

Manual do Empreendedor sobre **Segurança de Barragens**

Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem

Volume



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Manual do Empreendedor sobre **Segurança de Barragens**

Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem

Volume



República Federativa do Brasil

Michel Miguel Elias Temer Lulia

Vice-Presidente da República no Exercício do Cargo de Presidente da República

Ministério do Meio Ambiente

José Sarney Filho

Ministro

Agência Nacional de Águas**Diretoria Colegiada**

Vicente Andreu Guillo (Diretor-Presidente)

Paulo Lopes Varella Neto

João Gilberto Lotufo Conejo

Gisela Damm Forattini

Ney Maranhão

Secretaria-Geral (SGE)

Mayui Vieira Guimarães Scafura

Procuradoria-Federal (PF/ANA)

Emiliano Ribeiro de Souza

Corregedoria (COR)

Elmar Luis Kichel

Auditoria Interna (AUD)

Edmar da Costa Barros

Chefia de Gabinete (GAB)

Horácio da Silva Figueiredo Júnior

Gerência Geral de Articulação e Comunicação (GGAC)

Antônio Félix Domingues

Gerência Geral de Estratégia (GGES)

Bruno Pagnoccheschi

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica Nacional (SGH)

Valdemar Santos Guimarães

Superintendência de Tecnologia da Informação (STI)

Sérgio Augusto Barbosa

Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SAS)

Humberto Cardoso Gonçalves

Superintendência de Implementação de Programas e Projetos (SIP)

Ricardo Medeiros de Andrade

Superintendência de Regulação (SRE)

Rodrigo Flecha Ferreira Alves

Superintendência de Operações e Eventos Críticos (SOE)

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

Superintendência de Fiscalização (SFI)

Flavia Gomes de Barros

Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas (SAF)

Luís André Muniz

Agência Nacional de Águas

Ministério do Meio Ambiente

Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem

Manual do Empreendedor sobre
Segurança de Barragens
Volume II

Superintendência de Regulação (SRE)

Brasília – DF
ANA
2016

© 2016, Agência Nacional de Águas (ANA).

Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L, M e T.
CEP 70610-200, Brasília, DF
PABX: (61) 2109 5400 / (61) 2109-5252
www.ana.gov.br

Comitê de Editoração

João Gilberto Lotufo Conejo
Diretor

Reginaldo Pereira Miguel
Representante da Procuradoria Federal

Sergio Rodrigues Ayrimoraes Soares
Ricardo Medeiros de Andrade
Joaquim Guedes Correa Gondim Filho
Superintendentes

Mayui Vieira Guimarães Scafura
Secretária Executiva

Supervisão editorial

Ligia Maria Nascimento de Araújo –
Coordenadora
Carlos Motta Nunes

Elaboração

Ricardo Oliveira – COBA, S.A
Lúcia Almeida – COBA, S.A
José Oliveira Pedro – COBA, S.A
Antônio Pereira da Silva – COBA, S.A
Antônio Alves – COBA, S.A
José Rocha Afonso – COBA, S.A
Flávio Miguez – COBA, S.A
Maria Teresa Viseu – LNEC, Portugal

Foto de capa:

UHE Barra Grande / Anita Garibaldi (SC) e
Pinhal da Serra (RS)
Crédito: Baesa / Banco de Imagens da ANA

Revisão dos originais

Alexandre Anderãos
André César Moura Onzi
André Torres Petry
Fernanda Laus de Aquino
Helber Nazareno de Lima Viana
Josimar Alves de Oliveira
Marcus Vinícius Araújo Mello de Oliveira
Nádia Eleutério Vilela Menegaz
Sérgio Ricardo Toledo Salgado
Erwin De Nys – Banco Mundial
Paula Freitas – Banco Mundial
Maria Inês Muanis Persechini – Banco
Mundial
José Hernandez – Banco Mundial
Orlando Vignoli Filho – Banco Mundial
Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB
— auxílio na análise das contribuições da
Audiência Pública

Todos os direitos reservados.

**É permitida a reprodução de dados e
informações contidos nesta publicação,
desde que citada a fonte.**

Catálogo na fonte: CEDOC / BIBLIOTECA

A265d

Agência Nacional do Aguas (Brasil).
Guia de Orientação e Formulários para Inspeções
de Segurança de Barragem / Agência Nacional das Águas. --
Brasília: ANA, 2016.

218 p. il. – (Manual do Empreendedor sobre Segurança de
Barragens, 2)
ISBN 978-85-8210-038-7
ISBN 978-85-8210-036-3 (Coleção)

1. Recursos Hídricos – Gestão 2. Barragem – Segurança. I.
Título.

CDU 627.82

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Representação esquemática das anomalias.	18
Figura 2.	Vista geral de uma barragem.	20
Figura 3.	Componentes de uma barragem.	20
Figura 4.	Interface do corpo da barragem com as ombreiras.	25
Figura 5.	Problemas de percolação.	27
Figura 6.	Vista da casa de máquinas.	36
Figura 7.	Fissuras longitudinais na crista de barragem de terra no Brasil, causadas pelos recalques de camada de solo coluvionar de basalto, na fundação.	43
Figura 8.	Descargas na barragem devido a cheias.	44
Figura 9.	Perfil-tipo da barragem de enrocamento de Zipingpu (China).	44
Figura 10.	Danos causados na laje de concreto da barragem de enrocamento de Zipingpu (China).	45
Figura 11.	Inspeção subaquática.	47
Figura 12.	Esquema ilustrativo de formação de fissuras.	49
Figura 13.	Recalques diferenciais da fundação.	50
Figura 14.	Singularidades da fundação (vala corta-águas).	51
Figura 15.	Ligação do aterro às ombreiras.	52
Figura 16.	Perfil-tipo da barragem de El Infiernillo (México).	53
Figura 17.	Fissuras longitudinais na barragem de El Infiernillo (México).	53
Figura 18.	Ligação de aterros de idades diferentes.	54
Figura 19.	Aparecimento de fissuras.	54
Figura 20.	Interface aterro-vertedouro.	55
Figura 21.	Barragem de enrocamento de Zipingpu (China).	55
Figura 22.	Componentes de uma barragem de concreto.	56
Figura 23.	Anomalia causada pela cavitação numa bacia de dissipação.	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Periodicidade de inspeções de segurança regulares.	19
Quadro 2. Equipe-chave (exemplificativo).	22
Quadro 3. Classificação das fissuras em barragens de aterro.	26
Quadro 4. Classificação das fissuras em barragens de concreto.	31
Quadro 5. Barragens de terra – listagem das anomalias mais importantes.	33
Quadro 6. Barragens de concreto – listagem das anomalias mais importantes.	33
Quadro 7. Estruturas auxiliares – listagem das anomalias mais importantes.	34
Quadro 8. Situações de realização de inspeção de segurança especial.	42
Quadro 9. Equipe-chave mínima, em função da anomalia ou do evento causador da inspeção especial.	46
Quadro 10. Equipe-chave (exemplificativo).	46
Quadro 11. Equipe complementar.	46
Quadro 12. Equipe-chave para barragens de grande porte (exemplificativo).	182

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
BEFC	Barragem de Enrocamento com Face de Concreto
CAT	Certidão de Acervo Técnico
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
Eletrobras	Centrais Elétricas Brasileiras
EPRI	Electric Power Research Institute
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GPS	Global Positioning System
ICOLD	International Commission on Large Dams
PAE	Plano de Ação de Emergência
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
RAA	Reação Álcali-Agregado
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

MANUAL DO EMPREENDEDOR SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS	11
ESCLARECIMENTOS AO LEITOR	13
1 INTRODUÇÃO	15
PARTE I – INSPEÇÕES DE SEGURANÇA REGULARES	17
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
2 PLANEJAMENTO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR	19
2.1 Periodicidade	19
2.2 Estudos e relatórios a ser consultados	19
2.3 Recursos necessários	19
2.4 Roteiro da inspeção	20
2.5 Modelos de fichas de inspeção, relatório e extrato	21
2.6 Qualificação dos inspetores	21
3 EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR	23
3.1 Aspectos a observar no campo	23
3.2 Fichas de inspeção	25
3.3 Tipos mais frequentes de anomalia e suas consequências	26
3.3.1 Barragens de aterro	26
3.3.2 Barragens de concreto	30
3.4 Classificação da magnitude e do nível de perigo das anomalias	31
3.4.1 Considerações iniciais	31
3.4.2 Identificação das anomalias graves	32
3.5 Nível de perigo da barragem	34
3.6 Inspeção de segurança regular de estruturas de hidrelétricas	35
3.6.1 Objetivos	35
3.6.2 Ficha de inspeção das estruturas	35
3.6.3 Equipamento hidromecânico	35
3.6.4 Equipamento eletromecânico	36
3.6.5 Equipamentos mecânicos	37
3.6.6 Equipamentos elétricos	37
3.6.7 Qualificação dos inspetores	38
4 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE INSPEÇÃO E EXTRATO	39
4.1 Relatório de inspeção	39
4.2 Extrato da inspeção	40
PARTE II – INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ESPECIAL	41
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	41
2 PLANEJAMENTO DA INSPEÇÃO ESPECIAL	43
2.1 Quando fazer uma inspeção de segurança especial	43
2.2 Qualificação dos inspetores	45
2.3 Estudos e relatórios a consultar	47

2.4 Recursos logísticos e materiais necessários	47
2.5 Roteiro da inspeção	47
3 EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ESPECIAL	48
3.1 Aspectos a observar em campo	48
3.2 Barragens de terra – aspectos específicos	48
3.2.1 Considerações iniciais	48
3.2.2 Fatores na gênese das fissuras	49
3.3 BEFC – aspectos específicos	54
3.3.1 Ocorrência de anomalias	55
3.3.2 Fatores na gênese das anomalias	55
3.3.3 Progressão e consequências das anomalias	56
3.4 Barragens de concreto – aspectos específicos	56
3.4.1 Ocorrência das anomalias	56
3.4.2 Fatores na gênese das anomalias	56
3.4.3 Consequências das anomalias	56
4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXO 1 – Fichas de inspeção de segurança regular e extrato	62
ANEXO 2 – Avaliação das anomalias mais graves	149
ANEXO 3 – Modelo de relatório de inspeção de segurança regular	168
ANEXO 4 – Orientações para a elaboração de termo de referência para contratação da inspeção regular	176
ANEXO 5 – Orientações para a elaboração de termo de referência para a contratação da inspeção especial	196

MANUAL DO EMPREENDEDOR SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS

INTRODUÇÃO GERAL

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

A segurança de barragens é um aspecto fundamental para todas as entidades envolvidas, como as autoridades legais e os empreendedores, bem como os agentes que lhes dão apoio técnico nas atividades, relativas à concepção, ao projeto, à construção, ao comissionamento, 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 em que se associam danos potenciais mais altos.

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

A Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, conhecida como 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 por 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 sua capacidade técnica e financeira também muito diferenciadas.

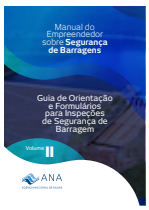
No presente **Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens**, pretende-se estabelecer orientações gerais quanto às metodologias e procedimentos a ser adotados pelos empreendedores, visando a assegurar adequadas condições de segurança para as barragens pelas quais são responsáveis, ao longo das diversas fases da vida das obras, designadamente, as fases de planejamento e projeto, de construção e primeiro enchimento, de operação e de descomissionamento (desativação).


O manual aplica-se às barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos. Para o caso dos empreendimentos que têm uso preponderante de geração hidrelétrica, devem ser observadas as recomendações da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobras), constantes de seus normativos e manuais.


Os procedimentos, estudos e medidas com vista à obtenção ou concessão de licenças ambientais, necessárias para a implantação dos empreendimentos, não são considerados no presente manual, bem como os procedimentos para a gerência das obras ou das empreitadas que regem a construção.

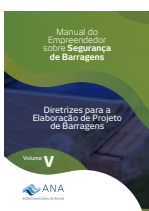
O presente manual compreende oito guias, constituintes dos seguintes volumes:


-  **Volume I** – Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem, no qual se apresenta um modelo padrão e respectivas instruções para elaboração do Plano de Segurança da Barragem.


-  **Volume 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.

-  **Volume III** – Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem, no qual se estabelecem orientações para a realização da Revisão Periódica de Segurança de Barragem.

-  **Volume IV** – Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência (PAEs), no qual se apresentam o conteúdo e organização de um PAE.

-  **Volume V** – Diretrizes para a Elaboração de Projetos de Barragens, no qual se estabelecem procedimentos gerais que devem ser contemplados nos projetos, do ponto de vista da segurança.

-  **Volume VI** – Diretrizes para a Construção de Barragens, no qual se estabelecem procedimentos gerais que devem ser respeitados, de forma a garantir a segurança das obras durante e após a construção.

-  **Volume VII** – Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens, no qual se estabelecem procedimentos gerais para a elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação, que devem orientar a execução dessas atividades, de modo a assegurar um adequado aproveitamento das estruturas construídas, respeitando as necessárias condições de segurança.

-  **Volume VIII** – Guia Prático de Pequenas Barragens, no qual se descrevem procedimentos práticos de operação, manutenção, inspeção e emergência para pequenas barragens de terra.

Observa-se que o volume destacado se refere ao assunto desenvolvido no presente documento.

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

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 seu nível de perigo, quando da realização das inspeções regulares de segurança de barragens.

O que é o Guia de Orientação e Formulários para Inspeções 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 estabeleceu que as inspeções de segurança regulares e especiais terão 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 a identificar e monitorar anomalias que afetem potencialmente sua segurança.

A quem se destina?

Destina-se a empreendedores, a quem compete a realização de inspeções de segurança regulares, com periodicidade definida em

função da categoria de risco e dano potencial, e especiais, que, dada sua natureza, não têm periodicidade definida.

Quais são 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 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 são 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-se à qualificação dos inspetores e à periodicidade das inspeções. Apresenta a listagem e a magnitude das anomalias, os fatores que estão na sua gênese, os meios de detecção, a progressão e suas consequências, como também 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. Ainda, 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 da inspeção 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 especiais devem ser realizadas – na sequência de ocorrências excepcionais, 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 situação de secas e atos de sabotagem. Descreve os cenários correntes e de ruptura de barragens de terra e de concreto, além de apresentar os aspectos específicos dessas barragens e das estruturas auxiliares e as medidas que devem ser implementadas com o objetivo de evitar a ocorrência de incidentes e acidentes.

Ademais, o guia contém dois anexos (4 e 5), com orientações ao empreendedor para a elaboração dos termos de referência para a contratação das inspeções regulares e especiais, respectivamente.

O que é um termo de referência?

Conforme o Decreto Federal nº 3.555/2000 (art. 8º, inciso II),

o termo de referência é o documento que deverá conter elementos capazes de propiciar a avaliação do custo pela Administração, diante de orçamento detalhado, considerando os preços praticados no mercado, a definição dos métodos, a estratégia de suprimento e o prazo de execução do contrato.

Apesar de ser um documento utilizado comumente pela administração pública, as orientações contidas neste guia, referentes ao termo de referência, servem para auxiliar os empreendedores privados na contratação do respectivo serviço.

1 INTRODUÇÃO

As inspeções de segurança de barragens são regulamentadas pelo art. 9º da Lei nº 12.334/2010, que estabelece as condições para as inspeções de segurança regulares e especiais. Em nível federal, a Resolução 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”.

As inspeções de segurança das barragens têm o objetivo de avaliar as condições físicas das suas partes integrantes, visando a identificar e monitorar anomalias que afetem potencialmente sua segurança. Elas possibilitam apontar, com a devida antecedência ou urgência, a necessidade de reabilitar as barragens que estejam em perigo ou risco de rompimento, possibilitando, a tempo, mitigação de danos e reduzindo elevados prejuízos à vida humana, econômicos e ambientais às localidades afetadas.

Este guia considera também a prática internacional, designadamente, as publicações elaboradas pelos seguintes países e instituições: África do Sul, Austrália, Canadá, Espanha, Estados Unidos (Bureau of Reclamation, Corps of Engineers, Federal Emergency Management Agency – FEMA), Finlândia, França, Japão, Noruega, Portugal e Suécia, bem como pela International Commission on Large Dams (ICOLD).

Reitera-se que, nos Anexos 4 e 5 deste guia, há uma série de orientações ao empreendedor para a elaboração de termos de referência para a contratação de inspeções regulares e especiais, respectivamente.

O que é uma inspeção de segurança regular?

A inspeção de segurança regular é uma obrigação do empreendedor, visa a detectar a existência de anomalias e identificar perigos em potencial e iminentes da barragem e deve ser feita regularmente, com 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.

Tal inspeção, tal qual se depreende dos termos da lei, foi objeto de regulamentação pela Agência Nacional de Águas (ANA), para as barragens sob sua jurisdição, por meio da Resolução nº 742, de 17 de outubro de 2011, em que foram estabelecidos a periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e seu nível de detalhamento.

O que é uma inspeção de segurança especial?

A inspeção de segurança especial é também de 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. Deve ser realizada na sequência de ocorrências excepcionais, 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, como ruptura de barragens situadas a montante, queda de taludes para o interior do reservatório envolvendo grandes massas, subsidência de terrenos, situação de secas e atos de sabotagem. Deve ser realizada também uma inspeção detalhada, nos moldes da inspeção especial, na ocasião de uma revisão periódica de segurança da barragem.

Além da sua realização após eventos extremos, as inspeções de segurança especiais devem ser conduzidas em certas fases delicadas dos empreendimentos, como antes do início do primeiro enchimento, após a conclusão do seu enchimento ou em situações de depleção rápida do reservatório.

Os relatórios resultantes das inspeções de segurança especiais devem indicar as ações a ser 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 PNSB, nos termos da Lei nº 12.334/2010.

PARTE I – INSPEÇÕES DE SEGURANÇA REGULARES

Apresentam-se o enquadramento legal das inspeções de segurança regulares, suas etapas e planejamento, a execução da inspeção no campo, a avaliação dos resultados, a elaboração do relatório e o atendimento das recomendações do relatório.

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

este tipo de inspeção, a ser realizado regularmente nas barragens, com periodicidade conforme sua Categoria de Risco e Dano Potencial Associado, tem por objetivo monitorar seus problemas e detectar a existência de anomalias. Tal inspeção é de alta relevância para identificar perigos em potencial e iminentes e definir as medidas preventivas ou corretivas a ser tomadas pelos empreendedores.

A inspeção de segurança regular integra as seguintes etapas:

- planejamento da inspeção;
- execução da inspeção no campo;
- avaliação dos resultados e elaboração do relatório;
- atendimento das 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 sua segurança.

O primeiro passo da inspeção de segurança regular consiste na análise de todos os documentos e relatórios anteriores, em que são apresentados o enquadramento legal das inspeções de segurança regulares, suas etapas e planejamento, a execução da inspeção no campo, a avaliação dos resultados, a elaboração do relatório e o atendimento das 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 das anomalias.

Os tipos de anomalia mais frequentes nas barragens estão representados esquematicamente na **Figura 1** e listados a seguir:

- 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 da falta de manutenção adequada.

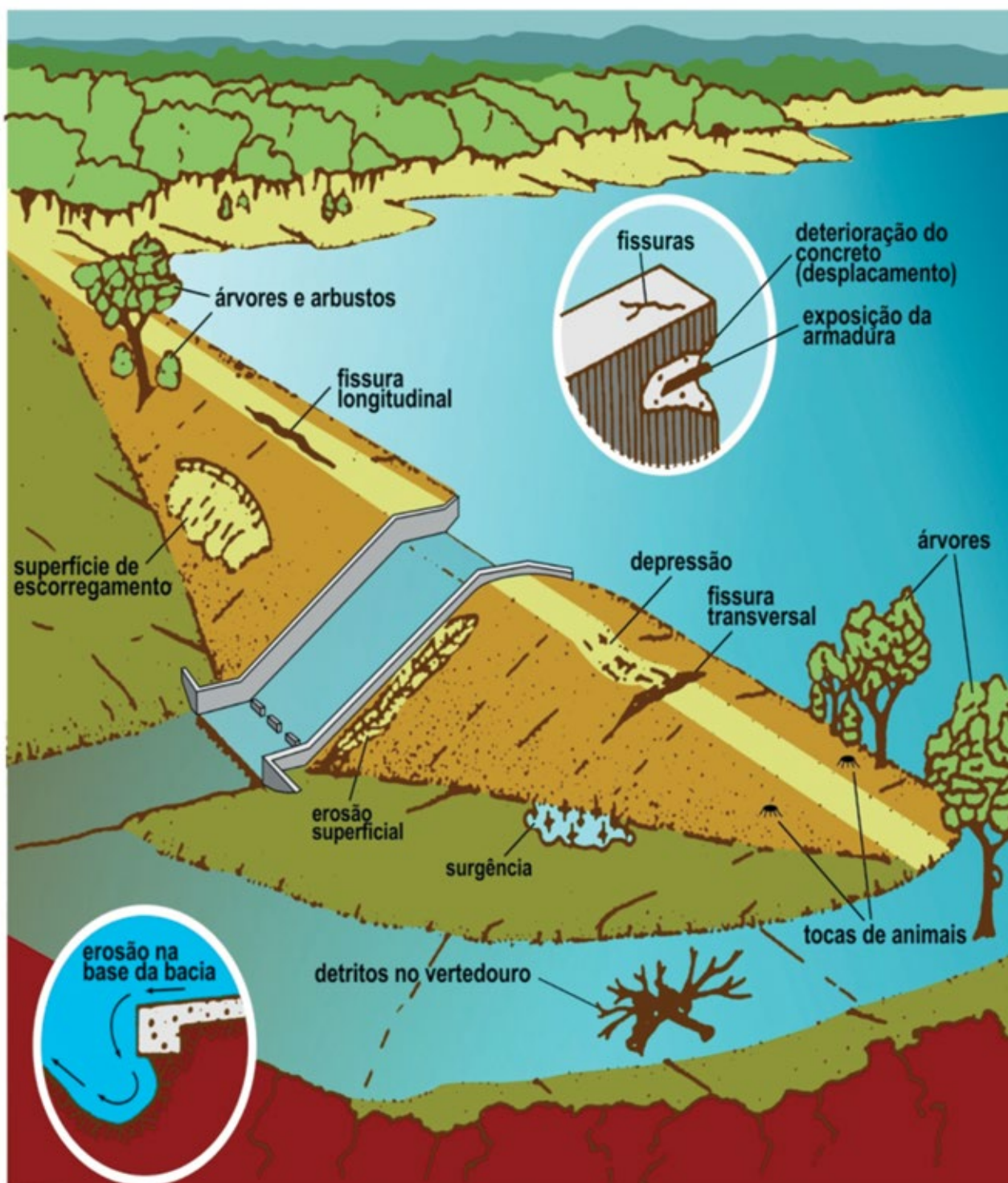


Figura 1. Representação esquemática das anomalias.

Fonte: Adaptado de Roque e Comissão (2001).

2 PLANEJAMENTO DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR

Descrevem-se, neste capítulo, a periodicidade das inspeções de segurança regulares, os estudos e relatórios a ser consultados antes da sua realização, os recursos necessários para sua efetivação, os modelos de fichas e de relatório a ser 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 possibilita: 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 a Categoria de Risco e Dano Potencial Associado.

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

Quadro 1. Periodicidade de inspeções de segurança regulares.

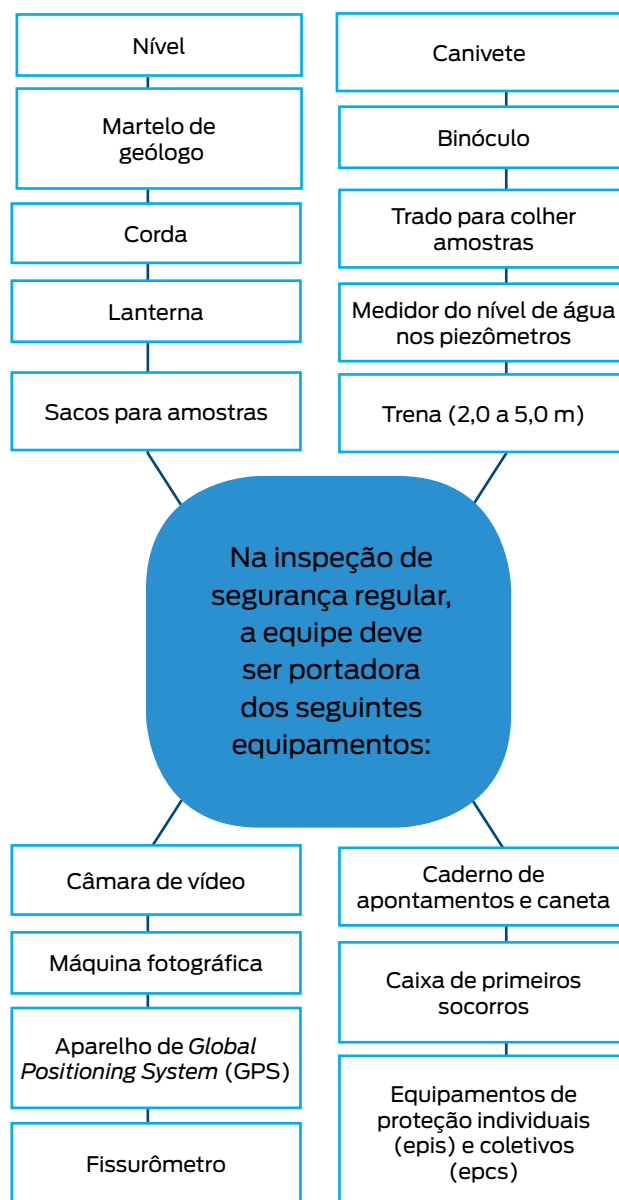
Dano Potencial Associado	Categoria de Risco		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	Semestral	Semestral	Semestral
Médio	Semestral	Semestral	Anual
Baixo	Anual	Anual	Bianual

2.2 ESTUDOS E RELATÓRIOS A SER CONSULTADOS

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

- projeto da barragem;
- métodos construtivos e controle de qualidade;
- relatórios das inspeções de segurança anteriores;
- análise dos registros dos instrumentos instalados, quando existentes (CORPS OF ENGINEERS, 1995a, 1995c; SECO; PINTO, 1982);
- operação e manutenção;
- Plano de Ação e de Emergência, quando existente;
- eventuais reparações.

2.3 RECURSOS NECESSÁRIOS



2.4 ROTEIRO DA INSPEÇÃO

A inspeção no campo tem por objetivo identificar 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, o pé da barragem, as áreas a jusante, as interfaces com estruturas auxiliares e a zona do reservatório, que estão apresentados 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 m em qualquer direção, dependendo da rugosidade da superfície, vegetação ou outras condições. Para que toda a superfície da barragem seja coberta com a inspeção, é necessário cumprir alguns passos. Na verdade, não importa o tipo de trajetória (em zigue-zague ou paralela ao eixo longitudinal), mas que, tanto quanto possível, toda a superfície seja coberta visualmente.

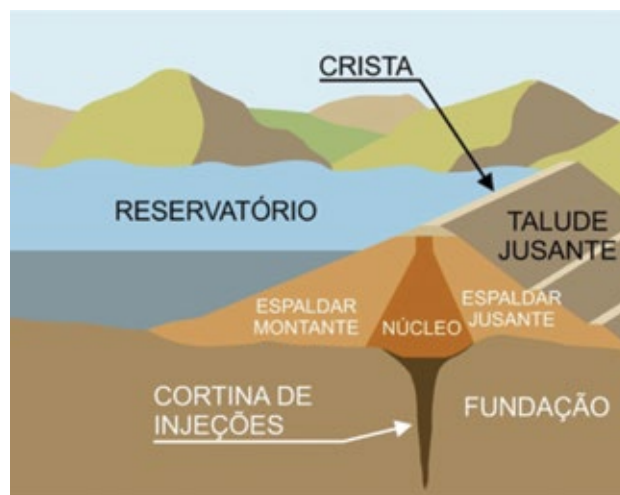


Figura 2. Vista geral de uma barragem.

Fonte: COBA.

A intervalos regulares, enquanto se caminha pelos componentes da barragem (taludes e crista, representados 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.

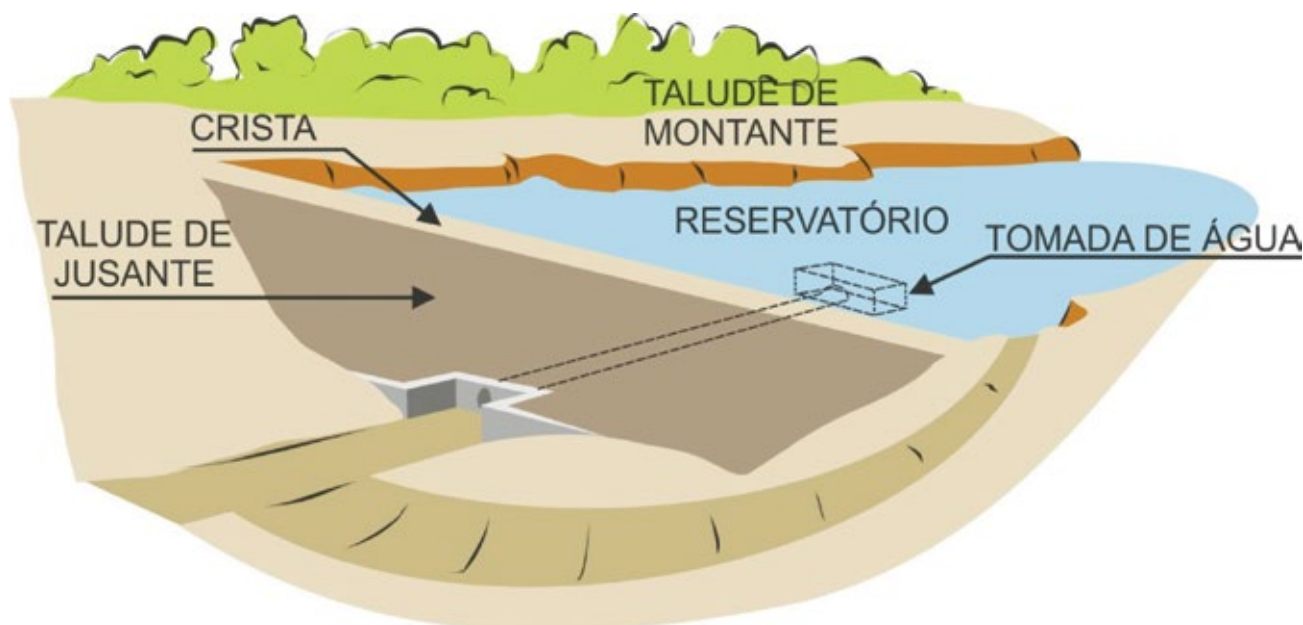


Figura 3. Componentes de uma barragem.

Fonte: Adaptado de NICDS.

Observando o talude a distância, podem-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 devem ser inspecionadas com muito cuidado, em virtude de essas áreas:

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

Na análise das situações perigosas, interessa identificar os tipos de anomalia encontrados, seu impacto na segurança da barragem e as ações que devem ser implementadas. É importante a identificação dos fatores que estão na gênese das 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, RELATÓRIO E EXTRATO

As inspeções devem ser realizadas com o auxílio de uma ficha de inspeção, que contempla todas as partes da barragem, como estruturas, equipamentos e seus aspectos funcionais. Visam, ainda, a 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 no seu preenchimento, 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, deve 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 seus próprios modelos de fichas de inspeção e relatório, devendo, no entanto, levar em consideração os normativos emitidos pelas suas entidades fiscalizadoras.

2.6 QUALIFICAÇÃO DOS INSPETORES

A Lei nº 12.334/2010 determina que as inspeções de segurança regulares devem ser efetuadas por equipe de segurança de barragem integrada por profissionais treinados e capacitados, sendo preferencialmente composta por profissionais do próprio empreendedor.

Tanto no caso de profissional do próprio quadro quanto de profissional contratado, o preenchimento das fichas de inspeção deve ser realizado por engenheiro, podendo ser aceito (a critério da entidade fiscalizadora) que seja feito 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 assessor 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, a ART de cargo ou função relativa à barragem.

No caso de barragens de grande porte ou de empreendedores que possuem várias barragens e optam 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).

Especialidade	Experiência
Engenheiro geotécnico/geólogo de engenharia	Desejável profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos geotécnicos de barragens e/ou projetos geotécnicos de recuperação de barragens e/ou em manutenção e operação de barragens, sendo desejável ter experiência em inspeções de barragens.
Engenheiro estrutural	Desejável profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos estruturais de barragens e/ou projetos estruturais de recuperação de barragens e/ou em manutenção e operação de barragens, sendo desejável ter experiência em inspeções de barragens.
Engenheiro hidráulico	Desejável profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos hidráulicos de barragens e/ou projetos hidráulicos de recuperação de barragens e/ou em manutenção e operação 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:

- uma adequada formação e treinamento de todos os novos elementos da equipe, no início das suas atividades;
- uma adequada atualização de conhecimentos e treinamento de todos os elementos da equipe que desenvolvem sua atividade no local da barragem.

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

- realização da inspeção de segurança e preenchimento da ficha de inspeção;
- 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 no campo deve contemplar todas as partes da barragem, designadamente, o talude de montante, a crista, o talude de jusante, pé e área de jusante, as ombreiras, a faixa de segurança de projeto a jusante da saia da barragem e a zona do reservatório. Deve também incluir as estruturas extravasoras, nomeadamente, o vertedouro, a tomada de água e a descarga de fundo, seus equipamentos hidromecânicos, além das demais estruturas anexas, como acessos, pistas, obras de arte, sinalização, iluminação, cercas de proteção etc.

Tal inspeção integra a inspeção visual da barragem e a condição da instrumentação instalada, visando à detecção de anomalias para o preenchimento da ficha de inspeção, devendo os inspetores analisar em escritório os dados e gráficos gerados. Podem-se efetuar algumas leituras por amostragem para verificação da consistência dos dados.

A listagem que segue considera os aspectos específicos essenciais a observar na execução das inspeções de segurança regulares.

Talude de montante

- Proteção do talude: *rip-rap*, aspecto geral do material de proteção, embricamento, escorregamento, 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 – BEFCs): 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 sua granulometria e, portanto, seu poder protetor.
- Buracos causados por animais: sua dimensão, localização e frequência.

<p>Talude de jusante</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sinais de movimento: 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. • Existência de árvores e necessidade de remoção. • Condições das bermas. • Canaletas de drenagem. • Buracos causados por animais, cupinzeiros e formigueiros.
<p>Ombreiras As interfaces do corpo da barragem com as ombreiras, representadas esquematicamente na Figura 4, devem ser inspecionadas visando à detecção de:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 e causas possíveis; • vegetação; • sinais de movimento: considerar movimentos globais não inseridos nos deslizamentos.
<p>Crista</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Movimentos laterais: os melhores indicadores de movimentos são os postes de iluminação, se existirem, os guarda-corpos laterais e os meios-fios. • Estado de conservação dos 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. • Sistema de drenagem e drenos obstruídos. • Passeio. • Alinhamento do meio-fio, quando existir.
<p>Galerias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Detecção de situações anômalas, designadamente, fissuras no concreto, infiltrações, movimentos de juntas e depósito de materiais, em barragens de concreto.
<p>Estruturas auxiliares</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vertedouro (ou sangradouro): ferragem exposta, fissuras no concreto, erosão, depressões, vegetação nas juntas, Reação Álcali-Agregado (RAA). • Tomada de água: corrosão, fissuras, infiltrações, RAA. • 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.

Instrumentação	<ul style="list-style-type: none"> Estado dos instrumentos de medida instalados na obra.
Reservatório	<ul style="list-style-type: none"> Erosões, assoreamentos, escorregamento dos taludes marginais, vegetação flutuante em excesso, troncos de árvores etc.

Em síntese, interessa sublinhar que, durante as inspeções visuais, deve ser implementada a seguinte ação:

- fotografar todas as situações anômalas encontradas e que poderão necessitar de correção, sugerindo possíveis causas.

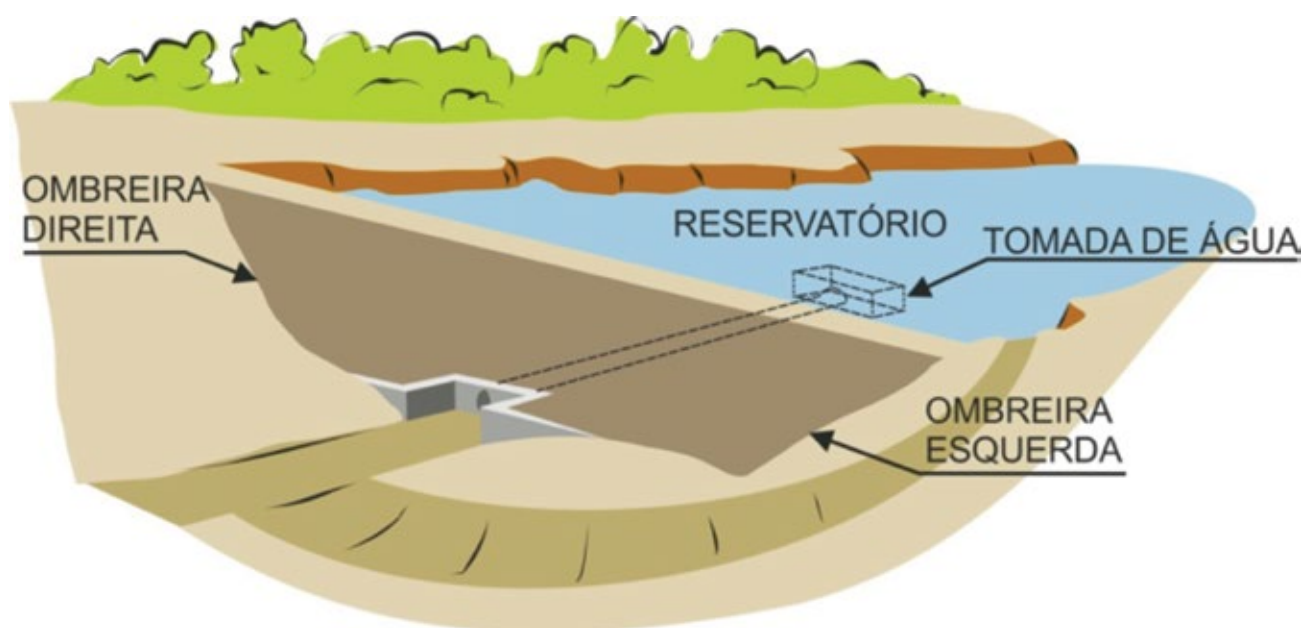


Figura 4. Interface do corpo da barragem com as ombreiras.

3.2 FICHAS DE INSPEÇÃO

As fichas de inspeção devem 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 de inspeção de segurança regular, comuns a todos os tipos de barragem (Anexo 1.1.1), de terra (Anexo 1.1.2), BEFC (Anexo 1.1.3), de concreto (Anexo 1.1.4) e para as especificidades de barragens que contêm aproveitamentos hidrelétricos (Anexo 1.1.5),

todos com as respectivas instruções para seu preenchimento. Essas fichas são exemplos baseados no Ministério da Integração Nacional (2002, 2005, 2010) e foram adotadas na Resolução ANA nº 742/2011.

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

A Resolução ANA nº 742/2011 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 em curto quanto em longo prazo;
- **magnitude:** tamanho ou amplitude da anomalia;
- **nível de perigo:** gradação do perigo à barragem decorrente da identificação de determinada anomalia.

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

3.3 TIPOS MAIS FREQUENTES DE ANOMALIA 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.

Abertura (mm)	Designação
$e \leq 0,50$	Fissura
$0,50 < e \leq 1,50$	Trinca
$1,50 < e \leq 5,00$	Rachadura
$5,00 < e \leq 10,00$	Fenda
$e > 10,00$	Brecha

As fissuras (em sentido lato) que se desenvolvem nas barragens de terra podem ser classificadas, de acordo com sua localização, como fissuras interiores e exteriores e, relativamente à sua posição, fissuras longitudinais e transversais. A realidade é, no entanto, mais complexa, podendo ocorrer, simultaneamente, todas as combinações dessas situações. A maior parte das fissuras referidas na literatura especializada é exterior e, conseqüentemente, visível. Constata-se, porém, a existência de fissuras interiores no corpo da barragem, resultantes de variações do estado de tensão do maciço, que podem ser observadas, por exemplo, por meio de sondagens e amostragens.

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:

- fotografar e registrar a locação, orientação, comprimento e espessura;
- monitorar as mudanças ao longo do tempo;
- 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 o nível abaixo da cota de retenção. Nesses 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 é exterior e, conseqüentemente, visível. 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, por percolação, na face do paramento de jusante da barragem, nas ombreiras, no pé de jusante e na faixa logo a jusante do pé da barragem.

A percolação dessa água pode ter as seguintes conseqüências:

- originar um processo de erosão interna (*pi-ping*) (**Figura 5**), o qual é influenciado pelos seguintes fatores:
 - tipo de solo (areia fina e silte de origem eólica, por exemplo, são altamente suscetíveis à erosão);
 - gradiente hidráulico: quanto maior o gradiente, maior a possibilidade de erosão interna;
 - tensão confinante: quanto maior o valor da tensão confinante, menor a possibilidade da ocorrência da erosão;
- aumentar as poropressões e saturação do maciço e da fundação, com conseqüente perda de resistência.

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



Figura 5. Problemas de percolação.
Fonte: Adaptado 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; tapete horizontal; e 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:

- localizar os pontos de surgência;
- medir as vazões e a turbidez da água;
- registrar a ocorrência de precipitação recente, que possa afetar a medição e a turbidez da água;
- anotar o nível de água do reservatório no momento da medição da vazão;
- 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:

- verificar a granulometria do material carreado;
- medir a vazão.

Na inspeção dos poços de alívio, observar:

- a locação de cada poço em relação ao indicado no projeto;
- se há fluxo de água: medir sua vazão e turbidez;
- 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 entidade fiscalizadora,

Instabilidade de taludes

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

- ruptura superficial;
- ruptura profunda.

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

- talude de montante: rebaixamento rápido com deslizamentos superficiais, que não causa ameaça à integridade da barragem, mas pode gerar obstrução da tomada de água e deslizamentos progressivos mais profundos;
- talude de jusante: deslizamentos rasos provocam aumento na declividade do talude e podem indicar perda de resistência do maciço, por saturação do talude, percolação ou fluxo superficial.

Na inspeção, deve-se:

- medir e registrar a extensão e deslocamento do material movimentado;
- procurar por fissuras (trincas ou rachaduras) nas proximidades, especialmente acima do deslizamento;
- verificar percolações nas proximidades;
- observar a área, para determinar se as condições de instabilidade estão progredindo.

A ruptura profunda é uma séria ameaça à integridade da barragem, sendo caracterizada por:

- talude de deslizamento íngreme bem definido;
- movimento rotacional e horizontal bem definido;
- fissuras (trincas ou rachaduras) em formato de arco.

Ações a ser implementadas para aprofundar as investigações:

- As rupturas profundas, tanto no talude de montante quanto de jusante, podem ser indicações de sérios problemas estruturais.

Na maioria dos casos, irão requerer o rebaixamento ou drenagem do reservatório.

- Se há suspeita de deslizamento, deve-se:
 - inspecionar com muito cuidado a área trincada ou escorregada que indique a causa do deslizamento;
 - recomendar uma investigação para determinar a magnitude e a causa do evento;
 - recomendar o rebaixamento do reservatório, nas situações mais críticas.

Depressões

As depressões podem ser localizadas ou abrangentes e causadas por recalque no maciço ou fundação. Os 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 subjacente.

Algumas áreas da superfície do maciço que parecem depressões ou afundamentos podem ser resultado de finalização inadequada da construção, razão pela qual a causa deve ser determinada.

As depressões podem ser de dois tipos:

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

Recomendações para a inspeção:

- Embora os recalques, na maioria dos casos, não representem perigo imediato para a barragem, podem ser indicadores iniciais de

outros sérios problemas. A inspeção deve fotografar e registrar a localização, tamanho e profundidade de cada recalque observado.

- Em relação aos afundamentos, recomenda-se:
 - fotografar e registrar a localização, tamanho e profundidade;
 - examinar cuidadosamente o fundo da depressão localizada, para determinar se existe um grande vazio subjacente ou fluxo de água;
 - 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, deve-se:

-
- 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, 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:

- para permitir o levantamento e inspeção das estruturas e áreas adjacentes, visando a observar percolação, fissuras, afundamentos, deflexões, mau funcionamento do sistema de drenagem e outros sinais de perigo;
- para permitir o acesso adequado às atividades de operação normal e de emergência e manutenção da barragem;
- para evitar danos nas estruturas devido ao crescimento de raízes, que pode 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;

- para evitar a obstrução de descarregadores de cheias, tomadas de água, drenos, entrada e saída de canais.

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

- fazem a conexão do reservatório com o talude de jusante ou causam o encurtamento dos caminhos de percolação;
- penetram no núcleo central impermeável da barragem, quando existe.

Devem-se desencorajar as atividades (pela eliminação da fonte de alimentação e *habitat*) de animais, visando a prevenir tocas dentro do maciço e possíveis caminhos de percolação.

Na inspeção, deve-se:

- procurar evidências de percolação provenientes de tocas no talude de jusante ou na fundação;
- 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 expansivas (RAA, entre outras), dado que as expansões que se

desenvolvem no concreto podem afetar o funcionamento desses equipamentos.

A evolução desses movimentos diferenciais entre blocos pode ser monitorada por intermédio de instrumentação adequada instalada nas juntas ou por instrumentação como os medidores triortogonais.

Surgências

Em algumas barragens, são instalados dispositivos de drenagem que permitem conduzir a água infiltrada no corpo das obras para galerias ou áreas a jusante, limitando a instalação de subpressões. No entanto, podem por vezes ocorrer percolações através do corpo da barragem, em regra pelas juntas deficientemente tratadas, 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 por áreas de concreto deficientemente vibrado.

As infiltrações a que correspondem fluxos e velocidades elevados contribuem para a deterioração do concreto, por lavagem dos materiais mais finos, e 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 constituem 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 de temperatura originam, em regra, uma fissuração superficial, que não é relevante para as condições de segurança das estruturas. No entanto, podem também se desenvolver fissuras associadas a deficiências do projeto ou de construção ou mesmo ao envelhecimento das estruturas, que, em

geral, afeta essencialmente as condições de funcionamento (nomeadamente, o funcionamento de comportas e outros equipamentos). Podem, ainda, dar origem ao aparecimento de surgências e, ao longo do tempo, afetar as condições de segurança das barragens. Assim, é importante identificar essas fissuras e controlar 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 classificá-las em quatro tipos, sendo neste caso definidas também fissuras capilares, como se indica no **Quadro 4**.

Quadro 4. Classificação das fissuras em barragens de concreto.

Abertura (mm)	Designação
$e \leq 0,50$	Fissura
$0,50 < e \leq 1,50$	Trinca
$1,50 < e \leq 5,00$	Rachadura
$5,00 < e \leq 10,00$	Fenda
$e > 10,00$	Brecha

Deterioração devida a expansões associadas a reações químicas – 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, mediante inspeções e/ou 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 é 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 de vulnerabilidade da barragem que pode ser imposto por ela e indicar a presteza com que ela deve 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 em 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 em curto prazo, exigindo ativação do Plano de Ação de Emergência (PAE).

As categorias de magnitude da anomalia e do seu nível de perigo apresentadas neste guia são as adotadas pelo Ministério da Integração Nacional (2002, 2005, 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 podem ter dúvidas na classificação da

anomalia, no caso de sua magnitude ser média ou grande, com reflexos na classificação do seu nível de perigo, 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 ser implementadas, além de orientar sobre a necessidade da presença de um engenheiro qualificado para inspecionar a barragem e tomada de ações. O treinamento dos inspetores e 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 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 estruturas auxiliares, que, por essa razão, carecem de maior atenção na inspeção. Nos quadros, figuram também os indicadores que possibilitam a classificação dessas anomalias como insignificantes, pequenas, médias ou grandes e que, no caso de serem médias ou grandes, podem ser graves.

Ressalta-se que a classificação das anomalias indicadas nos quadros é apenas orientadora. Em que pesem as categorizações apresentadas (de insignificante a grande), o julgamento de engenharia é fundamental para classificação da magnitude das anomalias.

Essa listagem, resultado da ponderação das publicações do Bureau of Reclamation, Corps of Engineers, ICOLD, Electric Power Research Institute (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, conjugada com o julgamento de engenharia, possibilitará a definição do nível de perigo da barragem e, consequentemente, das situações que necessitam de ações não imediatas (anomalias insignificantes ou pequenas) ou imediatas (anomalias médias ou grandes).

Apresentam-se, na última coluna dos Quadros 5, 6 e 7, códigos para relacionar às anomalias extraídas dos Anexos 1.1 e 2. A interpretação desses códigos faz-se da seguinte forma:

- Códigos apresentados na parte de cima da linha foram retirados do Anexo 1 (A.1 a A.6): por exemplo, BT(B.2.1) significa que se trata de uma barragem de terra, anomalia localizada na crista (B2), primeiro item – erosões (1).
- Códigos apresentados na parte de baixo da linha foram retirados do Anexo 2: por exemplo, BT3(1) significa que se trata de uma barragem de terra, da crista (3) e que a anomalia é uma fissura longitudinal (1).

Quadro 5. Barragens de terra – listagem das anomalias mais importantes.

Anomalia	Insignificante/ pequena	Média/ grande	Código
Fissuras longitudinais na crista (comprimento <i>l</i> em m, abertura <i>a</i> em mm e profundidade <i>p</i> 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 <i>l</i> em m e abertura <i>a</i> em mm)	$l < 5$ $a < 5$ $p < 0,2$	$l > 5$ $a > 5$ $p > 0,2$	BT(B.2.2) BT3(4)
Afundamentos (<i>afd</i> em m)	$afd < 0,3$	$afd > 0,3$	BT(B.2.5) BT3(6)
Recalques/deslocamentos verticais (<i>dv</i> em m)	$dv < 0,2$	$dv > 0,2$	BT(B.2.5) BT3(2)
Fugas de água/vazões na fundação (<i>Vf</i> em l/min/m)	$Vf < 4$	$Vf > 4$	BT(B.4.2) BT4(5)
Erosão no pé da barragem (erosão regressiva) Falha no <i>rip-rap</i>	Situação desprezável ou estabilizada	Com velocidade constante ou crescente	BT(C.1.6) BT5(7)
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 úmidas	BT(B.12;B.3.2) BT2(1)
Vazamento (fuga de água) na interface aterro-ombreira (<i>Vi</i> em l/min)	$Vi < 10$	$Vi > 10$	BT(B.4.2; B.4.3) BT4(8)
BEFC – fissuras na laje do concreto (<i>a</i> em mm)	$a < 1$	$a > 1$	BT(B.1.3) BT1(7)

Quadro 6. Barragens de concreto – listagem das anomalias mais importantes.

Anomalia	Insignificante/ pequena	Média/ grande	Código
Abertura de juntas (<i>a</i> em mm)	$a < 3$	$a > 3$	BC(B.1.6) BC2(4)
Deslocamentos diferenciais de juntas (<i>d</i> em mm)	$d < 2$	$d > 2$	BC(B.2.1) BC1(4)
Fissuras verticais em diagonal (comprimento <i>l</i> em m e abertura <i>a</i> 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 (<i>Q</i> em l/min)	$Q < 2$	$Q > 2$	BC(B.3.6) BC4(1)
Infiltrações através das juntas de blocos (<i>Q</i> em l/min/junta)	$Q < 20$	$Q > 20$	BC(.3.5) BC3(1))
Vazões nos drenos de fundação (<i>Q</i> 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 (<i>Q</i> em l/min)	$Q < 10$	$Q > 10$	BC(F5) BC5(2)

Quadro 7. Estruturas auxiliares – listagem das anomalias mais importantes.

Anomalia	Insignificante/ pequena	Média/ grande	Código
Fissuras (comprimento l em m e 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)

Nas estruturas auxiliares, o comportamento estrutural é semelhante ao 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. 7º da Resolução ANA nº 742/2011, deve ser classificado em quatro categorias, em função do tipo de anomalia, sua evolução e da urgência de medidas corretivas, designadamente:

Normal	Quando não são encontradas anomalias ou as anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo.
Atenção	Quando as anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem em curto prazo, mas devem ser controladas, monitoradas ou reparadas ao longo do tempo.

Alerta	Quando as anomalias encontradas representam risco à segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema.
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 Ministério da Integração Nacional e na Resolução ANA nº 742/2011, 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 são classificadas como insignificantes, pequenas, médias e grandes. As anomalias classificadas

como médias e grandes, 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 seu nível de perigo e orientar as ações a ser 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, como, 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:

- medidas imediatas:
 - baixar o nível de água no reservatório;
 - reforçar o monitoramento e a inspeção;
 - reforços simples, como aumento de peso a jusante, reforço de drenagem etc.;
- 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 ser 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. Nesse caso, a ficha de inspeção de segurança regular deve ser

complementada, contemplando não só as estruturas associadas às usinas, mas também avaliando o estado de funcionamento e de conservação dos equipamentos hidromecânicos, eletromecânicos e elétricos associados.

A listagem apresentada, de caráter geral e indicativo, deve ser adaptada a cada instalação em particular, tendo em conta suas características específicas e 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, razão pelo qual 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 a abertura máxima:	<ul style="list-style-type: none"> • por comando elétrico local; • por comando elétrico a distância; • automático; • manual.
Outros aspectos a considerar na inspeção:	<ul style="list-style-type: none"> • 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
<ul style="list-style-type: none"> • Verificação do estado de conservação da pintura das superfícies. • Verificação das juntas, vedantes e pontos de infiltração.

Sistema de regulação de velocidade	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação do estado de funcionamento e de conservação de todos os componentes do sistema e regulação de velocidade.
Instalação de refrigeração	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação do estado de funcionamento e de conservação de todos os componentes da instalação de água de refrigeração



Figura 6. Vista da casa de máquinas.

Fonte: COBA / Banco de Imagens ANA

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 controle dimensional de todos os componentes.	<ul style="list-style-type: none"> • bases de apoio da cruzeta superior; • 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).
--	--

Alternadores

Sistema de excitação e regulação de tensão

Aparelhos de elevação	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação do estado de operação, desgastes, corrosão, integridade, folgas e apertos da parafusaria de todos os órgãos.
Equipamentos de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado (AVAC)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação do estado de funcionamento e de conservação de todos os componentes da instalação de ventilação
Instalação de bombeamento	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • fissuras; • soldas quebradas; • peças faltantes, com folgas ou quebradas; • perda de revestimento de proteção; • corrosão e ferrugem de metais; • cavitação.
Nos berços e guias	<ul style="list-style-type: none"> • estragos; • partes empenadas; • desalinhamentos; • sinais de deterioração dos selos; • sinais de emperramento nas placas dos selos (arranhões e sulcos).
Verificar nos sistemas operacionais	<ul style="list-style-type: none"> • partes faltantes, 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 operar comportas e válvulas, verificar	<ul style="list-style-type: none"> • grelha de proteção; • comporta da tomada de água; • câmara da comporta; • temperatura do motor para saber se está quente (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 devem ser feitos considerando condições normais de operação, bem como simulando condições adversas.

Ao 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, identificando 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 aos inspetores responsáveis pela inspeção regular, deve ser incluído, 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 técnicos de nível médio, razão pela qual é desejável que a ficha de inspeção padronizada seja objetiva e simples, permitindo 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, no mínimo, as seguintes informações:

1. Sumário executivo	<ul style="list-style-type: none">• Nome da barragem.• Código da barragem no cadastro do órgão fiscalizador.• Identificação do empreendedor ou do seu representante legal.• Identificação do responsável técnico pela inspeção e elaboração do relatório e anotação da sua responsabilidade.• Localização e data da inspeção.• Outorga.• Data da construção.• Responsável pela construção.
2. Principais características	<ul style="list-style-type: none">• Bacia hidrográfica.• Curso d'água barrado.• Coordenadas.• Finalidade.• Capacidade do reservatório.• Área inundada.• Tipo de barragem.• Cota da crista.• Altura da barragem.• Comprimento da barragem.
3. Histórico	<ul style="list-style-type: none">• Incidentes/acidentes anteriormente ocorridos, se aplicável.
4. Fichas de inspeção preenchidas, a ser revisadas pelo responsável técnico, que deve pronunciar-se sobre:	<ul style="list-style-type: none">• avaliação de anomalias: situação, classificação da sua magnitude e nível de perigo (ver item 3.4);• fotografias das anomalias consideradas médias ou graves e sua descrição;• análise dos registros dos seguintes instrumentos, quando existentes: piezômetros, medidores de tensão, registradores de fluxo, medidores de recalques, inclinômetros, extensômetros, marcos de referência, medidores de nível de água, medidores de vazão, acelerógrafos, sismoscópios (CORPS OF ENGINEERS, 1995a, 1995c; SECO; PINTO, 1982).
5. Fotografias, comentários e observações necessárias, adicionais e relevantes sobre os componentes da barragem ou anomalias consideradas médias ou grandes, designadamente:	<ul style="list-style-type: none">• 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.	<ul style="list-style-type: none">• (ver item 3.5).

7. Conclusões, recomendações e ações a ser implementadas pelo empreendedor:

- proposta de reclassificação da categoria de risco da barragem para a entidade fiscalizadora em função do resultado da inspeção (se for o caso);
- implementação do PAE: comunicações, sistemas de aviso, evacuações (se aplicável);
- recomendação de eventuais trabalhos de reabilitação e manutenção ou inspeções de segurança regulares e especiais, como, por exemplo, o deplecionamento do reservatório e a disposição de materiais suscetíveis de reforçar a estabilidade da barragem ou retardar sua ruptura. Para os diferentes tipos de anomalia 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 ser implementadas para reabilitar a barragem, visando a minimizar suas consequências e evitar que 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 de a ANA ser a entidade fiscalizadora, a Resolução nº 742/2011 estabelece que o relatório deve estar disponível na barragem para consulta em posteriores vistorias. Esse relatório, assinado pelo responsável técnico, deve ser anexado ao Plano de Segurança da Barragem (art. 13), em até 60 dias após a inspeção (art. 8º).

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

Cabe, ainda, ao empreendedor:

- cumprir as recomendações contidas nos relatórios de inspeção de segurança;
- providenciar o cadastramento e a atualização das informações relativas à barragem junto à entidade fiscalizadora;
- ser informado de qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou comprometer sua segurança;
- prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem;
- 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 agência, por meio da internet, no sítio www.ana.gov.br, até 31 de maio de cada ano para as inspeções realizadas durante o primeiro ciclo de inspeção (compreendido entre 1º 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 1º 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 um dia após a realização da inspeção, para que possam ser tomadas em tempo medidas corretivas ou seja mitigado o dano potencial.

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

PARTE II – INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ESPECIAL

Apresentam-se o enquadramento legal das inspeções de segurança especiais, suas etapas e planejamento, a execução da inspeção no campo, a avaliação dos resultados, a elaboração do relatório e o atendimento das recomendações do relatório.

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com o art. 9º 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”. Seu § 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 devem ser levados em consideração.

Para as barragens com dano potencial alto, independentemente da Categoria de Risco, apresentam-se exemplos de situações em que se considera importante realizar uma inspeção de segurança especial:

- quando verificada anomalia considerada grave durante uma inspeção regular ou por equipe de operação e manutenção da barragem durante suas atividades de rotina;
- sempre que se preveja um deplecionamento rápido do reservatório de barragens;
- após a ocorrência de eventos extremos, como cheias superiores à cheia de projeto, sismos e secas prolongadas;
- situações de descomissionamento ou abandono da barragem;
- situações de sabotagem.

Para as barragens com altura de maciço superior a 15 m e capacidade total do reservatório superior a 3 milhões m³, independentemente do dano potencial associado, considera-se também importante realizar uma inspeção especial nas seguintes situações:

- antes do fim da construção da barragem, quando, sem afetar a segurança e funcionalidade da obra, seja possível promover um enchimento parcial do reservatório;
- 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 detalhada, nos moldes da inspeção especial, por ocasião da revisão periódica de segurança de barragem.

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

Quadro 8. Situações de realização de inspeção de segurança especial.

Classificação do dano potencial associado	Situação
Dano potencial alto, independentemente da Categoria de Risco	Anomalia grave. Deplecionamento rápido. Eventos extremos (cheias, sismos e secas). Descomissionamento e abandono. Sabotagem. Revisão periódica de segurança.
Independentemente 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 m ³ : <ul style="list-style-type: none"> antes do fim da construção; durante e após o primeiro enchimento; revisão periódica de segurança.

A inspeção de segurança especial integra as seguintes etapas:

- planejamento da inspeção;
- execução da inspeção no campo;

- avaliação dos resultados e elaboração do relatório;
- atendimento das 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 especiais, analisar situações indutoras de anomalias graves, como obstruções aos escoamentos provocados por materiais transportados pela água, erosões a jusante e deterioração dos órgãos extravasores; deteriorações de equipamentos do sistema de monitoramento poderão interferir na correta avaliação de eventuais anomalias.

As inspeções de segurança especiais 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 especiais, 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, independentemente da Categoria de Risco, recomenda-se que a inspeção de segurança especial seja feita nas seguintes situações:

- quando forem detectadas anomalias graves (**Figura 7**), sintomas de envelhecimento e 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 I;

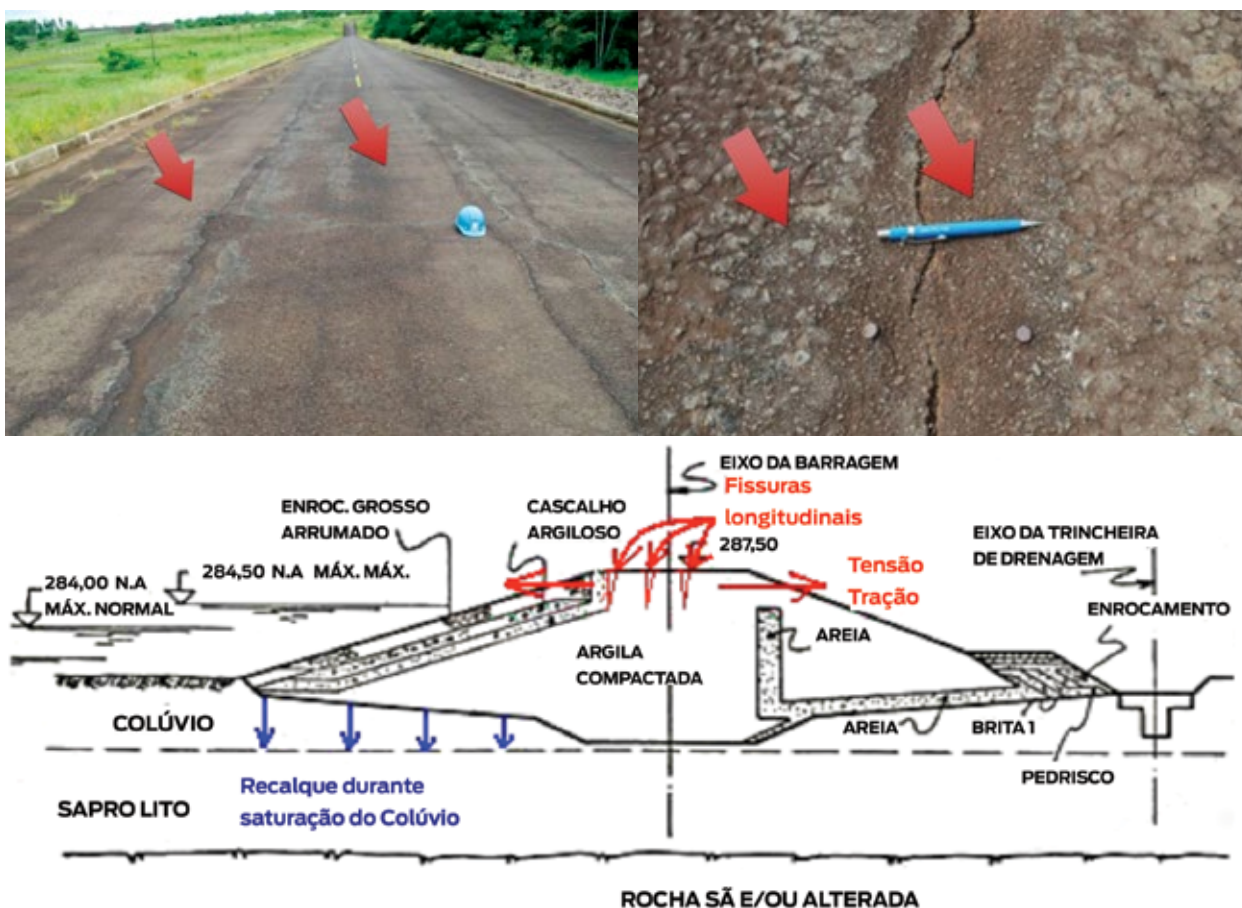


Figura 7. Fissuras longitudinais na crista de barragem de terra no Brasil, causadas pelos recalques de camada de solo coluvionar de basalto, na fundação.

Fonte: Arquivo SBB Engenharia / Banco de Imagens ANA

- por ocasião de deplecionamentos rápidos do reservatório e quando o risco envolvido a justifique, com o objetivo de evitar a ocorrência de acidentes e incidentes ou minimizar sua importância e efeitos, além de permitir verificar as hipóteses de projeto;
- após a ocorrência de grandes cheias, que podem originar acidentes por galgamento da barragem, por vezes associados a obstruções dos 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;
- 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



Figura 8. Descargas na barragem devido a cheias.
Fonte: COBA / Banco de Imagens ANA

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;

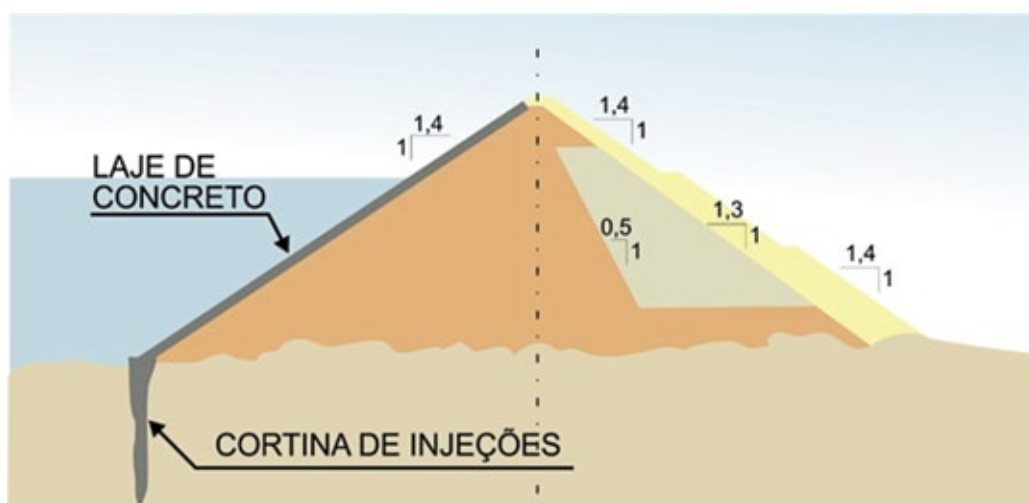


Figura 9. Perfil-tipo da barragem de enrocamento de Zipingpu (China).
Fonte: COBA.



Figura 10. Danos causados na laje de concreto da barragem de enrocamento de Zipingpu (China).

Fonte: COBA / Banco de Imagens ANA

- 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;
- situações de descomissionamento ou abandono da barragem;
- situações de sabotagem.

Para as barragens com altura de maciço superior a 15 m e capacidade total do reservatório superior a 3 milhões m³, independentemente do dano potencial associado, considera-se também importante realizar uma inspeção especial nas seguintes situações:

- antes da conclusão da construção da barragem, quando, sem afetar a segurança e funcionalidade da obra, for possível promover um enchimento parcial do reservatório, com o objetivo de 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 quanto do sistema de observação e do PAE, permitem dar início ao enchimento do reservatório;

- 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 detalhada, nos moldes da inspeção especial, por ocasião da revisão periódica de segurança de barragem.

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, em 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, de acordo com a situação verificada.

O perfil esperado dos profissionais listados na equipe-chave, com suas respectivas funções, é apresentado no **Quadro 10**.

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 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	Engenheiro geotécnico/civil	
Aberturas de juntas, fissuras no concreto, deteriorações do concreto associadas a reações químicas, movimentos nos taludes	Engenheiro civil	Engenheiro estrutural/civil
Deplecionamento rápido do reservatório	Engenheiro geotécnico/civil	Engenheiro estrutural/civil
Galgamento	Engenheiro geotécnico Engenheiro hidráulico/civil	Engenheiro estrutural/civil Engenheiro hidráulico/civil
Cheias, sismos e secas	Engenheiro geotécnico Engenheiro hidráulico/civil	Engenheiro estrutural/civil Engenheiro hidráulico/civil
Descomissionamento	Engenheiro geotécnico Engenheiro hidráulico/civil	Engenheiro estrutural/civil Engenheiro hidráulico/civil
Revisão periódica	Engenheiro geotécnico Engenheiro estrutural/civil Engenheiro hidráulico/civil	Engenheiro estrutural Engenheiro geotécnico/civil Engenheiro hidráulico/civil

Quadro 10. Equipe-chave (exemplificativo).

Especialidade	Experiência
Engenheiro coordenador geral	Preferencialmente engenheiro civil 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.
Engenheiro geotécnico/ geólogo de engenharia	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos geotécnicos de barragens, incluindo tratamento de fundações.
Engenheiro estrutural	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos estruturais de barragens e/ou projetos estruturais de recuperação de barragens.
Engenheiro hidráulico	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos hidráulicos de barragens e/ou projetos hidráulicos de recuperação de barragem.
Engenheiro hidrólogo	Profissional com experiência, superior a dez anos, em estudos hidrológicos para projetos de barragens.

Quadro 11. Equipe complementar.

Especialidade	Experiência
Engenheiro mecânico	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos de equipamentos hidromecânicos e/ou de recuperação de estruturas auxiliares de barragens.
Engenheiro eletricitista	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos elétricos de barragens e/ou projetos elétricos de recuperação de barragens.
Geólogo	Profissional com experiência, superior a dez anos, em estudos geológicos de fundações de barragens.

Os profissionais da equipe responsável pela inspeção de segurança especial devem ter registro no CREA, com atribuições profissionais para o projeto ou construção, 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 pode necessitar de uma equipe para avaliar anomalias específicas. Essa equipe de apoio pode contar com os seguintes profissionais:

- mergulhador;
- topógrafo;
- laboratorista;
- desenhista “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 da Barragem (composto por cinco 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);
- relatórios de inspeções de segurança regulares anteriores;
- plano do primeiro enchimento (se for o caso);
- programa de deplecionamento da barragem (se for o caso);
- plano de descomissionamento da barragem (se for o caso);
- ocorrência de eventos extremos, designadamente, cheias, sismos e secas (se for o caso);
- análise dos registros dos instrumentos;
- 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 a quantificar uma grandeza, deverão ser utilizadas referências de escala (uma pequena régua, por exemplo) e de localização relativamente a pontos fixos.

As inspeções subaquáticas, quando for necessário, devem contemplar as estruturas submersas de concreto, com planeamento 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 50 m. Para maiores profundidades, deve-se recorrer à utilização de trajes especiais ou de robô operado a distância.

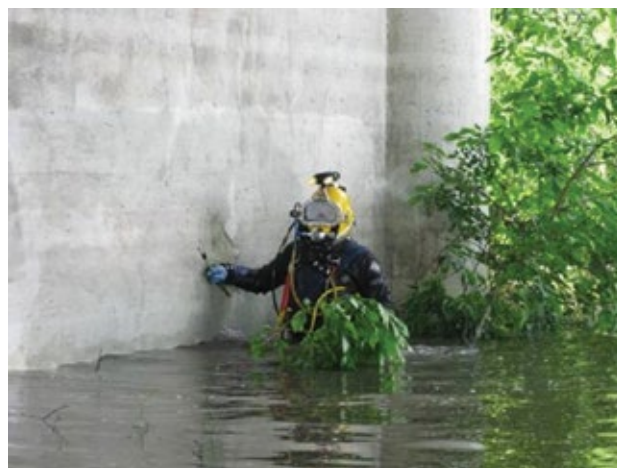


Figura 11. Inspeção subaquática.
Fonte: COBA / Banco de Imagens ANA

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. Essa 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 (o presente guia não abordará procedimentos específicos para desativação de barragem, tema a ser enfrentado em publicações futuras), sabotagem e revisão periódica de segurança de barragem, a inspeção no 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 auxiliares, como o vertedouro, a tomada de água e a descarga de fundo. Os aspectos a ser inspecionados estão descritos nas fichas de inspeção constantes do Anexo 1, as quais podem ser utilizadas pela equipe de especialistas, se necessário.

No caso de se tratar de uma anomalia grave, a inspeção no campo deve concentrar-se no local da sua ocorrência e na sua vizinhança e, se necessário, estender-se a outros locais, razão pela qual 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, contextualizam-se, nos itens subsequentes, os aspectos específicos que dizem respeito às barragens de terra, de enrocamento e de concreto e estruturas auxiliares.

3.2 BARRAGENS DE TERRA – ASPECTOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Considerações iniciais

Com base nos cenários correntes (situação hipotética que pode originar um incidente) e de ruptura (situação hipotética que pode originar um acidente) de barragens de terra, procura-se

avaliar, de forma sintética, os fatores na gênese das fissuras e as diferentes medidas que devem ser implementadas com o objetivo de evitar a ocorrência de incidentes ou acidentes.

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

- deteriorações devido aos órgãos de segurança e de operação – cerca de 35%;
- deteriorações devido a fissuras e fraturamento hidráulico – cerca de 30%;
- deslizamentos de taludes de aterro e dos reservatórios – cerca de 10%;
- percolação excessiva ao longo da fundação – cerca de 12%;
- inadequada proteção dos taludes – 7%;
- diversas causas – 6%.

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

- 2 % durante a construção;
- 20% durante o primeiro enchimento;
- 22% após o primeiro enchimento;
- 16% durante os cinco primeiros anos após a construção;
- 22% dos casos não identificados.

Exibindo as anomalias devido a fissuras um papel importante, afigura-se interessante ter algumas considerações sobre a ocorrência destas. Uma melhor compreensão dos fatores na gênese das fissuras implica uma análise mais cuidadosa durante a inspeção no campo e o estabelecimento de 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 dessas situações, na classificação das magnitudes e nível de perigo das anomalias e na definição dos níveis de intervenção/ações corretivas a ser implementadas na barragem.

3.2.2 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 procura implementar durante a elaboração do projeto e na construção, visando a uma minimização da ocorrência de fissuras (SÊCO; PINTO,1983).

Recalques diferenciais da fundação

As fundações aluvionares exibindo espessura variável são suscetíveis de originar recalques diferenciais no aterro, com o aparecimento de zonas em tração e fissuras, como está representado na **Figura 13**. A prática, nesse tipo de situação, consiste na remoção do material mais deformável, no caso de sua espessura ser reduzida.

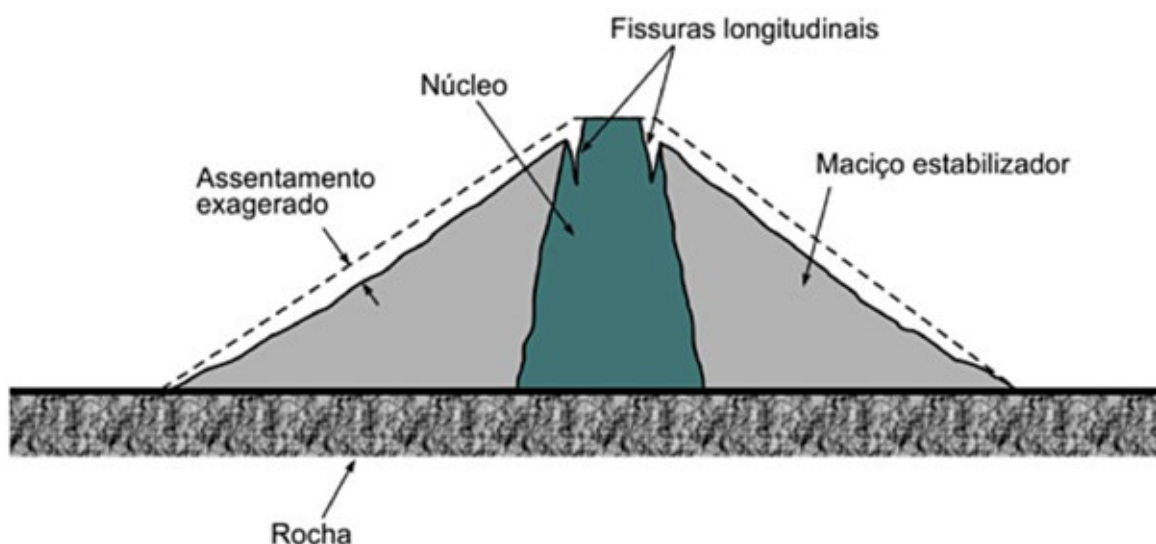


Figura 12. Esquema ilustrativo de formação de fissuras.
Fonte: Adaptado de Sherard et al. (1963).

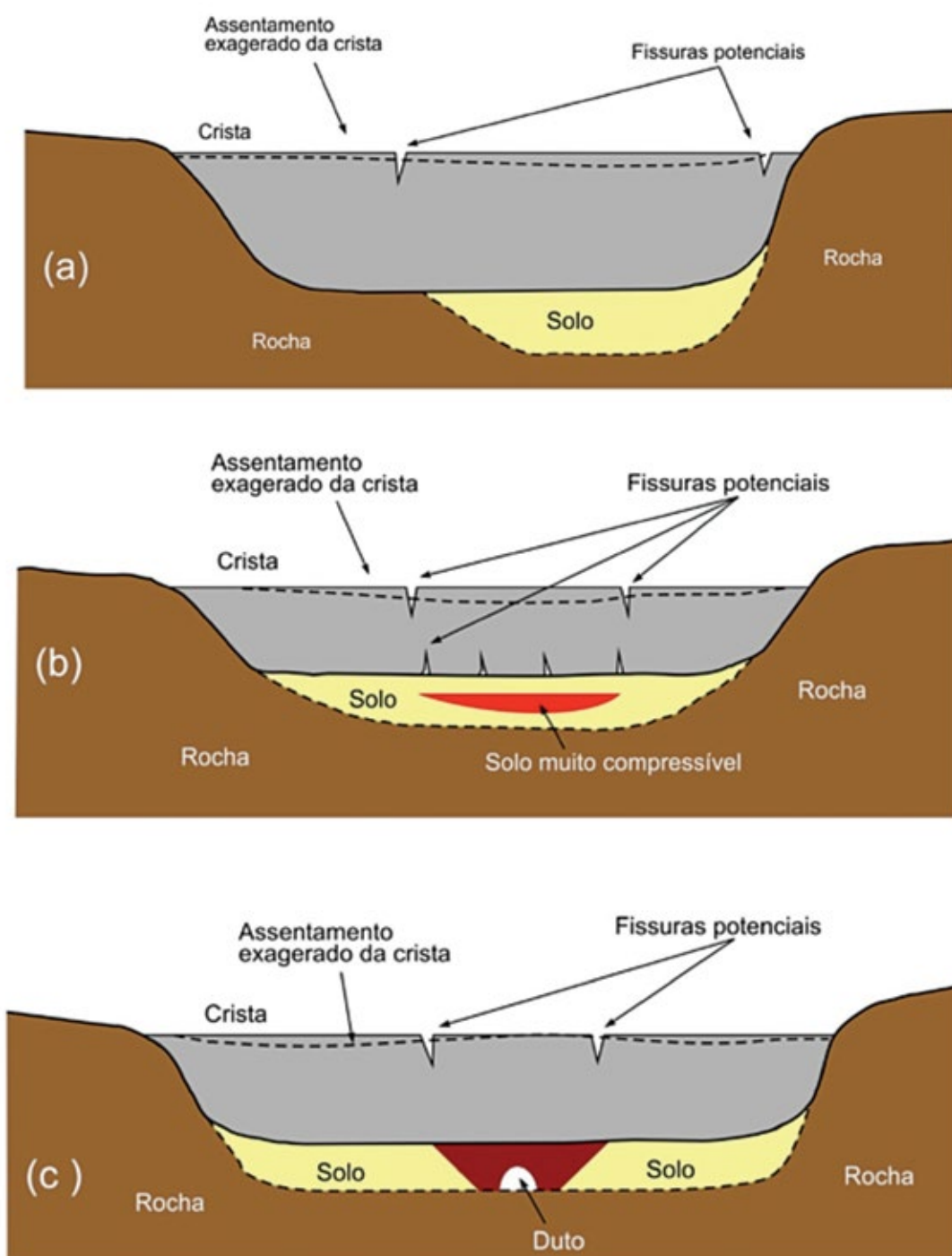


Figura 13. Recalques diferenciais da fundação.
Fonte: Adaptado de Sherard et al. (1963).

Singularidades da fundação

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

As trincheiras de vedação (*cutoff*) 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 à compactação das primeiras camadas do aterro de encontro à fundação.

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 de a inclinação dos taludes da ombreira ser por vezes propícia ao aparecimento de fissuras transversais, como está representado na **Figura 15**, devido a recalques diferenciais, como também de 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, injeções de calda de cimento.

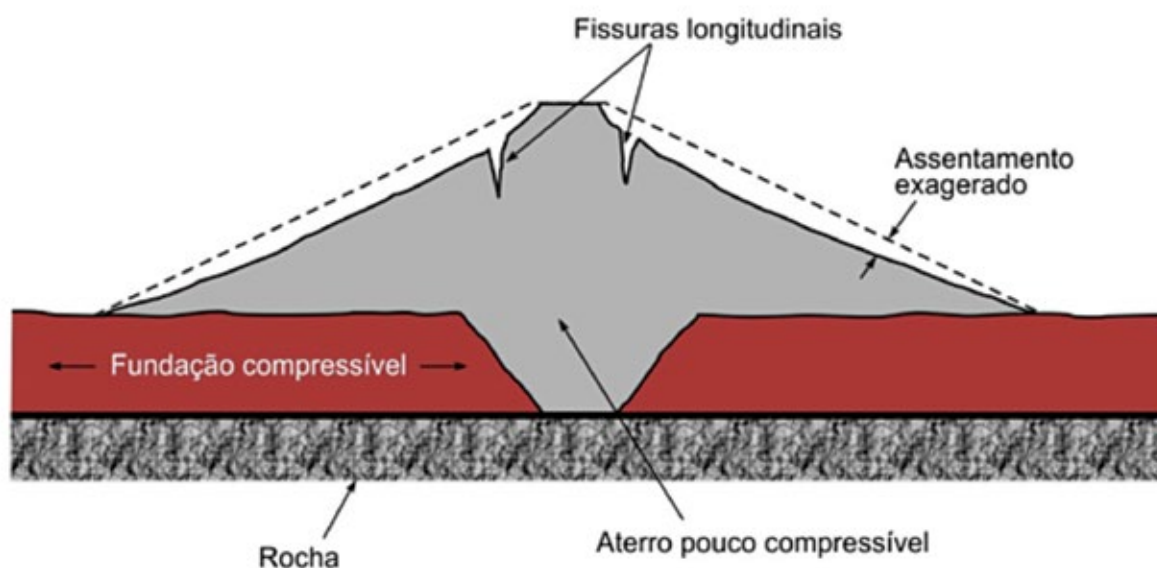


Figura 14. Singularidades da fundação (vala corta-águas).
Fonte: Adaptado de Sherard et al. (1963).

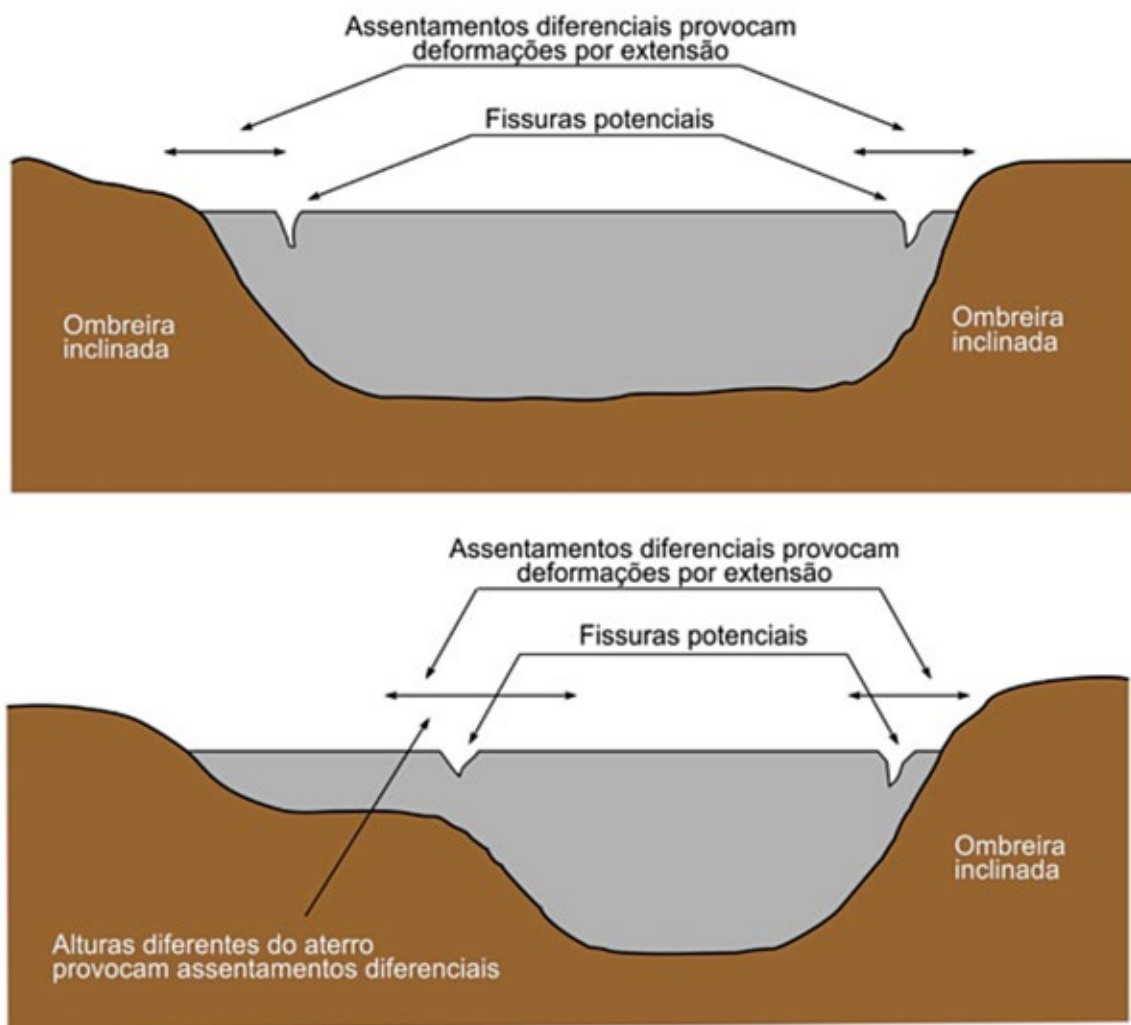


Figura 15. Ligação do aterro às ombreiras.
Fonte: Adaptado de Mattsson et al. (2008).

Diferença de compressibilidade entre o núcleo e os espaldares

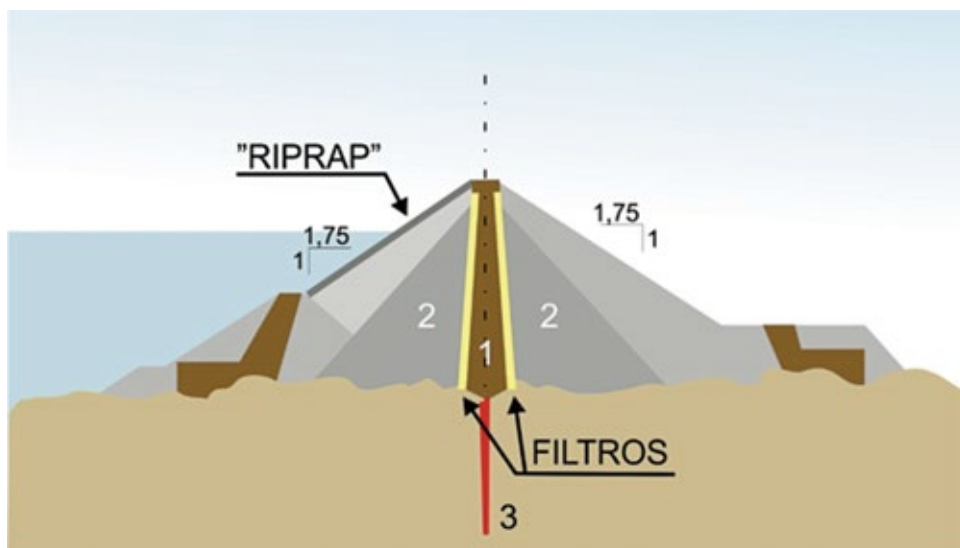
A diferença de compressibilidade existente entre os materiais do núcleo e os espaldares é propícia à ocorrência de uma transferência de tensões. Essa distribuição de tensões é favorável ao aparecimento de fissuras longitudinais.

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

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

Ligação de aterros de idades diferentes

O planejamento da construção obriga por vezes a uma subida descontínua da barragem, com a existência de aterros de idades diferentes (**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

2 - MACIÇOS ESTABILIZADORES

3 - CORTINA DE INJEÇÕES

ARGILA

ENROCAMENTO

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

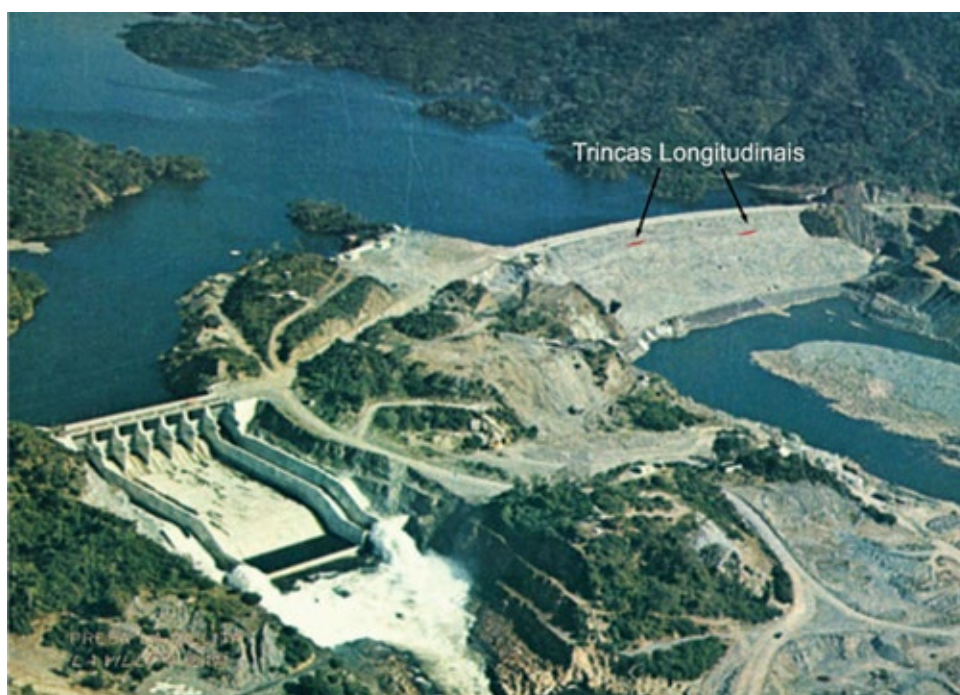


Figura 17. Fissuras longitudinais na barragem de El Infiernillo (México).
Fonte: COBA / Banco de Imagens ANA



Figura 18. Ligação de aterros de idades diferentes.
Fonte: COBA / Banco de Imagens ANA

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, deverão ser cobertas com uma camada de material granular.



Figura 19. Aparecimento de fissuras.
Fonte: COBA / Banco de Imagens ANA

Órgãos de concreto incorporados ao aterro

Torna-se particularmente difícil compactar o solo na vizinhança de dutos incorporados ao 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 desses dutos ou nas interfaces aterro-concreto, ilustradas na **Figura 20**.

3.3 BEFC – 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, possibilitando uma maior sensibilização dos técnicos envolvidos nas inspeções de segurança na identificação dessas situações.

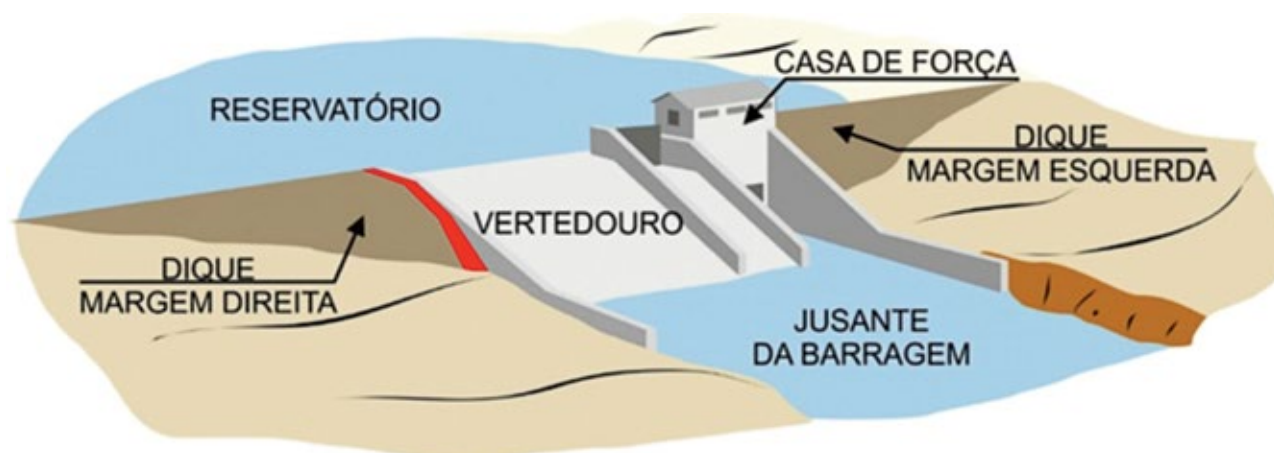


Figura 20. Interface aterro-vertedouro.
Fonte: Adaptado de NICDS.

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 BEFCs, relaciona-se à compressão entre lajes de concreto na parte central da barragem e abertura das juntas na região das ombreiras. Na parte central, pode ocorrer o esmagamento do concreto, enquanto nas ombreiras a abertura excessiva das juntas pode romper os veda-juntas, implicando 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 / Banco de Imagens ANA

3.3.2 Fatores na gênese das anomalias

As anomalias na face de concreto podem ser decorrentes de lixiviação, ação de gelo, abrasão, RAA, perda de resistência e concentração de tensões.

As anomalias nas armaduras da face de concreto podem ser devido à eletrólise, corrosão, fadiga, corte, ruptura e esfoliamento.

As anomalias no material de enrocamento podem ser resultantes de 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 – ASPECTOS ESPECÍFICOS

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

3.4.1 Ocorrência das anomalias

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

3.4.2 Fatores na gênese das anomalias

As anomalias no concreto podem ser decorrentes de lixiviação, subpressões elevadas, erosão por abrasão, erosão por cavitação (ilustrada na **Figura 23**), 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, levando à lenta expansão do concreto ao longo do tempo.

Admite-se como aceitável uma abertura de fissuras de 0,3 mm para 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 devem ser construídas de modo

a permitir absoluta liberdade entre blocos. Essas juntas de dilatação devem ser vedadas para minimizar as perdas de água. Em geral, o espaçamento das juntas é de 15 m.

As anomalias nas armaduras podem ser decorrentes de eletrólise, corrosão, fadiga, corte e ruptura.

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



Figura 22. Componentes de uma barragem de concreto.
Fonte: COBA.

3.4.3 Consequências das anomalias

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

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

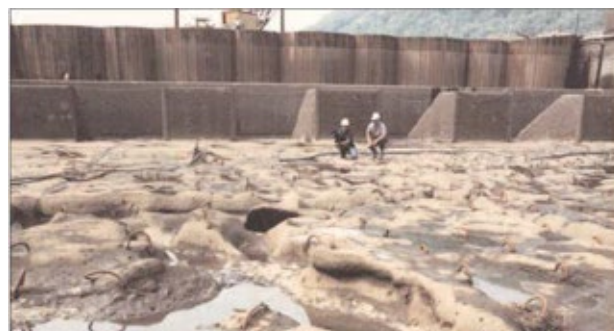


Figura 23. Anomalia causada pela cavitação numa bacia de dissipação.
Fonte: SBB Engenharia / Banco de Imagens ANA

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 e conter parecer conclusivo sobre a condição da barragem e 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.

Nesse contexto, o capítulo do relatório com conclusões, recomendações e ações a implementar pode indicar diversas ações a ser implementadas pelo empreendedor, designadamente:

- realização de inspeções no 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 maior suporte às medidas corretivas;

- aumento da frequência da leitura dos dispositivos de instrumentação; por exemplo, no caso de sismo, deve-se fazer a leitura pelo menos nos 15 dias imediatos (ICOLD, 1988);
- revisão das regras de operação da barragem;
- comunicação à entidade fiscalizadora e aos serviços de defesa civil de eventuais ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas, nomeadamente, 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 seções vizinhas à barragem e subsidência de terrenos, além da instituição de medidas que se revelem necessárias e atenção particular ao perigo de uma potencial ruptura da barragem. Nesses casos, devem ser acionados os procedimentos de aviso à população.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁFRICA DO SUL. **Regulation regarding the safety of dams in terms of section 1.2.3 (1. National Water Act)**. Department of Water Affairs, 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Resolução nº 742/2011**. Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2011/742-2011.pdf>> Acesso em: 21 abr. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Resolução nº 91/2012**. Brasília: ANA, 2012. Disponível em: < <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2012/91-2012.pdf>> Acesso em: 14 mai. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Manual de Fiscalização das Empresas de Geração de Energia Elétrica**. Diagnóstico dos Procedimentos de Operação e Manutenção. Módulo 1 . Planejamento e procedimentos. Brasília: ANEEL, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Manual de Fiscalização das Empresas de Geração de Energia Elétrica**. Diagnóstico dos Procedimentos de Operação e Manutenção. Módulo 2 . Metodologia de Avaliação. Brasília: ANEEL, 2009.

AUSTRALIAN NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS INCORPORATED. **Guidelines for Dams Instrumentation in Australia**. Australia, 2012.

BRASIL. Lei nº 12334, de 10 de Setembro de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 set. 2010. Seção 1, p. 01. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=21/09/2010>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Manual de Segurança e Inspeção de Barragens**. Brasília: Departamento de Projetos e Obras Hídricas – DPOH, Proágua / Semi-Árido – UGPO, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, Ministério da Integração Nacional, 2002.

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

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS. **Dicionário de Barragens**. Edição Brasileira. Rio de Janeiro: 2011.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). **Resolução nº 143/2012**. Seção 1 do D.O.U de 4 de setembro de 2012. Brasília: CNRH, 2012

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). **Resolução nº 144/2012**. Seção 1 do D.O.U de 4 de setembro de 2012. Brasília: CNRH, 2012

COBA/LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (Portugal). **Relatório De Início de Atividade 2013**. Brasília: 2013.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE (Estados Unidos) . **Inspection and Performance Evaluation of Dams**, A Guide for Managers, Engineers and Operators, Prepared by Morison-Knudsen Inc. San Francisco, California, 1986.

ELETROBRAS (Brasil). **Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas**. Rio de Janeiro: Centrais Elétricas S.A., 2003.

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

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

FRANÇA. Ministère de l'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**. Paris, 2007.

FRANÇA. **Décret nº 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**. Paris, 2007.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Deterioration Cases Collected and Their Preliminary Assessment**. Paris, Committee on Deterioration of Dams and Reservoirs. 1979.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Observation Automatique pour le Controle de la Sécurité des Barrages**. Comité de Détérioration des Barrages e Reservoirs. Group de Travail pour L'Observation Automatique. Paris, International Commission on Large Dams, 1981.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS., **Dam Monitoring-General Considerations**: Bulletin 60. Paris, International Commission on Large Dams, 1988.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS, **Dam Design Criteria - The Philosophy of Their Selection**. Bulletin 61, Paris, International Commission on Large Dams, 1988.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Inspection of Dams After Earthquakes-Guidelines**: Bulletin 62. Paris, International Commission on Large Dams, 1988.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Monitoring of Dams and Their Foundations**: Bulletin 68. Paris: International Commission On Large Dams, 1989.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. - **Exposure of dam concrete to special aggressive waters – Guidelines**: Bulletin 71. Paris: International Commission on Large Dams, 1989.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Selecting Seismic Parameters for Large Dams**: Guidelines. Bulletin 72. Paris: International Commission on Large Dams, 1989b.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Improvement of Existing Dam Monitoring**: Bulletin 87. Paris: International Commission On Large Dams, 1992.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Dam Failures. Statiscal Analyses**: Bulletin 99. Paris: International Commission On Large Dams, 1997.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Automated Dam Monitoring Systems-Guidelines and Case Histories:** Bulletin 118. Paris: International Commission On Large Dams, 2000.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Dam Foundations:** Geologic considerations. Investigation Methods. Treatment. Monitoring. Bulletin 129. Paris: International Commission On Large Dams, 2005.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS., **Dam Safety Management. Operational Phase of the Dam Life Cycle, Design, Operation and Closure:** Bulletin 154. Paris: International Commission On Large Dams, 2012.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS., **Dam Surveillance Guide:** Bulletin 158. Paris: International Commission On Large Dams, 2012.

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

MIZUNO, M. e HIRODE, T. **Instrumentation and Monitoring of Dams and Reservoirs in Japan.** Water Storage Transport and Distribution. Encyclopedia of Life Supported Systems (Eolss), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Paris, France, [<http://www.eolss.net>], 2006.

NATIONAL INTERAGENCY COMMITTEE ON DAM SAFETY. **TADS-Preparing to Conduct a Dam Safety Inspection. Training Aids for Dam Safety.** Estados Unidos, 1983.

NATIONAL INTERAGENCY COMMITTEE ON DAM SAFETY. **TADS (Training Adds for Dam Safety). Module:Inspection of the Foundation, Abutments, and Reservoir Rim.** Estados Unidos, 1983.

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

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

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

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

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

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

ROCQUE, A. J. e COMMISSIONER, JR. **,Guidelines for Inspection and Maintenance of Dams.** Hartford, Connecticut Department of Environmental Protection, 2001.

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. **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,

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**. Rio de Janeiro: Editora Ofitexto, 2003.

SILVEIRA, J. F. A.. **Instrumentação e Segurança de Barragens de Terra e Enrocamento**. Rio de Janeiro: Editora Ofitexto, 2006.

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

TEIXEIRA, WILSON [et. al] (org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008.

U. S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (Estados Unidos). **Instrumentation of Earth and Rockfill Dams**: EM-1110-2-1908. Washington, D.C.: US Army Corps of Engineers, 1995.

U. S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (Estados Unidos). **Instrumentation for Measurement of Structures Behavior of Concrete Gravity Structures**: EM-1110-2-4300. Washington, D.C.: US Army Corps of Engineers, 1995.

U. S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (Estados Unidos). **Engineering and Design Safety of Dams – Policy and Procedures**: ER 1110 – 2 – 1156. Washington, D.C.: US Army Corps of Engineers, 2011.

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, BUREAU OF RECLAMATION ENGINEERING (Estados Unidos). **Safety of Existing Dams**. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1983.

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, BUREAU OF RECLAMATION ENGINEERING (Estados Unidos). **Concrete Dam Instrumentation Manual**. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1987.

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, BUREAU OF RECLAMATION ENGINEERING (Estados Unidos). **Embankment Dam Instrumentation Manual**. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1987.

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR WATER AND POWER RESOURCES SERVICE, Denver Colorado (Estados Unidos). WRPT - (Water Technical Publication) **Safety Evaluation of Existing Dams**, A Manual for the Safety Evaluation of Embankment and Concrete Dams. Denver, 1980.

U. S. FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. **Federal Guidelines for Dam Safety Emergency Action Planning for Dam Owners**. Estados Unidos, 2004.

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)	76
	1.1.3 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM FACE DE CONCRETO (BEFC)	76
	1.1.4 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO (BC)	76
	1.1.5 FICHA DE INSPEÇÃO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS	76
1.2	EXTRATO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR	76

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 Agueira (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 ($e = 2,0 \text{ mm}$), 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) e complementadas com a ficha de inspeção de BEFCs 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 examinado, ou seja:

NA	Este Item Não é Aplicável: o item examinado não é pertinente à barragem inspecionada; por exemplo, os itens da tabela MUROS LATERAIS em uma barragem cujo vertedouro seja escavado em rocha sã e, por isso, delimitado lateralmente por taludes cortados na rocha.
NE	Anomalia Não Existente: quando não existe nenhuma anomalia em relação ao item 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 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 dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme 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, conforme percebido pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.
NI	Este item Não foi Inspecionado: quando um determinado aspecto da barragem que deveria ser examinado, por motivos alheios à pessoa que esteja inspecionando, não o foi, deve 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 pode ser classificada em quatro 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 ela 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 em 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 em curto prazo, exigindo ativação do Plano de Ação de Emergência (PAE).

ATENÇÃO:

- A magnitude e o nível de perigo somente serão preenchidos quando a situação do item for PV, DI, PC ou AU. Nas situações NA, NE, DS e NI, não faz sentido esse preenchimento.
- Tratando-se da primeira inspeção de uma barragem, as situações escolhidas devem ser NA, NE, PV e NI. Quando o técnico se basear 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.

1.3.1 FICHAS COMUNS A TODOS OS TIPOS DE BARRAGEM

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 as fichas de inspeção de barragens de terra, de concreto e enrocamento. Esses 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 da água:	_____
8 – Bacia:	_____
9 – Proprietário/Administração Regional:	_____

1 – Barragem: deve ser informado o nome da barragem e do açude, pelos quais são conhecidos e registrados nos órgãos por eles responsáveis. É comum o açude possuir um nome (geralmente, do curso d'água barrado, da localidade onde 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 apresentadas são as do ponto onde o maciço cruza com o rio principal barrado, na forma sexagesimal (sistema de coordenadas geográficas) ou métrica (Universal Transversa de Mercator – UTM).

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 e ano), devendo o dia ter dois algarismos (por exemplo, 01, 02, 25 etc.), o mês, dois algarismos (por exemplo, 01, 02, 12 etc.) e o ano, quatro algarismos (por exemplo, 2004, 2005 etc.). O número da vistoria deve ser previamente preenchido pelo órgão responsável pela barragem.

7 – Cota atual do nível da água: registrar a cota do nível da água, em metros, no reservatório no dia da vistoria, com duas casas decimais (por exemplo, 125,34 m, 100,00 m, 218,89 m etc.).

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 a 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, como 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
A.2	INFRAESTRUTURA OPERACIONAL													
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	Precariedade 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 manual de operação dos equipamentos hidro e eletromecânicos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

1 – Falta de documentação sobre a barragem: quando no escritório local não houver informações sobre a barragem, tanto textos quanto 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. Essas informações devem ser prestadas pelo próprio responsável local.

4 – Precariedade no acesso de veículos: quando o acesso de veículos for difícil, utilizar o espaço destinado aos comentários para informar o estado da estrada, carroçável etc. e o período do ano que apresenta dificuldade de tráfego.

5 – Falta de energia elétrica: quando não houver rede de distribuição de energia elétrica ou o fornecimento de energia elétrica for interrompido com frequência ou 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 esse tipo de equipamento.

8 – Falta ou deficiência nas placas de aviso: quando da ausência ou deficiência de indicação do local, dificultando ou impossibilitando a chegada à barragem ou outras estruturas que venham a compor o conjunto, como sangradouro (ou vertedouro), tomada de 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 for feito pela gerência ou Administração Regional. Essas informações devem ser fornecidas pelo responsável local da barragem.

10 – Falta de manual de operação dos equipamentos hidro e eletromecânicos: falta ou deficiência das instruções de operação dos equipamentos hidromecânicos, como acionamento das comportas de vertedouro ou tomada de água e do dispositivo de controle de saída da tomada de água. Verificar também se o nível de conhecimento do operador sobre essas instruções é satisfatório.

1.3.2 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA

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

No seu preenchimento, 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 correspondente à graduação do **NÍVEL DE PERIGO**.

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

- tabelas B1 a B6 correspondentes à inspeção da barragem, designadamente: B.1 – Talude de Montante; B.2 – Crista; B.3 – Talude de Jusante; B.4 – Ombreiras a Montante Até Faixa de Segurança Definida em Projeto; B.5 – Ombreiras a Jusante Até Faixa de Segurança Definida em Projeto; B.6 – Instrumentação;
- tabelas C1 a C5 correspondentes à inspeção do vertedouro, designadamente: C.1 – Canais de Aproximação e Restituição; C.2 – Estrutura de Fixação da Cota da Soleira; C.3

– Bacia de Dissipação; C.4 – Muros/Diques Laterais; C.5 – Comportas do Vertedouro;

- tabela D – Reservatório;
- tabelas E1 a E5 correspondentes à inspeção da torre de tomada de água, designadamente: E.1 – Entrada; E.2 – Acionamento de Comportas; E.3 – Comportas; E.4 – Estrutura da Torre da Tomada de Água;
- 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 faça comentários e observações que venham a esclarecer possíveis dúvidas. 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														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
B	BARRAGEM													
B.1	Talude de Montante													
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 pelo efeito de ondas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

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

2 – 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, na parte superior do talude, a barragem desnuda de enrocamento, além de um acúmulo de material na parte inferior do talude de montante onde se verificou 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 move devido à perda de suporte, escorregamento ou

erosões, aparecem fissuras e afundamentos na face de concreto das BEFCs ou na proteção superficial do talude de montante. Este item é aplicado somente quando o talude de montante é protegido da ação das ondas por placas de concreto.



Figura 1.1 – Barragem de Direito (Paraíba) – talude de montante com vegetação.
Fonte: COBA.

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, por meio 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 outra anomalia tenha precedido o afundamento, como erosão, por exemplo.

6 – Árvores e arbustos: verificar a existência de vegetação no talude e informar sua natureza, densidade e tamanho (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 essas 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 pelo efeito de ondas: qualquer indicação de movimento nos taludes deve ser reportada, tentando identificar suas causas. Fazer uso do espaço para comentários.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
B.2	Crista													
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/afunda- mentos (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 sobrelevação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

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

2 – Fissuras longitudinais e transversais: podem aparecer na crista. É importante que se caracterizem com alguma precisão a dimensão e localização dessas anomalias, pois elas eventualmente podem sinalizar problemas mais importantes, tais como: escorregamentos, erosões internas e 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 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 crescimento de falhas no revestimento.

6 – Árvores e arbustos: verificar a existência de vegetação na crista e informar sua natureza, densidade e tamanho. 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, essas 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 indicar acomodações e escorregamentos no maciço. Se for conveniente, usar o espaço destinado aos comentários.

9 – Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais: quando formigueiros e cupinzeiros aparecem na crista, são características as formas que essas 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 seu deslocamento. Pela ação da água, material é retirado do local onde o meio-fio está assentado. Também é possível alguma ação do tráfego de veículos e pedestres sobre o meio-fio. No entanto, pode também indicar acomodações e escorregamentos no maciço. Se conveniente, usar o espaço destinado aos comentários.

11 – Depressões devido à falta de sobrelevação: reduções na cota da crista por abatimento do maciço ou erosão reduzem a capacidade

da barragem de suportar esses eventos extremos e, eventualmente, resultam 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.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
B.3	Talude de Jusante													
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	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falha na 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 de 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	
Comentários:														

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**), de animais que elegem caminhos preferenciais para descer o talude de jusante, do vento (menos comum) ou outro agente externo à barragem.



Figura 1.3. Barragem de Baião (Paraíba) – Erosão do talude de jusante.
Fonte: COBA.

2 – Escorregamentos: podem ser superficiais ou profundos. No escorregamento superficial, partes mais superficiais do maciço, inclusive o revestimento superficial, deslizam pelo talude. É possível observar, 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 se verificou 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: quando uma porção do maciço se move 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, erro de projeto ou ainda, mais comumente, 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 outra anomalia tenha precedido o afundamento, como erosão, por exemplo.

7 – Árvores e arbustos: verificar a existência de vegetação no talude e informar sua natureza, densidade e tamanho (**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.

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 dessas anomalias, a presença e intensidade de fluxos de água, bem como a possibilidade de seu crescimento resultar em comunicação com o lago a montante.

10 – Canaletas quebradas ou obstruídas: quando da ação do escoamento superficial sobre o talude ou quando há excesso de água a ser transportado pela canaleta, podem ocorrer erosões, causando o descalçamento ou deslocamento da canaleta. Ainda, quando a proteção superficial do maciço não funciona satisfatoriamente, é possível o carreamento de solo, com o consequente 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.

11 – Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais: quando formigueiros e cupinzeiros aparecem no talude, são características as formas que essas 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, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

13 – Sinais de fuga de 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 solo mais permeáveis no maciço ou mesmo de fuga de água através de fissuras. Esse 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 está ocasionando o fluxo de água e registrar no espaço destinado aos comentários.

14 – Carreamento de material na água dos drenos: a presença de solo ou mineral carreado 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.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
B.4	Ombreiras a Montante até Área de Segurança Definida em Projeto													
1	Desmatamento na área de proteção e construções irregulares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desmoronamento nas margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Assoreamento	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	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Trinca nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

1 – Desmatamento na área de proteção e construções irregulares: 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. Além disso, verificar se há algum tipo de desmatamento nas ombreiras. Especificar local e dimensão.



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

2 – 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 aos comentários, para que fique bem definida a intensidade ou o grau de erosão.

3 – Desmoronamento nas margens: se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar sua existência real ou potencial.

4 – Assoreamento: o transporte de material para dentro do reservatório causa 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.

5 – 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 de água, bem como a possibilidade de seu crescimento resultar em comunicação com o lago a montante.

6 – Sinais de movimento: qualquer indicação de movimento nos taludes deve ser reportada, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

7 – Trincas nas ombreiras: qualquer indicação de trincas (e rachaduras) nas ombreiras deve ser reportada, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
B.5	Ombreiras a Jusante Até Faixa de Segurança Definida em Projeto													
1	Desmatamento na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nos encontros barragem-ombreira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desmoronamento nas 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	Trinca nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Surgência de água e manchas de umidade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Carreamento de finos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

1– Desmatamento na área de proteção: verificar se há algum tipo de desmatamento nas ombreiras. Especificar local e dimensão.

2 – Erosão nos encontros barragem-ombreiras: quando do escoamento da água de chuva, principalmente, é possível o aparecimento de erosão nas ombreiras. Se for conveniente, usar o espaço reservado aos comentários, para que fique bem definida a intensidade ou o grau de erosão.

3 – Desmoronamento nas margens: se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar sua existência real ou potencial.

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 de água, bem como a possibilidade de seu crescimento resultar em comunicação com o lago a montante.

5 – Sinais de movimento: qualquer indicação de movimento nos taludes deve ser reportada, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

6 – Trincas nas ombreiras: qualquer indicação de trincas (e rachaduras) nas ombreiras deve ser reportada, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

7 – Surgência de água e manchas de umidade: é possível o aparecimento de umidade excessiva ou mesmo de fluxo de água nas ombreiras a jusante da barragem, decorrente do mau funcionamento do sistema interno de drenagem da barragem ou da presença de camadas de solo mais permeáveis. Deve-se reportar o achado, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

8 – Carreamento de finos: a presença de solo ou mineral carregado 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.

9 – Árvores e arbustos: é importante verificar a existência de árvores e arbustos na ombreira, pois eles dificultam a inspeção e identificação de problemas.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
B.6	Instrumentação														
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		
Comentários:															

1 – Acesso precário aos instrumentos: algumas barragens, dada sua importância do ponto de vista da segurança, precisam ser monitoradas constantemente. Instrumentos são instalados na estrutura da barragem e no seu entorno (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.

2 – Piezômetros entupidos ou defeituosos: piezômetros são os instrumentos mais comuns e simples instalados numa barragem. Servem para medir a pressão da 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 sua estabilidade. Estes equipamentos servem para medir quanto de água está passando através da barragem, 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															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE			NP	
C	VERTEDOIRO														
C.1	Canais de Aproximação e Restituição														
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 do 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		
Comentários:															

1 – Árvores e arbustos: é comum o aparecimento de árvores e arbustos na parte não revestida do sangradouro e 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.

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, seja por problemas na fundação, seja 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 devido principalmente ao escoamento superficial da água de chuva. Podem, também, apresentar escorregamentos por falta de resistência. Descrever com clareza no espaço reservado aos 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 do 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, a 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														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.2	Estrutura de 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 deslocamento das estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

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 ação externa, é possível que as juntas sejam danificadas. Especificar o grau dos danos, sua localização etc.

6 – Sinais de deslocamento das estruturas: qualquer sinal de movimento da estrutura deve ser reportado.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.3	Bacia de Dissipação													
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 soleira	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 de 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	
Comentários:														

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: 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 da estrutura.

6 – Presença de entulho na bacia: material externo pode obstruir o curso de 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 a jusante da bacia de dissipação, verificar sua integridade e se está ameaçado pela ocorrência de erosões.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.4	Muros/Diques Laterais													
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	
6	Erosões nos taludes dos diques	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Rip-rap incompleto, destruído ou deslocado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

1 – Erosão na fundação: erosão na fundação dos muros laterais atenta contra sua estabilidade. Especificar e detalhar quanto à sua intensidade. Em geral, por problemas na fundação dos muros, é possível que apareçam fissuras no concreto. Esses problemas são importantes para a estabilidade dos muros. Fazer uso do espaço destinado aos 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 qualquer situação de anormalidade.

6 – Erosões nos taludes dos diques: desgaste sofrido pelo talude, em geral de forma localizada, pela ação do escoamento da água de chuva, das ondas do reservatório, de animais que elegem caminhos preferenciais para descer o talude, do vento (menos comum) ou outro agente externo.

7 – 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 carregamento 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.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.5	Comportas do Vertedouro													
1	Peças fixas (corrosão, amas- samento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estrutura (corrosão, amas- samento e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito nas vedações (vaza- mento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeito nas rodas (com- porta-vagão) ou haste de içamento	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 iç- amento	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	
Comentários:														

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

2 – Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura): verificar, na estrutura da comporta, corrosão, amassamentos, furos e defeitos na pintura (ou ausência). Especificar local e detalhar.

3 – Defeito nas vedações (vazamento): verificar vedações quanto a vazamentos. Especificar locais e intensidade do vazamento.

4 – Defeito nas rodas (comporta-vagão) ou haste de içamento: verificar o sistema de deslizamento das comportas. Se for de rodas, verificar 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 sua integridade, circularidade, espessura não uniforme indicando desgaste etc. Especificar.

6 – Defeito no ponto de içamento: o ponto de içamento da comporta é de vital importância para seu acionamento. Verificar, cuidadosamente, quanto à sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste, se 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 esta situação, que pode prejudicar a integridade da estrutura.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
D	RESERVATÓRIO													
1	Réguas danificadas ou faltantes	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 da 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 nas 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	
Comentários:														



Figura 1.12. Barragem de Direito (Paraíba) – reservatório com vegetação abundante.
Fonte: COBA.

1 – Réguas danificadas ou faltantes: as réguas que indicam o nível de água no reservatório são importantes para o acompanhamento das variações do volume de água. A gestão do reservatório tem por base a leitura dessas réguas. Em geral, há mais de um lance de réguas em posições que acompanham o abaixamento do nível da água. Fazer uso do espaço reservado aos comentários.

2 – Construções em áreas de proteção: às vezes, são construídas na área de proteção

algumas estruturas para lazer, criação de animais ou mesmo 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 – Indícios de má qualidade da água: registrar a existência de indícios de má qualidade da água do reservatório, como 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 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 nas margens: se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar sua existência real ou potencial.

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 da 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														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
E	TORRE DA TOMADA DE ÁGUA													
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	
7	Passarela de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

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

2 – Obstrução e entulhos: verificar se há algum tipo de entulho ou obstrução na entrada da tomada de 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, como fixação, ferrugem, ausência de pintura (se for o caso) e elementos quebrados. Especificar.

7 – Passarela de acesso: verificar as condições da passarela de acesso, principalmente as condições estruturais e corrimões.



Figura 1.13. Barragem de Santa Luzia (Paraíba) – passadiço e tomada de água.
Fonte: COBA.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
E.2	Acionamento de Comportas													
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	
Comentários:														

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

2 – Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores): os mancais devem ser verificados quanto à sua fixação (bases), se estão corroídos 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 seu estado de conservação. Especificar.

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

6 – Falta de indicador de abertura: verificar a existência de mecanismo de indicação do grau de abertura da comporta. Especificar o estado de conservação do conjunto indicador da abertura.

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															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
E.3	Comportas														
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 nas vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Defeito nas 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		
Comentários:															

1 – Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura): verificar o 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, na estrutura da comporta, a existência de corrosão, amassamentos, furos e defeitos na pintura (ou ausência). Especificar local e detalhar.

3 – Defeito nas vedações (vazamento): verificar vedações quanto a vazamentos. Especificar locais e intensidade do vazamento.

4 – Defeito nas rodas (comporta-vagão): verificar sistema de deslizamento das comportas. Se for de rodas, verificar 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 sua integridade, circularidade, espessura não uniforme indicando desgaste etc. Especificar.

6 – Defeito no ponto de içamento: o ponto de içamento da comporta é de vital importância para seu acionamento. Verificar cuidadosamente quanto à sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste, se 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 esta situação, que pode prejudicar a integridade da estrutura.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
E.4	Estrutura da Torre da Tomada de Água														
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 <i>bypass</i>	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		
Comentários:															

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

2 – Falta de guarda-corpo na escada de acesso: verificar se há guarda-corpo na escada de acesso (se existir). Se não houver 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 de 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 *bypass*: verificar estado de conservação da tubulação de aeração e *bypass*, pinturas, registros e acoplamentos. Definir grau de deterioração. Usar espaço destinado aos 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 aos comentários.

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

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
F	BOCA DE MONTANTE (ENTRADA E STOP-LOG)													
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 <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	
Comentários:														

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

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

5 – Falta de grade de proteção: verificar a existência da grade de proteção. Identificar se já houve grade de proteção. Usar espaço destinado aos comentários.

6 – Defeitos na grade: verificar estado de conservação da grade de proteção, referente

à pintura (se for o caso), corrosão e hastes quebradas. Explicar.

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

8 – Estrutura do *stop-log* (corrosão, amassamento e falha na 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 do *stop-log* é de vital importância para seu acionamento. Verificar cuidadosamente quanto à sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste, se sua fixação no *stop-log* não está comprometida etc. Especificar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
G	GALERIA DE FUNDO													
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	
Comentários:														

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 aos 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 quanto à espessura do cordão de solda, sua integridade, algum tipo de corrosão etc. Detalhar.

4 – Deformação no conduto: verificar qualquer tipo de deformação na tubulação. Explicar.

5 – 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 ou 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 é 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 urgência. Detalhar.

10 – Falta de manutenção: verificar e informar o estado geral de conservação da galeria. Se for necessário, usar o espaço destinado aos 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														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
H	ESTRUTURA DE SAÍDA DA GALERIA													
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	
Comentários:														

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 aos 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. 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 registro 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 o estado geral de conservação da estrutura de saída. Se necessário, usar o espaço destinado aos 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 de válvulas (se houver) quanto à drenagem e 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 e presença de lixo, 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, como também a ausência de estacas e fios de arame. Detalhar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
I	MEDIDOR DE VAZÃO													
1	Ausência da placa medi- dora 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	
Comentários:														

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

2 – Corrosão da placa: verificar o estado de conservação da placa (**Figura 1.15**) e 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 e 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 a jusante do medidor: o fluxo de água pode causar erosão a jusante do medidor, o que pode, 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.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
J	ESTRADAS DE ACESSO														
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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
K	PONTE													
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	
Comentários:														

1 – Estado dos pilares: verificar o estado dos pilares. Especificar e detalhar.

2 – Estrutura das vigas e tabuleiro: verificar o estado da estrutura 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.

Ao preencher a ficha de inspeção, é possível que algum elemento estrutural ou anomalia não esteja contemplado nos diversos quadros detalhados. Como sugestão, quando da identificação dessas situações, registrá-las no item **OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES**. A colaboração do responsável pelo preenchimento desse 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 podem melhorar a realização da inspeção e a própria ficha, assim como tudo que pode ser útil à operação, à manutenção e à segurança da barragem.

1.3.3 FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC

Em complemento ao preenchimento da ficha de inspeção de barragens de terra, devem ser preenchidos os seguintes aspectos específicos de BEFCs a montante.

No preenchimento da ficha de inspeção de 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 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 C1 e C2 – Ombreiras;
- tabela D – Crista;
- tabela E – Instrumentação;
- 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 faça comentários e observações que venham a esclarecer possíveis dúvidas. 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 BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
B	BARRAGEM													
B.1	Talude de Montante													
1	Aspecto 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	Fraturamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deformações na 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 de injeção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Cutoff	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	
Comentários:														

1 – Aspecto geral da laje de concreto: verificar o estado de conservação da laje. Especificar.

2 – Erosão: verificar sinais de erosão provocada pelo movimento da água na laje de concreto e 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 – Fraturamento: verificar a existência de fissuras na laje de concreto. Localizar e determinar, de algum modo, o grau de deterioração. Detalhar.

5 – Deformações na laje: verificar a existência de deformações na laje. Registrar exposição de ferragem, se for o caso. Detalhar.

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

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

8 – Junta horizontal: verificar o aspecto das juntas horizontais e 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 piezômetros instalados na fundação, inferir a eficiência da cortina de injeção.

10 – Cutoff: no caso de existir informação adequada, inferir a eficiência do *cutoff*.

11 – Plinto: verificar a situação e eficiência dos veda-juntas e o aspecto geral das ancoragens. Detalhar.



Figura 1.17. Aspecto da junta perimetral.
Fonte: COBA.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
B.2	Talude de Jusante														
1	Sinais de movimento	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		
Comentários:															

1 – Sinais de movimento: procurar indicadores de deslizamentos planares ou circulares e enrugamentos no paramento. Detalhar.

2 – Percolação: verificar sinais aparentes de percolação (por exemplo, surgências). Detalhar.

3 – Enrocamento: analisar o aspecto dos blocos de enrocamento (**Figura 1.18**). 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.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.1	Ombreiras a Montante até Área de Segurança Definida em Projeto													
1	Desmatamento na área de proteção e construções irregulares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desmoronamento nas margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Assoreamento	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	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Trinca nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

1 – Desmatamento na área de proteção e construções irregulares: 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. Além disso, verificar se há algum tipo de desmatamento nas ombreiras. Especificar local e dimensão.

2 – 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 aos comentários, para que fique bem definida a intensidade ou o grau de erosão.

3 – Desmoronamento nas margens: se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar sua existência real ou potencial.

4 – Assoreamento: o transporte de material para dentro do reservatório causa 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.

5 – 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 de água, bem como a possibilidade de seu crescimento resultar em comunicação com o lago a montante.

6 – Sinais de movimento: qualquer indicação de movimento nos taludes deve ser reportada, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

7 – Trincas nas ombreiras: qualquer indicação de trincas (e rachaduras) nas ombreiras deve ser reportada, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

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



Figura 1.19. Ombreiras da barragem de Campos Novos (Santa Catarina).
Fonte: COBA.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.2	Ombreiras a Jusante Até Faixa de Segurança Definida em Projeto													
1	Desmatamento na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nos encontros barra-gem-ombreira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Desmoronamento nas margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Cavernas e buracos nas om-breiras	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	Trinca nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Surgência de água e manchas de umidade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Carreamento de finos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

1 – Desmatamentos na área de proteção: verificar se há algum tipo de desmatamento nas ombreiras. Especificar local e dimensão.

2 – Erosão nos encontros barragem-ombreiras: quando do escoamento da água de chuva, principalmente, é possível o aparecimento de erosão nas ombreiras. Se for conveniente, usar o espaço reservado aos comentários, para que fique bem definida a intensidade ou o grau de erosão.

3 – Desmoronamento nas margens: se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar sua existência real ou potencial.

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 de água, bem como a possibilidade de seu crescimento resultar em comunicação com o lago a montante.

5 – Sinais de movimento: qualquer indicação de movimento nos taludes deve ser reportada, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

6 – Trincas nas ombreiras: qualquer indicação de trincas (e rachaduras) nas ombreiras deve ser reportada, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

7 – Surgência de água e manchas de umidade: é possível o aparecimento de umidade excessiva ou mesmo de fluxo de água nas ombreiras a jusante da barragem, decorrente do mau funcionamento do sistema interno de drenagem da barragem ou da presença de camadas de solo mais permeáveis. Deve-se reportar o achado, tentando identificar suas causas. Usar o espaço para comentários.

8 – Carreamento de finos: a presença de solo ou mineral carregado 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.

9 – Árvores e arbustos: é importante verificar a existência de árvores e arbustos na ombreira, pois eles dificultam a inspeção e identificação de problemas.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
D	CRISTA													
1	Fendilhamento 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 guarda-corpo (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	
Comentários:														

1 – Fendilhamento 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 – Movimentos laterais: os melhores indicadores de movimentos são os candeeiros e as guardas laterais.

4 – Estado de conservação do guarda-corpo (parapeito): os guarda-corpos registram frequentemente os movimentos sofridos, quer por deslize de peças simplesmente apoiadas, quer por rotura de peças rígidas.

5 – Camber: apreciar a sobrelevação de projeto.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
E	INSTRUMENTAÇÃO													
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 reser- vatório	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	
Comentários:														

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 por meio de réguas, que possibilitam o

acompanhamento das variações do nível de água. Em geral, há mais de um lance de réguas em posições que acompanham o abaixamento do nível de água.

5 – Medidores de juntas: 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, de sua fundação ou de ambas, quando possível.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
F	VERTEDOIRO													
F.1	Vertedouro													
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	
Comentários:														

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 dos danos e 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, seja por problemas na fundação, seja 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 BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
F.2	Equipamento Hidromecânico													
1	Tipos de comporta	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	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Instruções de operação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

1 – Tipos de comporta: verificar os tipos de comporta e seu estado de conservação, quanto à corrosão, amassamento de guias e 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 seu funcionamento, designadamente, a existência de ferrugem, corrosão etc. Especificar e detalhar.

6 – Comandos elétricos: verificar cuidadosamente se existe algum impedimento elétrico 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, como acionamento das comportas de vertedouro ou tomada de água e do dispositivo de controle de saída da tomada de água. Verificar também se o nível de conhecimento dos operadores responsáveis sobre essas instruções é satisfatório. Comentar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
F.3	Bacia de Amortecimento													
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	
Comentários:														

1 – Paredes: especificar de forma detalhada a situação das paredes e seu aspecto.

2 – Soleira: o desgaste na soleira pode atingir intensidade que chegue a formar buracos na estrutura. Especificar a situação.

3 – Desvio: os muros laterais podem apresentar desvios, interessando especificar de forma detalhada sua localização. Registrar.

4 – Juntas: verificar qualquer alteração que tenha ocorrido. Identificar local e grau de deterioração. Registrar.

5 – 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 da 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 BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
G	TOMADA DE ÁGUA													
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 a 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	
Comentários:														

1 – Grelhas: verificar com cuidado seu estado de conservação. Identificar, com precisão, vazamentos, corrosão, afundamentos ou qualquer outra anomalia que venha a ser constatada. Fazer uso do espaço destinado aos comentários.

2 – Concreto: verificar sua integridade. 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 desses 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 a 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. Detalhar a situação.

8 – Grua: verificar seu estado geral de conservação. Se necessário, usar o espaço destinado aos comentários.

9 – Comportas: verificar seu estado de conservação quanto à corrosão, amassamento, furos e defeitos na pintura (ou ausência). Especificar local e detalhar.

10 – Partes metálicas: verificar seu estado de conservação, quanto à corrosão e estado geral da pintura (se for o caso). Detalhar.

11 – Ventilação: verificar seu estado de conservação. Informar, se possível, 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 a distância: verificar seu estado de funcionamento e conservação. Detalhar.

16 – Movimentos: verificar movimentos que tenham ocorrido e possam ter contribuído para o aparecimento de fissuras (trincas, rachaduras) no concreto. Especificar de forma detalhada as situações.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
H	ESTRADA DE ACESSO													
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	
Comentários:														

1 – Revestimento: verificar seu estado de conservação. Especificar.

2 – Obstruções: verificar sua existência. Especificar e detalhar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
I	PONTE													
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	
Comentários:														

1 – Estado dos pilares: verificar o estado dos pilares. Especificar e detalhar.

2 – Estrutura das vigas e tabuleiro: verificar o estado da estrutura das vigas e tabuleiro. Especificar e detalhar.

3 – Apoios: verificar seu estado de conservação. Especificar e detalhar qualquer dano.

4 – Estacas: Verificar sua situação. Especificar e localizar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BEFC														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
J	RESERVATÓRIO													
1	Nível de água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Desmoronamento nas 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	
Comentários:														

1 – Nível de água: o nível de 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 a leitura dessas réguas. Fazer uso do espaço reservado aos comentários.

2 – Desmoronamento nas margens: se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar sua existência real ou potencial.

3 – Percolações: verificar sinais aparentes de percolação (por exemplo, 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 moradia. Essas construções devem ser reportadas e especificadas.

7 – Excessiva sedimentação: o transporte de material para dentro do reservatório causa 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 da água e o tipo de planta.

K) OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES

Ao preencher a ficha de inspeção, é possível que algum elemento estrutural ou anomalia não esteja contemplado 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 podem melhorar a realização da inspeção e a própria ficha, assim como tudo que pode ser útil à operação, à manutenção e à segurança da barragem.

1.3.4 FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO

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 pode estar ocorrendo em relação ao item examinado. Na coluna **NP**, deve-se preencher um número de 0 a 3 correspondente à graduação do **NÍVEL DE PERIGO**.

A **Figura 1.20** ilustra uma panorâmica dos 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 Drenagem 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 de 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.

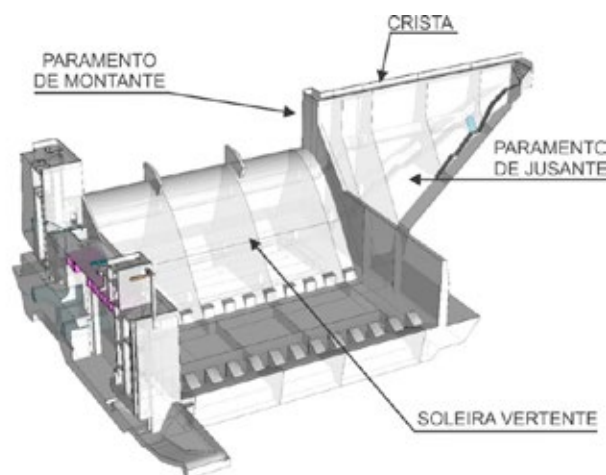


Figura 1.20. Panorâmica dos componentes de uma barragem de concreto.

Fonte: COBA.

Comentários: este espaço, constante em todas as fichas, é reservado para que o responsável pelo preenchimento faça comentários e observações que venham a esclarecer possíveis dúvidas. 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 CONCRETO															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
B	BARRAGEM														
B.1	Paramento de Montante														
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		
Comentários:															

1 – Presença de vegetação: verificar a existência de vegetação no paramento de montante e informar sua natureza, densidade e tamanho. 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 aos 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 aos comentários, seu

local e densidade. Informar, se possível, as dimensões, 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 BARRAGEM DE CONCRETO															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
B.2	Crista														
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		
Comentários:															

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 aos comentários, seu local e densidade. Informar, se possível, as dimensões, 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 intensidade do dano.

6 – Desalinhamento e corrosão no parapeito (guarda-corpo): verificar a integridade do guarda-corpo e 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 aos comentários para localizar as anomalias identificadas.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
B.3	Paramento de Jusante													
1	Sinais de movimento	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	
Comentários:														

1 – Sinais de movimento: verificar e identificar qualquer sinal que indique movimento na barragem. Registrar.

2 – Ocorrência de fissuras no concreto: verificar a presença de fissuras no concreto. Informar, no espaço reservado aos comentários, seu local e densidade. Informar, se possível, as dimensões, 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 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 a 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 de água etc. Registrar.

A **Figura 1.21** apresenta a vista geral do paramento de jusante da barragem de Aguieira.



Figura 1.21. Vista geral do paramento de jusante da barragem de Aguieira (Portugal).
Fonte: COBA.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
B.4	Estrutura Vertente														
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 danifi- cadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Sinais de deslocamento 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 rachadu- ras) 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		
Comentários:															

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 ação externa, é possível que as juntas sejam danificadas. Especificar o grau dos danos, sua localização etc.

6 – Sinais de deslocamento da estrutura: qualquer sinal de movimento da estrutura deve ser reportado.

7 – Sinais de percolação ou áreas úmidas: verificar sinais de percolação ou áreas úmidas na estrutura vertente. Registrar no espaço destinado aos 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 a 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, podem aparecer fissuras no concreto. Esses problemas são importantes para a estabilidade dos muros. Fazer uso do espaço destinado aos 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, no fim do período de funcionamento, buracos no concreto da estrutura vertente. Identificar posição e dimensões, 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 BARRAGEM DE CONCRETO															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
B.5	Galeria de Drenagem e Injeção														
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 e 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		
Comentários:															

A **Figura 1.22** apresenta a localização esquemática de uma galeria de drenagem e injeção.

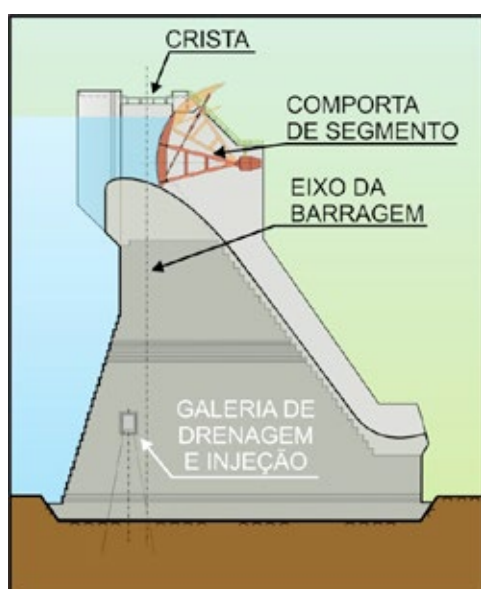


Figura 1.22. Galeria de drenagem e injeção.
Fonte: COBA.

1 – Deslocamento diferencial pronunciado entre blocos: verificar, no interior da galeria de inspeção, qualquer vestígio de movimentação da estrutura. Indicar local e identificar com precisão a posição da anomalia. Registrar.

2 – Desplacamento 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 e 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 a integridade do portão de acesso. Registrar a presença de corrosão, a falta de pintura etc. Usar o espaço reservado aos comentários.

7 – Drenos obstruídos no concreto: verificar os drenos relativamente à sua obstrução. Definir local e grau da obstrução. Registrar.

8 – Drenos obstruídos na fundação: verificar os drenos relativamente à sua obstrução. Definir local e 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 modo geral, a manutenção da galeria (limpeza, acesso, odores etc.). Registrar.

11 – Falta de iluminação: verificar a iluminação na galeria. A galeria deve permitir acesso a qualquer hora para verificação. Registrar.

12 – Falta de ventilação: verificar a 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 a origem. Registrar.

14 – Sinais de percolação ou áreas úmidas: verificar a presença de 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 a vazão nos drenos de controle. De algum modo, indicar se os drenos estão plenos, pela metade, inferiores à metade ou se existe apenas filete de 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 BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
B.6	Instrumentação													
1	Acesso precário aos ins- trumentos	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	
Comentários:														

1 – Acesso precário aos instrumentos: algumas barragens, dada sua importância do ponto de vista da segurança, precisam ser monitoradas constantemente. Instrumentos são instalados na estrutura da barragem e no seu entorno, 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 simples instalados numa barragem. Servem para medir a pressão da 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 sua estabilidade. Estes equipamentos servem para medir quanto de água está passando através da barragem, 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 BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C	VERTEDOIRO													
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	
Comentários:														

1 – Presença de vegetação: é possível o aparecimento de árvores e arbustos nos canais de aproximação e 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 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, seja por problemas na fundação, seja 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 a 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 a 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 nessa 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, a 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 (China).
Fonte: COBA.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.2	Estrutura Vertente													
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 deslocamento 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	
Comentários:														

1 – Fissuras (trincas ou rachaduras) no concreto: a estrutura vertente pode apresentar fissuras no concreto, principalmente na região das vigas munhões. 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 deslocamento das estruturas: qualquer sinal de movimento da estrutura deve ser reportado.

7 – Fissuras (trincas ou rachaduras) nos muros laterais: em geral, por problemas na fundação dos muros, podem aparecer fissuras no concreto. Esses problemas são importantes para sua estabilidade. Fazer uso do espaço destinado aos 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 de 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 BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C. 3	Comportas do Vertedouro													
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 nas vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeito nas rodas (comporta-vagão)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeito 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	
Comentários:														

1 – Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura): verificar quanto ao estado de conservação das peças fixas, 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 da comporta, quanto à corrosão, amassamentos, furos e defeitos na pintura (ou ausência). Especificar local e detalhar.

3 – Defeito nas vedações (vazamento): verificar vedações quanto a vazamentos. Especificar local e intensidade do vazamento.

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

5 – Defeito nos rolamentos, buchas e retentores: verificar defeitos nos rolamentos quanto ao seu funcionamento, ferrugem, corrosão etc. Se houver buchas, verificar sua integridade, circularidade, espessura não uniforme indicando desgaste etc.

6 – Defeito no ponto de içamento: o ponto de içamento da comporta é de vital importância para seu acionamento. Verificar cuidadosamente quanto à sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste, se 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 seu porte, 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.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.4	Muros Laterais													
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	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	
Comentários:														

1 – Erosão na fundação: erosão na fundação dos muros laterais atenta contra sua estabilidade. Especificar e detalhar quanto à sua intensidade. Em geral, por problemas na fundação dos muros, podem aparecer fissuras no concreto. Esses problemas são importantes para sua estabilidade. Fazer uso do espaço destinado aos 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 qualquer situação de anormalidade.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO														
	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	
Comentários:														

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, no fim do período de funcionamento, buracos no concreto da bacia amortecedora.

Identificar posição e dimensões, 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 a 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 BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
D	TOMADA DE ÁGUA													
D.1	Acionamento													
1	Hastes (travada ou 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	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	Falta de volante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

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 e se há presença de corrosão ou algum desgaste. O alinhamento da haste deve ser verificado, pois seu empenamento pode causar sua retenção e 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 corroídos etc. Especificar.

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

4 – Falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal: verificar o pedestal quanto à sua fixação (chumbadores), lubrificação, pintura e 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 BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
D.2	Comportas													
1	Peças fixas (corrosão, amasamento, 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 nas vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeito nas rodas (comportavagão, 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	
Comentários:														

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

2 – Estrutura da comporta (corrosão, amassamento, pintura): verificar a estrutura da comporta quanto à corrosão, amassamentos, furos e defeitos na pintura (ou ausência). Especificar o local e detalhar.

3 – Defeito nas vedações (vazamento): verificar vedações quanto a vazamentos. Especificar local e intensidade do vazamento.

4 – Defeito nas rodas (comporta-vagão, se aplicável): verificar sistema de deslizamento das comportas. Se for de rodas, verificar seu

estado quando estiver girando, se possível. Especificar.

5 – Defeito nos rolamentos ou buchas e retentores: verificar defeitos nos rolamentos, quanto ao seu funcionamento, ferrugem, corrosão etc. Se houver buchas, verificar sua integridade, circularidade, espessura não uniforme indicando desgaste etc. Especificar.

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

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
D.3	Poço de Acionamento													
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>bypass</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	
Comentários:														

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 ao poço de acionamento. Registrar a existência de

corrosão, o estado de conservação da pintura e dobradiças (se houver) etc.

4 – Deterioração da tubulação de aeração e *bypass*: verificar o estado de conservação da tubulação de aeração e *bypass*, pinturas, registros e acoplamentos. Definir o grau de deterioração. Usar espaço destinado aos comentários.

5 – Deterioração da instalação de controle (pedestal): verificar o 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 aos comentários.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
D.4	Boca de Entrada e Stop-Log													
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	Defeito 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 stop-log (corrosão, amassamento, 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	
Comentários:														

1 – Assoreamento: indicar se há algum tipo de transporte ou acúmulo de material na entrada da caixa de montante. Usar espaço destinado aos 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 o estado de conservação da estrutura de concreto quanto à existência de ferragem exposta. Indicar localização, extensão e grau de exposição. Usar espaço destinado aos comentários.

4 – Deterioração na superfície do concreto: verificar deterioração na superfície da estrutura de concreto. Indicar localização e extensão dos danos. Usar espaço destinado aos 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 – Defeito na grade: verificar o estado de conservação da grade de proteção, referente

à pintura (se for o caso), corrosão e hastes quebradas. Explicar.

7 – Peças fixas (corrosão, amassamento, pintura): verificar o estado de conservação das peças fixas, referente à pintura, corrosão, amassamento de guias ou qualquer outra anomalia. Explicar detalhadamente.

8 – Estrutura do *stop-log* (corrosão, amassamento, pintura): verificar a estrutura do *stop-log* quanto à pintura, corrosão, amassamento ou qualquer outra anomalia existente. Exemplificar.

9 – Defeito no acionamento do *stop-log*: verificar o 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 seu acionamento. Verificar cuidadosamente quanto à sua integridade, se há corrosão, se apresenta algum desgaste, se sua fixação no *stop-log* não está comprometida etc. Especificar.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
D.5	Galeria da Tomada de Água													
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	Defeito 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	
Comentários:														

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 aos 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 – Defeito 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 BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
D.6	Estrutura de Saída													
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	Defeito na cerca de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

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

3 – 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.

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 existirem). 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.

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 a 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 etc. Detalhar.

9 – Presença de entulho dentro da caixa de válvulas: verificar a caixa de válvulas quanto à limpeza, como também à presença de lixo, de pedras ou outro material qualquer estranho ao meio.

10 – Defeito 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 deve ser registrada. Detalhar.



Figura 1.25. Fissura subvertical de origem térmica ($e = 2,0 \text{ mm}$), no paramento de jusante de uma barragem.

Fonte: SBB Engenharia.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
E	RESERVATÓRIO													
1	Réguas danificadas ou faltantes	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 da 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 nas 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	
Comentários:														

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

2 – Construções em áreas de proteção: às vezes, são construídas, na área de proteção, algumas estruturas para lazer, criação de animais ou mesmo 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 – Indícios de má qualidade da água: registrar a existência de indícios de má qualidade da água do reservatório, como 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 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 nas margens: se as margens são muito íngremes, pode ocorrer algum tipo de desmoronamento. Verificar sua existência real ou potencial.

8 – Existência de vegetação aquática excessiva: vegetação aquática excessiva é sinônimo de desequilíbrio biológico no reservatório. Especificar o grau de cobertura vegetal da superfície da 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 BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
F	REGIÃO A JUSANTE DA BARRAGEM													
1	Sinais de movimento 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	Piping 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	
Comentários:														

1 – Sinais de movimento na rocha de fundação: verificar sinais de movimento na rocha de fundação na parte a jusante da barragem. Reportar detalhadamente qualquer anomalia que caracterize mudança no terreno (rocha) natural. 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 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 de água) nas ombreiras: é possível o aparecimento de fuga de água ou umidade excessiva na parte a jusante da barragem. Esse fluxo pode ter origem na fundação,

nas interfaces concreto-ombreira ou mesmo no maciço. Fazer uso do espaço destinado aos 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 eles dificultam a inspeção e identificação de problemas a jusante da barragem.

7 – Erosão nos encontros das ombreiras: verificar se há algum tipo de erosão nos encontros das ombreiras a 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. Identificar e registrar a dimensão dessas anomalias, a presença e intensidade de fluxo de água, bem como a possibilidade de seu crescimento resultar em comunicação com o lago a 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 (Portugal) – região a jusante.
Fonte: COBA.

FICHA DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM DE CONCRETO														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
G	MEDIDOR DE VAZÃO													
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	Defeito 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	
Comentários:														

1 – Ausência da placa medidora de vazão: verificar a existência da placa medidora de vazão e, na sua ausência, se nunca existiu. Esclarecer.

2 – Corrosão da placa: verificar o estado de conservação da placa e detalhes na escala de medição. Se for o caso, descrever o estado da pintura. Detalhar.

3 – Defeito no concreto: verificar a integridade do concreto. Registrar alguma exposição de ferragem, se for o caso. Fissuras (trincas ou fissuras) e deslocamentos devem ser registrados. Detalhar.

4 – Falta de escala de leitura de vazão: verificar a existência da escala de leitura e, na sua ausência, 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 a 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 ou anomalia não esteja contemplado 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 podem melhorar a realização da inspeção e a própria ficha, assim como tudo que pode ser útil à operação, à manutenção e à segurança da barragem.

1.3.5 FICHA DE INSPEÇÃO DE 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* (KUPERMAN, 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-fogos, a bacia de contenção de óleo, a caixa separadora de óleo, a subestação, os túneis e o vertedouro tulipa.

Essas fichas se aplicam no caso de inspeções de barragens 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 Sucção; 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 a Montante da Câmara; C.2 – Parte a 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 de Água, Estação de Tratamento de Esgoto, Guarita;
- tabela E – Escada para Peixes;
- tabelas F1 e F2 correspondentes às ombreiras, designadamente: F1 – Ombreiras a Montante até 200 m; F2 – Ombreiras a Jusante até 200 m;
- tabela G – Pátios;
- tabela H – Plataforma dos Transformadores;
- tabela I – Poço de Drenagem;
- tabelas J1 a J3 correspondentes ao sistema anti-incêndio, designadamente: J.1 – Paredes Corta-Fogos; 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 dessas fichas de inspeção pode ser considerado mínimo, devendo ser adaptado para cada barragem e usina.

Inspeção efetuada por:		
Data:		
Nível do reservatório:		
Estado do tempo:		
		FOTO

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA

	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
A	CASA DE FORÇA/ÁREA DE MONTAGEM														
A.1	Piso da Sala de Máquinas e Área de Montagem														
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 movimento 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	Desalinhamento de corrimões 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA

	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO										MAGNITUDE				NP
A.2	Paredes da Casa de Força e Área de Montagem															
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	Defeito 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			
Comentários:																

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
A.3	Cobertura da Casa de Força e Área de Montagem													
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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
A.4	Galerias – Elétrica, Mecânica, Acesso ao Tubo de Seção Anelar													
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 e 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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
A.5	Galerias de Drenagem e Injeção														
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 e 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 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
A.6	Instrumentação														
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 leitura 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
A.7	Tubo de Sucção													
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 das 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	Defeito 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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
A.8	Acabamentos e Instalações													
1	Defeito 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	Defeito nos caixilhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeito nos pisos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeito nas instalações elétricas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Defeito nas instalações hidráulicas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Defeito nas instalações sanitárias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
A.9	Canal de Fuga														
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 nas margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Desmoronamento nas margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Erosões nas 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
B	DESCARREGADOR DE FUNDO – GALERIA														
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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C	ECLUSA													
C.1	Parte a Montante da Câmara													
1	Fissuras na estrutura 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	Defeito 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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.2	Parte a Jusante da Câmara													
1	Fissuras na estrutura 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	Defeito 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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
C.3	Galerias														
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 e 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 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
C.4	Câmara de Eclusa/Muros														
1	Fissuras na estrutura 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	Defeito 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
C.5	Instrumentação													
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 leitura 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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
C.6	Pontes Sobre a Eclusa														
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	Defeito 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
D	EDIFÍCIO DE COMANDO, SALAS, ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA, ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO, GUARITA														
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	Defeito em instalações hidrossanitárias	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Defeito nos caixilhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
8	Defeito 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	Defeito 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
E	ESCADA PARA PEIXES														
1	Fissuras na estrutura 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	Defeito 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
F	OMBREIRAS														
F.1	Ombreiras a Montante até 200 m														
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	Desmoronamento nas 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
F.2	Ombreiras a Jusante até 200 m														
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	Desmoronamento nas 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
G	PÁTIOS														
1	Sinais de desmorona- mento nos taludes de corte	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Sinais de desmorona- mento nos taludes de aterro	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 das estações de trata- mento de água e esgoto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
8	Áreas úmidas/enchar- cadas 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		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
H	PLATAFORMA DOS TRANSFORMADORES													
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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
I	POÇO DE DRENAGEM													
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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
J	SISTEMA ANTI-INCÊNDIO													
J.1	Paredes Corta-Fogos													
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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA															
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP	
J.2	Bacia de Contenção														
1	Sistema de escoamento danificado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
Comentários:															

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
J.3	Caixa Separadora de Óleo													
1	Existência de detritos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
K	SUBESTAÇÃO – ACABAMENTOS E PAISAGISMO													
1	Árvores e arbustos – necessidade de poda	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	Defeito nos alambrados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeito na pavimentação dos acessos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeito 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	
Comentários:														
FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
L	TÚNEIS													
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 cabeça de tirantes e/ou chumbadores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeito 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	
Comentários:														

FICHA DE INSPEÇÃO DE USINA HIDRELÉTRICA														
	LOCALIZAÇÃO/ ANOMALIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
M	VERTEDOIRO TULIPA – GALERIA DE DESCARGA													
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	
Comentários:														

N) OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES

Ao preencher a ficha de inspeção, é possível que algum elemento estrutural ou anomalia não esteja contemplado 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 podem melhorar a realização da inspeção e a própria ficha, assim como tudo que pode ser útil à operação, à manutenção e à segurança da barragem.

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 Nº:

5 – Bacia hidrográfica: Sub-bacia: Curso d'água barrado:

6 – Cota do reservatório no dia da inspeção:

7 – Nível de água a 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 nº: ART nº:

Assinatura:

Instrução de preenchimento (ficha exigida somente aos empreendedores fiscalizados pela ANA):

I – 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 a avaliação feita 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 3.5 e que consta no 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 descritas 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) – VERTEDOURO **(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 NA COMPORTA **(BC7)**.

Para cada anomalia, devidamente numerada, faz-se uma análise da sua causa provável, possíveis consequências e 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
EROSÕES (SUMIDOUROS) (1) 	1. Erosão interna ou <i>piping</i> do maciço ou fundação da barragem dá origem a um sumidouro. 2. O desabamento de uma caverna criada pela erosão pode resultar num sumidouro. 3. Um pequeno furo na parede da tubulação da tomada de água pode ocasionar um sumidouro. Água barrenta na saída a jusante indica o desenvolvimento de erosão na barragem.	<p><u>Perigo Extremo</u></p> <p>O <i>piping</i> pode esvaziar o reservatório por meio de um pequeno furo na parede da tubulação ou 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 a jusante, por fuga ou percolação, para verificar se está suja. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS) (2) 	<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>Indicam 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 ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
DESLIZAMENTOS, AFUNDAMENTOS OU ESCORREGAMENTOS (3) 	<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 de 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 ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
EROSÕES/ESCORREGAMENTOS/TALUDES ÍNGREMES E BANCADAS DE ESCAVAÇÃO (4) 	<p>Ação das ondas e recalques locais causam ao solo e às rochas erosão e escorregamentos para a parte inferior do talude, formando uma bancada de escavação.</p>	<p>A erosão diminui a largura e possivelmente a altura do maciço, o que pode 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 suas inclinações originais, e providenciar sua proteção adequada.</p>
RIP-RAP INCOMPLETO, DESTRUÍDO OU DESLOCADO (5) 	<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>A ação das ondas nessas áreas desprotegidas diminui a largura do maciço da barragem.</p>	<p>Restabelecer o talude normal. Refazer corretamente o <i>rip-rap</i>.</p>




BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE MONTANTE (BT1)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
EROSÃO POR TRÁS DO RIP-RAP MAL GRADUADO (6) 	<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>, de modo que o recalque fornece menor proteção e diminui a largura da barragem.</p>	<p>Restabelecer uma proteção eficiente do talude. Um engenheiro deve especificar o tamanho e a graduação das pedras do <i>rip-rap</i> e da camada intermediária de proteção.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
FISSURA NA FACE DE CONCRETO OU DETERIORAÇÃO (7) 	<p>Concreto deteriorado devido ao intemperismo. Material de preenchimento das juntas deteriorado ou removido.</p>	<p>Solo subjacente ao revestimento de concreto pode ser erodido, descalçando as placas e acelerando o processo de deterioração.</p>	<p>Determinar a causa. Reparar com argamassa ou contatar engenheiro para métodos de reparo permanentes. Se o dano for extenso, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
FISSURAS (RACHADURAS) DEVIDO AO RESSECAMENTO (8) 	<p>O solo perde a umidade e sofre contração, causando fissuras pronunciadas (rachaduras), geralmente vistas na crista e talude de jusante.</p>	<p>Chuvas fortes podem encher as fissuras e causar o movimento de pequenas partes do maciço.</p>	<p>Monitorar as fissuras (rachaduras) quanto a aumento no comprimento, largura e profundidade. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE JUSANTE (BT2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
ESCORREGAMENTO/DESLIZAMENTO/ ENCHARCAMENTO (1) 	<p>Falta ou perda de resistência do material do maciço da barragem. A perda de resistência pode ser atribuída à infiltração de água no maciço ou falta de suporte da fundação.</p>	<p>Perigo Extremo Deslizamento do maciço atingindo a crista ou o talude de montante, reduzindo a folga. Pode resultar no colapso do maciço ou transbordamento.</p>	<p>Medir a extensão e o deslocamento do escorregamento. Se o movimento continuar, começar a baixar o nível de água até parar o movimento. Um engenheiro qualificado deve inspecionar imediatamente a barragem e orientar as ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
FISSURAS (RACHADURAS) TRANSVERSAIS (2) 	<p>Recalque diferenciado do maciço da barragem também provoca fissuras pronunciadas (rachaduras) transversais. Por exemplo: o centro recalca mais que as ombreiras.</p>	<p>Perigo Fissuras pronunciadas devido a recalques ou retração podem provocar infiltrações de água do reservatório através da barragem.</p>	<p>Se necessário, obstruir a fissura do talude de montante para prevenir a passagem de água do reservatório. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE JUSANTE (BT2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
AFUNDAMENTOS /COLAPSOS (3) 	Falta de compactação adequada. Tocas de animais. <i>Piping</i> através do maciço ou fundação.	Perigo Indicação de possível erosão do maciço.	Inspecionar e reparar os buracos internos criados por roedores. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURAS (RACHADURAS) LONGITUDINAIS (4) 	Ressecamento ou retração do material de superfície. Deformação a jusante devido ao recalque do maciço.	Podem ser avisos de um futuro deslizamento. Recalques ou deslizamentos mostrando a perda de resistência da barragem podem provocar sua ruína.	Se as fissuras (rachaduras) são de ressecamento, cobrir a área com material bem compactado para manter a superfície seca e a umidade natural. Se as fissuras (rachaduras) são extensas, um engenheiro qualificado deve inspecionar o problema e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
AFUNDAMENTOS (LOCALIZADOS) (5) 	Resultantes de erosão que deslocou uma parte do talude. Também podem ser encontrados em taludes muito íngremes.	Podem expor zonas impermeáveis à erosão e levar a novos afundamentos.	Inspecionar a área em busca de infiltração. Monitorar para verificar o prosseguimento da ruptura. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
EROSÃO (6) 	Águas de chuva carregam material da superfície do talude, produzindo valas de erosão.	Pode ser perigosa se não for controlada. Erosões podem provocar deterioração do talude de jusante e, posteriormente, ruptura do maciço.	O método preferido de proteção de áreas erodidas é a colocação de enrocamento ou <i>rip-rap</i> . Refazer a grama de proteção se o problema for detectado no início.
ÁRVORES/ARBUSTOS (7) 	Vegetação natural da área.	Raízes profundas podem criar caminhos para passagem de água. Arbustos podem dificultar inspeções visuais e abrigar roedores.	Remover as árvores de raízes profundas e arbustos no maciço e nas proximidades. Erradicar vegetação no maciço que dificulte as inspeções visuais.

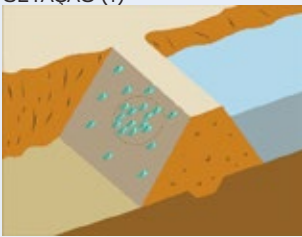

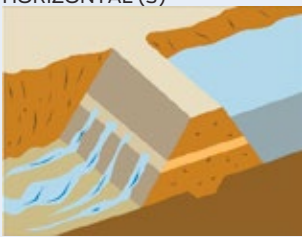


BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE JUSANTE (BT2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
ATIVIDADES DE ANIMAIS E INSETOS (8) 	Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e cavernas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros. Certos <i>habitats</i> , com alguns tipos de planta e árvore, próximos ao reservatório encorajam animais e insetos.	1. Criam passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes, o que pode provocar rupturas localizadas. 2. Podem reduzir o caminho de percolação da água e provocar <i>piping</i> . Se os túneis atravessam a maior parte do maciço, podem levar à ruptura da barragem. 3. Especialmente perigosas se os furos penetrarem abaixo da linha freática. Durante os períodos de elevação do nível do reservatório, o caminho de percolação pode ficar muito reduzido, o que facilita a ocorrência de <i>piping</i> .	Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos. Aterrar buracos existentes, com material adequado e bem compactado. Eliminar <i>habitats</i> favoráveis ao desenvolvimento de espécies nocivas.
TRÁFEGO DE ANIMAIS E GADO (9) 	Tráfego excessivo de animais é especialmente danoso quando o talude está molhado.	Cria áreas sem proteção contra a erosão. Permite que a água se acumule em determinados locais. Área fica suscetível a fissuras por ressecamento.	Cercar a área da barragem. Reparar a proteção contra erosão com <i>rip-rap</i> ou grama.





BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
FISSURA (RACHADURA) LONGITUDINAL (1) 	Assentamentos diferentes entre seções adjacentes ou zonas do maciço da barragem. Falha na fundação, causando perda de estabilidade. Estágios iniciais de deslizamentos do maciço.	<u>Perigo</u> 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. Cria uma passagem da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação da área adjacente, o que pode provocar uma ruptura localizada.	Inspeccionar a fissura e cuidadosamente anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Imediatamente demarcar os limites da fissura. Monitorar frequentemente. Um engenheiro deve determinar a causa da fissura e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. As fissuras da superfície da crista devem ser seladas para prevenir infiltração da água superficial. Continuar monitorando rotineiramente a crista para identificar indícios de fissuras. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>DESLOCAMENTO VERTICAL (2)</p> 	<p>Movimento vertical entre seções adjacentes do maciço da barragem. Deformação ou falha estrutural causada por instabilidade estrutural ou falha na fundação.</p>	<p>Perigo Extremo Cria uma área de pouca resistência no interior do maciço, que pode causar futuros movimentos. Ruptura do maciço. Cria um ponto de entrada para a água superficial, que futuramente pode contribuir para a ruptura do maciço. Reduz a seção transversal efetiva da barragem.</p>	<p>Cuidadosamente inspecionar o deslocamento e anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. 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. 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. Continuar a monitorar a área rotineiramente para verificar indícios de futuras fissuras ou movimento.</p> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>DESABAMENTOS NA CRISTA (3)</p> 	<p>Atividade de roedores. Furos na tubulação da tomada de água causam erosão do material no maciço da barragem. Erosão interna ou <i>piping</i> do material no maciço devido à infiltração. Carreamento de argila dispersiva no interior do maciço, pela água de percolação.</p>	<p>Perigo Vazios dentro da barragem podem causar desabamentos, deslizamentos, instabilidade ou reduzir a seção transversal do maciço da barragem. Ponto de entrada para água superficial.</p>	<p>Cuidadosamente inspecionar o desabamento e anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Um engenheiro deve determinar a causa do desabamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. 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.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>FISSURAS TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS (4)</p> 	<p>Movimentos desiguais das partes adjacentes do maciço. Deformação causada por tensões ou instabilidade do maciço.</p>	<p>Perigo Podem criar um caminho para infiltração na direção transversal do maciço. Criam área de baixa resistência no interior do maciço, podendo iniciar futura deformação, movimento ou ruptura. Permitem um ponto de entrada para água de escoamento superficial.</p>	<p>Inspecionar a fissura e cuidadosamente anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Imediatamente demarcar os limites da fissura. Monitorar frequentemente. Um engenheiro deve determinar a causa da fissura e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Escavar a crista ao longo da fissura até ultrapassar o fundo desta. 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. Continuar monitorando rotineiramente a crista para verificar indícios de fissuras.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

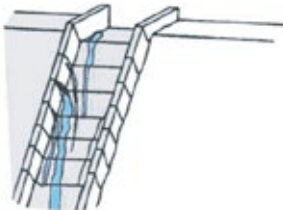
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>CRISTA DESALINHADA (5)</p> 	<p>Movimentos entre partes adjacentes do maciço. Deformação estrutural ou ruptura próxima à área do desalinhamento.</p>	<p>Desalinhamento é normalmente acompanhado de depressões na crista, que reduzem a folga ao transbordamento. Pode produzir áreas localizadas de baixa resistência no maciço, que podem provocar a ruptura deste.</p>	<p>Instalar marcos na crista para determinar a exata localização e extensão do desalinhamento na crista. Um engenheiro deve determinar a causa do desalinhamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Após as medidas remediadoras, monitorar periodicamente os marcos da crista para detectar possíveis movimentos futuros.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>AFUNDAMENTOS/DEPRESSÕES NA CRISTA DA BARRAGEM (6)</p> 	<p>Assentamento excessivo no maciço ou fundação diretamente abaixo da área da depressão. Erosão interna do maciço da barragem. Deformação do maciço de fundação a jusante ou montante. Erosão pelo vento contínuo na área da crista. Terraplanagem final inadequada na construção.</p>	<p>Reduzem a folga da barragem, ou seja, a diferença entre a cota da crista do maciço e a cota da superfície da água no reservatório quando o vertedouro está com vazão máxima.</p>	<p>Estabelecer marcos ao longo da crista para determinar a exata localização e extensão do assentamento na crista. 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. Restabelecer a cota da crista de maneira uniforme preenchendo as áreas com depressões, utilizando técnicas construtivas adequadas, sob a supervisão de um engenheiro. Restabelecer e monitorar os marcos da crista da barragem para detectar possível recalque no futuro.</p>
<p>VEGETAÇÃO EXCESSIVA (7)</p> 	<p>Negligência com a barragem e falta de procedimentos de manutenção adequados.</p>	<p>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. As raízes que penetram no maciço se decompõem quando a vegetação morre, criando caminhos preferenciais para a percolação. Dificulta o acesso a todas as áreas da barragem para operação, manutenção e inspeção. Serve de <i>habitat</i> para roedores.</p>	<p>Remover toda a 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 em que sejam praticáveis as escavações. O reaterro deve ser feito com material adequado e bem compactado. Um programa de manutenção deve ser estabelecido para evitar o surgimento de nova vegetação indesejável no futuro. O material cortado deve ser removido para fora da área da barragem.</p>

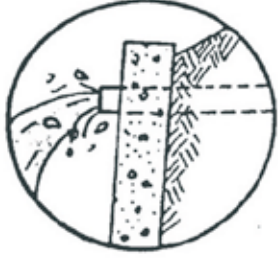
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>BURACOS DE ANIMAIS E INSETOS (8)</p> 	<p>Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e cavernas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros. Certos <i>habitats</i>, com alguns tipos de planta e árvore, próximos ao reservatório encorajam os animais e insetos.</p>	<p>Criam passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes, o que pode provocar rupturas localizadas. Podem reduzir o caminho de percolação da água e provocar <i>piping</i>. Se os túneis atravessarem a maior parte do maciço, poderão levar à ruptura da barragem. Especialmente perigosos se os furos penetrarem abaixo da linha freática. Durante os períodos de elevação do nível do reservatório, o caminho de percolação pode ficar muito reduzido, o que facilita a ocorrência de <i>piping</i>.</p>	<p>Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos. Aterrar buracos existentes, com material adequado e bem compactado. Eliminar <i>habitats</i> favoráveis ao desenvolvimento de espécies nocivas.</p>
<p>EROSÕES NA CRISTA (9)</p> 	<p>Material mal graduado e drenagem inadequada da crista, com concentração do fluxo de água superficial diretamente sobre o maciço. Capacidade inadequada do sangradouro, provocando o transbordamento da barragem.</p>	<p>Podem reduzir a folga da barragem. Reduzem a seção transversal efetiva do maciço. Dificultam o acesso a todas as partes da barragem. Se resultantes de transbordamento, indicam uma situação de risco da barragem.</p>	<p>Restabelecer a folga de projeto da barragem, aterrando a vala provocada pela erosão com material adequado e bem compactado. Restabelecer as inclinações previstas no projeto para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial. Se resultantes de transbordamento, um engenheiro deve rever o dimensionamento e as condições atuais do vertedouro. Neste caso, é EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>FISSURAS (RACHADURAS) DEVIDO AO RESSECAMENTO (10)</p> 	<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>Criam passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes. Essa saturação e o ressecamento subsequente podem ocasionar o aumento das fissuras.</p>	<p>Selar as fissuras com material impermeável. Recobrir a crista com uma camada de material não plástico (cascalho ou laterita).</p>
<p>TRILHAS AO LONGO DA CRISTA (11)</p> 	<p>Tráfego de veículos pesados sem a manutenção adequada da superfície da crista.</p>	<p>Dificultam o acesso a todas as áreas da barragem. Ajudam no processo de deterioração da superfície da crista. Permitem a acumulação de água sobre a barragem, causando a saturação do maciço.</p>	<p>Drenar a água acumulada e recompor a crista com material adequado e bem compactado. Restabelecer as inclinações previstas no projeto para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial. Recuperar o pavimento ou, no mínimo, aplicar uma camada de material que possa funcionar como revestimento primário (cascalho ou laterita).</p>




BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – INFILTRAÇÕES E FUGAS (surgências) DE ÁGUA NA BARRAGEM (BT4)				
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL QUÊNCIA	CONSE-	AÇÕES CORRETIVAS
MUDANÇA ACENTUADA NA VEGETAÇÃO (1) 	O material do maciço na área permite fluxo de água.	Pode indicar a existência de uma área saturada.		Por meio de escavação manual, tentar identificar se a área está mais úmida que o restante do talude. Se a área estiver mais úmida que o restante do talude, um engenheiro qualificado deverá inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas.
GRANDE ÁREA MOLHADA OU PRODUZINDO FLUXO (2) 	Um caminho preferencial de percolação desenvolveu-se através da ombreira ou do maciço.	<u>Perigo</u> O aumento do fluxo pode levar à erosão do maciço e à ruptura da barragem. A saturação do maciço próximo à zona de infiltração pode criar instabilidade, levando à ruptura da barragem.		Inspeccionar e demarcar a área. Acompanhar para averiguar sua expansão. Medir com a maior precisão possível alguma vazão que possa estar ocorrendo. Se a área ou o fluxo aumentar, o nível do reservatório deverá ser reduzido até o fluxo estabilizar ou cessar. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
ÁREA MOLHADA E UMA FAIXA HORIZONTAL (3) 	Camada de material permeável usado na construção do maciço.	<u>Perigo</u> A saturação das áreas abaixo da zona de infiltração pode instabilizar o maciço. Fluxos excessivos podem provocar erosão acelerada do maciço, levando à ruptura da barragem.		Medir com a maior precisão possível a vazão que possa estar ocorrendo. Se o fluxo aumentar, o nível do reservatório deverá ser reduzido até o fluxo estabilizar ou cessar. Demarcar a área envolvida. Por meio de escavação manual, tentar identificar o material que está permitindo o fluxo. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FUGA DE ÁGUA LOCALIZADA NA PARTE ALTA DO TALUDE (4) 	Construção incorreta. Esforço concentrado. Deterioração do material. Falhas na fundação. Pressão externa excessiva.	Distúrbios no escoamento. Erosão na fundação e no aterro de recobrimento. Eventual desmoronamento da estrutura.		Medir a quantidade de fluxo e averiguar o transporte de materiais. Se o fluxo aumentar, o nível do reservatório deverá ser reduzido até o fluxo estabilizar ou cessar. Procurar a entrada da água a montante e obstruí-la, se possível. A colocação de uma lona sobre o talude de montante e seu recobrimento com solo lançado a partir da crista da barragem têm sido adotados com êxito em alguns casos. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FUGA DE ÁGUA LOCALIZADA (5) 	A água encontrou ou abriu uma passagem através do maciço.	<u>Perigo</u> A continuação do fluxo pode ampliar a erosão do maciço e levar à ruptura da barragem.		Inspeccionar cuidadosamente a área, medir a quantidade de fluxo e averiguar o transporte de materiais. Se houver carregamento de material, um dique com sacos de areia deverá ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deverá ser rebaixado. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.


BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – INFILTRAÇÕES E FUGAS (surgências) DE ÁGUA NA BARRAGEM (BT4)				
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL QUÊNCIA	CONSE-	AÇÕES CORRETIVAS
FUGA LOCALIZADA DE ÁGUA "BARRENTA" (SURGÊNCIA) (6) 	A água encontrou ou abriu uma passagem através do maciço e está erodindo e carreando o material deste.	Perigo Extremo O prosseguimento do fluxo pode causar uma erosão rápida no material do maciço, resultando na ruptura da barragem.		Inspeccionar cuidadosamente a área, medir a quantidade de fluxo e averiguar se o carreamento de solo está aumentando. 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. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deverá ser rebaixado. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FUGA DE ÁGUA ATRAVÉS DE FISSURAS (RACHADURAS) PRÓXIMAS À CRISTA (7) 	Intenso ressecamento provocou o surgimento de fissuras no topo do maciço. Recalques no maciço ou na fundação estão causando fissuras pronunciadas (rachaduras) transversais.	Perigo Extremo A saturação abaixo da zona fraturada pode instabilizar o maciço. O fluxo através da fissura pode erodir o maciço, levando à ruptura da barragem.		Obstruir as fissuras pelo lado a montante para estancar o fluxo. O nível do reservatório deve ser reduzido até abaixo do nível das fissuras. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
VAZAMENTOS DAS OMBREIRAS VINDOS (8) 	Fluxo de água através de fissuras (rachaduras) nas ombreiras.	Perigo Podem provocar uma erosão rápida na ombreira e o esvaziamento do reservatório. Podem provocar deslizamentos próximos ou a jusante da barragem.		Inspeccionar cuidadosamente a área para determinar a quantidade do fluxo e averiguar se existe carreamento de materiais. Um engenheiro ou geólogo qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO OU GEÓLOGO.
FLUXO BORBULHANDO A JUSANTE DA BARRAGEM (9) 	Alguma parte do maciço de fundação está permitindo a passagem de 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 na rocha de fundação.	Perigo O aumento do fluxo pode causar uma erosão rápida no material da fundação, resultando na ruptura da barragem.		Inspeccionar cuidadosamente a área e averiguar a quantidade de fluxo e o transporte de materiais. Se houver carreamento de material, um dique com sacos de areia deverá ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deverá ser rebaixado. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.




BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOURO (BT5)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
VEGETAÇÃO EXCESSIVA OU DETRITOS NO CANAL (1) 	Acúmulo de material escorregado, árvores mortas, crescimento excessivo de vegetação etc., no canal do vertedouro.	<u>Perigo</u> Redução da capacidade de descarga, causando transbordamento lateral do sangradouro ou transbordamento da barragem. O transbordamento prolongado pode causar a ruptura da barragem.	Retirar os detritos periodicamente. Controlar o crescimento da vegetação no canal do vertedouro. Instalar uma rede de proteção na entrada do vertedouro para interceptar detritos.
CANAIS ERODIDOS (2) 	Tráfego de animais cria canais preferenciais nos quais o fluxo se concentra, criando valas de erosão. Fluxo de água turbulento ou com elevada velocidade. O solo ou rocha onde foi cortado o canal do vertedouro não é suficientemente resistente à erosão. A estrutura da laje de fundo do canal, no caso de canais revestidos de concreto, não foi projetada ou construída corretamente.	Erosões não combatidas podem provocar deslizamentos ou desabamentos, que resultam na redução da capacidade do vertedouro. A capacidade inadequada do sangradouro pode provocar o transbordamento da barragem e resultar na sua ruptura. A erosão pode atingir o reservatório, provocando seu rápido esvaziamento. 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.	Fotografar as erosões para acompanhar seu desenvolvimento. Reparar a área danificada, substituindo o material erodido por aterro compactado. Proteger a área contra futuras erosões, colocando enrocamento ou revestindo de forma apropriada. Quando o avanço da erosão ameaçar a segurança das estruturas, um engenheiro qualificado deverá imediatamente inspecionar a barragem e orientar as medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
DESCALÇAMENTO POR EROÇÃO NO FIM DO VERTEDOURO (3) 	Configuração inadequada da bacia de dissipação. Materiais altamente erosivos. Falta de uma cortina de contenção no fim da calha.	<u>Perigo</u> Dano estrutural no vertedouro. Alto custo de reparo, no caso de desmoronamento da laje ou parede do vertedouro.	Fazer a limpeza da área e reaterrar com material apropriado. Colocar um enrocamento com blocos de tamanho adequado. Instalar uma cortina de contenção. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
PAREDE DESLOCADA (4) 	Falha na execução. Recalque diferencial da fundação. Pressão excessiva do aterro ou da água. Armadura insuficiente do concreto.	Pequenos deslocamentos criam turbulência e redemoinho no fluxo, causando erosão no solo atrás da parede. Grandes deslocamentos causam fissuras pronunciadas (rachaduras) e eventual ruptura da estrutura.	Reconstruir, de acordo com as práticas da engenharia. Preparar cuidadosamente a fundação. Utilizar drenos para aliviar a pressão atrás da parede. Armar suficientemente o concreto. Ancorar as paredes para prevenir futuros deslocamentos. Limpar os drenos para assegurar sua operação adequada. Consultar um engenheiro antes de as ações serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS GRANDES) (5) 	Falha na construção. Concentração localizada de tensões. Deterioração localizada do material. Falha na fundação. Pressão excessiva do aterro externo.	Turbulência no fluxo de água. Erosão na fundação e no aterro lateral. Colapso da estrutura.	Reparar grandes fissuras (rachaduras), sem grandes deslocamentos, por meio de remendos. Limpar e cortar as áreas ao redor antes que o material de remendo seja aplicado. Instalar drenos. Outras ações podem ser necessárias. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.


BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOURO (BT5)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
JUNTAS ABERTAS OU DESLOCADAS (6) 	Recalque excessivo da fundação. Fuga de material da junta. Junta construída muito larga e não selada. Material selante deteriorado e carreado.	Erosão do material da fundação pode enfraquecer o suporte da estrutura e causar futuras fissuras pronunciadas. Pressão induzida pelo fluxo de água através das juntas deslocadas pode carregar laje ou parede e causar um extenso descalçamento.	<p>As juntas não devem ter mais de 1 cm e devem ser seladas com asfalto ou outro material flexível. Limpar as juntas, substituir os materiais erodidos e selar as juntas. Drenar e preparar corretamente a fundação. A face inferior da laje deve ter ressalto com profundidade suficiente para evitar deslizamento. Evitar inclinação exagerada do canal.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
PERDA OU FALHA NO RIP-RAP (7) 	Canal muito inclinado. Enrocamento mal dimensionado para o fluxo. Falha na fundação. Velocidade de escoamento muito alta. Colocação inadequada do material. Camada de transição ou material da fundação carreado pela água.	<p>Perigo</p> <p>Erosão no fundo e laterais do canal. Ruptura do vertedouro.</p>	<p>Projetar um talude estável para o fundo do canal. O material do <i>rip-rap</i> deve ser bem graduado e conter partículas pequenas, médias e grandes. Preparar bem o subleito e, se necessário, instalar filtro drenante. Controlar a velocidade do fluxo do vertedouro. Colocar o <i>rip-rap</i> de acordo com a especialidade.</p>
DETERIORAÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO (8) 	Uso de materiais impróprios ou manutenção inadequada.	A vida útil da estrutura é diminuída.	<p>Recuperar a estrutura do vertedouro. Usar apenas agregados limpos e de boa qualidade no concreto. Respeitar o recobrimento da armadura do concreto. Manter o concreto molhado e protegido durante a cura. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
VAZAMENTO DENTRO E AO REDOR DO VERTEDOURO (9) 	Fissuras e juntas na fundação do vertedouro estão permitindo infiltração. Camadas de areia ou pedregulhos no vertedouro estão permitindo infiltração.	Pode induzir perda excessiva de água armazenada. Pode induzir ruptura, se a velocidade for alta o bastante para causar erosão dos materiais da fundação.	<p>Examinar a área de saída do fluxo para ver se o tipo de material pode explicar o vazamento. Medir a quantidade do fluxo e checar se existe erosão dos materiais da fundação. Se a velocidade do fluxo ou quantidade de materiais erodidos aumentar rapidamente, o nível do reservatório deverá ser abaixado até o fluxo estabilizar ou cessar. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
INFILTRAÇÃO ATRAVÉS DE UMA JUNTA DE CONSTRUÇÃO OU FISSURAS (RACHADURAS) NA ESTRUTURA DE CONCRETO (10) 	Água se acumulando atrás da estrutura devido à drenagem insuficiente ou drenos entupidos.	Pode causar a inclinação ou queda das paredes. Fluxo através do concreto pode conduzir a uma rápida deterioração por intemperismo. Se o vertedouro está localizado no maciço, uma erosão rápida pode levar à ruptura da barragem.	<p>Checar a área atrás da parede para identificar zonas saturadas. Checar e limpar, se necessário, as saídas de água e drenos internos. Se a condição persistir, um engenheiro qualificado deverá inspecionar o problema e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>




BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOURO (BT5)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>AUMENTO DO 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>Perigo O aumento da velocidade do fluxo pode acelerar a erosão do solo atrás ou abaixo da estrutura. Pode levar à ruptura das estruturas por descalçamento.</p>	<p>Monitorar a quantidade de fluxo e o carregamento de material. Coletar amostras de água para comparar a turbidez. Se a vazão ou a turbidez aumentar, um engenheiro qualificado deverá inspecionar o vertedouro e recomendar as ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

BARRAGENS DE CONCRETO – CRISTA (BC1)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>FISSURAS DE SUPERFÍCIE (1)</p> <p>DESLOCAMENTO RADIAL</p> <p>CRISTA</p> 	<p>Fissuras transversais ligando montante com jusante podem ser resultantes de recalque da fundação, sismo ou sobrecarga.</p>	<p>Infiltração, deterioração do concreto, extensão da fissura.</p>	<p>Injetar epóxi. Se a profundidade da fissura for maior que 3 m, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>FISSURAS PROFUNDAS (2)</p> <p>TRINCA</p> <p>CRISTA</p> 	<p>Fissuras abertas, do tipo aleatório, com presença de sílica-gel, devido à RAA.</p>	<p>Devido à progressão gradativa, podem reduzir a vida útil da barragem.</p>	<p>Baixar o nível do reservatório. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>FISSURAS E ABRASÃO NO CONCRETO DA PISTA DE ROLAMENTO (3)</p> <p>FISSURA RASA</p> <p>CRISTA</p> 	<p>Fissuras rasas, do tipo aleatório. Concreto danificado devido ao tráfego excessivo. Concreto do pavimento isolado do concreto da barragem.</p>	<p>Custo de manutenção excessivo.</p>	<p>Controlar o tráfego. Efetuar manutenção permanente.</p>




BARRAGENS DE CONCRETO – CRISTA (BC1)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DESLOCAMENTOS DIFERENCIAIS NAS JUNTAS (4) 	Deslocamentos devido à deformabilidade diferencial da fundação e sismos.	No caso de haver progressão, podem causar instabilidade nas barragens de gravidade ou contraforte.	<p>Se o deslocamento for maior que 2,5 mm, baixar o nível do reservatório e fazer o tratamento da fundação. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

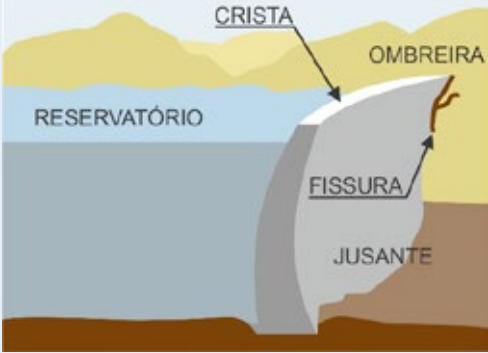

BARRAGENS DE CONCRETO – PARAMENTO DE MONTANTE (BC2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
FISSURAS DE SUPERFÍCIE (1) 	Fissuras verticais em diagonal podem ser resultantes da tensão excessiva ou queda de temperatura em áreas de restrição.	Progressão das fissuras no corpo da barragem e galerias de infiltração.	<p>Injetar epóxi para vedar as fissuras e restaurar a resistência do concreto. Se a fissura apresentar largura maior que 6,0 mm e profundidade maior que 1,5m, um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO</p>
FISSURAS DO TIPO MAPA (2) 	Fissuras abertas, do tipo aleatório, com presença de sílica-gel, devido à RAA.	Devido à deterioração e progressão, podem reduzir a vida útil da barragem.	<p>Baixar o nível do reservatório e proceder à reconstrução da barragem. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
DESPLACAMENTO DO CONCRETO (3) 	Desplacamento de pequenos blocos ou lascas da superfície do concreto devido à movimentação diferencial ao longo de juntas e concentração de tensões.	Consequência séria para barragens do tipo contraforte, em que a ferragem pode deteriorar.	<p>Fazer limpeza superficial e aplicar uma nova camada de concreto ou gunitagem, se a danificação for excessiva. Se o deslocamento for maior que 60 cm e a ferragem estiver exposta, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>




BARRAGENS DE CONCRETO – PARAMENTO DE MONTANTE (BC2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
ABERTURA DAS JUNTAS (4) 	Variações de temperatura ambiente. Rebaixamento do reservatório.	No caso de haver progressão, pode causar instabilidade nas barragens de gravidade ou contraforte.	<p>Se o deslocamento for maior que 5 mm, baixar o nível do reservatório e fazer o tratamento da fundação. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

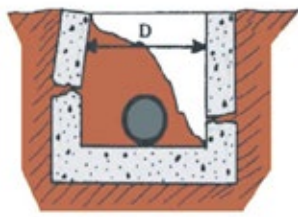
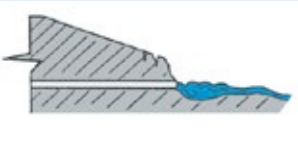

BARRAGENS DE CONCRETO – PARAMENTO DE JUSANTE (BC3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
INFILTRAÇÕES ATRAVÉS DAS JUNTAS E FISSURAS (1) 	Veda-junta danificado, fissuras ou juntas de construção.	Perda de água e lixiviação do concreto.	<p>Preencher o dreno de junta com bentonita e injetar as juntas de contração com calda de cimento. Se o fluxo for crescente e maior que 500 l/min por junta, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
FISSURAS DO TIPO MAPA (2) 	Fissuras abertas e extensíveis, do tipo aleatório, com presença de sílica-gel, devido à RAA.	Deterioração progressiva pode reduzir a vida útil da barragem.	<p>Baixar o nível do reservatório e reconstruir a barragem. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
ABERTURA E INFILTRAÇÃO DAS JUNTAS (3) 	Áreas molhadas, infiltração, lixiviação e carbonatação devido à ligação inadequada entre as camadas. Concreto poroso nas juntas.	Perdas de água e lixiviação do concreto.	<p>Abrir os drenos para o controle da percolação e injetar calda de cimento. Se o fluxo for crescente e maior que 500 l/min por bloco, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

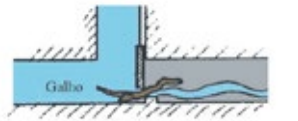
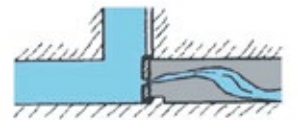
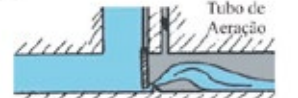
BARRAGENS DE CONCRETO – Galerias e poços internos das estruturas de concreto (BC4)

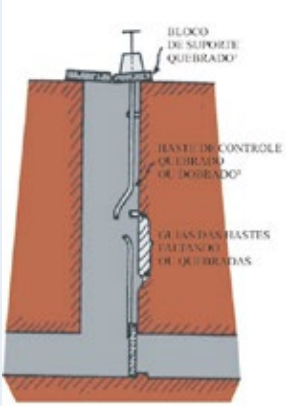
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
<p>DRENOS DE JUNTA ENTRE BLOCOS (1)</p> 	<p>Aumento de vazão com reservatório estabilizado, devido à fissuração interna ou falhas de concretagem.</p>	<p>Perda de água e lixiviação do concreto. Propagação das fissuras internas.</p>	<p>Preencher os drenos com bentonita e abrir novos drenos. Se a infiltração for maior que 200 l/min e o incremento, maior que 10 l/min/dia, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
<p>DRENOS DE FUNDAÇÃO (2)</p> 	<p>Aumento das vazões de drenagem com reservatório estável, devido à cortina de injeção inadequada. Carreamento de finos de fundação.</p>	<p>Enfraquecimento da fundação. Aumento das subpressões.</p>	<p>Reforçar a cortina de injeção e abrir novos drenos. Se a infiltração for maior que 200 l/min e o incremento, maior que 10 l/min/dia, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO</p>
<p>DRENOS DE FUNDAÇÃO OBSTRUÍDOS (3)</p> 	<p>Infiltração obstruída por depósitos minerais carreados da rocha ou da cortina de injeção.</p>	<p>Aumento excessivo da subpressão. Redução do fator de segurança ao escorregamento.</p>	<p>Limpar os drenos obstruídos e perfurar novos drenos. Se houver aumento de subpressão na base da estrutura, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

BARRAGENS DE CONCRETO – Taludes de rocha e Ombreiras (BC5)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
MOVIMENTOS DE TALUDES EM ROCHA (1) 	Fissuras abertas e sem preenchimento, devido à deformação lenta (movimento) do maciço rochoso.	Compromete a estabilidade do talude.	<p>Atirantar e drenar a rocha. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
OMBREIRAS (2) 	Instabilidade dos taludes e escorregamentos, devido à movimentação diferencial nas ombreiras. Aumento das pressões de poro e eventuais fugas de água.	Comprometem a estabilidade da ombreira. Risco à estrada de acesso a jusante.	<p>Rebaixar o reservatório e reforçar a ombreira. Injetar e drenar. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>

VAZAMENTO NA VÁLVULA (BC6)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DANOS NA TUBULAÇÃO DA SAÍDA DE ÁGUA (1)			
FISSURA (RACHADURA) 	Recalque ou impacto.	Perigo A infiltração pode levar à erosão interna do maciço.	<p>Verificar evidências de água saindo ou entrando na tubulação pela fissura (rachadura), orifício ou juntas da tubulação. 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. Se há suspeita de ruptura progressiva, um engenheiro qualificado deve inspecionar o problema e recomendar as ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>
BURACO 	Ferrugem, corrosão ou desgaste por cavitação.	Perigo A infiltração pode levar à erosão interna do maciço.	
JUNTAS DESIGUAIS 	Recalques ou falha na construção.	Perigo Permitem a passagem da água para dentro ou fora da tubulação, resultando na erosão do material interno da barragem.	

VAZAMENTO NA VÁLVULA (BC6)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
RUPTURA DA ESTRUTURA DE CONCRETO DA SAÍDA DE ÁGUA (2) 	Esforço excessivo devido ao empuxo do aterro sobre a estrutura. Deficiência na armadura da estrutura de concreto. Má qualidade do concreto.	Perigo Perda da estrutura de saída de água expõe o maciço à erosão pelo fluxo liberado.	Monitorar o desenvolvimento da ruptura progressiva medindo uma dimensão típica, como a largura "D" mostrada na figura. Reparar, remendando as fissuras e instalando um sistema de drenos no maciço de solo junto à estrutura de concreto. Uma substituição total da estrutura de saída de água pode ser necessária. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
SAÍDA DA ÁGUA LIBERADA ERODINDO O PÉ DA BARRAGEM (3) 	Tubulação de saída de água muito curta. Falta de bacia de dissipação na saída do conduto.	Tubulação de saída de água muito curta. Falta de bacia de dissipação na saída do conduto.	Estender a tubulação além do pé do talude. Proteger o maciço com <i>rip-rap</i> assente sobre uma camada de solo bem compactado. Construir uma estrutura de concreto na saída da tubulação para orientar o fluxo e dissipar energia. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
ÁGUA DE INFILTRAÇÃO SAINDO POR UM PONTO ADJACENTE À SAÍDA DE ÁGUA (4) 	Tubulação da tomada de água quebrada. Um caminho preferencial para percolação se desenvolveu ao longo da tubulação de saída.	Perigo Um fluxo contínuo pode induzir erosão do material do maciço e provocar a ruptura da barragem.	Examinar cuidadosamente a área para tentar determinar a causa. Verificar se a água está carregando partículas de solo. Determinar a quantidade do fluxo. Se o fluxo aumentar ou for carregado material do maciço, o nível do reservatório deverá ser rebaixado até que a infiltração pare. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

FALHAS NO SISTEMA DE COMPORTA (BC7)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DETRITOS PRESOS EMBAIXO DA COMPORTA (1) 	Grade de proteção quebrada ou faltante.	A comporta não pode ser fechada. A válvula ou haste pode sofrer danos no esforço de fechar a comporta.	Elevar e baixar a comporta vagarosamente até os detritos serem soltos e levados pela água. Usar equipe de mergulhadores para remover os detritos. Reparar ou substituir a grade de proteção.
COMPORTA RACHADA (2) 	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.	Manter a comporta somente nas posições completamente fechada ou completamente aberta. Evitar a operação da comporta até que seja reparada ou substituída. Reparar ou substituir a comporta.
DANOS NO BERÇO OU GUIAS DA COMPORTA (3) 	Ferrugem, erosão, cavitação, vibração ou desgaste.	Vazamento ou perda de suporte da comporta. A comporta pode emperrar e se tornar inoperante.	Evitar a operação da comporta até que o berço e as guias sejam reparados ou substituídos. Se a causa for cavitação, checar se existe tubo de ventilação e se ele está desobstruído.

FALHAS NO SISTEMA DE COMPORTA (BC7)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DISPOSITIVOS DE CONTROLE (4) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. BLOCO DE SUPORTE QUEBRADO: deterioração do concreto. Força excessiva na tentativa de abrir a comporta. 2. HASTE DE CONTROLE QUEBRADA OU DOBRADA: ferrugem. Força excessiva na abertura ou fechamento da comporta. Guias das hastes inadequadas. 3. GUIAS DAS HASTES FALTANTES OU QUEBRADAS: ferrugem. Lubrificação inadequada. Excesso de força na abertura ou fechamento da comporta. 	<p>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 de água inoperante. Perda de suporte da haste de controle. A haste pode quebrar ou entortar, mesmo no seu uso normal.</p>	<p>Minimizar ou suspender o uso do sistema de operação da comporta. Se a tomada de água possuir uma segunda válvula, considerar seu uso para regular as liberações até que os reparos possam ser feitos. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a tomada de água e orientar outras ações a ser tomadas.</p> <p>EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.</p>



ANEXO 3 – MODELO DE RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR

inserir fotografia ilustrativa da barragem

BARRAGEM _____ (*inserir nome da barragem*)

RELATÓRIO DA ____ª (*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 DECLARAÇÃO 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

Este relatório tem por objetivo apresentar os resultados da última inspeção de segurança regular da barragem _____ (*citar o nome da barragem*), sob a responsabilidade do empreendedor.

A 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 regulares e especiais terão sua periodicidade, qualificação da equipe responsável, conteúdo mínimo e nível de detalhamento definidos pelo órgão fiscalizador, em função da categoria do risco e do dano potencial associado à barragem, *(no caso de a entidade fiscalizadora ser a ANA) conforme preconizado pela Resolução ANA nº 742, de 17 de outubro de 2011 ou conforme _____ (citar o normativo correspondente da entidade fiscalizadora).*

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

-
- Realização da presente inspeção: _____ (*DD/MM/AAAA*).
 - Realização da última inspeção: _____ (*DD/MM/AAAA*).
 - Responsável pela presente inspeção: Sr. _____ (*indicar o nome do responsável técnico*), CREA nº _____ (*indicar o número do CREA*).
 - *(no caso de a entidade fiscalizadora ser a ANA) Inspeção cadastrada no sítio da ANA em _____ (DD/MM/AAAA).*
-

1.2 DADOS DA BARRAGEM

Neste item, devem ser colocados dados da barragem que possibilitem sua identificação e 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 de localização, como estrada de acesso, nome da fazenda, número de lote ou módulo)

Outorga: _____

(inserir dados da outorga; exemplo: Resolução ANA nº _____, de ____/____/____, publicada no DOU, seção 1, de ____/____/____)

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 coordenadas geográficas*)

Finalidade: _____ (*exemplo: Irrigação/Abastecimento/Geração de energia/Piscicultura/Lazer/Industrial*)

Capacidade do reservatório: _____ hm³

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 Resolução CNRH nº 143/2012*)

1.4 HISTÓRICO

Neste item, deve ser apresentado um breve resumo do histórico da barragem, procurando abordar os eventos passados – incidentes e acidentes – e ações corretivas implementadas (se for o caso). Deve-se também relatar a data das ocorrências.

Incidentes e acidentes: _____

Cheias ocorridas: _____

Ações corretivas: _____

2 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS

Neste item, o responsável pela elaboração do relatório deve apresentar a ficha de inspeção preenchida conforme o tipo de sua barragem (terra, enrocamento ou concreto) e para as estruturas auxiliares, de acordo com o modelo apresentado no Anexo 1, indicando a situação de cada anomalia, sua magnitude, o nível de perigo e comentários nos campos disponíveis.

Devem-se apresentar somente os comentários mais pertinentes no sentido de ajudar na definição do quadro real da situação da barragem.

Deve-se também pronunciar sobre a avaliação de anomalias: situação, classificação da sua magnitude e nível de perigo (ver item 3.4 deste guia).

FICHA DE INSPEÇÃO REGULAR DE BARRAGEM (inserir ficha da inspeção regular, conforme Anexo 1, preenchida)

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Fotografias das anomalias consideradas médias ou graves e sua descrição (ver Anexo 1 deste modelo).

ANÁLISE DOS REGISTROS

Análise dos registros dos seguintes instrumentos (quando existentes): piezômetros, medidores de tensão, medidores de recalque, inclinômetros, extensômetros, marcos de referência, medidores de nível de água no reservatório, medidores de vazão e gráficos evolutivos.

3 COMENTÁRIOS COMPLEMENTARES E AÇÕES NECESSÁRIAS

Neste item, devem ser descritos comentários e observações complementares sobre os componentes da barragem, assim como ações a ser 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 DECLARAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM

Neste item, o responsável pela elaboração do relatório deve classificar o nível de perigo da barragem como 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.

Também devem ser apresentadas as conclusões sobre as anomalias identificadas, os riscos envolvidos para a barragem e a urgência da sua correção.

Com base nas conclusões sobre as anomalias encontradas, declaro para os devidos fins que o nível de perigo da barragem _____ (inserir nome da barragem) deve ser classificado como _____ NENHUM (0)/ATENÇÃO (1)/ALERTA (2)/EMERGÊNCIA (3).

(no caso de a ANA ser a entidade fiscalizadora) Com o intuito de acompanhar as anomalias e as providências e recomendações apontadas, recomenda-se que a próxima inspeção seja realizada no _____ ciclo (1ª ou 2ª) de _____ (ANO), de acordo com o que estabelece a Resolução ANA nº 742/2011.

5 CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E AÇÕES A SER IMPLEMENTADAS PELO EMPREENDEDOR

Fazer uma análise sobre as recomendações e ações realizadas oriundas da inspeção anterior.

Inserir comentário geral sobre as anomalias encontradas na presente inspeção.

Apresentar as conclusões sobre a segurança da barragem, após a presente inspeção.

Relacionar as recomendações que necessitam de acompanhamento pela equipe de segurança da barragem.

Identificar as ações a ser implementadas pelo empreendedor para garantir a segurança da barragem e sugerir prazos para a conclusão dessas intervenções, bem como as possíveis consequências da inação.

(inserir local e data)

RESPONSÁVEL TÉCNICO

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 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.

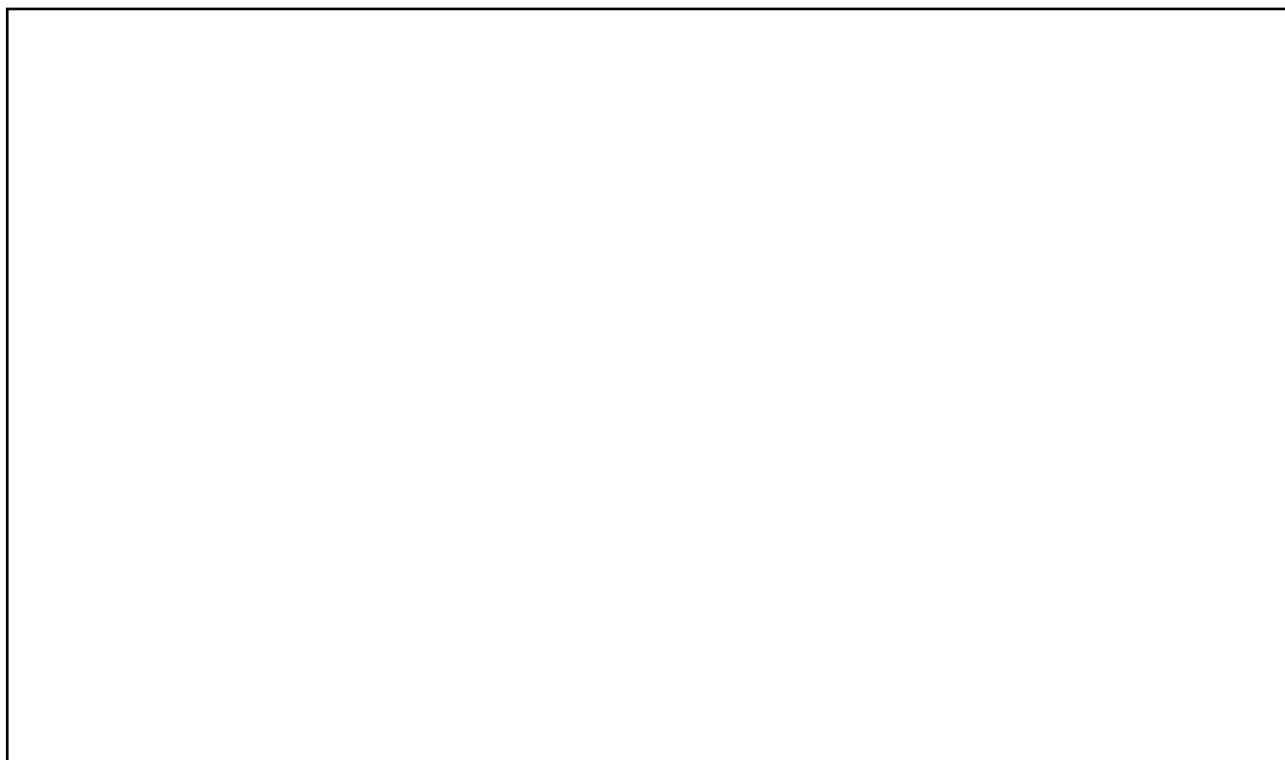


Figura ____. Barragem de _____. *(inserir número da figura e nome da barragem e descrever detalhe da foto)*

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

Inserir cópia da ART em nome do engenheiro responsável pela presente inspeção.

ANEXO 4 – ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE TERMO DE REFERÊNCIA PARA CONTRATAÇÃO DA INSPEÇÃO REGULAR

ORIENTAÇÕES GERAIS

A quem se destina

Destinam-se a orientar empreendedores públicos ou privados, a quem compete a realização da inspeção de segurança regular de barragem, na contratação desses serviços, em função da categoria de risco e dano potencial da barragem.

A inspeção regular pode também ser realizada por profissional da própria equipe do empreendedor; neste caso, uma contratação de equipe externa se tornaria desnecessária, tornando o presente documento uma orientação para as atividades que a equipe/profissional do empreendedor terá que seguir para realização da inspeção regular.

Explicação ao empreendedor

A inspeção de segurança regular de barragem enquadra-se na PNSB.

Levando em consideração a abrangência deste modelo de termo de referência, destinado a diferentes portes de barragem, ressalta-se que seu texto é sugerido e deve ser adaptado ao porte de cada barragem, ao tipo de

empreendedor (público ou privado) e às especificidades locais. Ademais, empreendedores públicos responsáveis por grande número de barragens têm seus próprios procedimentos e formulários de termo de referência para contratação de diversos tipos de serviço, tornando-se opcional a utilização deste modelo.

As áreas em azul, no modelo proposto, contêm orientações para o empreendedor ou campos a ser preenchidos. No fim, há um modelo sugerido de proposta, para auxiliar os empreendedores na consulta e coleta de propostas no mercado.

Definições

Para efeito deste documento, são estabelecidas as seguintes definições:

Empreendedor: agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade.

Proponente: empresa ou equipe técnica multidisciplinar, com competência nas diversas disciplinas que envolvem a segurança da barragem, interessada em prestar os serviços aqui descritos.

Contratado: proponente selecionado pelo empreendedor para executar os serviços.

O empreendedor deve se assegurar de que o proponente conhece e consultou o Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem publicado pela ANA (2014) e seguirá as metodologias nele descritas, devendo também apresentar um atestado comprobatório da visita ao empreendimento prévia à apresentação da proposta.

Porte da barragem: o nível de esforço a ser empregado na inspeção de segurança regular é em função do porte da barragem. Esse conhecimento é importante e necessário para o dimensionamento da equipe técnica da inspeção e para elaboração do termo de referência. Para tanto, recomenda-se utilizar o fator X proposto pelas normas francesas e pelo Boletim da ICOLD nº 157:

Em que, H é a altura da barragem em metros e V, a capacidade do reservatório em hm³, de acordo com o quadro seguinte:

Porte da barragem em função do fator X.

Porte da barragem	Fator X
Pequeno	$X < 400$
Médio	$400 < X < 1.000$
Grande	$X > 1.000$

Cronograma estimado

Como orientação, no caso de contratação de um pacote de X barragens, apresenta-se no quadro seguinte um cronograma simplificado que inclui as atividades necessárias, desde o preparo do termo de referência até a finalização dos serviços de inspeção de segurança regular, destinado principalmente a um empreendedor privado que não deverá passar por processo licitatório. No caso de empreendedores públicos, o cronograma deverá obedecer ao exigido pela lei ou diretriz que rege a respectiva licitação.

ATIVIDADE	MÊS											
	1				2				3			
1.1 Preparação do termo de referência e solicitação de propostas	■	■										
1.2 Elaboração de propostas			■	■								
1.3 Análise das propostas e julgamento					■	■						
1.4 Contratação							■					
1.5 Inspeção								■				
1.6 Relatório									■			

CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA TÉCNICA ESPECIALIZADA EM INSPEÇÕES DE SEGURANÇA REGULARES

TERMO DE REFERÊNCIA (MODELO)

1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estipula, como um dos instrumentos dessa política, a elaboração do Plano de Segurança da Barragem, que deve conter relatórios das inspeções de segurança, como as inspeções de segurança regulares.

Neste item, o empreendedor deve fornecer a descrição da barragem a ser estudada (nome, localização, porte, acessos, principais características, especificidades, periodicidade da respectiva inspeção etc.).

2 DO OBJETO

O presente termo de referência tem como objeto a contratação de serviços para inspeção de segurança regular da barragem (*nome da barragem*), de acordo com as instruções, exigências e condições estabelecidas na Lei nº 12.334/2010 e em resoluções ou regulamentos emitidos pelos órgãos ou entidades fiscalizadores de segurança de barragens.

3 JUSTIFICATIVA

A inspeção de segurança regular é um instrumento do PNSB, que permite evidenciar a necessidade de recuperação ou desativação da barragem e indicar as medidas preventivas para reabilitá-la, no sentido de evitar que seu rompimento ponha em perigo a segurança e a vida da população e provoque danos econômicos e ambientais.

As inspeções de segurança possibilitam apontar, com a devida antecedência ou urgência, a necessidade de reabilitar as barragens que estejam em perigo ou risco de rompimento, possibilitando, a tempo, mitigação de danos econômicos e ambientais às localidades afetadas e reduzindo elevados prejuízos à vida humana.

A Lei nº 12.334/2010 aborda, no art. 9º, as inspeções de segurança regulares, sua periodicidade, a qualificação de equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento.

A barragem (*nome da barragem*), de propriedade de (*nome do empreendedor*), foi construída em (*ano ou época aproximada da construção*). Até a presente data, não foi realizada nenhuma inspeção de segurança regular (*ou “A última inspeção de segurança regular ocorreu em xx/xx/xxxx”*).

A barragem foi classificada pelo (a) (*indicar a entidade fiscalizadora*) com dano potencial associado (*alto, médio ou baixo*) e Categoria de Risco (*alto, médio ou baixo*), sendo a periodicidade das inspeções de segurança regulares a realizar (*semestral, anual ou bianual*).

A periodicidade das inspeções de segurança regulares deve ser definida de acordo com o dano potencial associado e respectiva Categoria de Risco da barragem, respeitando a seguinte frequência, resultante de sua classificação conforme o art. 4º da Resolução ANA nº 742, de 17 de outubro de 2011.

Dano potencial	Risco		
	Alto	Médio	Baixo
<i>Alto</i>	<i>Semestral</i>	<i>Semestral</i>	<i>Semestral</i>
<i>Médio</i>	<i>Semestral</i>	<i>Semestral</i>	<i>Anual</i>
<i>Baixo</i>	<i>Anual</i>	<i>Anual</i>	<i>Bianual</i>

4 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A inspeção de segurança regular da barragem abrange a área que contém a barragem, suas estruturas associadas e o reservatório.

5 ATIVIDADES A SER DESENVOLVIDAS

A inspeção de segurança regular da barragem deve incluir, no mínimo, as seguintes atividades:

- análise de todos os documentos disponíveis para consulta referidos no capítulo 9;
- realização da inspeção no campo:
 - contemplando todas as zonas da barragem: o talude de montante, a crista, o talude de jusante, as ombreiras, a zona do reservatório e os órgãos extravasores e de operação;
 - acompanhada do preenchimento de uma ficha de inspeção;
 - com a leitura dos instrumentos existentes;
- avaliação e apresentação dos resultados.

6 PRODUTOS ESPERADOS

A inspeção de segurança regular da barragem tem como produtos finais a ficha de inspeção e o relatório de inspeção.

A ficha de inspeção deve ser preenchida durante a inspeção no campo, com a identificação, classificação da magnitude e nível de perigo das anomalias encontradas.

O relatório de inspeção deve conter:

- toda a informação recolhida, devidamente documentada com fotografias;
- análise cuidadosa das anomalias identificadas na ficha de inspeção, sua magnitude e nível de perigo e sua eventual reclassificação;
- comparação com os resultados da inspeção de segurança regular anterior;
- revisão dos registros de instrumentação disponíveis;
- validação e interpretação dos dados da leitura dos instrumentos;

-
- análise do comportamento da barragem;
 - classificação do nível de perigo da barragem;
-
- indicação da necessidade de manutenção, pequenos reparos ou realização de inspeção de segurança especial;
-
- no caso de se concluir pela necessidade de melhorias, devem ser apresentados a respectiva estimativa de custo e, se possível, o prazo de execução.

Sendo a entidade fiscalizadora a Agência Nacional de Águas (ANA), devem ser seguidos os modelos de ficha de inspeção e de relatório de inspeção, constantes do Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem.

O empreendedor pode indicar que sejam seguidos os modelos de ficha e relatório constantes do Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem ou fornecer fichas e modelos de relatório próprios, desde que atendam ao regulamentado pelas respectivas entidades fiscalizadoras.

Sendo a entidade fiscalizadora a ANA e de acordo com sua Resolução nº 742/2011, deve ainda ser preenchido o extrato da inspeção, contendo:

-
- a classificação do nível de perigo da barragem;
 - a identificação das anomalias, sua magnitude e nível de perigo;
 - a necessidade de reparos ou de inspeção especial.
-

No Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragens, encontra-se o modelo de extrato adotado pela ANA.

O extrato da inspeção regular deve ser enviado pelo sítio www.ana.gov.br, até 60 dias após o fim de cada ciclo, estando o primeiro ciclo de inspeção compreendido entre 1º de outubro e 31 de março do ano subsequente e o segundo ciclo de inspeções, entre 1º de abril e 30 setembro do mesmo ano.

Os prazos para preenchimento do extrato diretamente no *site* da ANA (no caso de barragens reguladas pela agência) ocorrem em função do nível de perigo da barragem, conforme art. 9º da Resolução ANA nº 742, de 17 de outubro de 2011:

I – Normal e Atenção

a) Até 31 de maio de cada ano para as inspeções realizadas durante o primeiro ciclo de inspeções.

b) Até 30 de novembro de cada ano para as inspeções realizadas durante o segundo ciclo de inspeções.

II – Alerta: até 15 dias após a realização da inspeção.

III – Emergência: até um dia após a realização da inspeção.

Nos casos em que a entidade fiscalizadora não seja a ANA, o empreendedor deve seguir idêntico procedimento para sua entidade fiscalizadora.

7 PRAZO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

O prazo total sugerido para o desenvolvimento das atividades previstas para execução dos serviços descritos neste termo de referência é de X dias úteis.

O número indicativo de dias úteis para a realização das atividades objeto do termo, incluindo o relatório de inspeção, por porte de barragem e em função da existência ou não de instrumentação, figura no quadro seguinte:

Número estimado de dias para a realização das atividades objeto do termo, incluindo o relatório de inspeção.

Barragem	Sem instrumentação	Com instrumentação
Pequeno porte	3-4 dias	4-6 dias
Médio porte	4-6 dias	6-8 dias
Grande porte	6-8 dias	8-10 dias

No Anexo 1, figura um quadro com o cronograma de trabalho e planejamento para os produtos, a ser preenchido pelos proponentes e que será parte integrante da proposta.

8 DA EQUIPE TÉCNICA

A inspeção de segurança regular da barragem deve ser conduzida por equipe com competência nas diversas disciplinas que envolvem a segurança de barragem, designadamente, hidráulica, geotecnia e estruturas. No caso de barragem de pequeno ou médio porte, essa equipe pode ser mais reduzida.

Deve ser apresentada uma relação de todos os profissionais de nível superior que irão compor a equipe técnica dimensionada pelo proponente.

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

No caso de barragens de grande porte ou de empreendedores que possuem várias barragens e optam por ter uma equipe de segurança centralizada, pode ser necessária a mobilização de um grupo maior de profissionais. O **Quadro 1** apresenta a composição típica de uma equipe-chave a ser alocada nesse caso.

Para determinação da equipe adequada à inspeção regular da barragem em pauta, recorrer ao Guia de Inspeção Regular de Segurança de Barragem publicado pela ANA.

Quadro 12. Equipe-chave para barragens de grande porte (exemplificativo).

Especialidade	Experiência
Engenheiro geotécnico/geólogo de engenharia	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos geotécnicos de barragens e/ou projetos geotécnicos de recuperação de barragens, sendo desejável ter experiência em inspeções de barragens.
Engenheiro estrutural	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos estruturais de barragens e/ou projetos estruturais de recuperação de barragens, sendo desejável ter experiência em inspeções de barragens.
Engenheiro hidráulico	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos hidráulicos de barragens e/ou projetos hidráulicos de recuperação de barragens, sendo desejável ter experiência em inspeções de barragens.

A seguir, são apresentadas sugestões de documentação a ser exigida dos proponentes, bem como proposta de política de substituição de profissionais. Cabe ao contratante definir aquilo que considera mais adequado.

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

O currículo dos profissionais deve estar acompanhado de declaração autorizando sua inclusão na equipe-chave.

A substituição de qualquer dos profissionais integrantes da equipe-chave antes ou no decorrer da execução dos serviços somente será admitida mediante fatos supervenientes, fortuitos ou de força maior, devendo ser por profissional de perfil técnico equivalente ou superior, mediante prévia autorização do empreendedor.

Para efeito de avaliação da equipe-chave, será considerada a ficha curricular dos profissionais que, entre outros, poderão compor a equipe (Quadro 1).

Os membros da equipe-chave devem obrigatoriamente apresentar seu respectivo curriculum vitae e o registro nacional de entidade de classe, no caso de engenheiros, do CREA.

9 DOCUMENTOS DISPONÍVEIS PARA CONSULTA

Os documentos existentes, relativos à barragem (*nome da barragem*), estão listados a seguir e encontram-se disponíveis para consulta no escritório do empreendedor.

Da listagem a seguir, incluir apenas os documentos disponíveis em seu acervo relativos à barragem objeto do termo de referência.

Elementos do projeto: mapa de localização da barragem, objetivo da barragem, condições gerais, condições geológicas, geologia regional, características da barragem, tratamento da fundação, sismicidade, descrição do vertedouro e outros.

- Dimensionamento estrutural da barragem e órgãos extravasores e de operação.
- Informação sobre os métodos construtivos e controle de qualidade.
- Relatórios das inspeções de segurança anteriores.
- Análise do Plano de Monitoramento e Instrumentação.
- Análise dos registros da instrumentação.

- Planos de Operação e Manutenção: procedimentos de operação dos equipamentos.
- Plano de Ação e Emergência: comunicações, sistemas de aviso, evacuações.
- Arquivo com dados dos ficheiros e outras fontes.
- Eventuais reparações.

Após julgamento das propostas e seleção do contratado, o empreendedor disponibilizará toda essa documentação para a realização da inspeção de segurança regular da barragem.

10 BIBLIOGRAFIA PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Para execução dos serviços objeto deste termo de referência, os seguintes documentos/manuais estão disponíveis para consulta:

Documento	Autor	Ano	Onde encontrar
Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem	ANA	2014	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010	Presidência da República – Casa Civil	2010	www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm
Resolução ANA nº 91/2012	ANA	2012	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Resolução ANA nº 742/2011	ANA	2011	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem	ANA	2014	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Diretrizes para a Elaboração de Projetos de Barragens	ANA	2014	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação/Manutenção e Instrumentação de Barragens	ANA	2014	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Engineering and Design: Safety of Dams – Policy and Procedures	USACE	2011	www.usace.army.mil
Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas	Eletrobras	2003	www.eletrobras.com
Normas de Observação e Inspeção de Barragens (NOIB)	Ministério do Ambiente e Recursos Naturais	1993	Portaria nº 847/1993 (Lisboa)

11 LOCAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS E ENTREGA DOS PRODUTOS

Os serviços de campo serão executados no local do empreendimento, sendo os restantes desenvolvidos em escritório do contratado.

A entrega do relatório de inspeção de segurança regular, incluindo a respectiva ficha de inspeção, será feita no endereço a ser indicado pelo empreendedor.

12 ACOMPANHAMENTO E EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

As inspeções e os estudos, visando à definição do estado geral da barragem, a ser desenvolvidos pela equipe técnica podem ser acompanhados pelo empreendedor e/ou por especialistas por ele contratados, para assegurar a necessária qualidade dos serviços prestados.

O contratado deve comunicar ao empreendedor e eventualmente solicitar sua presença sempre que detectar alguma anomalia que assim justifique, mesmo antes da conclusão da inspeção.

13 DOS CRITÉRIOS DE JULGAMENTO DAS PROPOSTAS

Sugestões de critérios para julgamento das propostas, só aplicáveis no caso de contratação de um pacote de X barragens, cabendo ao empreendedor selecionar os critérios que julgar mais adequados.

No caso de barragem de pequeno ou médio porte, é suficiente a análise do currículo do engenheiro contratado para a inspeção.

O julgamento da proposta, no caso da contratação dos serviços de inspeção para um pacote de X barragens, deve levar em consideração tanto a proposta técnica quanto a proposta de preço, cada uma com seu respectivo peso (T) e (P). Para tanto, serão atribuídas notas para cada proposta.

Proposta Técnica

No julgamento da proposta técnica, devem ser contemplados os seguintes critérios e aspectos:

Critério		Pontos
Experiência da empresa ou da equipe técnica	Experiência geral em estudos e projetos para implantação de empreendimentos hidráulicos e experiência específica em estudos e projetos de recuperação de barragens e na realização de inspeções de segurança de barragens.	10
Conhecimento do problema	Conhecimento do problema e conhecimento geral do escopo dos serviços e atividades a ser desenvolvidos.	30
Estrutura organizacional da empresa ou da equipe técnica	Organograma, dimensionamento da equipe, atribuições e responsabilidades dos técnicos e cronograma de atividades para execução dos serviços.	10
Currículo da equipe técnica	Currículo e experiência da equipe-chave e apresentação da equipe de apoio.	50
TOTAL		100

A proposta técnica tem nota (Nt) máxima de 100 pontos.

A nota mínima para considerar a proposta técnica elegível é de 70 pontos.

Proposta de Preço

Para avaliação das propostas de preço, serão atribuídas notas financeiras (Nf), por proposta, conforme descrição que se segue.

A nota financeira (Nf) será calculada multiplicando por 100 a divisão do valor da proposta financeira mais baixa (Fmin) pelo valor da proposta financeira em avaliação (F), mediante a fórmula a seguir, utilizando duas casas decimais e desprezando a fração remanescente:

$$Nf = 100 \times F_{\min}/F$$

Em que:

Nf = Nota financeira;

Fmin = valor da proposta financeira mais baixa;

F = valor da proposta em avaliação.

Proposta Vencedora

Com base nas notas técnicas (Nt) e financeiras (Nf) apuradas, será atribuída a nota final (N) de cada licitante, com base na fórmula a seguir:

$$N = (Nt \times T) + (Nf \times P)$$

Em que:

N = nota final;

Nt = nota técnica;

T = peso atribuído à proposta técnica;

P = peso atribuído à proposta de preço.

Sendo: T = 0,8 e P = 0,2.

Será considerado vencedor o proponente que obtiver a maior nota final.

14 DAS OBRIGAÇÕES DAS PARTES

Cabe ao empreendedor definir as obrigações que considerar mais adequadas.

Caso o empreendedor não elabore um contrato, este termo de referência passa a ter valor de contrato, se assinado por ambas as partes. Assim, nas obrigações das partes citadas a seguir, pode-se usar tanto termo de referência quanto contrato.

São obrigações do empreendedor:

- colocar à disposição do contratado os elementos e informações necessários à execução deste termo de referência;
- aprovar as etapas de execução dos serviços pertinentes, desde o planejamento até sua efetiva concretização;
- acompanhar e fiscalizar o andamento dos serviços, promovendo o acompanhamento e a fiscalização sob os aspectos quantitativo e qualitativo;
- impedir que terceiros executem os serviços objeto deste termo de referência;
- rejeitar qualquer serviço executado equivocadamente ou em desacordo com as especificações constantes deste termo de referência;

- atestar a execução dos serviços e receber a nota fiscal/fatura correspondente, na forma estabelecida neste termo de referência;
- efetuar os pagamentos devidos ao contratado, nos termos definidos neste termo de referência;
- deduzir e recolher os tributos na fonte sobre os pagamentos efetuados ao contratado;
- aplicar ao contratado as penalidades regulamentares, caso sejam explicitadas em contrato.

São obrigações do contratado:

- executar os serviços descritos em sua proposta, em conformidade com as especificações e nas condições exigidas neste termo de referência;
- discutir previamente com o empreendedor a sequência dos trabalhos a ser desenvolvidos, bem como qualquer alteração que se torne necessária;
- comunicar ao empreendedor qualquer anormalidade de caráter urgente e prestar os esclarecimentos solicitados;
- assumir inteira responsabilidade pela execução, bem como por quaisquer eventuais danos ou prejuízos causados ao empreendedor ou a terceiros, no cumprimento deste termo de referência;
- apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) obtida junto ao respectivo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) referente à execução dos serviços objeto desta contratação;
- mandar desfazer ou refazer qualquer serviço que, a juízo do empreendedor, não esteja de acordo com o ajustado neste termo de referência;
- responder pelas obrigações de natureza tributária, trabalhista, previdenciária ou resultante de acidente no trabalho, bem como pelas relacionadas à alimentação, saúde, transporte, uniformes ou outros benefícios, de qualquer natureza, decorrentes da relação de emprego no âmbito da contratação;
- não transferir a terceiros, por qualquer forma, nem mesmo parcialmente, a execução dos serviços objeto deste termo de referência;
- manter, durante a execução dos serviços, as condições de habilitação e qualificação exigidas neste termo de referência;
- não divulgar informações a terceiros ou realizar publicidade acerca dos serviços, salvo expressa autorização do empreendedor;
- atuar dentro dos prazos estabelecidos.

15 DO PAGAMENTO

O pagamento será efetuado pelo empreendedor no fim da execução de cada etapa do contrato, conforme tabela a seguir, em parcelas calculadas a partir do valor do contrato (*ou estipulado neste termo de referência*), mediante apresentação de nota fiscal/fatura, no prazo de até X (*prazo a ser estipulado pelo empreendedor*) dias úteis, contados a partir da data do atesto dos serviços efetivamente prestados.

Etapa	Descrição da etapa	Percentual do valor total do contrato
1ª	Entrega do relatório final	60% a 80%
2ª	Aprovação do relatório final	20% a 40%

O pagamento deverá ser efetuado por transferência bancária para o banco (*banco a ser indicado pelo contratado*).

O empreendedor disporá do prazo de cinco dias úteis para proceder ao atesto da nota fiscal/fatura apresentada.

16 DO PRAZO DE ENTREGA

O prazo total das atividades contratadas será de X (*prazo a ser estipulado pelo empreendedor*) semanas/meses.

17 DA VIGÊNCIA DO CONTRATO (OU DURAÇÃO DOS SERVIÇOS)

O contrato terá vigência de X (*prazo a ser estipulado pelo empreendedor*) meses a contar da data de sua assinatura.

18 DO LOCAL DE ENTREGA

A entrega dos produtos deverá ser realizada no endereço a seguir: (*endereço a ser indicado pelo empreendedor*).

19 DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

O proponente deve apresentar proposta técnica e financeira conforme descrito a seguir.

Sugestões de obrigações das partes. Cabe ao empreendedor definir aquelas que considerar relevantes.

MODELO DE PROPOSTA

Apresenta-se, a seguir, sugestão de modelo de proposta a ser exigido dos proponentes, compatibilizado com as sugestões de critérios para julgamento da proposta apresentadas no item 13, só aplicável no caso de contratação da inspeção de um pacote de X barragens. Cabe ao empreendedor julgar a conveniência e oportunidade de adotar o modelo aqui sugerido.

Na elaboração de suas propostas, dando resposta ao presente termo de referência, o proponente deve apresentar um memorial que, entre outras, contenha considerações sobre os itens seguintes:

1) Conteúdo da proposta técnica

- Apresentação: carta endereçada ao empreendedor e assinada pelo proponente oferecendo prestar os serviços de consultoria para realizar a inspeção de segurança regular da barragem (*inserir nome da barragem*), em conformidade com o termo de referência.
- Experiência da empresa em trabalhos similares: apresentação da sua experiência recente que seja de maior relevância para o serviço. Para cada serviço, a apresentação deve indicar o nome dos especialistas principais que tenham participado, a duração do serviço, o montante do serviço e o papel/participação do proponente. (*o quadro a seguir pode ser utilizado a título de sugestão*)

Duração	Nome do serviço e breve descrição dos principais produtos/resultados	Nome do cliente e país do serviço	Valor aproximado do contrato	Função no serviço
(exemplo: Janeiro 2009 - abril 2010)	(exemplo: Melhoria da qualidade de ____; plano mestre elaborado para a racionalização de ____)	(exemplo: Ministério de ____, país)	(exemplo: R\$ 1 milhão)	(exemplo: Membro principal de um consórcio A&B&C)
(exemplo: Janeiro - maio 2008)	(exemplo: Suporte ao governo subnacional de ____; minuta da regulamentação de nível secundário sobre ____)	(exemplo: município de ____, país)	(exemplo: R\$ 1 milhão)	(exemplo: Único consultor)

- Conhecimento do problema: descrição do conhecimento do problema e das atividades a desenvolver no âmbito da inspeção de segurança regular de barragem, visando à elaboração do relatório de inspeção.
- Estrutura organizacional: uma breve descrição da organização do proponente, composição da equipe técnica, acompanhada dos respectivos atestados, declarações e CREA, no caso de engenheiros, e cronograma de atividades para execução dos serviços.

Neste item, devem obrigatoriamente ser apresentados os seguintes documentos:

- declaração de que o proponente conhece e consultou o Guia de Inspeção de Segurança Regular de Barragem e seguirá as metodologias nele descritas;
- atestado comprobatório de visita ao local da barragem e área de abrangência da inspeção de segurança regular, assinado pelo empreendedor.

Para composição da equipe técnica, utilizar o quadro a seguir:

Relação da equipe técnica

[illegible]

A proposta deve incluir um cronograma de execução de todos os serviços, identificando as principais atividades. Para sua elaboração, utilizar o quadro a seguir:

Cronograma de trabalho e planejamento para os produtos

[illegible]

- A duração das atividades deverá ser indicada em formato de gráfico de barras.
- Incluir uma legenda, se necessário, para ajudar na leitura do gráfico.

- Currículo da equipe-chave: sugere-se que o *curriculum vitae* de cada membro da equipe-chave siga o modelo apresentado no quadro a seguir e contenha no mínimo as informações ali solicitadas. Caso o modelo não seja seguido, os currículos apresentados deverão ter as mesmas informações solicitadas no modelo.

CURRICULUM VITAE

Título	
Nome do especialista:	
Data de nascimento:	
País de origem/residência:	

Educação: (listar faculdade/universidade ou outra educação especializada, mencionando o nome das instituições de ensino, data em que frequentou, graduações/diplomas obtidos)

Registro histórico de empregos relevantes para o serviço: (começando pelo cargo atual, listar em ordem inversa. Fornecer datas, nome do empregador, nome dos cargos ocupados, tipos de atividade realizados e locais do serviço, além de informações de contato de clientes anteriores e organizações empregadoras que possam ser contatadas para referências. Emprego anterior que não seja relevante para o serviço não precisa ser incluído)

Adequação para o serviço: (listar informação sobre trabalho/serviço anterior que melhor ilustre a competência para lidar com as tarefas designadas)

Informações de contato do especialista: (*e-mail* _____
telefone _____)

Certificado:

Eu, abaixo assinado, certifico que, sob meu conhecimento e convicção, este currículo descreve-me corretamente, minhas qualificações e minha experiência e que estou disponível para executar o serviço no caso de outorga. Estou ciente de que qualquer informação ou declaração falsa apresentada aqui pode resultar na minha desqualificação ou dispensa pelo cliente.

(dia/mês/ano)

Nome do especialista
Data

Assinatura

(dia/mês/ano)

Nome do autorizado

Assinatura

Data

Representante do consultor

(o mesmo que assinar a proposta)

2) Conteúdo da proposta financeira

Apresentação: carta endereçada ao empreendedor e assinada pelo proponente oferecendo prestar os serviços de consultoria para realizar a inspeção regular da barragem (*inserir nome da barragem*), em conformidade com o termo de referência. A carta deve conter o valor total da proposta.

Formulários: a proposta financeira deve indicar o custo total dos serviços, discriminando os custos com pessoal, deslocamentos, serviços de campo etc., com base em preços unitários praticados no mercado. Os quadros a seguir contêm os formulários que o proponente tem de preencher, incluindo a informação necessária ao julgamento das propostas.

Os quadros seguintes são genéricos e devem ser adaptados à equipe indicada para a realização da inspeção regular. A utilização dos quadros apresentados só se justifica no caso de contratação da inspeção de um pacote de X barragens.

Quantitativos e custos com pessoal

Nome do proponente:				Folha:	
Barragem:					
Categoria		Quantidade	Homens/dia	Custo unitário	Custo total
PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR					
Consultor	C				
Coordenador	P0				
Nível Superior Sênior	P1				
Nível Superior Médio	P2				
Nível Superior Júnior	P3				
PESSOAL TÉCNICO DE APOIO					
Técnico Sênior	T1				
Técnico Médio	T2				
PESSOAL ADMINISTRATIVO					
Técnico Administrativo Sênior	A1				
Auxiliar Administrativo	A3				
Valor Total em reais					

A categoria P enquadra não só engenheiros, mas todo profissional de nível superior.

A categoria T inclui técnicos de nível médio, especialmente topógrafos, laboratoristas, supervisores e inspetores de campo, desenhista “cadista”, calculista, projetista, copistas e auxiliares.

A categoria A inclui administrativos propriamente ditos, secretários e auxiliares.

Categoria P – tempo de formado (anos):

Júnior P3 – mais de dois anos de formado, com mínimo de dois anos de experiência em projetos ou obras;

Médio P2 – de cinco a oito anos de formado, com mínimo de cinco anos de experiência em projetos ou obras;

Auxiliar administrativo sênior A1 – nível médio, com mais de oito anos de formação.

OUTRAS DESPESAS: (aluguel de veículos, aluguel de equipamentos etc.)

Estimativa de custo da contratação

Para fazer a estimativa de custo da contratação dos serviços, o empreendedor deve considerar os custos de mão de obra especializada e de apoio, com respectivos encargos sociais, as despesas que o contratado terá para a realização dos serviços, nomeadamente, custos de passagens, diárias, transportes locais e aluguel de equipamentos, bem como despesas administrativas, impostos e parcela de lucro do contratado.

Essa estimativa de custo dos serviços não deve variar muito em termos médios com o tipo de barragem (aterro ou concreto), mas varia significativamente com o porte de cada barragem.

No Guia de Inspeção de Segurança de Barragem e nos termos de referência, figura a designação dos técnicos que constituirão as equipes para a realização da inspeção de segurança regular de barragens de pequeno, médio e grande porte, bem como uma estimativa do tempo total (intervalo de dias) necessário à realização do serviço.

Para auxiliar nessa estimativa de custo, apresenta-se, a seguir, metodologia que pode vir a ser adotada pelo empreendedor. Essa metodologia deve ser considerada indicativa e não substitui procedimentos próprios já adotados pelo empreendedor, em decorrência de sua experiência prévia ou de exigência de órgãos de controle.

Custos de Mão de Obra

Quadro A1. Estimativa de custos de mão de obra.

Profissional	Nível de esforço (número de dias)	Valor do hh (R\$)	Custo diário (R\$)	Custo total (R\$)
(A)	(B)	(C)	(D) = (C) x 8	(E) = (B) x (D)
Engenheiro geotécnico				
Engenheiro hidráulico				
Outros				
Total A1				

(A) Profissionais

O **Quadro A2** sugere a composição da equipe em função do porte e tipo da barragem para execução das referidas atividades.

Quadro A2. Equipe técnica sugerida em função do porte e tipo de barragem.

Porte	Barragens de terra e enrocamento	Barragens de concreto
Pequeno	Geólogo de engenharia, engenheiro hidráulico, inspetor de campo	Engenheiro estrutural, engenheiro hidráulico, inspetor de campo
Médio	Geólogo de engenharia, engenheiro hidráulico, topógrafo, inspetor de campo	Engenheiro estrutural, engenheiro hidráulico, topógrafo, inspetor de campo
Grande	Engenheiro geotécnico, engenheiro hidráulico, topógrafo, inspetor de campo	Engenheiro estrutural, geólogo de engenharia, engenheiro hidráulico, topógrafo, inspetor de campo

(B) Nível de esforço

O **Quadro A3** sugere os intervalos de números de homens/dia¹ indicativos para a realização das atividades objeto do contrato, em função do porte e tipo da barragem e, ainda, da existência ou não de instrumentação. O número de homens/dia indicado, em cada caso, refere-se ao número total de dias de técnicos superiores e de técnicos médios.

O empreendedor pode utilizar esses números como primeira estimativa para elaboração do orçamento.

Quadro A3. Número de homens/dia para a realização das atividades objeto do contrato.

Barragem	Sem instrumentação		Com instrumentação	
	Técnico superior	Técnico médio	Técnico superior	Técnico médio
Pequeno porte	3-4	1-2	4-6	2-3
Médio porte	4-6	2-3	6-8	3-4
Grande porte	6-8	3-4	8-10	4-5

(C) Valor do Homem/Hora

Para ter uma indicação do nível de esforço, indicam-se algumas fontes referenciais de custos divulgados por entidades privadas e públicas, com o objetivo de orientar o empreendedor no julgamento da melhor proposta:

- entidade privada associativa: Associação Brasileira de Consultoria de Engenharia (ABCE) (http://www.abceconsultoria.org.br/tarifas_de_consultoria.htm);
- entidades públicas:
 - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi) – Caixa Econômica Federal (http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbanismo/SINAPI/encargos_sociais.asp);
 - Sistema de Custos Rodoviários (SICRO) – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (<http://www.dnit.gov.br/servicos/sicro/sudeste/sudeste-1/rio-de-janeiro-marco-2014>) — data de referência: mar. 2014;

¹ Um **homem-dia** corresponde a 8 horas de trabalho. Por exemplo, um determinado serviço com esforço estimado de 4 homens/dia significa que um profissional vai trabalhar durante quatro dias naquele serviço, que quatro profissionais trabalharão um dia ou qualquer combinação intermediária.

- Sistema de Custo de Obras (SCO) – Prefeitura do Rio de Janeiro (<http://www2.rio.rj.gov.br/sco/>) – data de referência: abr. 2014;
- Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP) (http://www.der.sp.gov.br/website/Documentos/tabela_preco.aspx) – data de referência: 31 mar. 2014.

Quadro A4. Diárias, passagens e outras despesas.

Item	Unidade	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
(F)	(G)	(H)	(I)	(J) = (H) x (I)
Passagens				
Diárias				
Aluguel de veículo				
Aluguel de equipamento				
Total A2				

Aos custos referentes à mão de obra (Quadro A1) e despesas gerais (Quadro A4), deve ser adicionado o custo dos serviços de campo (se for o caso).

(D) Custo total

O custo total estimativo da contratação corresponde à soma dos custos de mão de obra, despesas gerais e serviços de campo (se for o caso) e deve incorporar também encargos sociais (caso a tabela utilizada para consulta de valores de homem/hora apresente os valores sem encargos), impostos, despesas administrativas e percentual de lucro do contratado.

Uma referência relevante para a estimativa das despesas administrativas, encargos, impostos e percentual de lucro é o Acórdão TCU nº 1.787/2011. Essas orientações, no entanto, devem ser utilizadas com cautela, pois mudanças na legislação podem afetar significativamente os percentuais envolvidos.

ANEXO 5 – ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE TERMO DE REFERÊNCIA PARA A CONTRATAÇÃO DA INSPEÇÃO ESPECIAL

ORIENTAÇÕES GERAIS

A quem se destina

Destinam-se a orientar empreendedores públicos ou privados, a quem compete a realização da inspeção de segurança especial de barragem, na contratação desses serviços, em função da categoria de risco e dano potencial da barragem.

Explicação ao empreendedor

A inspeção de segurança especial de barragem enquadra-se na PNSB.

Levando em consideração a abrangência deste modelo de termo de referência, destinado a diferentes portes de barragem, ressalta-se que seu texto é sugerido e deve ser adaptado ao porte de cada barragem, ao tipo de empreendedor (público ou privado) e às especificidades locais. Ademais, empreendedores públicos responsáveis por grande número de barragens têm seus próprios procedimentos e formulários

de termo de referência para contratação de diversos tipos de serviço, tornando-se opcional a utilização deste modelo.

As áreas em azul, no modelo proposto, contêm orientações para o empreendedor ou campos a ser preenchidos. No fim, há um modelo sugerido de proposta, para auxiliar os empreendedores na consulta e coleta de propostas no mercado.

Definições

Para efeito deste documento, são estabelecidas as seguintes definições:

Empreendedor: agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade.

Proponente: empresa ou equipe técnica multidisciplinar, com competência nas diversas disciplinas que envolvem a segurança da

barragem, interessada em prestar os serviços aqui descritos.

Contratado: proponente selecionado pelo empreendedor para executar os serviços.

O empreendedor deve se assegurar de que o proponente conhece e consultou o Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem publicado pela ANA (2014) e seguirá as metodologias nele descritas, devendo também apresentar um atestado comprobatório da visita ao empreendimento prévia à apresentação da proposta.

Porte da barragem:

Porte da barragem: o nível de esforço a ser empregado na inspeção de segurança especial é em função do porte da barragem. Esse conhecimento é importante e necessário para o dimensionamento da equipe técnica da inspeção e para elaboração do termo de referência. Para tanto, recomenda-se utilizar o fator X proposto pelas normas francesas e pelo Boletim da ICOLD nº 157:

Em que, H é a altura da barragem em metros e V, a capacidade do reservatório em hm³, de acordo com o quadro seguinte:

Porte da barragem em função do fator X.

Porte da barragem	Fator X
Pequeno	$X < 400$
Médio	$400 < X < 1.000$
Grande	$X > 1.000$

Cronograma estimado

Como orientação, apresenta-se, no quadro seguinte, um cronograma simplificado que inclui as atividades necessárias, desde o preparo do termo de referência até a finalização dos serviços da inspeção de segurança, correspondente a uma barragem de porte médio, destinado principalmente a um empreendedor privado que não deverá passar por um processo licitatório. No caso de empreendedores públicos, o cronograma deverá obedecer ao exigido pela lei ou diretriz que rege a respectiva licitação.

ATIVIDADE	MÊS											
	1				2				3			
1.1 Preparação do termo de referência e solicitação de propostas	■	■										
1.2 Elaboração de propostas			■	■								
1.3 Análise das propostas e julgamento					■	■						
1.4 Contratação							■					
1.5 Inspeção								■	■			
1.6 Relatório									■	■		

CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA TÉCNICA ESPECIALIZADA EM INSPEÇÕES DE SEGURANÇA ESPECIAIS

TERMO DE REFERÊNCIA (MODELO)

1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estipula, como um dos instrumentos dessa política, a elaboração do Plano de Segurança da Barragem, que deve conter relatórios das inspeções de segurança, como as inspeções de segurança especiais.

De acordo com o art. 9º da lei, deve ser elaborada uma inspeção de segurança especial, conforme orientação da entidade fiscalizadora, por equipe multidisciplinar de especialistas, com nível de detalhamento 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.

Neste item, o empreendedor deve fornecer a descrição da barragem a ser estudada (nome, localização, porte, acessos, principais características, especificidades etc.).

2 DO OBJETO

O presente termo de referência tem como objeto a contratação de serviços para inspeção de segurança especial da barragem (*nome da barragem*), de acordo com as instruções, exigências e condições estabelecidas na Lei nº 12.334/2010 e em resoluções ou regulamentos emitidos pelos órgãos ou entidades fiscalizadores de segurança de barragens.

3 JUSTIFICATIVA

A barragem (*nome da barragem*), de propriedade de (*nome do empreendedor*), foi construída em (*ano ou época aproximada da construção*). Até a presente data, não foi realizada nenhuma inspeção de segurança regular (*ou “A última inspeção de segurança regular ocorreu em xx/xx/xxxx”*) ou especial (*ou “A última inspeção de segurança especial ocorreu em xx/xx/xxxx”*).

A barragem foi classificada pelo (a) (*indicar a entidade fiscalizadora*) com Categoria de Risco (*alto, médio ou baixo*) e Dano Potencial Associado (*alto, médio ou baixo*).

A inspeção de segurança especial objeto do presente termo decorre de (*indicar o motivo que levou ao lançamento da concorrência para a inspeção de segurança especial*).

Para as barragens com Dano Potencial Associado alto, independentemente da Categoria de Risco, recomenda-se que a inspeção de segurança especial seja feita nas seguintes situações:

- quando for detectada uma anomalia grave, sintomas de envelhecimento e deficiências no sistema de monitoramento, numa inspeção de segurança regular;
- por ocasião de deplecionamentos rápidos do reservatório e quando o risco envolvido justifique, com o objetivo de evitar a ocorrência de acidentes e incidentes ou minimizar sua importância e efeitos, além de permitir verificar as hipóteses de projeto;

- após a ocorrência de grandes cheias, que podem originar acidentes por galgamento da barragem, por vezes associados a obstruções nos escoamentos provocadas por materiais transportados pela água, assim como importantes erosões a jusante das barragens e deterioração dos órgãos de segurança e operação, nomeadamente, por subpressões, abrasão e cavitação;
- 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;
- 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 por um período de dois anos;
- em situações de descomissionamento ou abandono da barragem;
- em situações de sabotagem.

Para as barragens com altura de maciço superior a 15 m e capacidade total do reservatório superior a 3 milhões m³, independentemente do dano potencial associado, considera-se também importante realizar uma inspeção especial nas seguintes situações:

- antes da conclusão da construção da barragem, quando, sem afetar a segurança e funcionalidade da obra, for possível promover um enchimento parcial do reservatório, com o objetivo de 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 quanto do sistema de observação e do PAE, permitem dar início ao enchimento do reservatório;
- 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.

4 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A inspeção de segurança especial da barragem abrange a área que contém a barragem, suas estruturas associadas e o reservatório.

5 ATIVIDADES A SER DESENVOLVIDAS

A inspeção de segurança especial da barragem deve incluir, no mínimo, as seguintes atividades:

- análise de todos os documentos disponíveis para consulta referidos no capítulo 9;
- realização da inspeção no campo;
- avaliação e apresentação dos resultados.

Na inspeção no campo, podem ser adotados a ficha de inspeção e os procedimentos referidos no Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem ou qualquer outro procedimento que a equipe de especialistas considere adequado.

6 PRODUTOS ESPERADOS

A inspeção de segurança especial da barragem tem como produtos finais um **parecer preliminar** (*só no caso de uma situação de emergência*) e o **relatório final de inspeção especial**.

Tratando-se de uma 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 final da inspeção especial**, a ser elaborado pela equipe especialista, deve conter parecer conclusivo sobre a condição da barragem e 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.

Nesse contexto, o capítulo do relatório com conclusões, recomendações e ações a implementar pode indicar diversas ações a ser implementadas pelo empreendedor, designadamente:

- realização de inspeções no 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, dando maior suporte às medidas corretivas;
- aumento da frequência da leitura dos dispositivos de instrumentação; por exemplo, no caso de sismo, deve-se manter pelo menos nos 15 dias imediatos;
- revisão das regras de operação da barragem;
- comunicação à entidade fiscalizadora e aos serviços de defesa civil de 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 seções vizinhas à barragem e subsidência de terrenos, tomando as medidas que se revelarem necessárias e estando particularmente atento ao perigo de uma potencial ruptura da barragem. Nesses casos, devem ser acionados os procedimentos de aviso à população;
- estimativa de custo para as medidas necessárias.

7 PRAZO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

O prazo total sugerido para o desenvolvimento das atividades previstas para execução dos serviços descritos neste termo de referência é de X dias úteis (*prazo a ser indicado para cada caso*).

O número indicativo de dias úteis para a realização das atividades objeto do termo, incluindo o relatório final da inspeção especial, por porte de barragem e em função da existência ou não de instrumentação, figura no quadro seguinte:

Número estimado de dias para a realização das atividades objeto do termo, incluindo o relatório final da inspeção especial.

Barragem	Sem instrumentação	Com instrumentação
Pequeno porte	5-6 dias	6-8 dias
Médio porte	10-12 dias	12-15 dias
Grande porte	15-20 dias	20-25 dias

O prazo sugerido para a execução dos serviços de inspeção especial se aplica para os casos em que ela é justificada por situações como: antes do final da construção, durante e após o primeiro enchimento, deplecionamento, eventos extremos e revisão periódica de segurança de barragem. Esse prazo não se aplica a situações específicas de identificação de anomalia considerada grave.

No Anexo 1, figura um quadro com o cronograma de trabalho e planejamento para os produtos, a ser preenchido pelos proponentes, que será parte integrante da proposta.

8 DA EQUIPE TÉCNICA

A inspeção de segurança especial da barragem deve ser conduzida por equipe multidisciplinar, com competência nas diversas disciplinas que envolvem a segurança de barragem, designadamente, hidrologia, hidráulica, geotecnia, estruturas, tecnologia de concreto etc., na presença do responsável técnico pela segurança da barragem e, ainda, eventualmente, de outros intervenientes no controle de segurança.

A equipe multidisciplinar de especialistas, em 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, tendo em conta o tipo de evento causador da inspeção de segurança especial.

A inspeção especial pode exigir a participação de mais de um especialista, para cobrir áreas distintas do conhecimento – como estruturas de concreto, geotecnia, hidráulica, hidrologia e hidroeletronecânica.

Para determinação da equipe adequada à inspeção especial da barragem em pauta, recorrer ao Guia de Inspeção Especial de Segurança de Barragem publicado pela ANA (indicar link).

Deve ser apresentada uma relação de todos os profissionais de nível superior que irão compor a equipe-chave e a equipe complementar dimensionadas pelo proponente.

Apresenta-se, a título de sugestão, lista dos profissionais que devem ser considerados em função do tipo do evento causador da inspeção de segurança especial.

Quadro 1. Equipe-chave (exemplificativo).

Especialidade	Experiência
Engenheiro 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.
Engenheiro geotécnico/geólogo de engenharia	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos geotécnicos de barragens, incluindo tratamento de fundações.
Engenheiro estrutural	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos estruturais de barragens e/ou projetos estruturais de recuperação de barragens.
Engenheiro hidráulico	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos hidráulicos de barragens e/ou projetos hidráulicos de recuperação de barragens.
Engenheiro hidrólogo	Profissional com experiência, superior a dez anos, em estudos hidrológicos para projetos de barragens.

Quadro 2. Equipe complementar.

Especialidade	Experiência
Engenheiro mecânico	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos de equipamentos hidromecânicos e/ou de recuperação de estruturas auxiliares de barragens.
Engenheiro eletricitista	Profissional com experiência, superior a dez anos, em projetos elétricos de barragens e/ou projetos elétricos de recuperação de barragens.
Geólogo	Profissional com experiência, superior a dez anos, em estudos geológicos de fundações de barragens.

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;
- desenhista “cadista”;
- inspetor de campo.

Os profissionais da equipe-chave e da equipe complementar deverão ter registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), com atribuições profissionais para o projeto ou construção, operação ou manutenção de barragens, compatíveis com as definidas pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA).

A seguir, são apresentadas sugestões de documentação a ser exigida dos proponentes, bem como proposta de política de substituição de profissionais. Cabe ao contratante definir aquilo que considera mais adequado.

O curriculum vitae do coordenador geral deve estar acompanhado de atestado e da Certidão de Acervo Técnico (CAT), expedida pelo CREA, indicando que o profissional participou, na condição de responsável técnico e/ou coordenador, de projetos de barragens do mesmo tipo, com altura superior a 15 m ou volume maior ou igual a 3 hm³.

O currículo dos profissionais da equipe-chave deve estar acompanhado das CATs, expedidas pelos respectivos órgãos de classe, com a indicação de participação do profissional em contratos cujos serviços realizados contemplem a área de atuação para qual o profissional tenha sido indicado.

O currículo dos profissionais das equipes-chave e complementar devem estar acompanhados de declaração autorizando sua inclusão na equipe técnica.

O coordenador geral, o engenheiro geotécnico e o engenheiro estrutural devem apresentar declaração indicando que têm disponibilidade de tempo para executar os respectivos serviços.

A substituição de qualquer dos profissionais integrantes da equipe-chave antes ou no decorrer da execução dos serviços somente será admitida mediante fatos supervenientes, fortuitos ou de força maior, devendo ser por profissional de perfil técnico equivalente ou superior, mediante prévia autorização da entidade fiscalizadora.

Para efeito de avaliação das equipes-chave e complementar, será considerada a ficha curricular dos profissionais que, entre outros, poderão compor a equipe (Quadros 1 e 2).

9 DOCUMENTOS DISPONÍVEIS PARA CONSULTA

Os documentos existentes, relativos à barragem (*nome da barragem*), estão listados a seguir e encontram-se disponíveis para consulta no escritório do empreendedor.

Da listagem a seguir, manter apenas os documentos disponíveis em seu acervo relativos à barragem objeto do termo de referência.

Plano de Segurança de Barragem (composto por cinco volumes: 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).

- Relatórios de inspeções de segurança regulares anteriores.
- Plano do primeiro enchimento (se for o caso).
- Programa de deplecionamento da barragem (se for o caso).
- Plano de descomissionamento da barragem (se for o caso).
- Ocorrência de eventos extremos, designadamente, cheias, sismos e secas (se for o caso).
- Análise dos registros dos instrumentos.
- Reparações anteriores (se for o caso).

Após julgamento das propostas e seleção do contratado, o empreendedor disponibilizará toda essa documentação para a realização da inspeção de segurança especial da barragem.

10 BIBLIOGRAFIA PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Para execução dos serviços objeto deste termo de referência, os seguintes documentos/manuais estão disponíveis para consulta:

Documento	Autor	Ano	Onde encontrar
Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem	ANA	2014	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010	Presidência da República – Casa Civil	2010	www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm
Resolução ANA nº 91/2012	ANA	2012	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Resolução ANA nº 742/2011	ANA	2011	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem	ANA	2014	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Diretrizes para a Elaboração de Projetos de Barragens	ANA	2014	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação/Manutenção e Instrumentação de Barragens	ANA	2014	www.ana.gov.br/segurancadebarragens
Engineering and Design: Safety of Dams – Policy and Procedures	USACE	2011	www.usace.army.mil
CrITÉrios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas	Eletrobras	2003	www.eletrobras.com
Normas de Observação e Inspeção de Barragens (NOIB)	Ministério do Ambiente e Recursos Naturais	1993	Portaria nº 847/1993 (Lisboa)

11 LOCAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS E ENTREGA DOS PRODUTOS

Os serviços de campo serão executados no local do empreendimento, sendo os restantes desenvolvidos em escritório do contratado.

A entrega do relatório de inspeção de segurança especial, incluindo a respectiva ficha de inspeção, será feita no endereço a ser indicado pelo empreendedor.

12 ACOMPANHAMENTO E EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

As inspeções e os estudos, visando à definição do estado geral da barragem, a ser desenvolvidos pela equipe técnica podem ser acompanhados pelo empreendedor e/ou por especialistas por ele contratados, para assegurar a necessária qualidade dos serviços prestados.

O contratado deve comunicar ao empreendedor e eventualmente solicitar sua presença sempre que detectar alguma anomalia que assim justifique, mesmo antes da conclusão da inspeção.

13 DOS CRITÉRIOS DE JULGAMENTO DAS PROPOSTAS

Sugestões de critérios para julgamento das propostas. Cabe ao empreendedor selecionar aquelas que julgar mais adequadas.

O julgamento da proposta deve levar em consideração tanto a proposta técnica quanto a proposta de preço, cada uma com seu respectivo peso (T) e (P). Para tanto, serão atribuídas notas para cada proposta.

Proposta Técnica

Para o julgamento da proposta técnica, apresentam-se, como sugestão, alguns critérios que devem ter em conta o porte da barragem. No caso de barragem de pequeno porte, é suficiente a análise do currículo do engenheiro contratado para a inspeção.

Critério		Pontos
Experiência da empresa ou da equipe técnica	Experiência geral em estudos e projetos para implantação de empreendimentos hidráulicos e experiência específica em estudos e projetos de recuperação de barragens.	10
Conhecimento do problema	Conhecimento do problema e conhecimento geral do escopo dos serviços e atividades a ser desenvolvidas.	30
Estrutura organizacional da empresa ou da equipe técnica	Organograma, dimensionamento da equipe, atribuições e responsabilidades dos técnicos e cronograma de atividades para execução dos serviços.	10
Currículo da equipe técnica	Currículo e experiência da equipe-chave e da equipe complementar e apresentação da equipe de apoio.	50
TOTAL		100

A proposta técnica tem nota (Nt) máxima de 100 pontos.

A nota mínima para considerar a proposta técnica elegível é de 70 pontos.

Proposta de Preço

Para avaliação das propostas de preços, serão atribuídas notas financeiras (Nf), por proposta, conforme descrição que se segue.

A nota financeira (Nf) será calculada multiplicando por 100 a divisão do valor da proposta financeira mais baixa (Fmin) pelo valor da proposta financeira em avaliação (F), mediante a fórmula a seguir, utilizando duas casas decimais e desprezando a fração remanescente:

$$Nf = 100 \times Fmin/F$$

Em que:

Nf = nota financeira;

Fmin = valor da proposta financeira mais baixa;

F = valor da proposta em avaliação.

Proposta Vencedora

Com base nas notas técnicas (Nt) e financeiras (Nf) apuradas, será atribuída a nota final (N) de cada licitante, com base na fórmula a seguir:

$$N = (Nt \times T) + (Nf \times P)$$

Em que:

N = nota final;

Nt = nota técnica;

T = peso atribuído à proposta técnica;

P = peso atribuído à proposta de preço.

Sendo: T = 0,8 e P = 0,2.

Será considerado vencedor o proponente que obtiver a maior nota final.

14 DAS OBRIGAÇÕES DAS PARTES

Cabe ao empreendedor definir as obrigações que considerar mais adequadas.

Caso o empreendedor não elabore um contrato, este termo de referência passa a ter valor de contrato, se assinado por ambas as partes. Assim, nas obrigações das partes citadas a seguir, pode-se usar tanto termo de referência quanto contrato.

São obrigações do empreendedor:

- colocar à disposição do contratado os elementos e informações necessários à execução deste termo de referência;
- aprovar as etapas de execução dos serviços pertinentes, desde o planejamento até sua efetiva concretização;
- acompanhar e fiscalizar o andamento dos serviços, promovendo o acompanhamento e a fiscalização sob os aspectos quantitativo e qualitativo;
- impedir que terceiros executem os serviços objeto deste termo de referência;
- rejeitar qualquer serviço executado equivocadamente ou em desacordo com as especificações constantes deste termo de referência;
- atestar a execução dos serviços e receber a nota fiscal/fatura correspondente, na forma estabelecida neste termo de referência;
- efetuar os pagamentos devidos ao contratado, nos termos definidos neste termo de referência;
- deduzir e recolher os tributos na fonte sobre os pagamentos efetuados ao contratado;
- aplicar ao contratado as penalidades regulamentares, caso sejam explicitadas em contrato.

São obrigações do contratado:

- executar os serviços descritos em sua proposta, em conformidade com as especificações e nas condições exigidas neste termo de referência;
- discutir previamente com o empreendedor a sequência dos trabalhos a ser desenvolvidos, bem como qualquer alteração que se torne necessária;
- comunicar ao empreendedor qualquer anormalidade de caráter urgente e prestar os esclarecimentos solicitados;
- assumir inteira responsabilidade pela execução, bem como por quaisquer eventuais danos ou prejuízos causados ao empreendedor ou a terceiros, no cumprimento deste termo de referência;

- apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) obtida junto ao respectivo CREA referente à execução dos serviços objeto desta contratação;
- mandar desfazer ou refazer qualquer serviço que, a juízo do empreendedor, não esteja de acordo com o ajustado neste termo de referência;
- responder pelas obrigações de natureza tributária, trabalhista, previdenciária ou resultante de acidente no trabalho, bem como pelas relacionadas à alimentação, saúde, transporte, uniformes ou outros benefícios, de qualquer natureza, decorrentes da relação de emprego no âmbito da contratação;
- não transferir a terceiros, por qualquer forma, nem mesmo parcialmente, a execução dos serviços objeto deste termo de referência;
- manter, durante a execução dos serviços, as condições de habilitação e qualificação exigidas neste termo de referência;
- não divulgar informações a terceiros ou realizar publicidade acerca dos serviços, salvo expressa autorização do empreendedor;
- atuar dentro dos prazos estabelecidos.

15 DO PAGAMENTO

O pagamento será efetuado pelo empreendedor no fim da execução de cada etapa do contrato, conforme tabela a seguir, em parcelas calculadas a partir do valor do contrato (*ou estipulado neste termo de referência*), mediante apresentação de nota fiscal/fatura, no prazo de até X (*prazo a ser estipulado pelo empreendedor*) dias úteis, contados a partir da data do atesto dos serviços efetivamente prestados.

Etapa	Descrição da etapa	Percentual do valor total do contrato
1ª	Entrega do relatório final	60% a 80%
2ª	Aprovação do relatório final	20% a 40%

O pagamento deverá ser efetuado por transferência bancária para o banco (*banco a ser indicado pelo contratado*).

O empreendedor disporá do prazo de cinco dias úteis para proceder ao atesto da nota fiscal/fatura apresentada.

16 DO PRAZO DE ENTREGA

O prazo total das atividades contratadas será de X (*prazo a ser estipulado pelo empreendedor*) semanas/meses.

17 DA VIGÊNCIA DO CONTRATO (OU DURAÇÃO DOS SERVIÇOS)

O contrato terá vigência de X (*prazo a ser estipulado pelo empreendedor*) meses a contar da data de sua assinatura.

18 DO LOCAL DE ENTREGA

A entrega dos produtos deverá ser realizada no endereço a seguir: (*endereço a ser indicado pelo empreendedor*).

19 DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

O proponente deve apresentar proposta técnica e financeira conforme descrito a seguir.

Sugestões de obrigações das partes. Cabe ao empreendedor definir aquelas que considerar relevantes.

MODELO DE PROPOSTA

Apresenta-se, a seguir, sugestão de modelo de proposta a ser exigido dos proponentes, compatibilizado com as sugestões de critérios para julgamento da proposta apresentadas no item 13. Cabe ao empreendedor julgar a conveniência e oportunidade de adotar o modelo aqui sugerido.

Na elaboração de suas propostas, dando resposta ao presente termo de referência, o proponente deve apresentar um memorial que, entre outras, contenha considerações sobre os itens seguintes:

1) Conteúdo da proposta técnica

- Apresentação: carta endereçada ao empreendedor e assinada pelo proponente oferecendo prestar os serviços de consultoria para realizar a inspeção de segurança especial da barragem (*inserir nome da barragem*), em conformidade com o termo de referência.
- Experiência da empresa em trabalhos similares: apresentação da sua experiência recente que seja de maior relevância para o serviço. Para cada serviço, a apresentação deve indicar o nome dos especialistas principais que tenham participado, a duração do serviço, o montante do serviço e o papel/participação do proponente. (*o quadro a seguir pode ser utilizado a título de sugestão*)

Duração	Nome do serviço e breve descrição dos principais produtos/resultados	Nome do cliente e país do serviço	Valor aproximado do contrato	Função no serviço
(exemplo: Janeiro 2009 - abril 2010)	(exemplo: Melhoria da qualidade de ____; plano mestre elaborado para a racionalização de ____)	(exemplo: Ministério de __, país)	(exemplo: R\$ 1 milhão)	(exemplo: Membro principal de um consórcio A&B&C)
(exemplo: Janeiro-maio 2008)	(exemplo: Suporte ao governo sub-nacional de ____; minuta da regulamentação de nível secundário sobre ____)	(exemplo: município de __, país)	(exemplo: R\$ 1 milhão)	(exemplo: Único consultor)

Conhecimento do problema: descrição do conhecimento do problema e das atividades a desenvolver no âmbito da revisão periódica de barragem (estudo de documentação, inspeções da barragem e das estruturas auxiliares, trabalhos de campo etc.), visando à elaboração do relatório da revisão.

Estrutura organizacional: uma breve descrição da organização do proponente, composição da equipe técnica, acompanhada dos respectivos atestados, declarações e CREA, no caso de engenheiros, e cronograma de atividades para execução dos serviços.

Neste item, devem obrigatoriamente ser apresentados os seguintes documentos:

- declaração de que o proponente conhece e consultou o Guia de Inspeção de Segurança Especial de Barragem e seguirá as metodologias nele descritas;
- atestado comprobatório de visita ao local da barragem e área de abrangência da inspeção de segurança especial, assinado pelo empreendedor.

Para composição da equipe técnica, utilizar o quadro a seguir:

Relação da equipe técnica

[illegible]

A proposta deve incluir um cronograma de execução de todos os serviços, identificando as principais atividades. Para sua elaboração, utilizar o quadro a seguir:

Cronograma de trabalho e planejamento para os produtos

[illegible]

1 A duração das atividades deve ser indicada em formato de gráfico de barras.

2 Incluir uma legenda, se necessário, para ajudar na leitura do gráfico.

- Currículo da equipe técnica: sugere-se que o *curriculum vitae* de cada membro das equipes-chave e complementar siga o modelo apresentado no quadro a seguir e contenha no mínimo as informações ali solicitadas. Caso o modelo não seja seguido, os currículos apresentados deverão ter as mesmas informações solicitadas no modelo.

Curriculum vitae

Título	
Nome do especialista:	
Data de nascimento:	
País de origem/residência:	

Educação: (listar faculdade/universidade ou outra educação especializada, mencionando o nome das instituições de ensino, data em que frequentou, graduações/diplomas obtidos)

Registro histórico de empregos relevantes para o serviço: (começando pelo cargo atual, listar em ordem inversa. Fornecer datas, nome do empregador, nome dos cargos ocupados, tipos de atividade realizados e locais do serviço, além de informações de contato de clientes anteriores e organizações empregadoras que possam ser contatadas para referências. Emprego anterior que não seja relevante para o serviço não precisa ser incluído)

Adequação para o serviço: (listar informação sobre trabalho/serviço anterior que melhor ilustre a competência para lidar com as tarefas designadas)

Informações de contato do especialista: (*e-mail* _____
telefone _____)

Certificado:

Eu, abaixo assinado, certifico que, sob meu conhecimento e convicção, este currículo descreve-me corretamente, minhas qualificações e minha experiência e que estou disponível para executar o serviço no caso de outorga. Estou ciente de que qualquer informação ou declaração falsa apresentada aqui pode resultar na minha desqualificação ou dispensa pelo cliente.

(dia/mês/ano)

Nome do especialista
Data

Assinatura

(dia/mês/ano)

Nome do autorizado
Data

Assinatura

Representante do consultor
(o mesmo que assinar a proposta)

2) Conteúdo da proposta financeira

Apresentação: carta endereçada ao empreendedor e assinada pelo proponente oferecendo prestar os serviços de consultoria para realizar a inspeção especial da barragem (*inserir nome da barragem*), em conformidade com o termo de referência. A carta deve conter o valor total da proposta.

Formulários: a proposta financeira deve indicar o custo total dos serviços, discriminando os custos com pessoal, deslocamentos, serviços de campo etc., com base em preços unitários praticados no mercado. Os quadros a seguir contêm os formulários que o proponente tem de preencher, incluindo a informação necessária ao julgamento das propostas.

Os quadros seguintes são genéricos e devem ser adaptados à equipe indicada para a realização da inspeção especial. A utilização dos quadros apresentados só se justifica no caso de contratação da inspeção especial de uma barragem de grande porte ou de um pacote de X barragens de pequeno ou médio porte.

Quantitativos e custos com pessoal

Nome do proponente:				Folha:	
Barragem:					
Categoria		Quantidade	Homens/dia	Custo unitário	Custo total
PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR					
Consultor	C				
Coordenador	P0				
Nível Superior Sênior	P1				
Nível Superior Médio	P2				
Nível Superior Júnior	P3				
PESSOAL TÉCNICO DE APOIO					
Técnico Sênior	T1				
Técnico Médio	T2				
PESSOAL ADMINISTRATIVO					
Técnico Administrativo Sênior	A1				
Auxiliar Administrativo	A3				
Valor Total em reais					

A categoria P enquadra não só engenheiros, mas todo profissional de nível superior.

A categoria T inclui técnicos de nível médio, especialmente topógrafos, laboratoristas, supervisores e inspetores de campo, desenhista “cadista”, calculista, projetista, copistas e auxiliares.

A categoria A inclui administrativos propriamente ditos, secretários e auxiliares.

Categoria P – tempo de formado (anos):

Júnior P3 – mais de dois anos de formado, com mínimo de dois anos de experiência em projetos ou obras;

Médio P2 – de cinco a oito anos de formado, com mínimo de cinco anos de experiência em projetos ou obras;

Sênior P1 – de oito a dez anos de formado, com mínimo de oito anos de experiência em projetos ou obras;

Sênior P0 – acima de dez anos de formado, com mínimo de dez anos de experiência em projetos ou obras;

Consultor C – experiência mínima de 15 anos em projetos ou obras, com nível de pós-graduação.

Categoria T – experiência:

Especializado T2 – mais de cinco anos de formação;

Auxiliar administrativo sênior A1 – nível médio, com mais de oito anos de formação.

Serviços a preço unitário

Serviços de campo – levantamentos topográficos e investigações geológico-geotécnicas²

Nome do proponente:			Folha:	
Barragem:				
Discriminação	Unid.	Quant.	Preço (R\$)	
			Unitário	Total
1 Levantamentos topográficos	ha			
2 Investigações geológico-geotécnicas				
2.1 Sondagem rotativa				
2.1.1 Mobilização e desmobilização de equipes e equipamentos	unid.			
2.1.2 Instalação de furo de sondagem rotativa Ø N	unid.			
2.1.3 Sondagem rotativa em rocha Ø N – coroa de diamante, barrilete duplo livre	m			
2.1.4 Deslocamento de equipamento entre furos de sondagem afastados de 200 a 500 m	unid.			
2.1.5 Ensaio de perda de água (Lugeon)	unid.			
2.2 Sondagem à percussão				
2.2.1 Mobilização e desmobilização de equipes e equipamentos	unid.			
2.2.2 Instalação do equipamento por furo	unid.			
2.2.3 Sondagem à percussão com ensaio de SPT a cada metro	m			
2.2.4 Deslocamento de equipamento entre furos de sondagem	unid.			
2.2.5 Ensaio de infiltração em água	unid.			
2.3 Poços de inspeção				
2.3.1 Poços de inspeção	unid.			
2.3.2 Coleta de blocos indeformados	unid.			
2.4 Ensaio de campo				
2.4.1 Umidade natural	unid.			
2.4.2 Densidade natural	unid.			
2.5 Ensaio de laboratório				
2.5.1 Umidade natural	unid.			
2.5.2 Densidade natural	unid.			
2.5.3 Limite de liquidez	unid.			
2.5.4 Limite de plasticidade	unid.			
2.5.5 Granulometria por peneiramento	unid.			
2.5.6 Granulometria por sedimentação	unid.			
2.5.7 Ensaio de compactação Proctor normal	unid.			
2.5.8 Massa específica real dos grãos	unid.			
2.5.9 Adensamento oedométrico	unid.			
2.5.10 Ensaio triaxial adensado, não drenado e saturado	unid.			
Valor total em reais				

Estimativa de custo da contratação

Para fazer a estimativa de custo da contratação dos serviços, o empreendedor deve considerar os custos de mão de obra especializada e de apoio, com respectivos encargos sociais, as despesas que o contratado terá para a realização dos serviços, nomeadamente, custos de passagens, diárias,

² Nos casos em que seja reconhecida a necessidade de execução de serviços de campo e de laboratório no âmbito da inspeção especial, o proponente deve utilizar este quadro para indicar os serviços, quantidades e preços unitários.

transportes locais e aluguel de equipamentos, bem como despesas administrativas, impostos e parcela de lucro do contratado.

Essa estimativa de custo dos serviços não deve variar muito em termos médios com o tipo de barragem (aterro ou concreto), mas varia significativamente com o porte de cada barragem.

No Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem e nos termos de referência, figura a designação dos técnicos que constituirão as equipes para a realização da inspeção de segurança especial de barragens de pequeno, médio e grande porte, bem como uma estimativa do tempo total (intervalo de dias) necessário à realização do serviço.

Para auxiliar nessa estimativa de custo, apresenta-se, a seguir, metodologia que pode vir a ser adotada pelo empreendedor. Essa metodologia deve ser considerada indicativa e não substitui procedimentos próprios já adotados pelo empreendedor, em decorrência de sua experiência prévia ou de exigência de órgãos de controle.

Custos de Mão de Obra

Quadro A1. Estimativa de custos de mão de obra.

Profissional	Nível de esforço (número de dias)	Valor do hh (R\$)	Custo diário (R\$)	Custo total (R\$)
(A)	(B)	(C)	(D) = (C) x 8	(E) = (B) x (D)
Engenheiro geotécnico				
Engenheiro hidráulico				
Outros				
Total A1				

(A) Profissionais

O Quadro A2 sugere a composição da equipe em função do porte e tipo da barragem para execução das referidas atividades.

Quadro A2. Equipe técnica sugerida em função do porte e tipo de barragem.

Porte	Barragens de terra e enrocamento	Barragens de concreto
Pequeno	Engenheiro geotécnico, engenheiro hidráulico, topógrafo, inspetor de campo	Engenheiro estrutural, engenheiro hidráulico, topógrafo, inspetor de campo
Médio	Engenheiro geotécnico, engenheiro hidráulico, geólogo de engenharia, engenheiro mecânico, topógrafo, inspetor de campo	Engenheiro estrutural, engenheiro hidráulico, geólogo de engenharia, engenheiro mecânico, topógrafo, inspetor de campo
Grande	Devem integrar os profissionais definidos na equipe-chave, equipe complementar e equipe de apoio	Devem integrar os profissionais definidos na equipe-chave, equipe complementar e equipe de apoio

(B) Nível de esforço

O Quadro A3 sugere os intervalos de números de homens/dia indicativos para a realização das atividades objeto do contrato, em função do porte e tipo da barragem e, ainda, da existência ou não de instrumentação. O número de homens/dia indicado, em cada caso, refere-se ao número total de dias de técnicos superiores e de técnicos médios.

O empreendedor pode utilizar esses números como primeira estimativa para elaboração do orçamento.

Quadro A3. Número de homens/dia para a realização das atividades objeto do contrato.

Barragem	Sem instrumentação		Com instrumentação	
	Técnico superior	Técnico médio	Técnico superior	Técnico médio
Pequeno porte	5-6	3-4	6-8	4-6
Médio porte	10-12	5-6	12-15	6-8
Grande porte	15-20	6-8	20-25	10-12

(C) Valor do Homem/Hora

Indicam-se algumas fontes referenciais de custos divulgados por entidades privadas e públicas, com o objetivo de orientar o empreendedor no julgamento da melhor proposta:

- entidade privada associativa: Associação Brasileira de Consultoria de Engenharia (ABCE) (http://www.abceconsultoria.org.br/tarifas_de_consultoria.htm);
- entidades públicas:
 - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi) – Caixa Econômica Federal (http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/encargos_sociais.asp);
 - Sistema de Custos Rodoviários (SICRO) – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (<http://www.dnit.gov.br/servicos/sicro/sudeste/sudeste-1/rio-de-janeiro-marco-2014>) -- data de referência: mar. 2014;
 - Sistema de Custo de Obras (SCO) – Prefeitura do Rio de Janeiro (<http://www2.rio.rj.gov.br/sco/>) – data de referência: abr. 2014;
 - Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP) (http://www.der.sp.gov.br/website/Documentos/tabela_preco.aspx) – data de referência: 31 mar. 2014.

Despesas gerais

Quadro A4. Diárias, passagens e outras despesas.

Item	Unidade	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
(F)	(G)	(H)	(I)	(J) = (H) x (I)
Passagens				
Diárias				
Aluguel de veículo				
Aluguel de equipamento				
Total A2				

Aos custos referentes à mão de obra (**Quadro A1**) e despesas gerais (**Quadro A4**), deve ser adicionado o custo dos serviços de campo (se for o caso).

Custo total

O custo total estimativo da contratação corresponde à soma dos custos de mão de obra, despesas gerais e serviços de campo (se for o caso) e deve incorporar também encargos sociais (caso a tabela utilizada para consulta de valores de homem/hora apresente os valores sem encargos), impostos, despesas administrativas e percentual de lucro do contratado.

Uma referência relevante para a estimativa das despesas administrativas, encargos, impostos e percentual de lucro é o Acórdão TCU nº 1.787/2011. Essas orientações, no entanto, devem ser utilizadas com cautela, pois mudanças na legislação podem afetar significativamente os percentuais envolvidos.



Ministério do
Meio Ambiente



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-8210-038-7



9 788582 100387

ERRATA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Guia de orientação e formulários para inspeções de segurança de barragem.** Brasília: ANA, 2016. 217 p., il. (Manual do empreendedor sobre segurança de barragens, 2). ISBN: 9788582100387.

Folha	Onde se lê	Leia-se
4	Elaboração Ricardo Oliveira – COBA, S.A Lucia Almeida – COBA, S.A Jose Oliveira Pedro – COBA, S.A Antonio Pereira da Silva – COBA, S.A Antonio Alves – COBA, S.A Jose Rocha Afonso – COBA, S.A Flavio Miguez – COBA, S.A Maria Teresa Viseu – LNEC, Portugal	Elaboração Pedro Seco e Pinto – COBA, S.A Ricardo Oliveira – COBA, S.A Lucia Almeida – COBA, S.A Luís Gusmão – COBA, S.A António Pereira da Silva – COBA, S.A António Alves – COBA, S.A Flavio Miguez – COBA, S.A
4	Revisão dos originais [...] Orlando Vignoli Filho – Banco Mundial	Revisão dos originais [...] João Francisco Alves Silveira – Banco Mundial Gilberto Valente Canali - Banco Mundial