p>	<p><u>Perigo</u></p> <p>1. Pode provocar uma erosão rápida na ombreira e o esvaziamento do reservatório. 2. Pode provocar deslizamentos próximos ou à jusante da barragem.</p>	<p>1. Inspeccionar cuidadosamente a área para determinar a quantidade do fluxo e averiguar se existe carreamento de materiais. 2. Um engenheiro ou geólogo qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a serem tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO OU GEÓLOGO.</p>

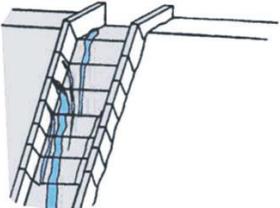
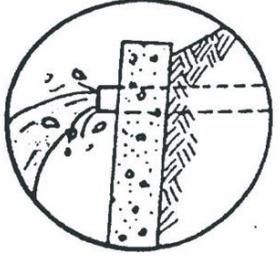
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) - INFILTRAÇÕES E FUGAS (SURGÊNCIAS) DE ÁGUA NA BARRAGEM (BT4)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>FLUXO BORBULHANDO A JUSANTE DA BARRAGEM (9)</p> 	<p>Alguma parte do maciço de fundação está permitindo a passagem da água com facilidade. Pode ser uma camada permeável formada por areia ou pedregulho existente na fundação ou mesmo fratura na rocha subjacente, que não foi tratada convenientemente quando da execução da injeção de cimento da rocha de fundação.</p>	<p><u>Perigo</u> O aumento do fluxo poderá causar uma erosão rápida no material da fundação resultando na ruptura da barragem.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar cuidadosamente a área e averiguar a quantidade de fluxo e o transporte de materiais.</li> <li>2. Se houver carreamento de material, um dique com sacos de areia deve ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo.</li> <li>3. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deve ser rebaixado.</li> <li>4. um engenheiro qualificado deve inspeccionar a barragem e recomendar outras medidas que devam ser tomadas.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

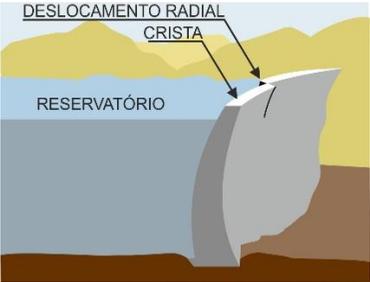
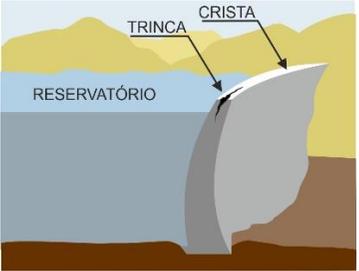
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOIRO (BT5)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>VEGETAÇÃO EXCESSIVA OU DETRITOS NO CANAL (1)</p> 	<p>Acúmulo de material escorregado, árvores mortas, crescimento excessivo de vegetação etc., no canal do vertedouro.</p>	<p><u>Perigo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Redução da capacidade de descarga, causando transbordamento lateral do sangradouro ou transbordamento da barragem.</li> <li>2. O Transbordamento prolongado pode causar a ruptura da barragem.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retirar os detritos periodicamente.</li> <li>2. Controlar o crescimento da vegetação no canal do vertedouro.</li> <li>3. Instalar uma rede de proteção na entrada do vertedouro para interceptar detritos.</li> </ol>
<p>CANAIS ERODIDOS (2)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tráfego de animais cria canais preferenciais onde o fluxo se concentra criando valas de erosão.</li> <li>2. Fluxo de água turbulento ou com elevada velocidade.</li> <li>3. O solo ou rocha onde foi cortado o canal do vertedouro não é suficientemente resistente à erosão.</li> <li>4. A estrutura da laje de fundo do canal, no caso de canais revestidos de concreto, não foi projetada ou construída corretamente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erosões não combatidas podem provocar deslizamentos ou desabamentos que resultem na redução da capacidade do vertedouro.</li> <li>2. A capacidade inadequada do sangradouro pode provocar o transbordamento da barragem e resultar na ruptura desta.</li> <li>3. A erosão pode atingir o reservatório, provocando o seu rápido esvaziamento.</li> <li>4. A erosão pode descalçar a estrutura de fixação da cota da soleira do vertedouro (Creager, por exemplo), levando à sua destruição e provocando uma cheia de graves consequências.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fotografar as erosões para acompanhar o seu desenvolvimento.</li> <li>2. Reparar a área danificada substituindo o material erodido por aterro compactado.</li> <li>3. Proteger a área contra futuras erosões colocando enrocamento ou revestindo de forma apropriada.</li> <li>4. Quando o avanço da erosão ameaçar a segurança das estruturas, um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as medidas a serem tomadas.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOURO (BT5)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DESCALÇAMENTO POR EROÇÃO NO FINAL DO VERTEDOURO (3) 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Configuração inadequada da bacia de dissipação.</li> <li>2. Materiais altamente erosivos.</li> <li>3. Falta de uma cortina de contenção no final da calha.</li> </ol>	<u>Perigo</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dano estrutural no vertedouro.</li> <li>2. Alto custo de reparo no caso de desmoronamento da laje ou parede do vertedouro.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fazer a limpeza da área e reaterrar com bom material apropriado.</li> <li>2. Colocar um enrocamento com blocos de tamanho adequado.</li> <li>3. Instalar uma cortina de contenção.</li> <li>4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a serem tomadas.</li> </ol> <b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b>
PAREDE DESLOCADA (4) 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falha na execução.</li> <li>2. Recalque diferencial da fundação.</li> <li>3. Pressão excessiva do aterro ou da água.</li> <li>4. Armadura insuficiente do concreto.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pequenos deslocamentos irão criar turbulência e redemoinho no fluxo, causando erosão no solo atrás da parede.</li> <li>2. Grandes deslocamentos causarão fissuras pronunciadas (rachaduras) e eventual ruptura da estrutura.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconstrução deve ser feita de acordo com as práticas da engenharia.</li> <li>2. A fundação deve ser cuidadosamente preparada.</li> <li>3. Drenos devem ser usados para aliviar a pressão atrás da parede.</li> <li>4. Armar suficientemente o concreto. Ancorar as paredes para prevenir futuros deslocamentos.</li> <li>5. Limpar os drenos para assegurar sua operação adequada.</li> <li>6. Consultar um engenheiro antes de as ações serem tomadas.</li> </ol> <b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b>
FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS GRANDES) (5) 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falha de Construção.</li> <li>2. Concentração localizada de tensos.</li> <li>3. Deterioração localizada do material.</li> <li>4. Falha na fundação.</li> <li>5. Pressão excessiva do reaterro externo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Turbulência no fluxo d'água.</li> <li>2. Erosão na fundação e no aterro lateral.</li> <li>3. Colapso da estrutura.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grandes fissuras (rachaduras) sem grandes deslocamentos devem ser reparadas por meio de remendos.</li> <li>2. Áreas ao redor devem ser limpas e cortadas antes que o material de remendo seja aplicado.</li> <li>3. Instalação de drenos e outras ações podem ser necessárias.</li> </ol> <b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b>

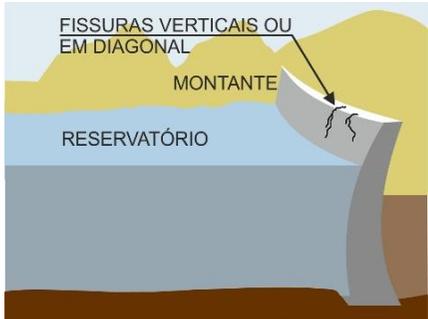
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOIRO (BT5)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>JUNTAS ABERTAS OU DESLOCADAS (6)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recalque excessivo da fundação.</li> <li>2. Fuga de material da junta.</li> <li>3. Junta construída muito larga e não selada. Material selante deteriorado e carreado.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erosão do material da fundação pode enfraquecer o suporte da estrutura e causar futuras fissuras pronunciadas.</li> <li>2. Pressão induzida pelo fluxo das águas através das juntas deslocadas pode carregar laje ou parede e causar um extenso descalçamento.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. As juntas não devem ter mais de 1 cm e devem ser seladas com asfalto ou outro material flexível.</li> <li>2. Limpar as juntas, substituir os materiais erodidos e selar as juntas.</li> <li>3. A fundação deve ser propriamente drenada e preparada. A face inferior da laje deve ter ressaltos com profundidade suficiente para evitar deslizamento.</li> <li>4. Evitar inclinação exagerada do canal.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
<p>PERDA OU FALHA DO RIP-RAP (7)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Canal muito inclinado.</li> <li>2. Enrocamento mal dimensionado para o fluxo.</li> <li>3. Falha na fundação.</li> <li>4. Velocidade de escoamento muito alta.</li> <li>5. Colocação inadequada do material.</li> <li>6. Camada de transição ou material da fundação carreado pela água.</li> </ol>	<p><u>Perigo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erosão no fundo e laterais do canal.</li> <li>2. Ruptura do vertedouro</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Projetar um talude estável para o fundo do canal.</li> <li>2. O material <i>Rip-Rap</i> deve ser bem graduado e conter partículas pequenas, médias e grandes.</li> <li>3. O sub-leito bem preparado, se necessário instalar filtro drenante.</li> <li>4. Controlar a velocidade do fluxo do vertedouro.</li> <li>5. Rip-Rap deve ser colocado de acordo com a especialidade.</li> </ol>

<b>BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOURO (BT5)</b>			
<b>ANOMALIA</b>	<b>CAUSA PROVÁVEL</b>	<b>POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA</b>	<b>AÇÕES CORRETIVAS</b>
<p><b>DETERIORAÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO (8)</b></p> 	<p>Uso de materiais impróprios ou manutenção inadequada</p>	<p>A vida útil da estrutura será diminuída.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recuperar a estrutura do vertedouro.</li> <li>2. Usar apenas agregados limpos e de boa qualidade no concreto.</li> <li>3. Respeitar o recobrimento da armadura do concreto.</li> <li>4. O concreto deve ser mantido molhado e protegido durante a cura.</li> <li>5. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a serem tomadas.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
<p><b>VAZAMENTO DENTRO E AO REDOR DO VERTEDOURO (9)</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fissuras e juntas na fundação do vertedouro estão permitindo infiltração.</li> <li>2. Camadas de areia ou pedregulhos no vertedouro estão permitindo infiltração.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pode induzir uma perda excessiva de água armazenada.</li> <li>2. Pode induzir a uma ruptura se a velocidade for alta o bastante para causar erosão dos materiais da fundação.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Examinar a área de saída do fluxo para ver se o tipo de material pode explicar o vazamento.</li> <li>2. Medir a quantidade do fluxo e checar se existe erosão dos materiais da fundação.</li> <li>3. Se a velocidade do fluxo ou quantidade de materiais erodidos aumentar rapidamente, o nível do reservatório deve ser abaixado até o fluxo estabilizar ou cessar.</li> <li>4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</li> </ol> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

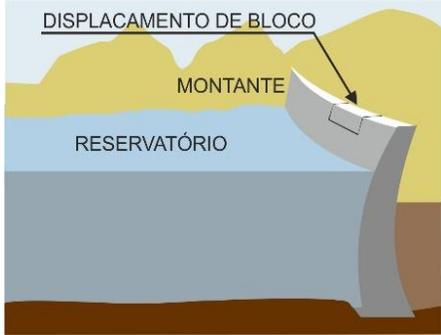
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOURO (BT5)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>INFILTRAÇÃO ATRAVÉS DE UMA JUNTA DE CONSTRUÇÃO OU FISSURAS (RACHADURSA) NA ESTRUTURA DE CONCRETO (10)</p> 	<p>Água se acumulando atrás da estrutura devido à drenagem insuficiente ou drenos entupidos</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pode causar a inclinação ou queda das paredes.</li> <li>2. Fluxo através do concreto pode conduzir a uma rápida deterioração por intemperismo.</li> <li>3. Se o vertedouro está localizado no maciço, uma erosão rápida pode levar à ruptura da barragem.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Checar a área atrás da parede para identificar zonas saturadas.</li> <li>2. Checar e limpar, se necessário, as saídas d'água e drenos internos.</li> <li>3. Se a condição persistir, um engenheiro qualificado deve inspecionar o problema e recomendar outras ações que devam ser tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>AUMENTO NO FLUXO E CARREAMENTO DE SEDIMENTOS NA SAÍDA DO DRENO (11)</p> 	<p>Funcionamento impróprio do dreno por má execução ou deterioração da camada filtrante.</p>	<p><u>Perigo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Um aumento da velocidade do fluxo pode acelerar a erosão do solo atrás ou abaixo da estrutura.</li> <li>2. Pode levar a ruptura das estruturas por descalçamento.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitorar a quantidade de fluxo e o carreamento de material.</li> <li>2. Coletar amostras da água para comparar a turbidez.</li> <li>3. Se a vazão ou a turbidez aumentar, um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e recomendar as ações que devam ser tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

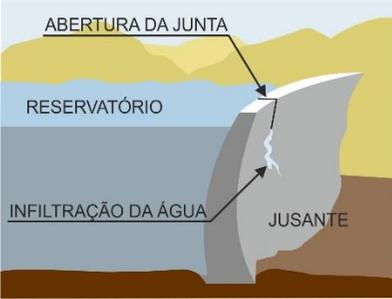
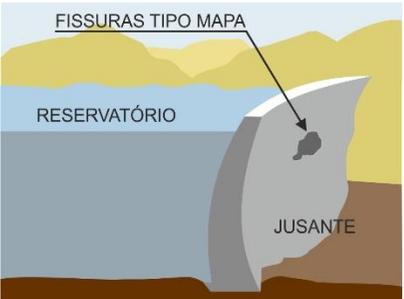
<b>BARRAGENS DE CONCRETO – CRISTA (BC1)</b>			
<b>ANOMALIA</b>	<b>CAUSA PROVÁVEL</b>	<b>POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA</b>	<b>AÇÕES CORRETIVAS</b>
<b>FISSURAS SUPERFÍCIE (1)</b> 	Fissuras transversais ligando montante com jusante podem ser resultantes de recalque da fundação, sismo ou sobrecarga.	Infiltração, deterioração do concreto, extensão da fissura.	Injeção de epoxi. Se a profundidade da fissura > 3 metros, um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.  <b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b>
<b>FISSURAS PROFUNDAS (2)</b> 	Fissuras abertas, tipo aleatório com presença de sílica gel devido à reatividade álcali-agregado.	Devido a progressão gradativa pode reduzir a vida útil da barragem.	Restrição operacional, baixar o nível do reservatório. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.  <b>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b>

<b>BARRAGENS DE CONCRETO – CRISTA (BC1)</b>			
<b>ANOMALIA</b>	<b>CAUSA PROVÁVEL</b>	<b>POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA</b>	<b>AÇÕES CORRETIVAS</b>
<p><b>FISSURAS E ABRASÃO NO CONCRETO DA PISTA DE ROLAMENTO (3)</b></p> 	<p>Fissuras rasa, tipo aleatório, concreto danificado devido ao tráfego excessivo, concreto do pavimento isolado do concreto da barragem.</p>	<p>Custo de manutenção excessivo.</p>	<p>Controle do tráfego e manutenção permanente.</p>
<p><b>DESLOCAMENTOS DIFERENCIAIS NAS JUNTAS (4)</b></p> 	<p>Deslocamentos devido a deformabilidade diferencial da fundação, sismo.</p>	<p>No caso de haver progressão pode causar instabilidade nas barragens de gravidade ou contraforte.</p>	<p>Se o deslocamento for &gt; 2,5mm, baixar o nível do reservatório, tratamento da fundação. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

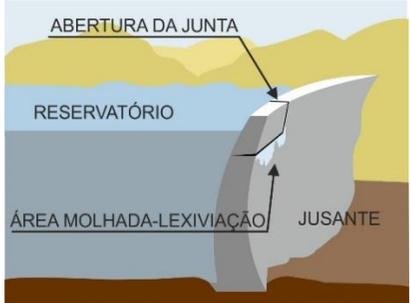
BARRAGENS DE CONCRETO – PARAMENTO DE MONTANTE (BC2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p><b>FISSURAS SUPERFÍCIE (1)</b></p> 	<p>Fissuras verticais em diagonal podem ser resultantes da tensão excessiva ou queda de temperatura em áreas de restrição.</p>	<p>Progressão das fissuras no corpo da barragem e galerias de infiltração.</p>	<p>Injeção de epoxi para vedar as fissuras e restaurar a resistência do concreto. Se a fissura apresentar <math>L &gt; 6,0</math> m e <math>Prof &gt; 1,5</math> m, um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO</b></p>
<p><b>FISSURAS TIPO MAPA (2)</b></p> 	<p>Fissuras abertas, tipo aleatório com presença de sílica gel devido à reatividade álcali-agregado.</p>	<p>Devido a deterioração e progressão pode reduzir a vida útil da barragem.</p>	<p>Restrição operacional, baixar o nível do reservatório, reconstrução da barragem. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

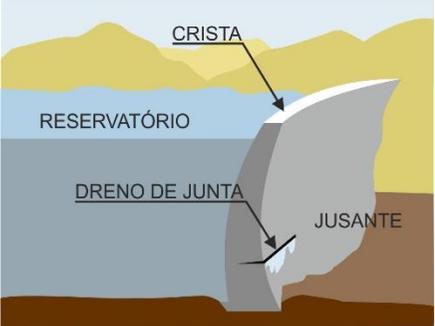
**BARRAGENS DE CONCRETO – PARAMENTO DE MONTANTE (BC2)**

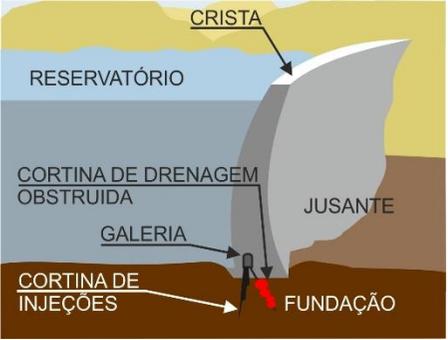
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p><b>DESPLACAMENTO DO CONCRETO (3)</b></p> 	<p>Desplacamento de pequenos blocos ou lascas da superfície do concreto devido a movimentação diferencial ao longo de juntas, concentração de tensões.</p>	<p>Consequência séria para barragens tipo contraforte, onde a ferragem pode -se deteriorar.</p>	<p>Limpeza superficial e aplicação de uma nova camada de concreto ou gunitagem, se a danificação é excessiva. Se o deslocamento &gt;60 cm e ferragem exposta um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
<p><b>ABERTURA DAS JUNTAS (4)</b></p> 	<p>Variações de temperatura ambiente, rebaixamento do reservatório.</p>	<p>No caso de haver progressão pode causar instabilidade nas barragens de gravidade ou contraforte.</p>	<p>Se o deslocamento for &gt; 5mm, baixar o nível do reservatório, tratamento da fundação. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

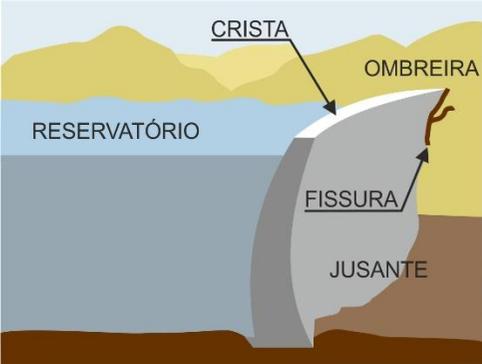
BARRAGENS DE CONCRETO – PARAMENTO DE JUSANTE (BC3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>INFILTRAÇÕES ATRAVÉS DAS JUNTAS E FISSURAS (1)</p> 	<p>Veda junta danificado, fissuras ou juntas de construção.</p>	<p>Perda de água e lixiviação do concreto.</p>	<p>Preenchimento do dreno de junta com bentonita, injeção das juntas de contração com calda de cimento. Se o fluxo for crescente e <math>Q &gt; 500\text{l/min}</math> por junta um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
<p>FISSURAS TIPO MAPA (2)</p> 	<p>Fissuras abertas, tipo aleatório, abertas e extensíveis com presença de sílica gel devido à reatividade álcali-agregado.</p>	<p>Deterioração progressiva pode reduzir a vida útil da barragem.</p>	<p>Restrição operacional, abaixamento do nível do reservatório, reconstrução da barragem. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

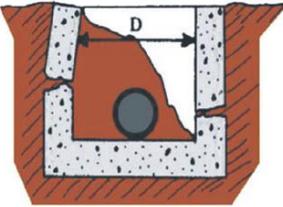
**BARRAGENS DE CONCRETO – PARAMENTO DE JUSANTE (BC3)**

ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>ABERTURA E INFILTRAÇÃO DAS JUNTAS (3)</p> 	<p>Áreas molhadas, infiltração, lixiviação e carbonatação devidas à ligação inadequada entre as camadas, concreto poroso nas juntas.</p>	<p>Perdas de água e lixiviação do concreto.</p>	<p>Abertura de drenos para o controle da percolação e injeção de calda de cimento. Se o fluxo for crescente e &gt; 500l/min por bloco um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

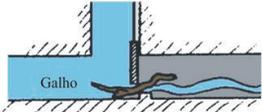
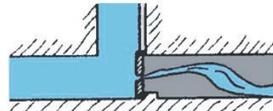
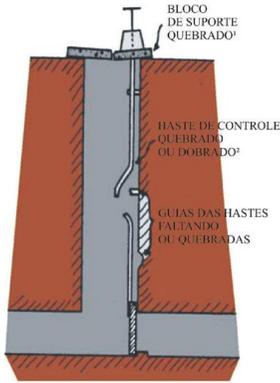
BARRAGENS DE CONCRETO – GALERIAS E POÇOS INTERNOS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO (BC4)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>DRENOS DE JUNTA ENTRE BLOCOS (1)</p> 	<p>Aumento de vazão com reservatório estabilizado devido a fissuração interna ou falhas de concretagem.</p>	<p>Perda de água e lixiviação do concreto e propagação das fissuras internas.</p>	<p>Preenchimento dos drenos com bentonita e abertura de novos drenos. Se a infiltração for <math>Q &gt; 200\text{l/min}</math> e incremento <math>&gt; 10\text{l/min/dias}</math>, um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
<p>DRENOS DE FUNDAÇÃO (2)</p> 	<p>Aumento das vazões de drenagem com reservatório estável devido a cortina de injeção inadequada, carreamento de finos de fundação.</p>	<p>Enfraquecimento da fundação, aumento das subpressões.</p>	<p>Reforço da cortina de injeção e abertura posterior de novos drenos. Se a infiltração for <math>Q &gt; 200\text{l/min}</math> e incremento <math>&gt; 10\text{l/min/dias}</math> um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

BARRAGENS DE CONCRETO – GALERIAS E POÇOS INTERNOS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO (BC4)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>DRENOS DE FUNDAÇÃO OBSTRUIDOS (3)</p> 	<p>Infiltração obstruída por depósitos minerais carreados da rocha ou da cortina de injeção.</p>	<p>Aumento excessivo de subpressão, redução do fator de segurança ao escorregamento.</p>	<p>Limpeza dos <i>drenos</i> obstruídos e perfuração de novos drenos. Se houver aumento de subpressão na base da estrutura um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

BARRAGENS DE CONCRETO – TALUDES DE ROCHA E OMBREIRAS (BC5)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>MOVIMENTOS EM TALUDES EM ROCHA (1)</p> 	<p>Fissuras abertas e sem preenchimento devido a deformação lenta (movimento) do maciço rochoso.</p>	<p>Comprometer a estabilidade do talude.</p>	<p>Atirantamento, drenagem da rocha. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>
<p>OMBREIRAS (2)</p> 	<p>Instabilidade dos taludes, escorregamentos, devido a movimentação diferencial nas ombreiras, aumento das pressões de poro e eventuais fugas de água.</p>	<p>Comprometer a estabilidade da ombreira, risco à estrada de acesso a jusante.</p>	<p>Rebaixamento do reservatório e reforço da ombreira, injeção e drenagem. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devem ser tomadas.</p> <p><b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>

VAZAMENTO NA VÁLVULA (BC6)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DANOS NA TUBULAÇÃO DA SAÍDA D'ÁGUA (1)			
FISSURA (RACHADURA) 	Recalque ou impacto.	<u>Perigo</u> A Infiltração pode levar à erosão interna do maciço.	1. Verificar evidências de água saindo ou entrando na tubulação pela fissura (rachadura), orifício ou pelas juntas da tubulação. 2. Bater de leve na tubulação, na vizinhança da área danificada, tentando ouvir um barulho oco que mostra que se formou um vazio ao longo da parte de fora do conduto. 3. Se há suspeita de ruptura progressiva, um engenheiro qualificado deve inspecionar o problema e recomendar as ações que devam ser tomadas.  <b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b>
BURACO 	Ferrugem, corrosão ou desgaste por cavitação.	<u>Perigo</u> A Infiltração pode levar à erosão interna do maciço.	
JUNTAS DESIGUAIS 	Recalques ou falha de construção	<u>Perigo</u> Permite a passagem da água para dentro ou fora da tubulação, resultando na erosão do material interno da barragem.	
RUPTURA DA ESTRUTURA DE CONCRETO DA SAÍDA D'ÁGUA (2) 	1. Esforço excessivo devido ao empuxo do aterro sobre a estrutura. 2. Deficiência na armadura da estrutura de concreto. 3. Má qualidade do concreto	<u>Perigo</u> Perda da estrutura de saída d'água expõe o maciço à erosão pelo fluxo liberado	1. Monitorar o desenvolvimento da ruptura progressiva medindo uma dimensão típica, como a largura "D" mostrada na figura. 2. Reparar, remendando as fissuras e instalando um sistema de drenos no maciço de solo junto à estrutura de concreto. 3. Uma substituição total da estrutura de saída d'água pode ser necessária. <b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b>

VAZAMENTO NA VÁLVULA (BC6)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>SAÍDA DA ÁGUA LIBERADA ERODINDO O PÉ DA BARRAGEM (3)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tubulação de saída d'água muito curta.</li> <li>2. Falta de bacia de dissipação na saída do conduto.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tubulação de saída d'água muito curta.</li> <li>2. Falta de bacia de dissipação na saída do conduto.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estender a tubulação além do pé do talude.</li> <li>2. Proteger o maciço com <i>Rip-Rap</i> assente sobre uma camada de solo bem compactado.</li> <li>3. Construir uma estrutura de concreto na saída da tubulação para orientar o fluxo e dissipar energia.</li> <li>4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e orientar as ações que devam ser tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>ÁGUA DE INFILTRAÇÃO SAINDO POR UM PONTO ADJACENTE À SAÍDA D'ÁGUA (4)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tubulação da tomada d'água quebrada.</li> <li>2. Um caminho preferencial para percolação se desenvolveu ao longo da tubulação de saída.</li> </ol>	<p><u>Perigo</u></p> <p>Um fluxo contínuo pode induzir uma erosão do material do maciço e provocar a ruptura da barragem.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Examinar cuidadosamente a área para tentar determinar a causa.</li> <li>2. Verificar se água está carregando partículas de solo.</li> <li>3. Determinar a quantidade do fluxo.</li> <li>4. Se o fluxo aumentar, ou se está carregando material do maciço, o nível do reservatório deve ser rebaixado até que a infiltração pare.</li> <li>5. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações que devam ser tomadas.</li> </ol> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

<b>FALHAS NO SISTEMA DE COMPORTA (BC7)</b>			
<b>ANOMALIA</b>	<b>CAUSA PROVÁVEL</b>	<b>POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA</b>	<b>AÇÕES CORRETIVAS</b>
<b>DETRITOS PRESOS EMBAIXO DA COMPORTA (1)</b> 	Grade de proteção quebrada ou faltando.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A comporta não poderá ser fechada.</li> <li>2. A válvula ou haste poderá sofrer danos no esforço de fechar a comporta.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elevar e baixar a comporta vagarosamente até os detritos serem soltos e levados pela água.</li> <li>2. Usar equipe de mergulhadores para remover os detritos.</li> <li>3. Reparar ou substituir a grade de proteção.</li> </ol>
<b>COMPORTA RACHADA (2)</b> 	Ferrugem, efeitos de vibração, ou tensão resultante do esforço empregado para fechar a comporta que estava emperrada.	A comporta pode romper, completamente, esvaziando o reservatório.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manter a comporta somente nas posições completamente fechada ou completamente aberta.</li> <li>2. Evitar a operação da comporta até que esta seja reparada ou substituída.</li> <li>3. Reparar ou substituir a comporta.</li> </ol>
<b>DANOS NO BERÇO OU GUIAS DA COMPORTA (3)</b> 	Ferrugem, erosão, cavitação, vibração ou desgaste.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vazamento ou perda de suporte da comporta.</li> <li>2. A comporta pode emperrar e se tornar inoperante.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evitar a operação da comporta até que o berço e as guias sejam reparados ou substituídos.</li> <li>2. Se a causa for cavitação, checar se existe tubo de ventilação e se ele está desobstruído.</li> </ol>
<b>DISPOSITIVOS DE CONTROLE (4)</b> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BLOCO DE SUPORTE QUEBRADO. Deterioração do concreto. Força excessiva na tentativa de abrir a comporta.</li> <li>2. HASTE DE CONTROLE QUEBRADA OU DOBRADA. Ferrugem. Força excessiva na abertura ou fechamento da comporta. Guias das hastes inadequadas.</li> <li>3. GUIAS DAS HASTES FALTANDO OU QUEBRADAS. Ferrugem. Lubrificação inadequada. Excesso de força na abertura ou fechamento da comporta.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bloco de suporte pode inclinar levando a haste de controle a emperrar. A comporta pode não abrir completamente. O bloco de suporte pode romper, deixando a tomada d'água inoperante.</li> <li>2. A tomada d'água fica inoperante.</li> <li>3. Perda de suporte da haste de controle. A haste pode quebrar ou entortar mesmo no seu uso normal.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O uso do sistema de operação da comporta deve ser minimizado ou suspenso.</li> <li>2. Se a tomada d'água possui uma segunda válvula, considerar o seu uso para regular as liberações até que os reparos possam ser feitos.</li> <li>3. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a tomada d'água e orientar outras ações que devem ser tomadas. <b>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</b></li> </ol>

**ANEXO 3. MODELO PARA RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE  
SEGURANÇA REGULAR**



# RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR

*(inserir fotografia ilustrativa da Barragem)*



**BARRAGEM** \_\_\_\_\_ *(inserir nome da barragem)*

**RELATÓRIO DA** \_\_\_\_\_ <sup>a</sup>*(inserir número da inspeção)* **DE SEGURANÇA  
REGULAR DA BARRAGEM**

---

*LOCAL/ESTADO*

---

*DATA DO RELATÓRIO*



## **SUMÁRIO**

- 1. APRESENTAÇÃO**
  - 1.1. OBJETIVO
  - 1.2. DADOS DA BARRAGEM
  - 1.3. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
  - 1.4. HISTÓRICO
- 2. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS**
- 3. COMENTÁRIOS COMPLEMENTARES E AÇÕES NECESSÁRIAS**
- 4. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM**
- 5. CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E AÇÕES A IMPLEMENTAR PELO EMPREENDEDOR**
- 6. ANEXOS**
  - 6.1. ANEXO I - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO
  - 6.2. ANEXO II - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo

O presente relatório tem por objetivo apresentar os resultados da \_\_\_\_\_ª inspeção de segurança regular da barragem \_\_\_\_\_(citar o nome da barragem) sob a responsabilidade do empreendedor. Esta inspeção foi realizada em \_\_\_\_\_(DD/MM/AAAA)

Lei nº 12.334 de 20 de Setembro de 2010, que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), em seu art. 9º estabelece que as inspeções de segurança regular e especial terão a sua periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento definidos pelo órgão fiscalizador, em função da categoria do risco e do dano potencial associado à barragem, (no caso da entidade fiscalizadora ser a ANA)... conforme preconizado pela Resolução nº 742, de 17 de outubro de 2011 da Agência Nacional de Águas-ANA ou conforme...(citar o normativo correspondente da entidade fiscalizadora).

Os empreendedores, em face da sua experiência acumulada, têm a liberdade de adotarem os seus próprios modelos de fichas de inspeção e de relatório, devendo no entanto levar em consideração os normativos emitidos pelas suas entidades fiscalizadores.

Esta inspeção foi realizada, visando a constatação do comportamento do empreendimento após o período \_\_\_\_\_(exemplo: chuvoso ou seco) e da implementação das providências corretivas das anomalias constatadas conforme orientação constante na inspeção anterior \_\_\_\_\_(inserir número da inspeção) realizada em \_\_\_\_\_(DD/MM/AAAA), referente ao período seco.

### 1.2. Dados da Barragem

(neste item devem-se ser colocados os dados da barragem que possibilitem a sua identificação e a definição das suas características principais).

Nome: \_\_\_\_\_(inserir nome da barragem)

Código: \_\_\_\_\_(inserir código da barragem no cadastro do órgão fiscalizador)

Empreendedor ou responsável legal: \_\_\_\_\_(inserir nome)

Responsável técnico: : \_\_\_\_\_(inserir nome)

Identificação: CREA nº \_\_\_\_\_

Localização: Localidade de \_\_\_\_\_ no estado de \_\_\_\_\_ (UF)

(inserir informações complementares da localização, como estrada de acesso, nome da fazenda, numero de lote ou módulo)

Outorga: \_\_\_\_\_

(inserir dados da outorga, exemplo: Res. nº \_\_\_\_ ANA de 30/05/2011, publicado no  
DOU, seção 1 de 03/06/2011)

Data da construção: \_\_\_\_\_ (DD/MM/AAAA ou ANO)

Responsável pela construção: \_\_\_\_\_

(inserir nome do construtor)

### 1.3. Principais características

Bacia: \_\_\_\_\_ (inserir o nome do rio principal)

Curso d água barrado: \_\_\_\_\_ (inserir o nome do rio ou ribeirão onde a  
barragem foi construída)

Coordenadas: \_\_\_\_\_ S e \_\_\_\_\_ W (inserir coodenadas geográficas)

Finalidade: \_\_\_\_\_ (Exemplo:  
Irrigação/Abastecimento/geração de energia/ Piscicultura/Lazer/Industrial)Capacidade do reservatório: \_\_\_\_\_ hm<sup>3</sup>

Área inundada: \_\_\_\_\_ ha

Tipo de barragem: \_\_\_\_\_

(Exemplo: terra/enrocamento/concreto)

Cota da crista: \_\_\_\_\_ m (cota arbitrária de projeto)

Altura da barragem: \_\_\_\_\_ m (dado do projeto)

Comprimento da barragem: \_\_\_\_\_ m (dado do projeto)

Classificação da barragem: \_\_\_\_\_ (conforme reslução nº 143/2012 do CNRH)

### 1.5. Histórico

(Neste item deve ser apresentado um breve resumo do histórico da barragem, procurando-se abordar os eventos passados - incidentes e acidentes - e ações corretivas implementadas (se for o caso. Deve-se também relatar as datas das ocorrências)

Incidentes e Acidentes: \_\_\_\_\_

Cheias ocorridas: \_\_\_\_\_

Ações corretivas: \_\_\_\_\_

## 2. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS

A presente inspeção regular da barragem \_\_\_\_\_ (*citar o nome da barragem*), que corresponde ao \_\_\_\_\_ (*citar 1º ou do 2º*) Ciclo de Inspeções, foi realizada em \_\_\_\_\_ (DD/MM/AAAA) sob responsabilidade do Engº \_\_\_\_\_ (*citar o nome do engenheiro que inspecionou*).

*(Neste item o responsável pela elaboração do relatório, após inspeção visual, deverá apresentar a ficha de inspeção preenchida conforme o tipo de sua barragem (de terra, ou enrocamento ou barragens de concreto e para as estruturas auxiliares) de acordo com o modelo apresentado no Anexo I, indicando a situação de cada anomalia, sua magnitude e o nível de perigo de cada uma.)*

*(deve-ser apresentar somente os comentários mais pertinentes no sentido de ajudar a definição do quadro real da situação da barragem).*

Os comentários e recomendações efetuados se referem à avaliação da situação atual, face às observações constatadas nesta vistoria e aquelas que foram sugeridas na ocasião do Relatório anterior da Inspeção Regular da Barragem.

*(Deverá também se pronunciar sobre:*

*(i) Avaliação de anomalias: situação, classificação da sua magnitude e nível de perigo (ver item 3.4 deste Guia);*

FICHA PARA INSPEÇÃO REGULAR DE BARRAGEM *(inserir ficha da inspeção regular, conforme Anexo I, preenchida.)*

### REGISTRO FOTOGRÁFICO

*(ii) Fotografias das anomalias consideradas médias ou graves e sua descrição (ver Anexo I deste modelo).*

### ANÁLISE DOS REGISTROS

*(iii) Análise dos registros dos seguintes instrumentos (quando existam): piezômetros, medidores de tensões, medidores de recalques, inclinômetros, extensômetros, marcos de referência, medidores de nível de água no reservatório, medidores de vazão).*

### 3. COMENTÁRIOS COMPLEMENTARES E AÇÕES NECESSÁRIAS

*(Neste item deverão ser descritos comentários e observações complementares sobre as componentes da barragem, assim como ações a serem tomadas, designadamente nas seguintes estruturas: talude de montante, crista, talude de jusante, ombreiras, instrumentação, estruturas extravasoras (vertedouro, reservatório, torre de tomada de água, galeria de fundo) e estrada de acesso).*

#### 4. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM

*(Neste item o responsável pela elaboração do relatório deverá classificar o nível de perigo da barragem em normal, atenção, alerta ou emergência, com base no item 3.5. da Parte I deste Guia e descrever os critérios que o levaram a realizar essa classificação.)*

*(Neste item devem ser apresentadas as conclusões sobre as anomalias identificadas, sobre os riscos envolvidos para a barragem e sobre a urgência da sua correção).*

Após a realização da presente inspeção e a análise das anomalias encontradas e registradas na ficha de inspeção, registro que o nível de perigo da barragem \_\_\_\_\_  
(*inserir nome da barragem*) deve ser classificado como \_\_\_\_\_  
(*NENHUM (0)/ATENÇÃO(1)/ALERTA(2) ou EMERGÊNCIA(3)*).

Assim, para acompanhamento da evolução das anomalias e das providências e recomendações apontadas no presente relatório, recomenda-se que a próxima inspeção da referida barragem deverá ser realizada no (1º / 2º) de ANO, de acordo com o estabelece a Resolução ANA nº

*(no caso da ANA ser a entidade fiscalizadora)* Assim, para acompanhamento da evolução das anomalias e das providências e recomendações apontadas no presente relatório, recomenda-se que a próxima inspeção da referida barragem deverá ser realizada no \_\_\_\_\_Ciclo (*1º ou 2º Ciclo do ano*) de \_\_\_\_\_, de acordo com o estabelece a Resolução ANA nº 742/2011

## 5. CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E AÇÕES A IMPLEMENTAR PELO EMPREENDEDOR

Com base nesta inspeção, realizada em \_\_\_\_\_ (DD/MM/AAAA), pode concluir-se que o comportamento da barragem quanto à segurança é \_\_\_\_\_

As recomendações feitas quando da inspeção anterior realizada em \_\_\_\_\_ (DD/MM/AAAA) foram implementadas de forma \_\_\_\_\_ (comentar sobre a eficácia da implemtação das ações).

As anomalias detectadas nesta inspeção, conforme podem ser observadas na Ficha para Inspeção Regular de Barragem, \_\_\_\_\_ (inserir comentário geral sobre as anomalias).

Na sequência são apresentadas, as recomendações indicadas que necessitam ter uma atenção especial e as possíveis consequências do não cumprimento:

*(Identificar as ações a implementar pelo Empreendedor para garantir a segurança da barragem e sugerir prazos para a conclusão dessas intervenções).*

1) \_\_\_\_\_ (identificar o local da anomalia)

Descrição da ação:

Prazo:

Possíveis consequências da não implementação da ação

2) \_\_\_\_\_ (identificar o local da anomalia)

Descrição da ação:

Prazo:

Possíveis consequências da não implementação da ação

3) \_\_\_\_\_ (identificar o local da anomalia)

Descrição da ação:

Prazo:

Possíveis consequências da não implementação da ação

---

*(inserir local, e data)*

---

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

FORMAÇÃO CREA nº \_\_\_\_\_/(UF)

Ciente,

---

**RESPONSÁVEL LEGAL**

## 6. ANEXOS

### 6.1. ANEXO I –RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

No decorrer da inspeção visual foram tiradas fotos da barragem de várias posições, mostrando os taludes de montante e de jusante, a crista, as ombreiras, o reservatório, o posicionamento de marcos topográficos e de instrumentos instalados na obra, o vale a jusante e eventuais fissuras ou recalques.

Este anexo inclui fotos que ilustram os aspectos mais relevantes resultantes da inspeção.

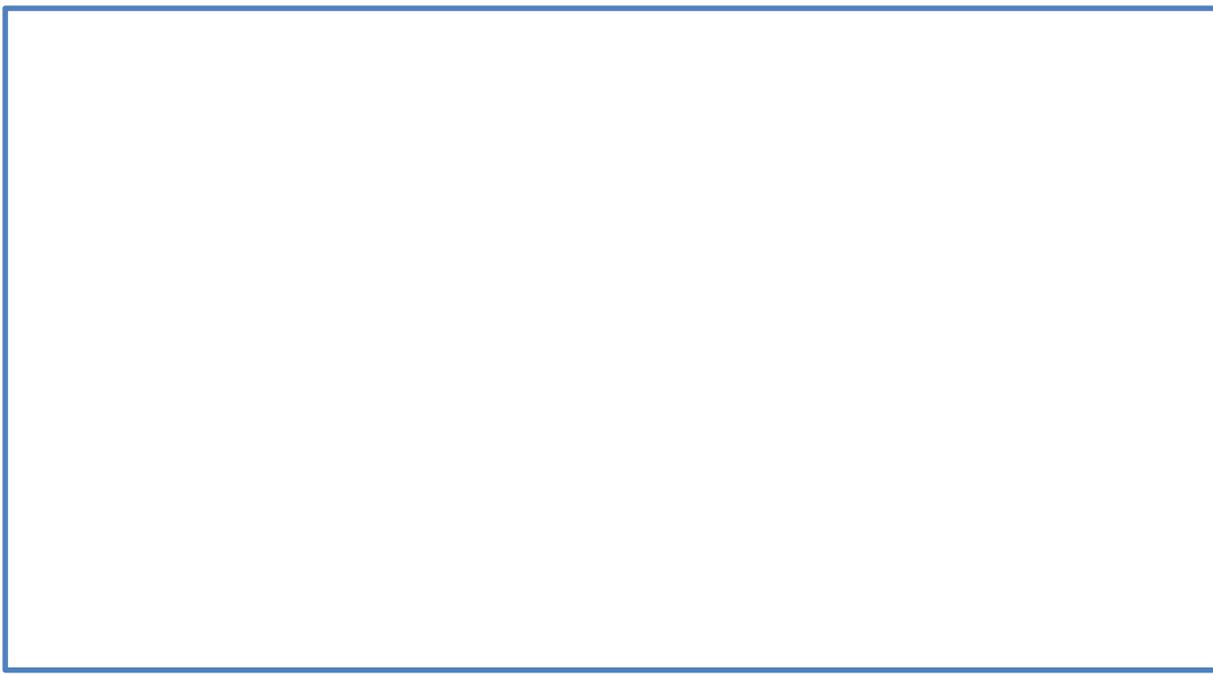


Figura \_\_\_\_\_. Barragem de \_\_\_\_\_. *(inserir número da figura, nome da barragem e descrever detalhe da foto)*

*(O relatório fotográfico deve possibilitar a identificação das anomalias mais importantes e uma análise preliminar da situação).*

**6.2 ANEXO II-ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

Na sequência é apresentada a ART do Engº \_\_\_\_\_ (*inserir nome do Técnico*), responsável técnico pelo relatório constante deste documento referente a \_\_\_\_\_ª (*inserir número da inspeção*) Inspeção Regular da Barragem \_\_\_\_\_ (*inserir nome da barragem*), realizada em \_\_\_\_\_ (DD/MM/AAAA).

(*inserir cópia da ART*)