

Manual do Empreendedor sobre **Segurança** **de Barragens**

Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem

Volume **I**



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Manual do Empreendedor sobre **Segurança de Barragens**

Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da 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)

Flávia Gomes de Barros

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

Luís André Muniz

Agência Nacional de Águas

Ministério do Meio Ambiente

Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem

Manual do Empreendedor sobre
Segurança de Barragens
Volume I

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
António Pereira da Silva – COBA, S.A
António 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 Anderáos
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). Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem. -- Brasília: ANA, 2016. 126 p. il. – (Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, 1) ISBN 978-85-8210-037-0 ISBN 978-85-8210-036-3 (Coleção) 1. Recursos Hídricos – Gestão 2. Barragem – Segurança. I. Título. CDU 627.82
-------	---

SUMÁRIO

MANUAL DO EMPREENDEDOR SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS	7
ESCLARECIMENTOS AO LEITOR	9
PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM	11
VOLUME I – TOMO 1 – INFORMAÇÕES GERAIS E DECLARAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM QUANTO À CATEGORIA DE RISCO E AO DANO POTENCIAL	13
VOLUME I – TOMO 2 – DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO	25
VOLUME II – PLANOS E PROCEDIMENTOS	27
VOLUME III – REGISTROS E CONTROLES	45
VOLUME IV – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)	73
VOLUME V – TOMO 1 – REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (RPSB)	123
VOLUME V – TOMO 2 – RESUMO EXECUTIVO	125

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 (PSB), 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 Barragens, 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 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 que é o Plano de Segurança da Barragem (PSB)?

O PSB é um instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), previsto no art. 6º, inciso II, da Lei nº 12.334/2010, de implementação obrigatória pelo empreendedor (de barragem inserida no escopo da lei), cujo objetivo é auxiliá-lo na gestão da segurança. Deve conter dados técnicos da barragem, de construção, operação, manutenção e panorama do estado atual da segurança por meio das inspeções realizadas, devendo, principalmente, servir como uma ferramenta de planejamento de gestão da segurança da barragem.

Para que serve?

Serve, principalmente, para auxiliar o empreendedor na gestão da segurança da barragem. Auxilia, também, as entidades fiscalizadoras de segurança de barragem na verificação do cumprimento das normas atinentes ao tema.

A quem se destina?

Destina-se a empreendedores públicos e privados, a quem compete a elaboração do PSB.

O que é o modelo de PSB?

É uma sugestão de estrutura e organização do PSB. O objetivo é que esse modelo sirva de inspiração para que os profissionais especializados elaborem seus respectivos planos.

Qual é o conteúdo do guia e como está organizado?

O presente guia é, basicamente, um modelo completo de PSB, baseado nas melhores

práticas nacionais e internacionais. Ele contém cinco volumes, conforme descrito a seguir:

Volume I	Tomo 1 – Informações Gerais e Declaração de Classificação da Barragem quanto à Categoria de Risco e ao Dano Potencial;
	Tomo 2 – Documentação Técnica do Empreendimento.
Volume II	Planos e Procedimentos.
Volume III	Registros e Controles.
Volume IV	Plano de Ação de Emergência (PAE).
Volume V	Tomo 1 – Revisão Periódica de Segurança da Barragem (RPSB);
	Tomo 2 – Resumo Executivo.

Sugere-se que cada volume indicado seja encadernado separadamente, para auxiliar na organização e atualização dos documentos. Para facilitar o entendimento do leitor, adotou-se o seguinte critério: em relação a tudo que se referir à instrução de elaboração, a fonte estará em *cinza*; os exemplos serão indicados com fundo laranja; para o restante (modelo propriamente dito), a fonte estará em preto.

Outro aspecto a destacar é que os demais guias do **Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens** devem ser consultados juntamente ao presente **Guia de Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem**.

Por fim, alerta-se para o fato de que este material não dispensa a participação de profissional especializado em segurança de barragem na elaboração do PSB do empreendedor.

Nome e logo do empreendedor

BARRAGEM _____

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

Responsável técnico: _____

*Fotografia ilustrativa do aproveitamento e/ou da barragem,
de preferência em tomada aérea.*

Entidade fiscalizadora:

Documento nº: _____ Revisão nº: _____ - _____

Responsável pela elaboração: _____

Local: (*Município, UF*)

Data: (*DD/MM/AAAA*)

RESUMO

Este documento apresenta uma sugestão de estrutura de um PSB, em consonância com a legislação brasileira de segurança de barragens.

SUMÁRIO

Item	Descrição
Volume I (Tomo 1)	Informações Gerais e Declaração de Classificação da Barragem quanto à Categoria de Risco e ao Dano Potencial
Volume I (Tomo 2)	Documentação Técnica do Empreendimento
Volume II	Planos e Procedimentos
Volume III	Registros e Controles
Volume IV	Plano de Ação de Emergência (PAE)
Volume V (Tomo 1)	Revisão Periódica de Segurança da Barragem (RPSB)
Volume V (Tomo 2)	Resumo Executivo

VOLUME I – TOMO 1
INFORMAÇÕES GERAIS
E DECLARAÇÃO DE
CLASSIFICAÇÃO DA
BARRAGEM QUANTO À
CATEGORIA DE RISCO E AO
DANO POTENCIAL

Quadro 1 – Folha de atualização do PSB.

PSB DA BARRAGEM _____				
Atualização	Data	Descrição	Elaborado	Aprovado

I - INFORMAÇÕES GERAIS DO PSB E DA BARRAGEM

I.1. APRESENTAÇÃO DO PSB E DECLARAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM

A barragem (*denominação oficial*) foi classificada com base na categoria de risco (*alta média baixa*) e de dano potencial associado (*alta média baixa*), como classe (*inserir classe da barragem*). Assim, o presente PSB é um documento formal em que estão estabelecidas as ações a ser executadas visando à manutenção da integridade física da barragem, bem como em caso de situação de emergência.

I.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Empreendedor:	
CPF/CNPJ:	
Figura jurídica:	
<input type="checkbox"/> Pessoa física	
<input type="checkbox"/> Empresa privada	
<input type="checkbox"/> Empresa pública	
<input type="checkbox"/> Sociedade de economia mista	
<input type="checkbox"/> Autarquia	
<input type="checkbox"/> Administração direta	
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Endereço:	
Telefone:	E-mail:
Quantidade de barragens de propriedade do empreendedor:	
Responsável legal:	
Nome:	
Cargo:	
Telefone:	E-mail:

I.3. DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

I.3.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

A barragem (*denominação oficial*), do empreendedor _____, está localizada (*identificar o rio, a unidade da Federação e o município*). As respectivas coordenadas são: _____ Norte e _____ Leste.

A montante da barragem (*denominação oficial*), existem as seguintes barragens: barragem (*denominação oficial*), situada a _____ km.

A jusante da barragem (*denominação oficial*), existem as seguintes barragens: barragem (*denominação oficial*), situada a _____ km.

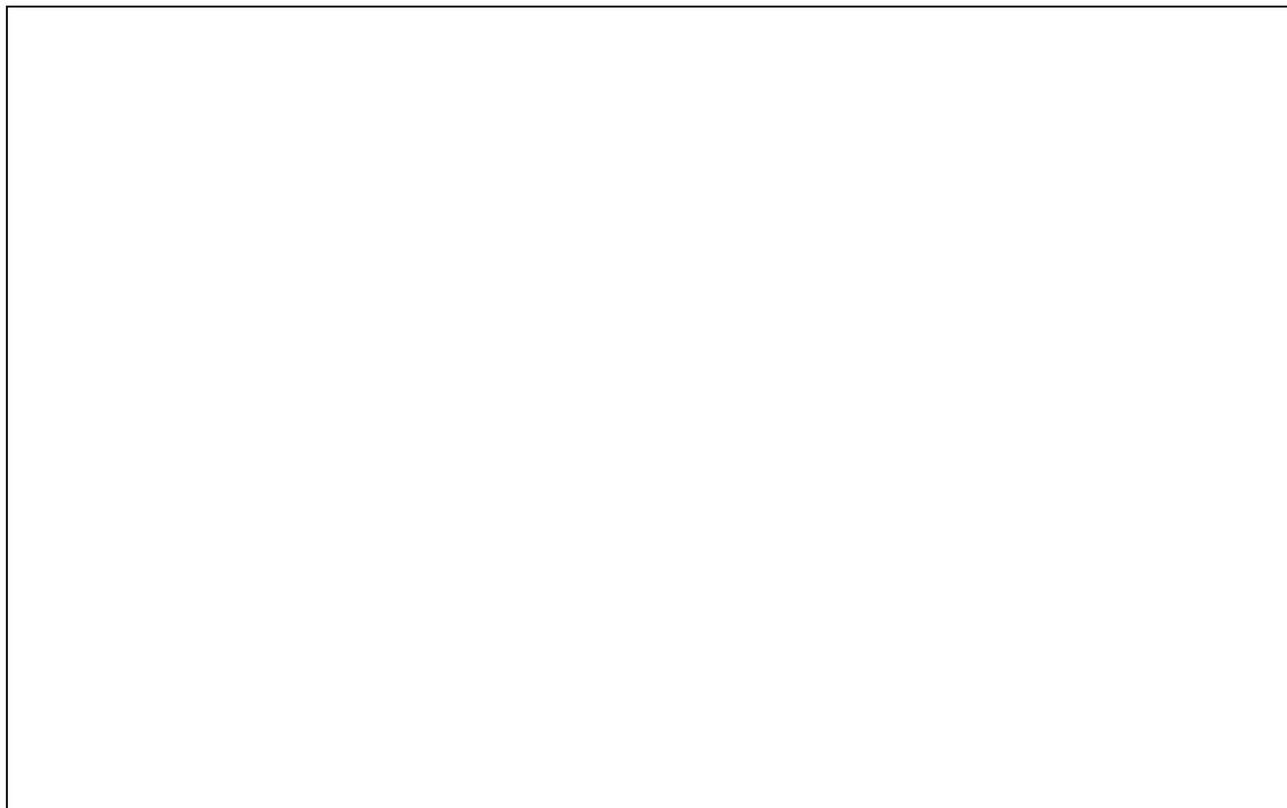


Figura 1 – Barragem _____ – localização.

I.3.2 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A barragem (*denominação oficial*) é constituída por (*segundo da margem direita para a margem esquerda*):

- _____;
- _____;

Adicionalmente, existem:

- Estruturas principais: _____;
- Estruturas complementares: _____;

A seguir, apresentam-se figuras ilustrativas simplificadas (ou fotos). No Tomo 2, estão incluídos desenhos oficiais, mostrando a situação “como construída” (planta, seções, detalhes, etc.).

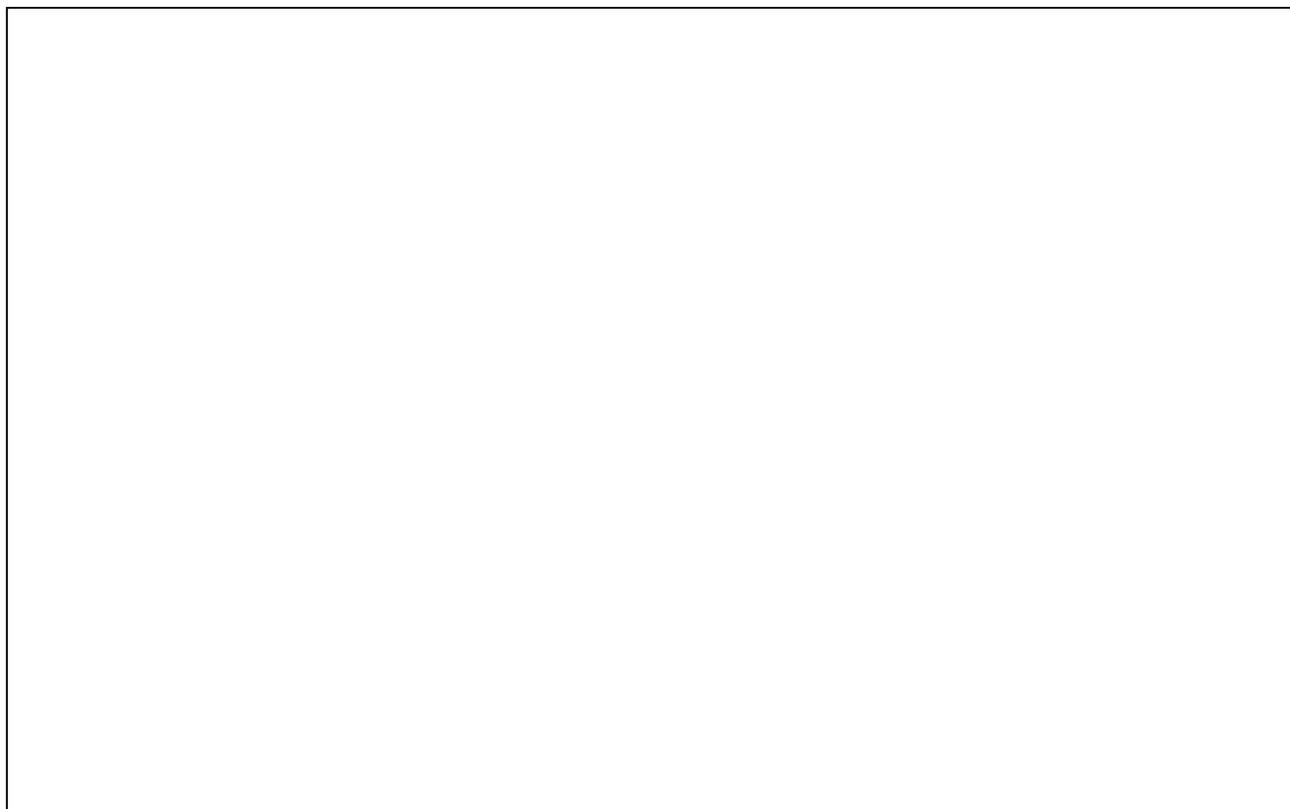


Figura 2 – Barragem _____ – planta geral.



Figura 3 – Barragem _____ – seções principais.

Quadro 2 – Principais características da barragem (*denominação oficial*).

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM	
Denominação oficial	
Empreendedor	
Entidade fiscalizadora	
LOCALIZAÇÃO	
Rio	
Município	
Unidade da Federação	
Coordenadas Norte e Leste	
Existência de barragens a montante e a jusante	
BARRAGEM	
Tipo	
Altura máxima acima da fundação	
Cota do coroamento	
Comprimento do coroamento	
Largura do coroamento	
Inclinação do paramento de montante	
Inclinação do paramento de jusante	
BACIA HIDROGRÁFICA	
Área	
Precipitação média na bacia	
Volume anual médio afluyente	
Vazões máximas	
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS REGIONAIS	
Fundação	
Suscetibilidade a escorregamento de taludes do reservatório	
Sismicidade potencial	
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	
Nível Máximo Normal (NMN)	
Nível Máximo <i>Maximorum</i> (NMM)	
Nível de máxima cheia (T = 1.000 anos)	
RESERVATÓRIO	
Capacidade total	
Capacidade útil	
Área inundada (NMN)	
Tempo de esvaziamento	

EXTRAVASOR DE CHEIAS	
Localização	
Tipo	
Descrição da entrada	
Descrição do canal	
Comprimento	
Largura (na seção constante)	
Modalidade de dissipação de energia	
Comprimento	
Largura	
DESCARREGADOR DE FUNDO	
Solução	
Localização	
Vazão (sob o NMN)	
Cota da soleira à entrada	
Comprimento da conduta	
Tipos de comporta	
Comprimento da bacia de dissipação	
Fonte alternativa de energia	
Possibilidade de manobra manual	
Comando a distância	
TOMADA DE ÁGUA	
Solução	
Localização	
Comprimento	
Controle à entrada	
Controle à saída	
Cotas das tomadas de água à entrada	
Fonte alternativa de energia	
Possibilidade de manobra manual	
Comando a distância	

I.3.3 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS

Descrever a bacia hidrográfica (área, perímetro, etc.) e definir características meteorológicas e hidrométricas (por exemplo, precipitação média na bacia, vazão média anual, vazões de cheia). Apresentar figuras dos hidrogramas das cheias de projeto afluente e efluente e referir os sismos de projeto.

Descrever as características geológicas da fundação da barragem e a suscetibilidade a escorregamentos de taludes do reservatório.

I.3.4 RESERVATÓRIO

Nesta seção, deve ser feita uma descrição geral do reservatório, como também apresentadas as cotas características de exploração, nomeadamente: NMN, NMM, NMO, etc.

Devem ser apresentadas as curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados do reservatório.

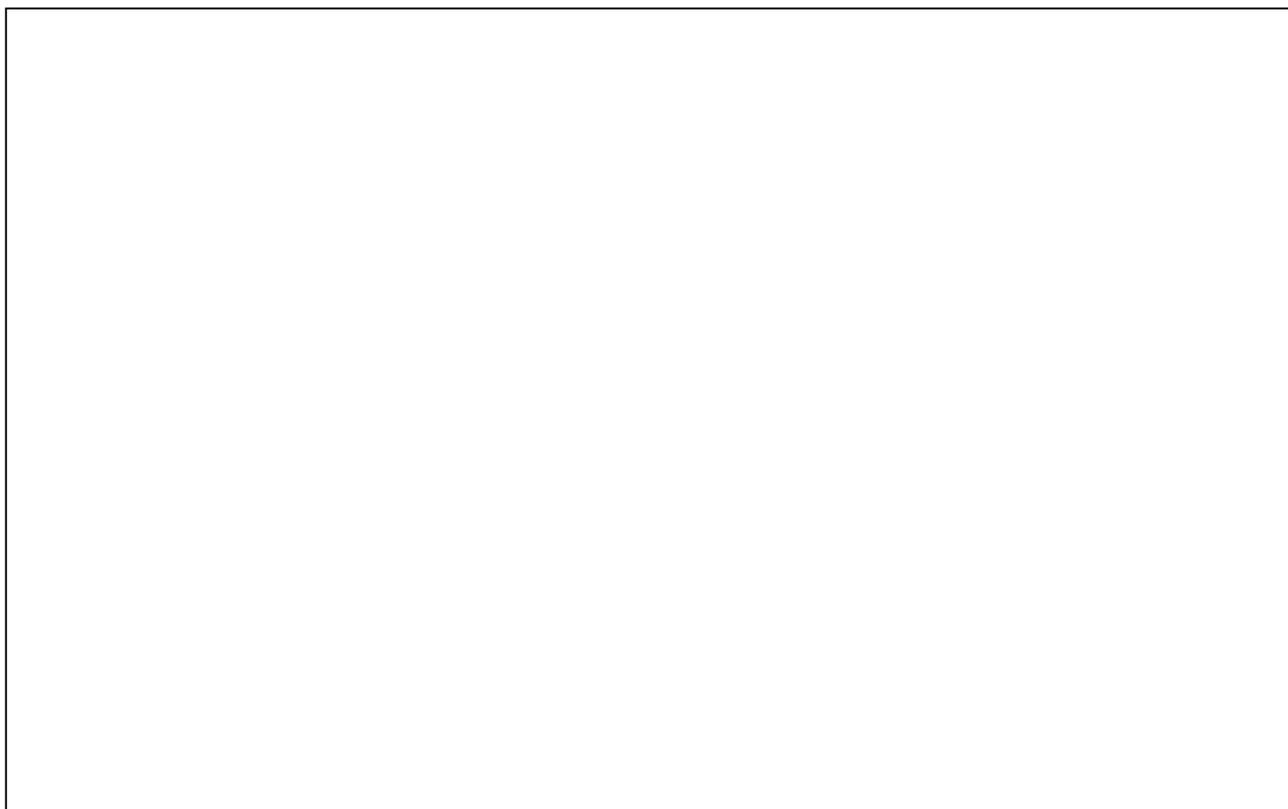


Figura 4 – Barragem _____ – curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados do reservatório.

I.3.5 ÓRGÃOS EXTRAVASORES

Descrever o vertedouro de superfície (ou o sangradouro) e o descarregador de fundo (se existente), explicitando: a localização, o tipo de vertedouro, a modalidade de dissipação de energia, o número de vãos, as cotas (da soleira vertente, superior das comportas), a capacidade máxima de descarga (e o período de retorno – bimilenar, decamilenar, cheia máxima provável – PMF, etc.).

Caracterizar as comportas (tipo, altura, largura, raios) e identificar a localização do posto de manobra dos equipamentos.

Apresentar as curvas de vazão dos órgãos extravasores.

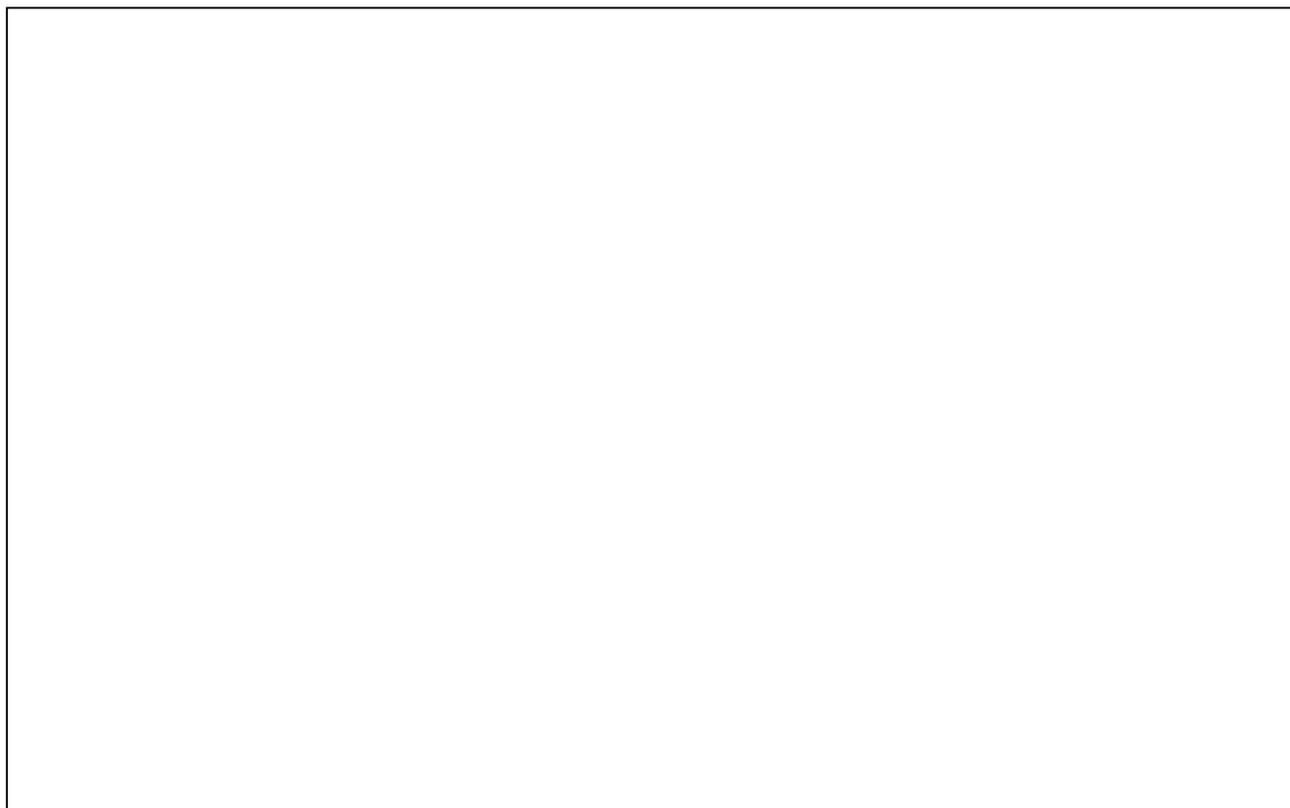


Figura 5 – Barragem _____ – curvas de vazão do vertedouro.

I.3.6 INSTRUMENTAÇÃO

Descrever a instrumentação para controle da segurança estrutural da barragem, apresentando planta e detalhes da sua localização.

I.3.7 ACESSOS À BARRAGEM

O acesso principal à barragem é feito por meio da estrada municipal, em continuação à rodovia _____, no sentido da cidade de _____ à cidade de _____, na altura do ___ km.

A distância entre a cidade de _____ e a barragem _____ é de aproximadamente ___ km, pela rodovia _____, estando boa parte em condições (*descrever condições*).

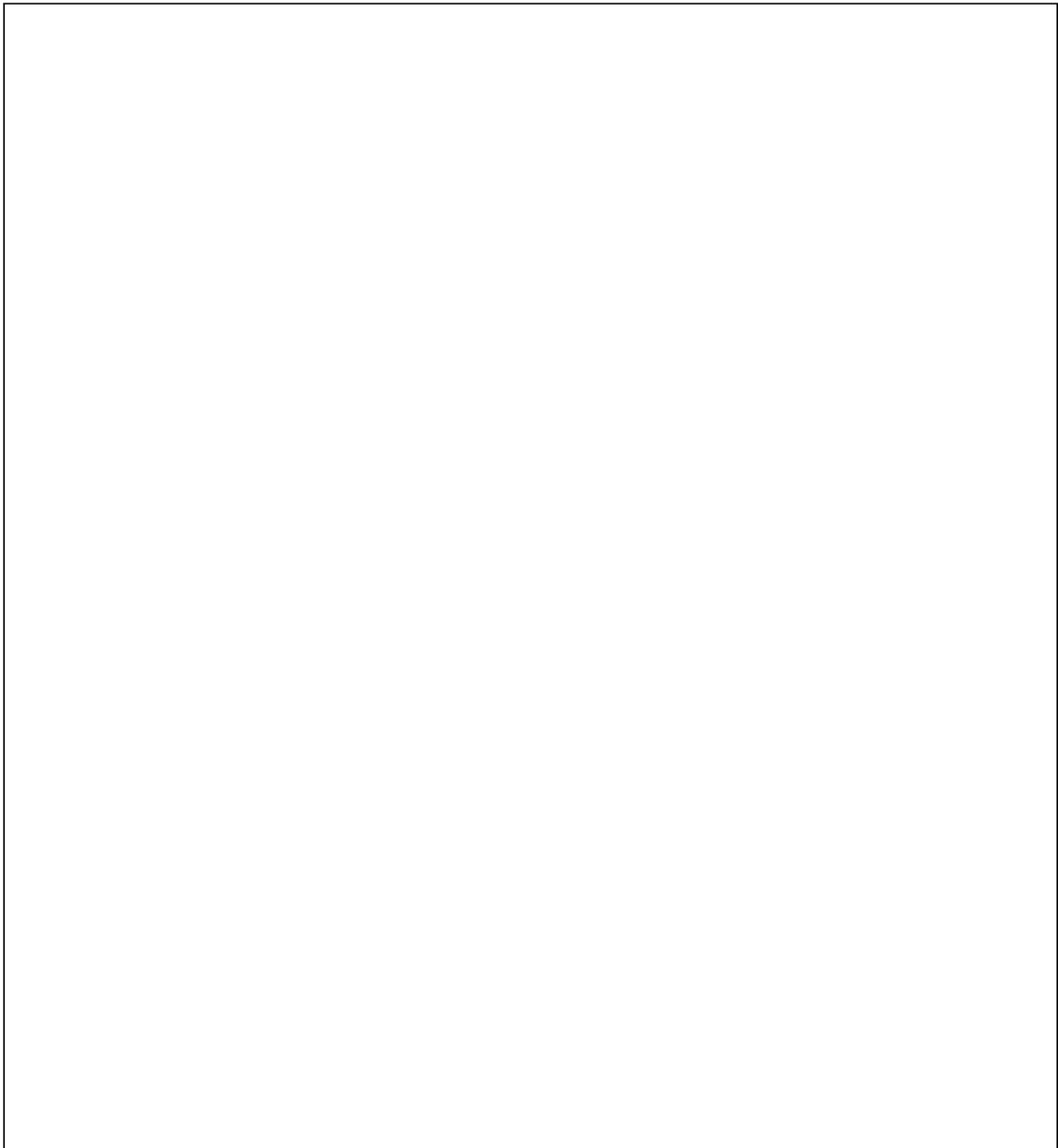


Figura 6 – Barragem _____ – acessos.

I.4. DOCUMENTAÇÃO DE PROJETO, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO

Tem relatório de estudos hidrológicos?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Tem relatório de projeto do dimensionamento hidráulico?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Tem relatório do projeto estrutural?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Tem relatório “como construído” (<i>as built</i>)?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Tem curva cota x área x volume?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Tem manuais de instrução dos equipamentos hidromecânicos?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Tem manuais de procedimentos de operação?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Tem manuais de procedimentos de manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Há regra de operação do reservatório estabelecida?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Há procedimento escrito de teste das comportas do vertedouro?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Há procedimento escrito de teste das comportas da tomada de água?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

I.5. USOS DA BARRAGEM

<input type="checkbox"/> Regularização de vazões	<input type="checkbox"/> Navegação
<input type="checkbox"/> Combate às secas	<input type="checkbox"/> Contenção de rejeitos
<input type="checkbox"/> Defesa contra inundações	<input type="checkbox"/> Recreação
<input type="checkbox"/> Hidrelétrica	<input type="checkbox"/> Abastecimento de água
<input type="checkbox"/> Irrigação	<input type="checkbox"/> Piscicultura
<input type="checkbox"/> Proteção do meio ambiente	<input type="checkbox"/> Outros: _____

Tem geração de energia? Potência instalada (MW):	<input type="checkbox"/> Sim _____ (MW)	<input type="checkbox"/> Não
---	--	------------------------------

Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens

VOLUME I – TOMO 2
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO
EMPREENDIMENTO

Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem

Neste volume, deve ser inserida toda a documentação de projeto (projeto básico, projeto executivo, as built, etc.).

Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens

VOLUME II

PLANOS E PROCEDIMENTOS

Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem

II - PLANOS E PROCEDIMENTOS

II.1 PLANO DE OPERAÇÃO

As instruções gerais para elaboração deste tópico estão contidas nas Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens (volume VII do Manual do Empreendedor).

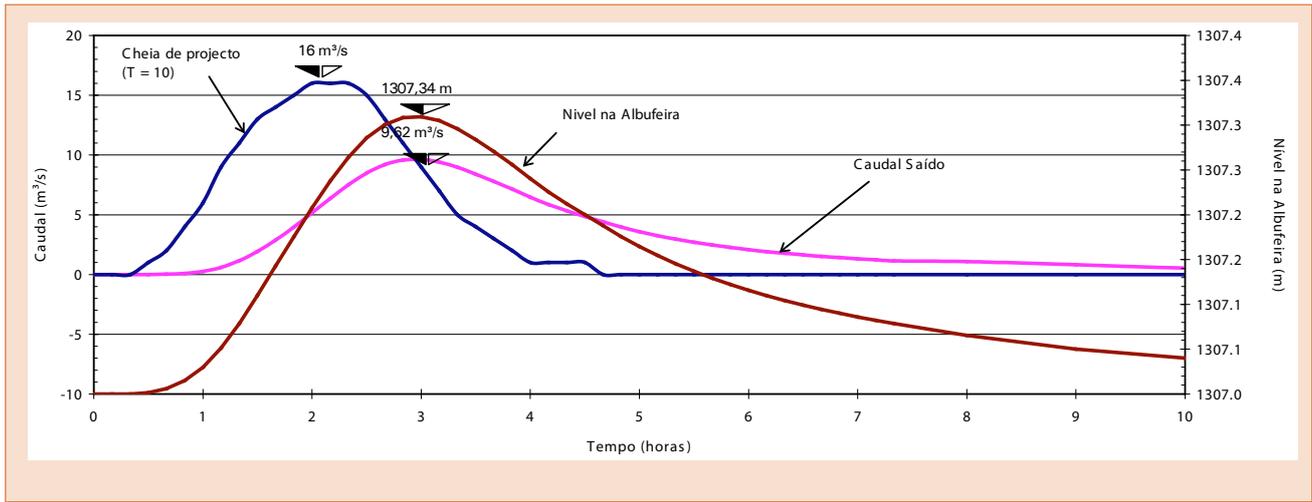
II.1.1. REGRA OPERACIONAL DOS ÓRGÃOS EXTRAVASORES

II.1.1.1. VERTEDOURO

Apresentar o estudo do amortecimento das cheias no reservatório, com tabelas e figuras dos hidrogramas de cheias considerados.

Exemplo: Amortecimento da cheia com tempo de recorrência de 1.000 anos
 $(Q_{\text{máximo}} \text{ afluente} = 85 \text{ m}^3/\text{s}).$

T (h)	QAFLUENTE (m3/s)	Volume AFLUENTE (m3)	Volume ACUMULADO (m3)	C. RESERV (m)	QSAÍDO (m3/s)	Volume SAÍDO (m3)	Volume FINAL (m3)	Cota FINAL (m)
0.00	0	0	2 400 000	1 307.00	0.00	0	2 400 000	1 307
0.17	0	0	2 400 000	1 307.00	0.00	0	2 400 000	1 307
0.33	0	0	2 400 000	1 307.00	0.00	0	2 400 000	1 307
0.50	1	300	2 400 300	1 307.00	0.00	2	2 400 298	1 307
0.67	2	900	2 401 198	1 307.01	0.02	14	2 401 184	1 307
0.83	4	1 800	2 402 984	1 307.02	0.09	56	2 402 928	1 307
1.00	6	3 000	2 405 928	1 307.03	0.26	157	2 405 771	1 307
1.17	9	4 500	2 410 271	1 307.05	0.60	358	2 409 913	1 307
1.33	11	6 000	2 415 913	1 307.08	1.15	690	2 415 223	1 307
1.50	13	7 200	2 422 423	1 307.12	1.92	1 154	2 421 269	1 307
1.67	14	8 100	2 429 369	1 307.15	2.88	1 730	2 427 639	1 307
1.83	15	8 700	2 436 339	1 307.19	3.97	2 381	2 433 958	1 307
2.00	16	9 300	2 443 258	1 307.22	5.15	3 093	2 440 165	1 307
2.17	16	9 600	2 449 765	1 307.26	6.36	3 816	2 445 949	1 307
2.33	16	9 600	2 455 549	1 307.29	7.50	4 500	2 451 049	1 307
2.50	15	9 300	2 460 349	1 307.31	8.49	5 096	2 455 253	1 307
2.67	13	8 400	2 463 653	1 307.33	9.20	5 520	2 458 133	1 307
2.83	11	7 200	2 465 333	1 307.34	9.57	5 740	2 459 593	1 307
3.00	9	6 000	2 465 593	1 307.34	9.62	5 774	2 459 819	1 307
3.17	7	4 800	2 464 619	1 307.33	9.41	5 646	2 458 972	1 307
3.33	5	3 600	2 462 572	1 307.32	8.97	5 380	2 457 192	1 307
3.50	4	2 700	2 459 892	1 307.31	8.40	5 038	2 454 854	1 307
3.67	3	2 100	2 456 954	1 307.29	7.79	4 672	2 452 282	1 307
3.83	2	1 500	2 453 782	1 307.28	7.15	4 287	2 449 495	1 307
4.00	1	900	2 450 395	1 307.26	6.48	3 889	2 446 506	1 307
4.17	1	600	2 447 106	1 307.24	5.86	3 514	2 443 592	1 307
4.33	1	600	2 444 192	1 307.23	5.32	3 193	2 440 999	1 307
4.50	1	600	2 441 599	1 307.22	4.86	2 916	2 438 682	1 307
4.67	0	300	2 438 982	1 307.20	4.41	2 646	2 436 337	1 307
4.83	0	0	2 436 337	1 307.19	3.97	2 381	2 433 956	1 307
5.00	0	0	2 433 956	1 307.18	3.58	2 151	2 431 805	1 307
5.17	0	0	2 431 805	1 307.16	3.25	1 950	2 429 855	1 307
5.33	0	0	2 429 855	1 307.15	2.96	1 773	2 428 082	1 307
5.50	0	0	2 428 082	1 307.15	2.70	1 618	2 426 465	1 307
5.67	0	0	2 426 465	1 307.14	2.47	1 480	2 424 985	1 307
5.83	0	0	2 424 985	1 307.13	2.26	1 357	2 423 627	1 307
6.00	0	0	2 423 627	1 307.12	2.08	1 248	2 422 379	1 307
6.17	0	0	2 422 379	1 307.12	1.92	1 151	2 421 228	1 307
6.33	0	0	2 421 228	1 307.11	1.77	1 063	2 420 165	1 307
6.50	0	0	2 420 165	1 307.10	1.64	984	2 419 181	1 307
6.67	0	0	2 419 181	1 307.10	1.52	913	2 418 268	1 307
6.83	0	0	2 418 268	1 307.09	1.41	849	2 417 419	1 307
7.00	0	0	2 417 419	1 307.09	1.32	790	2 416 629	1 307
7.17	0	0	2 416 629	1 307.09	1.23	737	2 415 892	1 307
7.33	0	0	2 415 892	1 307.08	1.15	689	2 415 203	1 307
8.00	0	0	2 415 203	1 307.08	1.07	2 577	2 412 626	1 307
9.00	0	0	2 412 626	1 307.07	0.81	2 926	2 409 700	1 307
10.00	0	0	2 409 700	1 307.05	0.55	1 970	2 407 730	1 307
11.00	0	0	2 407 730	1 307.04	0.39	1 402	2 406 328	1 307
12.00	0	0	2 406 328	1 307.03	0.29	1 038	2 405 290	1 307
13.00	0	0	2 405 290	1 307.03	0.22	793	2 404 496	1 307
14.00	0	0	2 404 496	1 307.02	0.17	622	2 403 875	1 307
15.00	0	0	2 403 875	1 307.02	0.14	497	2 403 377	1 307
16.00	0	0	2 403 377	1 307.02	0.11	405	2 402 972	1 307
17.00	0	0	2 402 972	1 307.02	0.09	334	2 402 638	1 307
18.00	0	0	2 402 638	1 307.01	0.08	279	2 402 359	1 307
19.00	0	0	2 402 359	1 307.01	0.07	236	2 402 122	1 307
20.00	0	0	2 402 122	1 307.01	0.06	202	2 401 921	1 307
21.00	0	0	2 401 921	1 307.01	0.05	174	2 401 747	1 307
22.00	0	0	2 401 747	1 307.01	0.04	151	2 401 597	1 307
23.00	0	0	2 401 597	1 307.01	0.04	132	2 401 465	1 307
24.00	0	0	2 401 465	1 307.01	0.03	116	2 401 349	1 307
25.00	0	0	2 401 349	1 307.01	0.03	102	2 401 247	1 307
26.00	0	0	2 401 247	1 307.01	0.03	91	2 401 156	1 307
27.00	0	0	2 401 156	1 307.01	0.02	81	2 401 075	1 307
28.00	0	0	2 401 075	1 307.01	0.02	73	2 401 002	1 307
29.00	0	0	2 401 002	1 307.01	0.02	65	2 400 937	1 307
30.00	0	0	2 400 937	1 307.00	0.02	59	2 400 878	1 307
31.00	0	0	2 400 878	1 307.00	0.01	54	2 400 824	1 307
32.00	0	0	2 400 824	1 307.00	0.01	49	2 400 775	1 307
33.00	0	0	2 400 775	1 307.00	0.01	45	2 400 731	1 307
34.00	0	0	2 400 731	1 307.00	0.01	41	2 400 690	1 307
35.00	0	0	2 400 690	1 307.00	0.01	37	2 400 653	1 307
36.00	0	0	2 400 653	1 307.00	0.01	34	2 400 618	1 307
37.00	0	0	2 400 618	1 307.00	0.01	32	2 400 587	1 307
Total Maximo	16.00	9 600.00	2 465 592.88	1 307.34	9.62	5 774.38	2 459 818.51	1 307.31



Apresentar as curvas de vazão – curvas-chave – do vertedouro.



Figura 1 – Barragem _____ – curvas de vazão do vertedouro.

Apresentar tabelas de vazão efluente e curva de vazão a jusante do vertedouro.

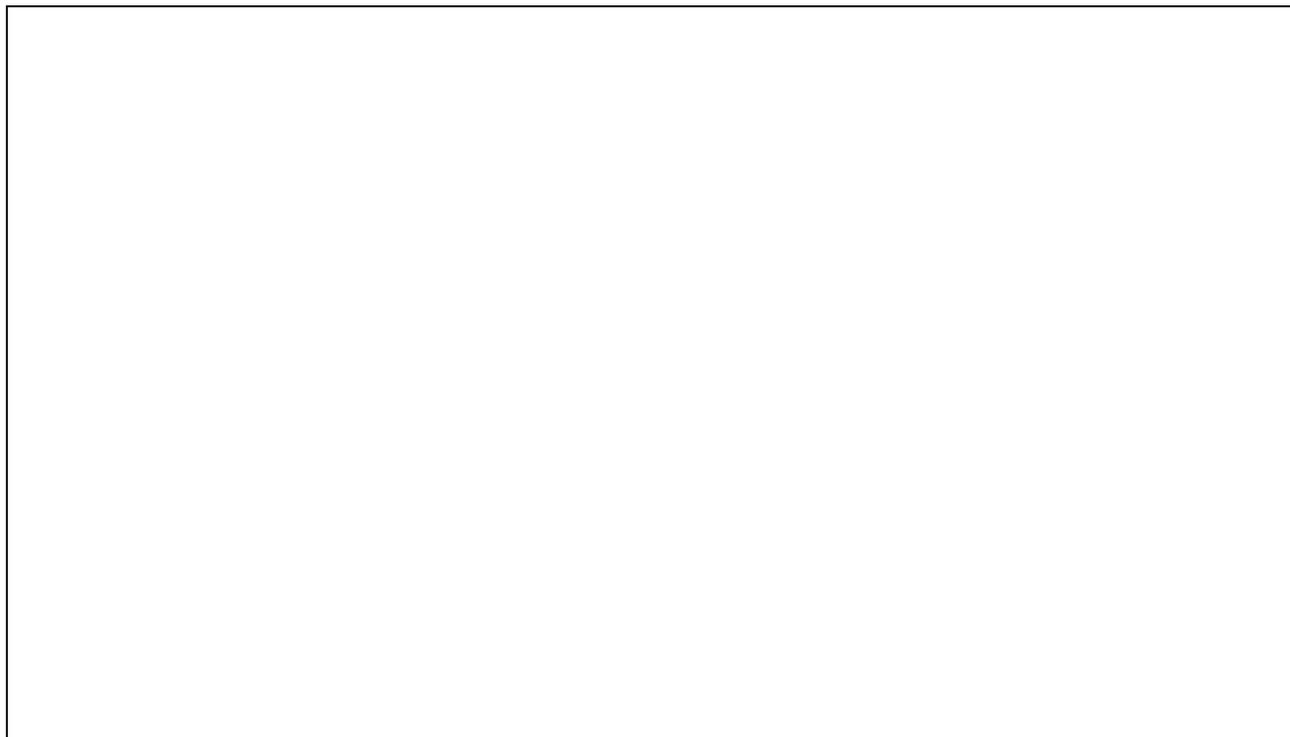


Figura 2 – Barragem _____ – curvas de vazão a jusante do vertedouro.

No caso de vertedouros com canal de descarga, apresentar as curvas de remanso para as cheias de dimensionamento (apresentar o estudo em figuras e tabelas).

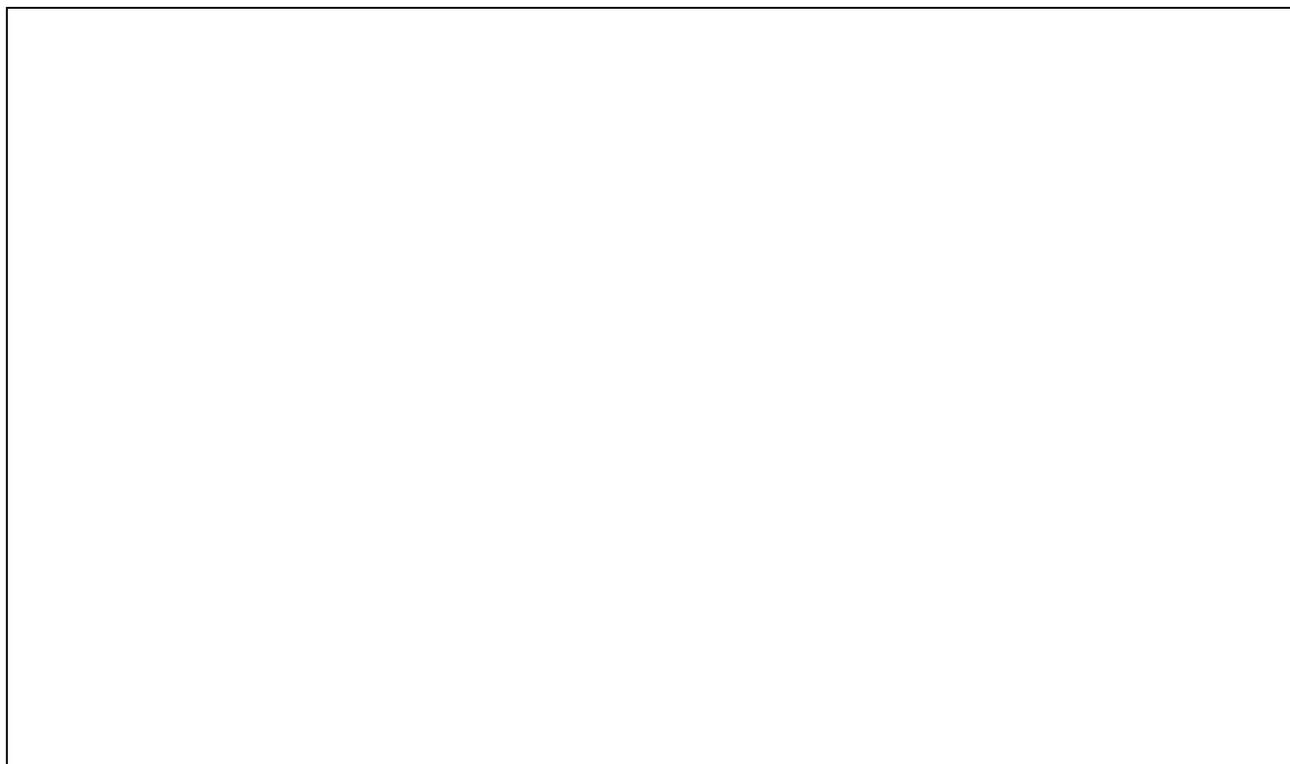
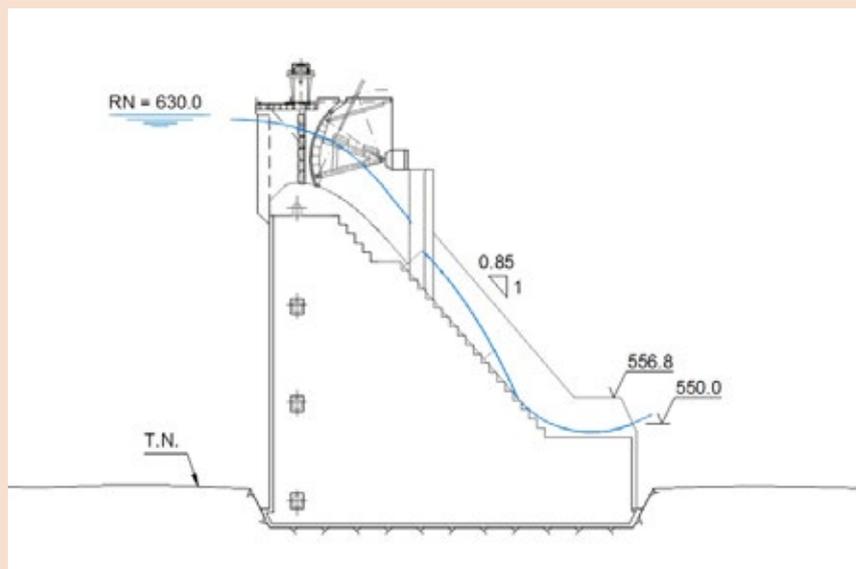


Figura 3 – Barragem _____ – curvas de remanso ao longo do canal de descarga (vazão = ... m³/s).

Exemplo: Curva de remanso do vertedouro com saída em salto de esqui.



No caso de vertedouro em que a descarga se faz livremente, sem controle por comportas, não se definem regras de operação desse órgão.

No caso de vertedouro com comportas, apresentar as regras operacionais em operação normal, em regime de cheias e em situação de emergência.

Apresentar o estudo para a regra de operação das comportas do vertedouro, estabelecendo a sequência de abertura.

Exemplo: Operação normal e em regime de cheias, sequência de manobras para os casos de vazão afluente crescente ou decrescente, em que, em função do valor do nível de controle do reservatório, se indicam os órgãos a manobrar e o respectivo escalão de abertura.

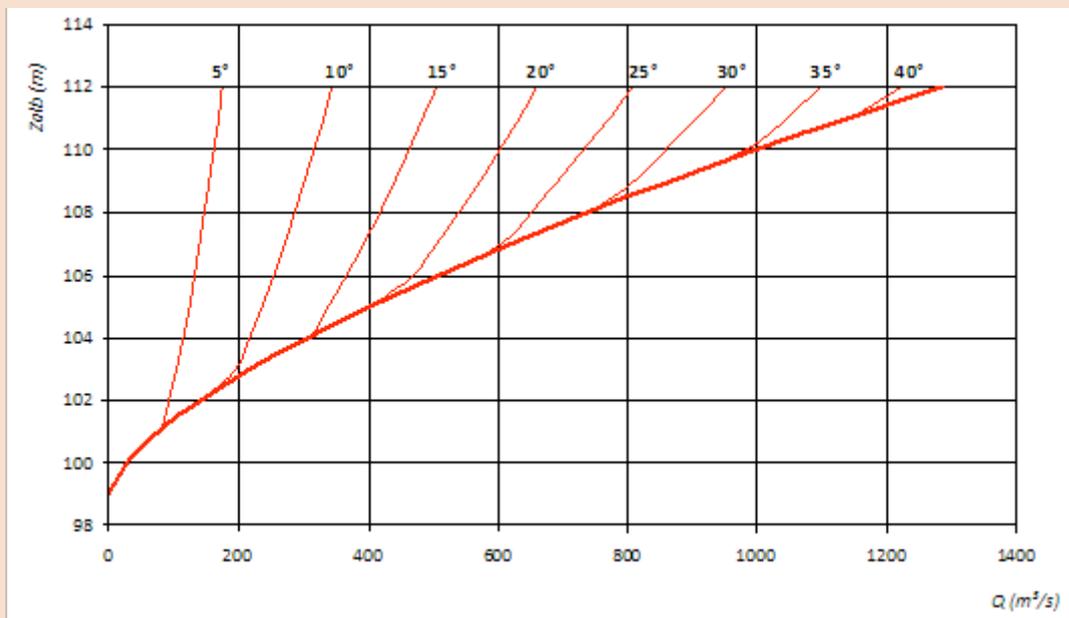
Tabela das curvas de descarga para barragem dotada de soleira livre e duas comportas de segmento para NA El. 150,00 m (lâmina vertente 2 m).

Situação de operação	Abertura parcial (m)		Q total (m ³ /s)			
	Comporta 1	Comporta 2	Comporta 1	Comporta 2	Soleira	Total
1	0,10	0,00	13	0	954	967
2	0,20	0,00	27	0	954	981
3	0,30	0,00	40	0	954	994
4	0,40	0,00	54	0	954	1008
5	0,50	0,00	68	0	954	1022
6	0,50	0,10	68	13	954	1035
7	0,50	0,20	68	27	954	1049
8	0,50	0,30	68	40	954	1062
9	0,50	0,40	68	54	954	1076
10	0,50	0,50	68	68	954	1090
11	0,50	1,00	68	139	954	1161
12	1,00	1,00	139	139	954	1232
13	1,00	1,50	139	212	954	1305
14	1,50	1,50	212	212	954	1378

Devem ser estudadas as condições de descarga com uma ou mais comportas avariadas.

Apresentar a curva de vazão de cada uma das comportas para diferentes graus de abertura.

Exemplo: Curva de vazão de cada uma das comportas para diferentes graus de abertura.



O modo de controle do sistema, em termos de equipamento, é definido pelo seu fabricante.

Deve ser montado um sistema de controle que receba informação quanto às vazões afluentes ao reservatório, mediante medição contínua de seus níveis de água.

II.1.1.2. DESCARREGADOR DE FUNDO

No caso de a barragem dispor de descarregador de fundo (descarga de fundo), havendo justificativa, deve-se apresentar o estudo para avaliação do tempo de esvaziamento do reservatório pelo descarregador de fundo.

Indicar se a operação é feita de forma manual ou mecânica, por comando a distância.

Apresentar a curva de vazão do descarregador de fundo (com a comporta ou válvula totalmente aberta ou para aberturas parciais).

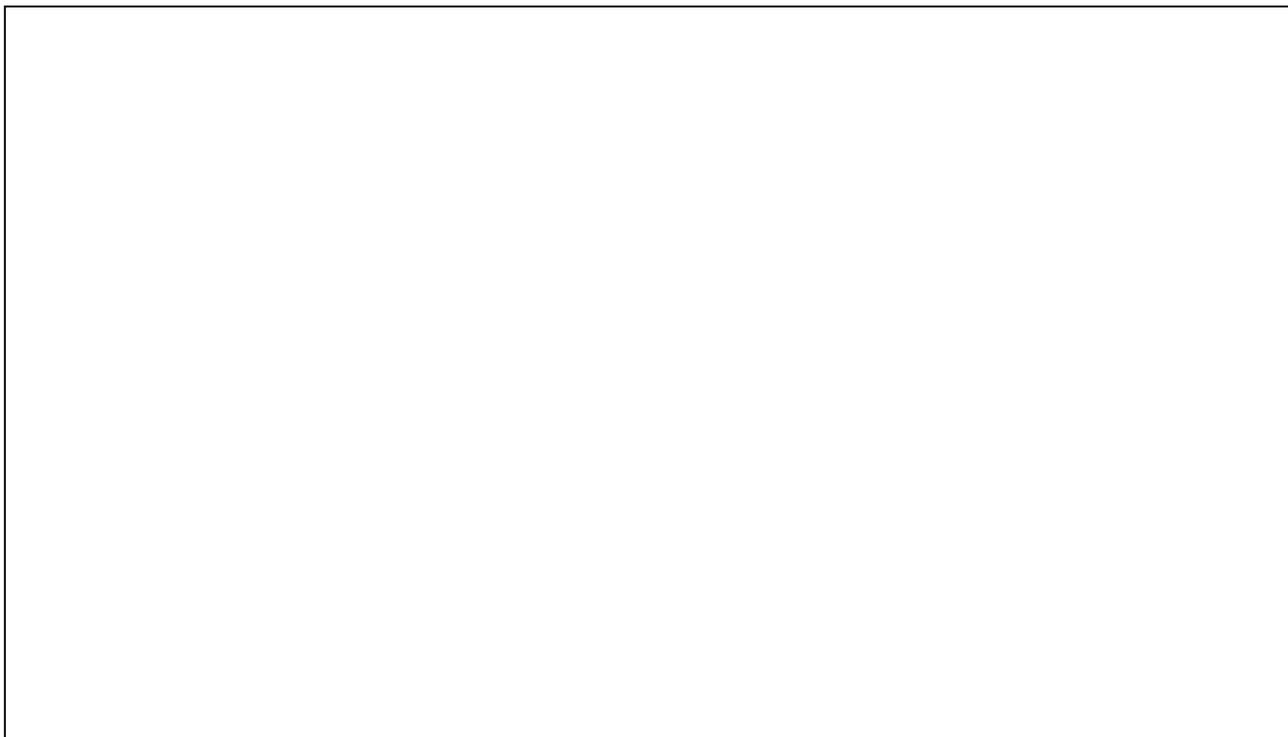
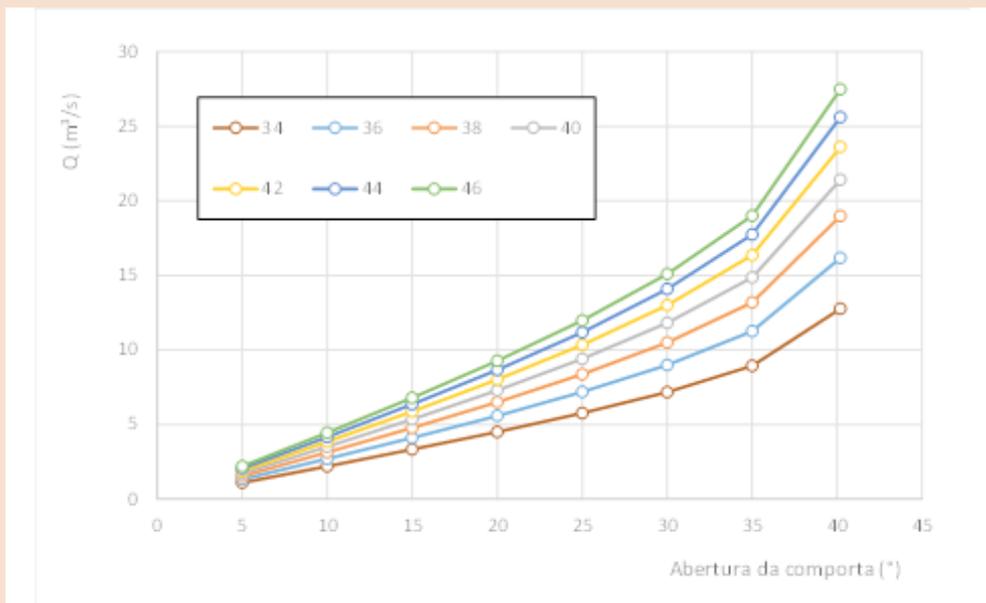


Figura 4 – Barragem _____ – curvas de vazão do descarregador de fundo.

Exemplo: Capacidade de descarga do descarregador de fundo (m³/s).

Ângulo de abertura da comporta (°)	Nível de água no reservatório (m)							
	60	70	80	90	100	105	110	112
5	3,8	6,0	7,6	8,9	10,1	10,6	11,1	11,3
10	7,6	12,2	15,5	18,2	20,5	21,6	22,6	23,0
15	11,5	18,5	23,5	27,7	31,3	32,9	34,5	35,1
20	15,4	25,2	32,0	37,7	42,6	44,8	47,0	47,8
25	19,6	32,2	41,1	48,4	54,7	57,6	60,4	61,5
30	24,3	40,3	51,5	60,7	68,7	72,3	75,8	77,1
35	30,0	50,2	64,4	75,9	85,9	90,5	94,9	96,6
Toda aberta ≥ 40,2	39,0	65,9	84,6	99,9	113,2	119,2	125,0	127,3



Curvas de vazão do descarregador de fundo para diversas aberturas da comporta.

Definir as regras de operação dos equipamentos hidromecânicos (comportas, válvulas, etc.).

No caso de a barragem dispor de um circuito independente para a vazão remanescente, deve ser apresentada sua capacidade de descarga.

II.1.2. REGRA OPERACIONAL DO RESERVATÓRIO

Indicar o uso principal (irrigação, consumo humano, regularização de cheias, etc.) e secundário(s) (produção de energia hidrelétrica, redução das vazões máximas de cheia, usos turísticos e recreativos, etc.).

Indicar os órgãos de operação existentes e suas características: tomada de água, casa de força, etc.

Indicar a vazão mínima remanescente a jusante do aproveitamento, tanto liberações obrigatórias de água nos meses de estiagem ou de elevada pluviosidade quanto seus impactos na produtividade do aproveitamento.

Indicar a possibilidade de utilização da capacidade de armazenamento do reservatório para regularizar as afluições (por exemplo, esvaziar o reservatório na época seca para ganhar capacidade de encaixe na época úmida) e as consequências desse procedimento na produtividade do aproveitamento (por exemplo, na produção de energia).

Indicar o regime de operação do aproveitamento – manual e/ou automático, local e/ou a distância.

Fazer simulações do regime de operação entre as vazões afluentes e os consumos em operação normal.

Apresentar as regras de operação do reservatório.

Exemplo: no caso de tomada de água utilizada para a captação dos caudais para abastecimento de água e turbinamento em que foram consideradas tomadas diferentes em níveis distintos, permitindo a captação em níveis diversos, em função da qualidade da água, problemas de salinização, eutrofização ou nível do reservatório. Nesse caso, a regra de exploração pode ser estabelecida em função dos orifícios da tomada de água que deverão estar abertos ou fechados de acordo com os níveis no reservatório, apresentando um esquema de funcionamento das comportas de tomada, de descarga de fundo e de segurança. Devem ser igualmente indicadas as regras para a troca de tomadas em operação, operações de enchimento dos condutos, condições de funcionamento das comportas, etc.

Inserir a indicação de que as regras de operação devem ser revisadas e modificadas de acordo com a experiência obtida no decurso da operação (pode ser durante a RPSB).

II.2 PLANO DE MANUTENÇÃO

As instruções gerais para elaboração deste tópico estão contidas nas Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens (volume VII do Manual do Empreendedor)

II.2.1. MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS

Definir as regras de manutenção corrente das estruturas, que devem ter, preferencialmente, caráter preventivo, além das ações de manutenção corrente em barragens de aterro.

Indicar o procedimento e a periodicidade das seguintes ações de manutenção corrente:

Talude de montante (rip-rap)	<ul style="list-style-type: none">◦ <i>Arranque ou remoção de vegetação.</i>◦ <i>Recargas e regularização de material de proteção.</i>◦ <i>Substituição de material degradado.</i>
Crista da barragem	<ul style="list-style-type: none">◦ <i>Reparação do pavimento.</i>◦ <i>Reparação do sistema de drenagem.</i>◦ <i>Corte de vegetação.</i>
Talude de jusante e área adjacente	<ul style="list-style-type: none">◦ <i>Corte de vegetação excessiva (por exemplo, antes de cada inspeção de segurança regular).</i>◦ <i>Reposição de vegetação (regiões áridas) ou de outro material.</i>◦ <i>Reparação do sistema de drenagem.</i>◦ <i>Colmatação de tocas e túneis de animais.</i>◦ <i>Vedação à passagem ou pastagem de animais.</i>
Reparação dos acessos aos equipamentos e à instrumentação da barragem	

Ações de manutenção corrente em barragens de concreto

- *Tratamentos pontuais do concreto (fissuras, delaminação ou corrosão).*
- *Tratamento pontual das fundações (furos para tratamentos de injeção ou drenagem).*
- *Substituição de elementos danificados (canaletas de drenagem da crista da barragem, parapeitos, poços, etc.).*
- *Desmatamento das ombreiras e do pé de jusante.*
- *Reparação dos acessos aos equipamentos e à instrumentação da barragem.*

Ações de manutenção corrente em órgãos extravasores

- Limpeza das estruturas dos vertedouros, retirando os materiais arrastados pelo escoamento ou caídos das margens adjacentes (por exemplo, inspecionar a estrutura após cada episódio de descarga intensa e promover a limpeza de imediato).
- Recolocação dos enrocamentos deslocados ou reforço do enrocamento existente na proteção de taludes, como a área lateral dos canais do vertedouro.
- Limpeza da vegetação e tratamento das juntas, para evitar infiltrações nas bacias de dissipação.
- Tratamento de áreas pontuais do concreto com sinais de deterioração ou cavidades.
- Tratamento de fissuras em tubos de arejamento de comportas, para evitar infiltrações.
- Manutenção da drenagem superficial adjacente aos muros laterais do canal do vertedouro.

Ações de manutenção dos instrumentos

Barragens de aterro

Marcos topográficos e de referência	<ul style="list-style-type: none">◦ <u>Pintura e identificação periódica.</u>◦ <u>Limpeza da vegetação em torno do equipamento.</u>◦ <u>Conservação dos acessos.</u>
Placas de recalque	<ul style="list-style-type: none">◦ <u>Verificação do estado de conservação das tampas após cada leitura.</u>◦ <u>Pintura e identificação periódica.</u>
Piezômetros de tubo aberto	<ul style="list-style-type: none">◦ <u>Pintura e identificação periódica da cabeça exterior.</u>
Piezômetros pneumáticos e elétricos e células de pressão total	<ul style="list-style-type: none">◦ <u>Ações de conservação das estruturas das centrais de leitura (drenagem, desumidificação, pinturas) e do acesso.</u>◦ <u>Verificação ou identificação dos cabos ou tubos.</u>
Medidores de vazão	<ul style="list-style-type: none">◦ <u>Limpeza de sedimentos e vegetação.</u>◦ <u>Identificação e pintura.</u>

Barragens de concreto

Marcos topográficos	<ul style="list-style-type: none">◦ <u>Para os marcos de referência, ações de conservação idênticas às dos marcos das barragens de aterro.</u>
Pêndulos diretos e invertidos	<ul style="list-style-type: none">◦ <u>Inspeção.</u>◦ <u>Drenagem de águas de infiltração.</u>◦ <u>Limpeza e proteção contra o enferrujamento das peças fixas.</u>◦ <u>Pintura e substituição de peças metálicas danificadas.</u>
Bases de alongâmetro	<ul style="list-style-type: none">◦ <u>Renovação periódica da massa protetora da tampa do aparelho de leitura.</u>◦ <u>Ações de conservação das tampas.</u>

Instrumentos elétricos ou de corda vibrante embetidos no concreto	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <u>Ações de conservação das centrais de leitura (drenagem, desumidificação, proteção).</u>
Piezômetros de tubo aberto com manômetros	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <u>Limpeza de sedimentos e vegetação.</u> ◦ <u>Identificação e pintura.</u>
Drenos	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <u>Ações de conservação das peças metálicas.</u> ◦ <u>Conservação da identificação de cada piezômetro.</u> ◦ <u>Calibração periódica dos manômetros.</u>
Medidores de vazão parciais	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <u>Ações de conservação idênticas às dos medidores de vazão das barragens de aterro.</u>
Extensômetros	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <u>Ações de conservação das peças de alumínio e tampas.</u> ◦ <u>Identificação das hastes.</u> ◦ <u>Calibração periódica dos relógios comparadores</u>

II.2.2. MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Definir o planejamento de ações sistemáticas de manutenção dos órgãos extravasores e de operação.

Os procedimentos e regras de manutenção de cada equipamento e sua periodicidade devem ser realizados de acordo com o disposto no respectivo Manual de Operação e Manutenção, desenvolvido pelo fornecedor do equipamento.

Esses manuais devem estar no local de utilização e incluir:

Disposições sobre:	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <u>Segurança no trabalho, disponibilização/uso de equipamento pessoal de proteção;</u> ◦ <u>Proteção da saúde e do meio ambiente;</u> ◦ <u>Manuseamento de materiais perigosos.</u>
Organização das equipes de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <u>Instruções de utilização.</u> ◦ <u>Procedimento de comunicação de ocorrências;</u>
Atualização	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <u>Sempre que houver alterações ou substituição de equipamentos ou componentes.</u>

Inserir cronograma de testes de equipamentos hidráulicos, elétricos e mecânicos.

II.3 PLANEJAMENTO DAS INSPEÇÕES

As instruções gerais para planejamento e execução das inspeções encontram-se no Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem (volume II do Manual do Empreendedor).

II.3.1. PERIODICIDADE

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

Apresenta-se, no Quadro 1, uma proposta baseada no art. 4º da Resolução ANA nº 742, de 17 de outubro de 2011.

Quadro 1 – Periodicidade de inspeções de segurança regulares.

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

Observação: utilizar a classificação declarada no volume I.

II.3.2. RECURSOS NECESSÁRIOS

Na inspeção de segurança regular, a equipe deve ser portadora dos seguintes equipamentos:

- *nível;*
- *martelo de geólogo;*
- *canivete;*
- *corda;*
- *binóculo;*
- *lanterna;*
- *trado para colher amostras;*
- *sacos para amostras;*
- *medidor do nível de água nos piezômetros;*
- *câmara de vídeo;*
- *trena (2 a 5 m);*
- *máquina fotográfica;*
- *caderno de apontamentos e caneta;*
- *aparelho de Global Positioning System (GPS);*
- *caixa de primeiros socorros;*
- *fissurômetro (inserção: contribuição 53);*
- *Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) e Coletivos (EPCs) (inserção: contribuição 53);*
- *ficha de todos os componentes da barragem para preenchimento em campo.*

Ver modelo das fichas e descrição dos campos no Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem (volume II do Manual do Empreendedor).

II.3.3 ROTEIRO DAS INSPEÇÕES

A inspeção no campo tem por objetivo identificar as situações que podem afetar a segurança da barragem. Assim, é importante observar todas as suas zonas, 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.

II.4 PLANO DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

As instruções gerais para o Plano de Monitoramento e Instrumentação encontram-se nas Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens (volume VII do Manual do Empreendedor) e nas Diretrizes para a Elaboração de Projetos de Barragens (volume V do Manual do Empreendedor).

II.4.1. ATUALIZAÇÕES

Registrar as atualizações do Plano de Monitoramento e Instrumentação, pelo menos as seguintes:

- *projeto executivo;*
- *projeto “como construído” (final da construção);*
- *no fim do primeiro enchimento do reservatório;*
- *nas RPSBs.*

II.4.2. GRANDEZAS A MONITORAR E INSTRUMENTOS

Definir as grandezas a monitorar, atendendo ao tipo e características das estruturas, condicionantes geológico-geotécnicos e etapas construtivas.

Definir os instrumentos a instalar ou indicar os instalados, incluindo memória descritiva, desenhos de planta, vistas e seções transversais, com localização exata de cada instrumento e detalhes da instalação.

II.4.3. ESPECIFICAÇÕES DOS INSTRUMENTOS

Incluir as especificações técnicas dos instrumentos a instalar ou instalados e equipamentos de leitura e de transmissão de dados.

Especificar os cuidados a tomar na instalação.

Especificar os dados e requisitos para calibração de cada instrumento.

II.4.4. LEITURAS E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Para cada tipo de instrumento, especificar a metodologia de leitura, processamento e registro dos dados.

Destacar o registro da leitura inicial de cada instrumento.

Apresentar a frequência de leitura de cada instrumento.

Apresentar, sempre que possível, valores de referência para futuras medições, assim como faixas normais de operação e níveis de alarme.

Indicar, sempre que possível, os valores para os quais uma revisão detalhada das leituras é necessária.

Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens

VOLUME III

REGISTROS E CONTROLES

Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem

III - REGISTROS E CONTROLES

III.1 Registro de Operação

As instruções gerais para elaboração desta seção estão contidas nas Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens (volume VII do Manual do Empreendedor)

III.1.1. DADOS DE NÍVEIS NO RESERVATÓRIO E FLUXOS AFLUENTES E EFLUENTES

Registrar esses dados de forma sistematizada e ordenada.

É importante arquivar os registros mais antigos, para que possam ser consultados no futuro.

III.1.2. MANOBRAS DOS ÓRGÃOS EXTRAVASORES

Registrar esses dados de forma sistematizada e ordenada.

III.1.3. OCORRÊNCIAS SIGNIFICATIVAS SOBRE A SEGURANÇA DA BARRAGEM

Registrar essas ocorrências de forma sistematizada e ordenada.

III.1.4. OCORRÊNCIAS SIGNIFICATIVAS DA OPERAÇÃO DOS ÓRGÃOS EXTRAVASORES

Registrar essas ocorrências de forma sistematizada e ordenada.

III.1.5. RELATÓRIOS DE OPERAÇÃO

Anexar os relatórios (fotográficos) contendo as informações relevantes referentes à operação da barragem.

III.1.6. OUTROS REGISTROS

Inserir qualquer outro registro relevante referente à operação da barragem.

III.2 REGISTROS DE MANUTENÇÃO

As instruções gerais para elaboração desta seção estão contidas nas Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens (volume VII do Manual do Empreendedor).

III.2.1. RELATÓRIOS DAS AÇÕES DE MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS

Anexar os relatórios (fotográficos) contendo as informações relevantes referentes à manutenção das estruturas.

III.2.2. RELATÓRIOS SUCINTOS DAS MODIFICAÇÕES EFETUADAS NO ÂMBITO DE AÇÕES DE MANUTENÇÃO

Anexar.

III.2.3. RELATÓRIOS DO COMPORTAMENTO DOS EQUIPAMENTOS, INCLUSIVE RELATO DE AVARIAS

Anexar.

III.2.4. RELATÓRIOS DE ALTERAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Anexar.

III.2.5. REGISTROS DOS TESTES DE EQUIPAMENTOS

Anexar.

III.3 REGISTROS DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

As instruções gerais para elaboração desta seção estão contidas nas Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens (volume VII do Manual do Empreendedor).

III.3.1. MONITORAMENTO DAS LEITURAS

Inserir sistematicamente o registro das leituras, devidamente validadas, de todos os instrumentos.

III.3.2. FICHAS E RELATÓRIOS DE INSPEÇÃO

Inserir as fichas e/ou extrato de inspeção, bem como os respectivos relatórios, conforme os modelos a seguir.

MODELOS DE FICHA DE INSPEÇÃO

As inspeções devem ser realizadas com o auxílio de uma ficha de inspeção, contemplando 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.

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:m
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.

Ver modelo das fichas e descrição dos campos no Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem (Volume II do Manual do Empreendedor). Segue abaixo um exemplo.

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/afundamentos (recalques)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Defeitos na drenagem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Defeitos no meio-fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Formigueiro, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Desalinhamento do meio-fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Depressões devido à falta de 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.

Observação: foi apresentada somente uma ficha, entre várias possíveis, a título de exemplo.

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR

inserir fotografia ilustrativa da barragem

BARRAGEM _____ (*inserir nome da barragem*)

RELATÓRIO DA _____ª (*inserir número da inspeção*) INSPEÇÃO DE
SEGURANÇA REGULAR DA BARRAGEM

LOCAL/ESTADO

DATA DO RELATÓRIO

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO

- 1.1 OBJETIVO
- 1.2 DADOS DA BARRAGEM
- 1.3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
- 1.4 HISTÓRICO

2 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS

3 COMENTÁRIOS COMPLEMENTARES E AÇÕES NECESSÁRIAS

4 AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM

5 CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E AÇÕES A IMPLEMENTAR PELO EMPREENDEDOR

6 ANEXOS

- 6.1 ANEXO I - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO
- 6.2 ANEXO II - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

1. APRESENTAÇÃO

1.1 OBJETIVO

O presente relatório tem por objetivo apresentar os resultados da ____ª inspeção de segurança regular da barragem _____ (*citar o nome da barragem*), sob a responsabilidade do empreendedor. Essa inspeção foi realizada em _____ (*DD/MM/AAAA*).

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.

A inspeção foi realizada visando à constatação do comportamento do empreendimento após o período ____ (*por exemplo, chuvoso ou seco*) e da implementação das providências corretivas das anomalias identificadas, conforme orientação constante na inspeção anterior, realizada em _____ (*DD/MM/AAAA*), referente ao período _____ (*por exemplo, chuvoso ou seco*).

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

A presente inspeção regular da barragem _____ (*citar o nome da barragem*), que corresponde ao _____ (*1ª ou 2ª*) ciclo de inspeções, foi realizada em _____ (*DD/MM/AAAA*), sob responsabilidade do engenheiro _____ (*nome do engenheiro que faz a inspeção*).

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 do volume II do Manual do Empreendedor, 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.

Os comentários e recomendações efetuados se referem à avaliação da situação atual, em face das observações constatadas nesta vistoria e daquelas que foram sugeridas na ocasião do relatório de inspeção regular da barragem anterior.

Deve-se também pronunciar sobre a avaliação de anomalias: situação, classificação da sua magnitude e nível de perigo (ver item 3.4 do volume II do Manual do Empreendedor).

FICHA PARA INSPEÇÃO REGULAR DE BARRAGEM

Inserir ficha da inspeção regular, conforme Anexo 1 do volume II do Manual do Empreendedor, 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. AVALIAÇÃO 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 do volume II do Manual do Empreendedor, 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.

Após a realização da presente inspeção e a análise das anomalias encontradas e registradas na ficha de inspeção, registro que o nível de perigo da barragem _____
(*inserir nome da barragem*) deve ser classificado como _____ *NENHUM (0)/*
ATENÇÃO (1)/ALERTA (2) ou EMERGÊNCIA (3).

(*no caso de a ANA ser a entidade fiscalizadora*) Para acompanhamento da evolução das anomalias e das providências e recomendações apontadas, recomenda-se que a próxima inspeção seja realizada no ____ ciclo (*1º ou 2º*) de ____ (*ano*), de acordo com o que estabelece a Resolução ANA nº 742/2011.

5. CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E AÇÕES A SER IMPLEMENTADAS PELO EMPREENDEDOR

Com base nesta inspeção, realizada em _____ (DD/MM/AAAA), conclui-se que o comportamento da barragem quanto à segurança é _____.

As recomendações feitas quando da inspeção anterior, realizada em _____ (DD/MM/AAAA), foram implementadas de forma _____ (comentar sobre a eficácia da implementação das ações).

As anomalias detectadas nesta inspeção, conforme observado na ficha de inspeção regular de barragem, _____ (inserir comentário geral sobre as anomalias).

Na sequência, são apresentadas as recomendações indicadas que necessitam de atenção especial e as possíveis consequências do seu não cumprimento:

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.

1) _____ (identificar o local da anomalia)

Descrição da ação:

Prazo:

Possíveis consequências da não implementação da ação:

2) _____ (identificar o local da anomalia)

Descrição da ação:

Prazo:

Possíveis consequências da não implementação da ação:

(inserir local e data)

RESPONSÁVEL TÉCNICO

CREA nº _____/(UF)

Ciente,

RESPONSÁVEL LEGAL

VOLUME IV

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)

Nome do Empreendedor e Logo do Empreendedor

BARRAGEM _____

Algumas informações podem ser as mesmas constantes no volume I, porém o PAE deve conter todas as informações gerais da barragem, uma vez que será distribuído para as autoridades competentes.

As instruções gerais para elaboração deste volume estão contidas no Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência (PAEs) (volume IV do Manual do Empreendedor).

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)

COORDENADOR DO PAE: (nome)

Fotografia ilustrativa do aproveitamento e/ou da barragem, de preferência em tomada aérea.

Entidade fiscalizadora: _____

Documento nº: _____ Revisão nº: ____ - _____

Responsável pela elaboração: _____

Local: (Município, UF)

Data: (DD/MM/AAAA)

RESUMO

Este documento apresenta um modelo de PAE, com seu conteúdo e organização, à luz do pretendido e do disposto na legislação brasileira de segurança de barragens. O modelo considerou as boas práticas existentes no domínio do planejamento de emergência em barragens e pode ser adotado pelos empreendedores como base para a elaboração dos seus respectivos PAEs.

SUMÁRIO

Item	Descrição		Página
SEÇÃO I	INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM		
I.1	APRESENTAÇÃO DO PAE		
I.2	OBJETIVO DO PAE		
I.3	IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, COORDENADOR DO PAE E ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO		
I.4	DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS I.4.1 Identificação e localização da barragem I.4.2 Descrição geral da barragem I.4.3 Características hidrológicas, geológicas e sísmicas I.4.4 Reservatório I.4.5 Órgãos extravasores I.4.6 Instrumentação I.4.7 Acessos à barragem		
I.5	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS DA BARRAGEM I.5.1 Sistemas de iluminação e alimentação de energia I.5.2 Sala de emergência I.5.3 Recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência		
SEÇÃO II	DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA		
II.1	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES		
II.2	AÇÕES ESPERADAS		
SEÇÃO III	PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA		
III.1	OBJETIVO		
III.2	NOTIFICAÇÃO		
III.3	SISTEMA DE ALERTA		
III.4	FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO		

SEÇÃO IV	RESPONSABILIDADES GERAIS		
IV.1	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR		
IV.2	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE		
IV.3	RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA		
IV.4	SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL		
SEÇÃO V	SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E RESPECTIVOS MAPAS		
V.1	MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA		
V.2	CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA		
V.3	VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS V.3.1 Resultados e mapa de inundação V.3.2 Caracterização do vale a jusante V.3.3 Caracterização da ZAS		
	ANEXOS		
VI	ANEXO 1 – PLANO DE TREINAMENTO DO PAE		
VII	ANEXO 2 – MEIOS E RECURSOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
VIII	ANEXO 3 – MODELOS DE FORMULÁRIOS Formulário de declaração de início da emergência Formulário de declaração de encerramento da emergência Formulário de mensagem de notificação		
IX	ANEXO 4 – COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS		

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Barragem _____ – localização.	84
Figura 2 – Barragem _____ – planta geral.	86
Figura 3 – Barragem _____ – seções principais.	86
Figura 4 – Barragem _____ – curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados do reservatório.	89
Figura 5 – Barragem _____ – curvas de vazão do vertedouro.	90
Figura 6 – Barragem de _____ – acessos.	91
Figura 7 – ZAS da barragem _____ – localização das sirenes.	107
Figura 8 – Fluxograma de notificação	108
Figura 9 – Ações a ser implementadas pelo coordenador do PAE.	110
Figura 10 – Organização da barragem.	111
Figura 11 – Organização esquemática do SINPDEC.	112
Figura 12 – Mapa de inundação.	114

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Folha de atualização do PAE.	80
Quadro 2 – Lista de contatos do PAE.	82
Quadro 3 – Relação das entidades que receberam cópia do PAE.	83
Quadro 4 – Principais características da barragem (<i>denominação oficial</i>).	87
Quadro 5 – Características da cheia de ruptura – cenário _____.	113
Quadro 6 – Lista de recursos materiais renováveis da barragem _____.	117
Quadro 7 – Lista de recursos mobilizáveis da barragem _____.	118
Quadro 8 – Características das infraestruturas localizadas na ZAS da barragem _____.	122
Quadro 9 – Características das edificações localizadas na ZAS da barragem de _____.	122

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala na barragem (<i>denominação oficial</i>).	94
Tabela 2 – Classificação do nível de resposta – indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual na barragem (<i>denominação oficial</i>).	96
Tabela 3 – Classificação do nível de resposta – indicadores qualitativos detectáveis pela exploração do sistema de observação na barragem (<i>denominação oficial</i>).	98
Tabela 4 – Indicadores quantitativos associados à instrumentação na barragem (<i>denominação oficial</i>).	100
Tabela 5 – Nível de resposta verde – ações de resposta a ser implementadas pelo coordenador do PAE.	101
Tabela 6 – Nível de resposta amarelo – ações de resposta a ser implementadas pelo coordenador do PAE.	102
Tabela 7 – Nível de resposta laranja – ações de resposta a ser implementadas pelo coordenador do PAE.	103
Tabela 8 – Nível de resposta vermelho – ações de resposta a ser implementadas pelo coordenador do PAE.	104

SEÇÃO I - INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

I.1 APRESENTAÇÃO DO PAE

A barragem foi classificada, com base na categoria de risco e de dano potencial associado, como sendo de classe A. Assim, o presente PAE é um documento formal em que estão estabelecidas as ações a ser executadas em caso de situação de emergência, bem como identificados os agentes a ser notificados dessa ocorrência (art. 12 da Lei nº 12.334/2010).

O PAE da barragem está dividido nas cinco seguintes seções:

- Seção 1: apresenta informações gerais sobre o PAE e a caracterização da barragem.
- Seção 2: define critérios para identificação de anomalias ou condições potenciais de ruptura da barragem, bem como os procedimentos preventivos e corretivos a ser adotados em situações de emergência.
- Seção 3: apresenta os procedimentos de notificação e o sistema de alerta necessários para comunicar às entidades intervenientes na gestão de emergências e desencadear o aviso à população.
- Seção 4: inclui a definição da cadeia de decisão e a identificação dos principais intervenientes no processo de gestão da emergência.
- Seção 5: caracteriza a cheia induzida pela ruptura de barragem, incluindo os mapas de inundação e o correspondente zoneamento de risco no vale a jusante.

Contém, ainda, os quatro seguintes anexos:

- Anexo 1 – Plano de Treinamento do PAE;
- Anexo 2 – Meios e recursos em situação de emergência;
- Anexo 3 – Modelos de formulários;
- Anexo 4 – Coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS.

O presente PAE deverá ser atualizado anualmente, incluindo as novas informações e excluindo os dados desatualizados e/ou incorretos (Quadro 1). As folhas corrigidas deverão ser anotadas adequadamente em seu rodapé e suas cópias, distribuídas para todas as pessoas que participarem do PAE e tiverem em seu poder uma cópia para uso.

Quadro 1 – Folha de atualização do PAE.

PAE DA BARRAGEM _____				
Atualização	Data	Descrição	Elaborado	Aprovado

I.2 OBJETIVO DO PAE

O PAE da barragem contempla: (i) identificação e análise das possíveis situações de emergência; (ii) procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da barragem; (iii) procedimentos preventivos e corretivos a ser adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação; (iv) estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência (art. 12º da Lei nº 12.334/2010). Nele, também está definida a Zona de Autossalvamento (ZAS), ou seja, a região a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente.

O PAE é um documento que deve ser adaptado à fase de vida da obra, às circunstâncias de operação e às condições de segurança. É, por isso, um documento datado que deve ser periodicamente revisado, sempre que houver lugar a alterações dos dados dos intervenientes e, ainda, na sequência da realização de exercícios de teste ou da ocorrência de situações de emergência que justifiquem sua alteração.

Seu treinamento e divulgação processam-se por meio da realização de ensaios e exercícios de simulação, bem como de ações de sensibilização da população, como descrito no Anexo 1.

I.3 IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, COORDENADOR DO PAE E ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Os contatos para notificação de entidades com responsabilidades instituídas, em particular, do empreendedor, do coordenador do PAE e do sistema de defesa civil, são apresentados no Quadro 2 e no fluxograma de notificação que consta na Figura 8.

Quadro 2 – Lista de contatos do PAE.

PAE DA BARRAGEM _____		
EMPREENDEDOR	Nome: Fone: Celular:	
COORDENADOR DO PAE	Nome: Fone: Celular:	
SUBSTITUTO DO COORDENADOR DO PAE	Nome: Fone: Celular:	
ENCARREGADO	Nome: Fone: Celular:	
ENTIDADE FISCALIZADORA	Nome:	Nome do contato: Fone: Celular:
BARRAGENS NO CURSO D'ÁGUA	Montante	Nome do contato: Fone: Celular:
	Jusante	Nome do contato: Fone: Celular:
AUTORIDADES E SISTEMA DE DEFESA CIVIL	Comissão Municipal de Defesa Civil do Município de	Nome do contato: Fone: Celular:
	Prefeitura Municipal de	Nome do contato: Fone: Celular:
	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de	Nome do contato: Fone: Celular:
	Gabinete do governador de estado	Nome do contato: Fone: Celular:
	Centro Nacional de Administração de Desastres (Cenad)	Nome do contato: Fone: Celular:

OUTRAS AGÊNCIAS	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Nome do contato: Fone: Celular:
	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden)	Nome do contato: Fone: Celular:
	Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet)	Nome do contato: Fone: Celular:
VALE A JUSANTE	Associação de moradores	Nome do contato: Fone: Celular:
	Empresa/indústria	Nome do contato: Fone: Celular:

A implementação eficaz de um PAE exige que os documentos-base sejam controlados, com a distribuição de cópias restrita às entidades com responsabilidades instituídas, garantindo o conhecimento e a utilização de planos sempre atualizados. Assim, deve estar identificada a relação das entidades que receberam cópia do PAE (Quadro 3).

Quadro 3 – Relação das entidades que receberam cópia do PAE.

PAE DA BARRAGEM _____	
Entidade	Nº de cópias
Entidade fiscalizadora (ANA, Aneel, DNPM, Ibama, outros)	
Barragem a montante de _____	
Barragem a jusante de _____	
Comissão Municipal de Defesa Civil do Município de _____	
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de _____	
Cenad	
INPE (informação meteorológica)	
Cemaden (informação meteorológica)	
Inmet (informação meteorológica)	

I.4 DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

I.4.1. Identificação e localização da barragem

A barragem (*denominação oficial*), do empreendedor _____, está localizada (*identificar o rio, a unidade da Federação e o município*). As respectivas coordenadas são: _____ Norte e _____ Leste.

A montante da barragem (*denominação oficial*), existem as seguintes barragens: barragem (*denominação oficial*), situada a _____ km.

A jusante da barragem (*denominação oficial*), existem as seguintes barragens: barragem (*denominação oficial*), situada a _____ km.

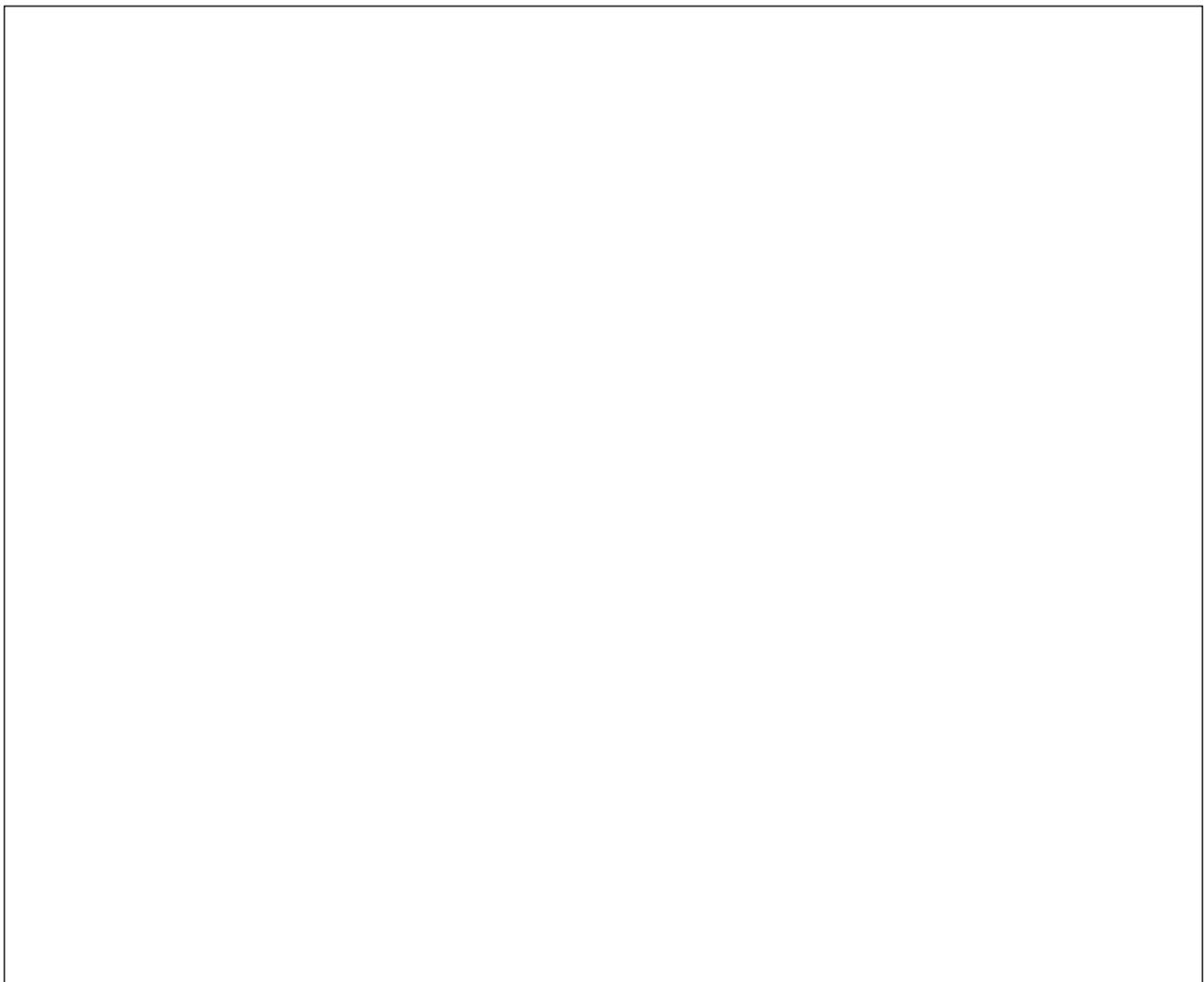


Figura 1 – Barragem _____ – localização.

1.4.2. Descrição geral da barragem

A barragem (*denominação oficial*) apresenta as seguintes características principais: (*apresentar tipo da barragem, altura, capacidade de armazenamento total e útil, desenvolvimento da crista, inclinação dos taludes, cotas características – crista, nível superior das comportas, fundação, galerias –, volumes – de escavação, concreto no corpo da barragem –, data de construção, utilizações a que se destina, etc. – Quadro 4*).

Em particular, é constituída por (*seguindo da margem direita para a margem esquerda*):

-
-
-
-

Adicionalmente, existem:

- Estruturas principais:
- Estruturas complementares:
.....
.....

A barragem (*denominação oficial*) é uma estrutura (*descrever o tipo*), com altura máxima de _____ m e aproximadamente _____ m de extensão (*pelo eixo*), com crista na elevação de _____.

A seguir, apresentam-se figuras ilustrativas simplificadas (ou fotos). Nos Anexos _____ (*informar*), estão incluídos desenhos oficiais, mostrando a situação “como construída” (planta, seções, detalhes, etc.).

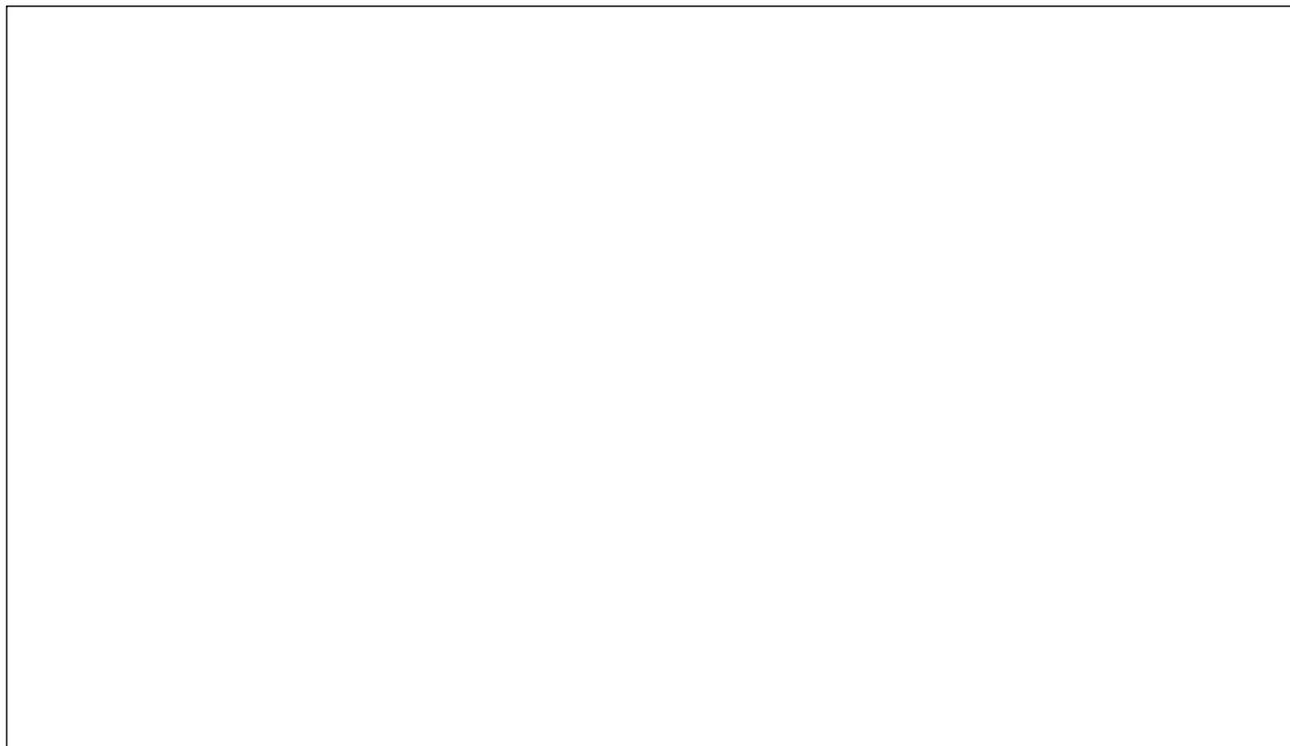


Figura 2 – Barragem _____ – planta geral.

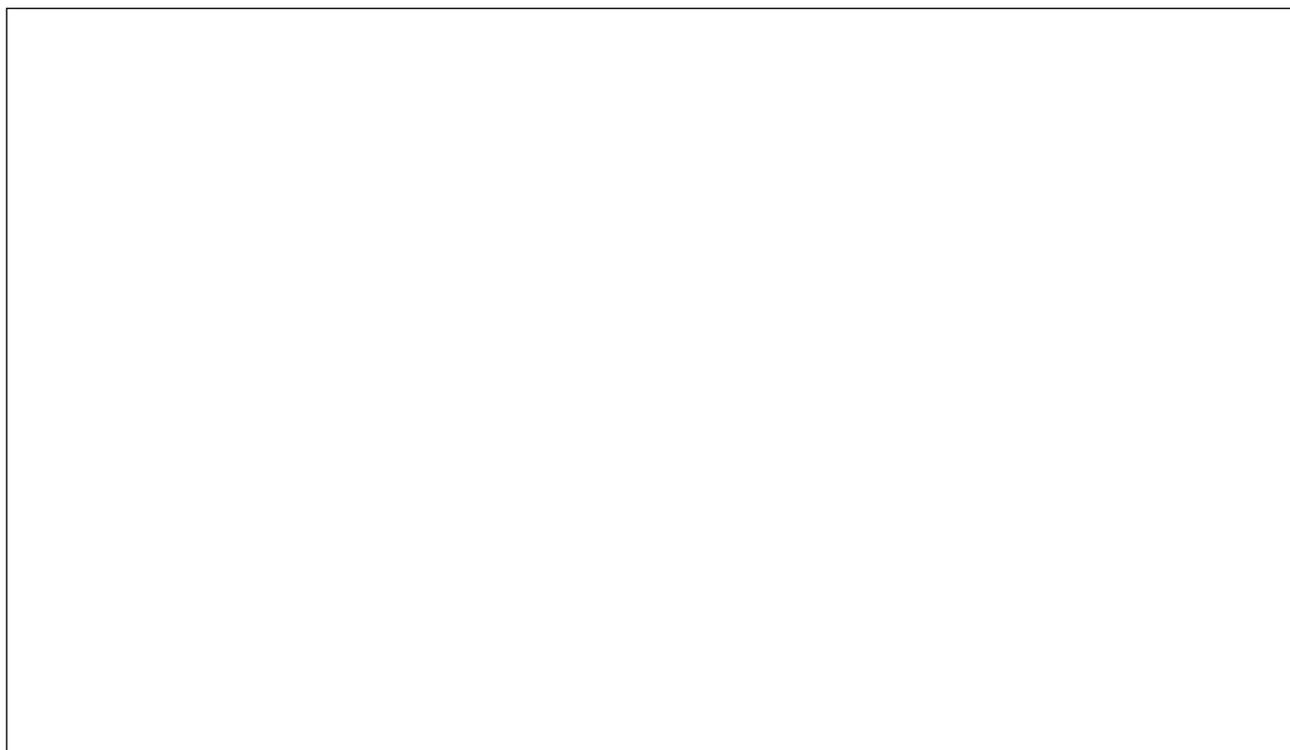


Figura 3 – Barragem _____ – seções principais.

Quadro 4 – Principais características da barragem (*denominação oficial*).

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM	
Denominação oficial	
Empreendedor	
Entidade fiscalizadora	
LOCALIZAÇÃO	
Rio	
Município	
Unidade da Federação	
Coordenadas Norte e Leste	
Existência de barragens a montante e a jusante	
BARRAGEM	
Tipo	
Altura máxima acima da fundação	
Cota do coroamento	
Comprimento do coroamento	
Largura do coroamento	
Inclinação do paramento de montante	
Inclinação do paramento de jusante	
BACIA HIDROGRÁFICA	
Área	
Precipitação média na bacia	
Volume anual médio afluente	
Vazões máximas	
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS REGIONAIS	
Fundação	
Suscetibilidade a escorregamento de taludes do reservatório	
Sismicidade potencial	
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	
Nível Máximo Normal (NMN)	
Nível Máximo <i>Maximorum</i> (NMM)	
Nível de máxima cheia (T = 1.000 anos)	
RESERVATÓRIO	
Capacidade total	
Capacidade útil	
Área inundada (NMN)	
Tempo de esvaziamento	
EXTRAVASOR DE CHEIAS	
Localização	
Tipo	

Descrição da entrada	
Descrição do canal	
Comprimento	
Largura (na seção constante)	
Modalidade de dissipação de energia	
Comprimento	
Largura	
DESCARREGADOR DE FUNDO	
Solução	
Localização	
Vazão (sob o NMN)	
Cota da soleira à entrada	
Comprimento da conduta	
Tipos de comporta	
Comprimento da bacia de dissipação	
Fonte alternativa de energia	
Possibilidade de manobra manual	
Comando a distância	
TOMADA DE ÁGUA	
Solução	
Localização	
Comprimento	
Controle à entrada	
Controle à saída	
Cotas das tomadas de água à entrada	
Fonte alternativa de energia	
Possibilidade de manobra manual	
Comando a distância	

I.4.3. Características hidrológicas, geológicas e sísmicas

Descrever a bacia hidrográfica (área, perímetro, etc.) e definir características meteorológicas e hidrométricas (por exemplo, precipitação média na bacia, vazão média anual, vazões de cheia). Apresentar figuras dos hidrogramas das cheias de projeto afluente e efluente e referir os sismos de projeto.

Descrever as características geológicas da fundação da barragem e a suscetibilidade a escorregamentos de taludes do reservatório.

I.4.4. Reservatório

Nesta seção, deve ser feita uma descrição geral do reservatório, como também apresentadas as cotas características de exploração, nomeadamente: NMN, NMM, NMO, etc.

Devem ser apresentadas as curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados do reservatório.

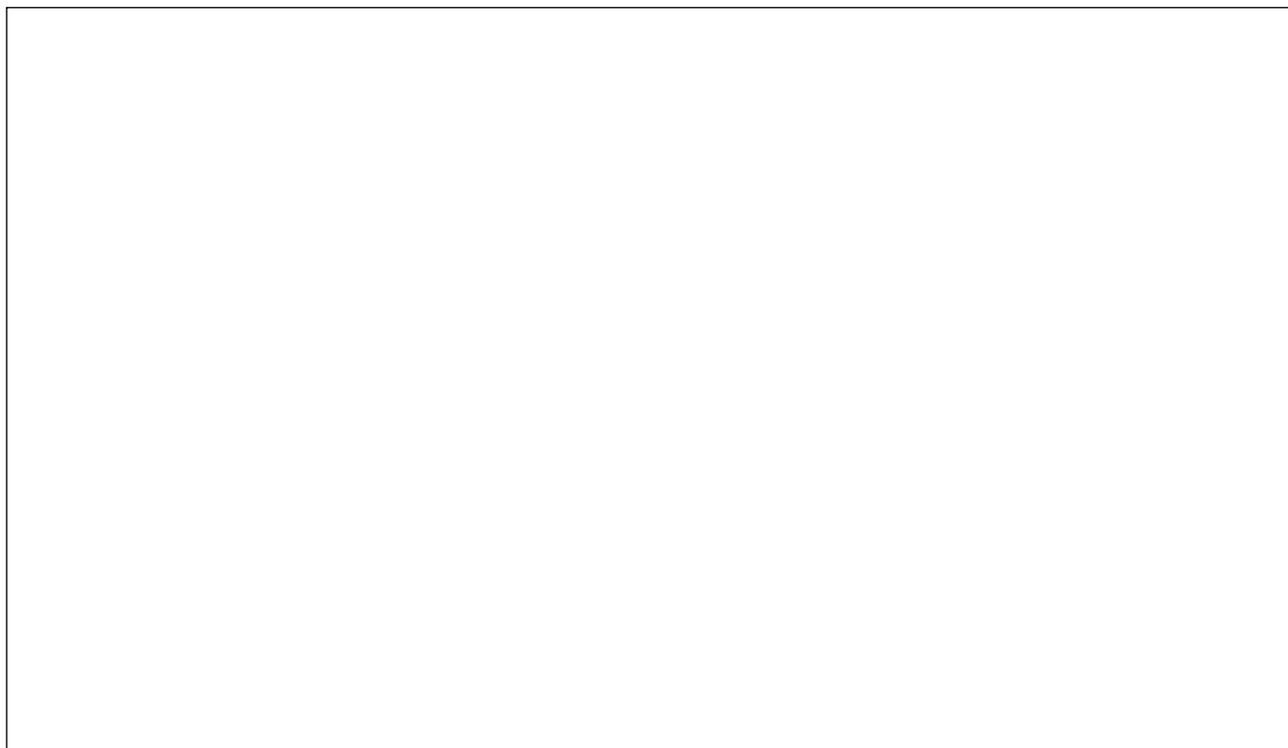


Figura 4 – Barragem _____ – curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados do reservatório.

I.4.5. Órgãos extravasores

Descrever o vertedouro de superfície (ou o sangradouro) e o descarregador de fundo (se existente), explicitando: a localização, o tipo de vertedouro, a modalidade de dissipação de energia, o número de vãos, as cotas (da soleira vertente, superior das comportas), a capacidade máxima de descarga (e o período de retorno – bimilenar, decamilenar, cheia máxima provável – PMF, etc.).

Caracterizar as comportas (tipo, altura, largura, raios) e identificar a localização do posto de manobra dos equipamentos.

Apresentar as curvas de vazão dos órgãos extravasores.

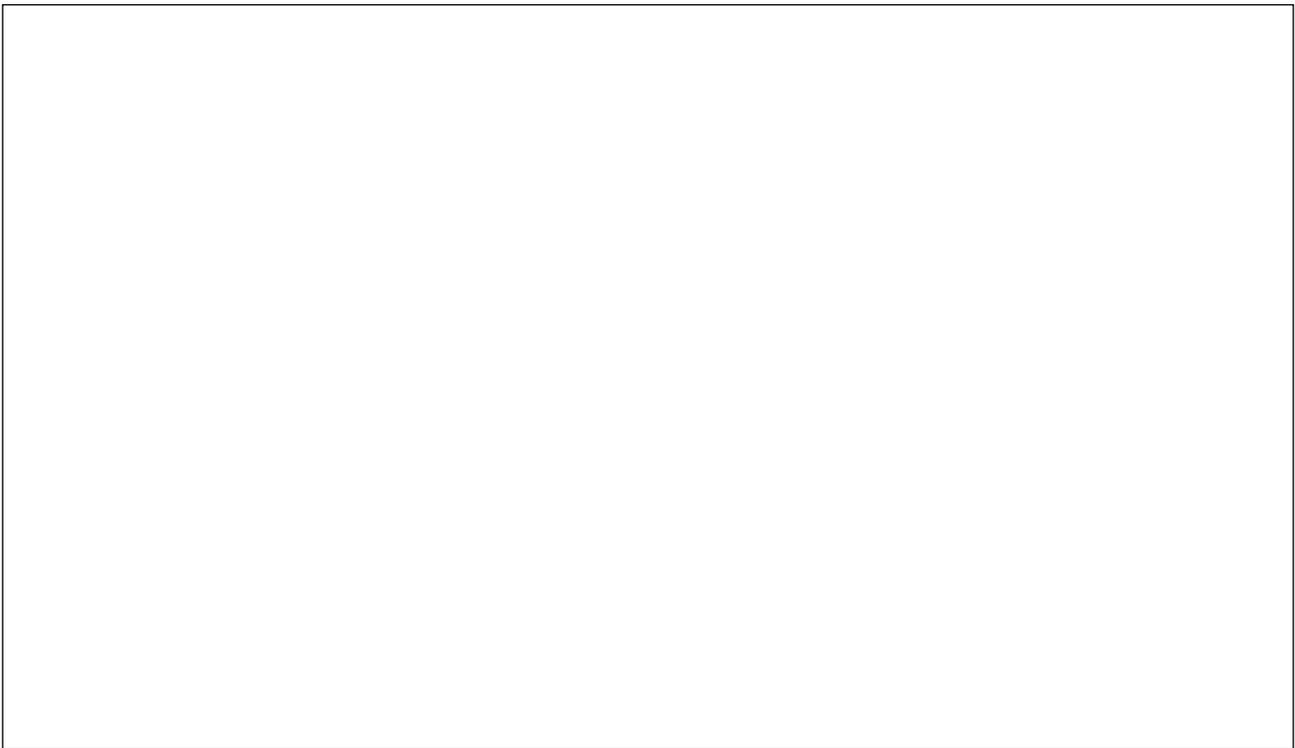


Figura 5 – Barragem _____ – curvas de vazão do vertedouro.

1.4.6. Instrumentação

Descrever a instrumentação para controle da segurança estrutural da barragem, apresentando planta e detalhes da sua localização.

1.4.7. Acessos à barragem

O acesso principal à barragem é feito por meio da estrada municipal, em continuação à rodovia ____, no sentido da cidade de ____ à cidade de ____, na altura do ____ km.

A distância entre a cidade de ____ e a barragem ____ é de aproximadamente ____ km, pela rodovia ____, estando boa parte em condições (*descrever condições*)

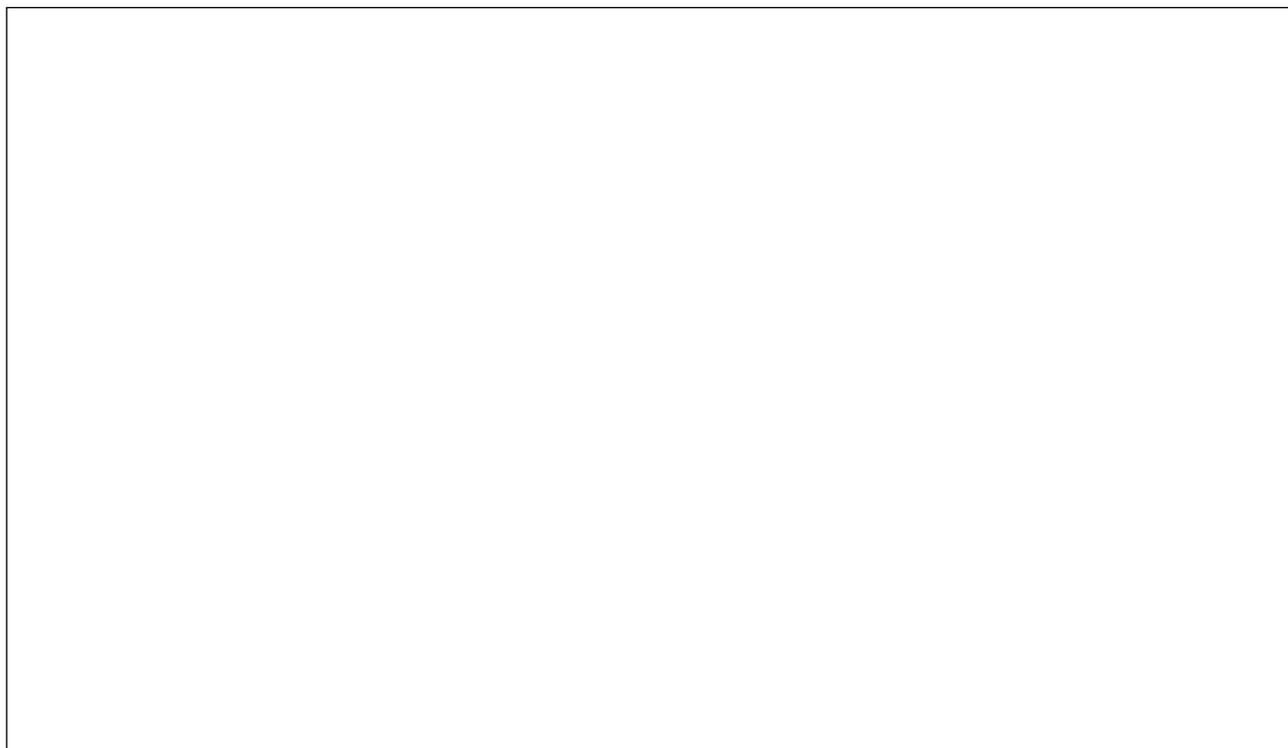


Figura 6 – Barragem de _____ – acessos.

I.5 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM

I.5.1. Introdução

Para enfrentar situações de emergência, devem existir recursos materiais fixos e mobilizáveis, com destaque para os meios de comunicação, fornecimento de energia, transporte e outros. Esses recursos são necessários para um atendimento imediato e provisório em condições de emergência que estejam se iniciando, ganhando tempo até a chegada de equipe, equipamentos e materiais para uma ação mais completa sobre o evento.

I.5.2. Sistemas de iluminação e alimentação de energia

Identificar e caracterizar os regimes de serviço de alimentação de energia existentes na barragem, especificamente, se possui sistema de comutação normal/recurso, permitindo selecionar a alimentação elétrica a partir da rede ou do gerador de emergência.

Descrever os sistemas de iluminação, mencionando se existe iluminação do aproveitamento e se esta abrange as galerias, a crista e o paramento de jusante da barragem. Essa iluminação é um recurso importante em situação de emergência, devendo ser esclarecido se o aproveitamento possui sistema de comutação normal/recurso, permitindo selecionar a alimentação elétrica a partir da rede ou do gerador de emergência.

I.5.3. Sala de emergência

Identificar a localização da sala de emergência e descrever os sistemas nela existentes, como, por exemplo, interfaces de comunicação com os sistemas de notificação e de alerta, sistema de controle dos órgãos extravasores, etc.

I.5.4. Recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência

No que diz respeito aos recursos materiais mobilizáveis para responder a emergências, identificar: (i) equipamento diverso (gruas, caminhões, retroescavadeiras); (ii) meios de transporte terrestres disponíveis para as operações de alerta na ZAS, em complemento ao sistema de alerta fixo; (iii) meios de transporte fluviais; (iv) equipamento de segurança (com destaque para grupos eletrogêneos móveis, projetores e material de iluminação, meios portáteis de emissão em alta voz, bem como meios de comunicação suplementares).

No que diz respeito aos recursos materiais renováveis, identificar material diverso de manutenção e reparação.

Apresentar uma lista com os meios e recursos disponíveis (vide exemplos no Anexo 2), como também identificar as zonas próximas em que é possível obter recursos; por exemplo, os municípios que podem providenciar, numa situação de acidente, mão de obra, equipamento e materiais.

SEÇÃO II - DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA

II.1 CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

A classificação do nível de resposta deve ser feita em quatro níveis, de acordo com a descrição das características gerais de cada situação de emergência em potencial da barragem:

Nível de resposta 0	normal (verde): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem sua segurança, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo.
Nível de resposta 1	atenção (amarelo): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem sua segurança no curto prazo, mas devem ser controladas, monitoradas ou reparadas.
Nível de resposta 2	alerta (laranja): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representam risco à sua segurança no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema.
Nível de resposta 3	emergência (vermelho): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representam risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem.

A classificação do nível de resposta é feita com base na observação ou inspeção dos diferentes componentes da obra (permitindo a detecção de “sinais” – indicadores qualitativos – de eventuais anomalias de comportamento) e/ou na análise dos resultados da exploração da instrumentação (baseando-se na definição de bandas de variação para grandezas observadas consideradas representativas do estado da obra – indicadores quantitativos).

Desenvolver quadros para classificação do nível de resposta para a barragem, com base em indicadores qualitativos e quantitativos (vide exemplos nas Tabelas 1 a 4).

Tabela 1 – Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala na barragem (*denominação oficial*).

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Cheias	<ul style="list-style-type: none"> Aumento excessivo do nível de água no reservatório; Galgamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis do reservatório e escoamento afluente (vide Quadro 12).
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura da barragem. Inoperacionalidade dos órgãos extravasores; Perda de borda livre; Deslizamento nos taludes da barragem; Deslizamento de encostas. 	<ul style="list-style-type: none"> Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos (vide Quadro 12).
Ruptura de barragem a montante	<ul style="list-style-type: none"> Sem galgamento da estrutura em análise. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/amarelo.
	<ul style="list-style-type: none"> Galgamento da estrutura em análise. 	<ul style="list-style-type: none"> Laranja/vermelho.
Falha de órgãos extravasores ou de equipamento de operação	<ul style="list-style-type: none"> Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório; Redução da capacidade de vazão; Galgamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde (fora da época de cheias); Amarelo/laranja (durante época de cheias ou bacias sujeitas a cheias repentinas); Vermelho (no caso de ocasionar galgamento da estrutura em análise).
Falha dos sistemas de notificação e alerta	<ul style="list-style-type: none"> Impossibilidade de notificação. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/amarelo (fora da época de cheias).
	<ul style="list-style-type: none"> Impossibilidade de alerta. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo/laranja (na época de cheias).
Falha da instrumentação ¹	<ul style="list-style-type: none"> Falta de dados de observação; Dificuldade de avaliar a situação da barragem. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/amarelo.
Anomalias relacionadas com o comportamento estrutural, a fundação e os materiais	<ul style="list-style-type: none"> Fendilhamento, infiltrações no corpo da barragem e fundação e movimentos diferenciais; Fenômenos de deterioração no concreto; Instabilidade estrutural e risco de ruptura; Conjunto de grandezas que se traduzem em efeitos (variação de deslocamentos horizontais e verticais, movimentos de juntas, vazões e subpressões). 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/amarelo/laranja; Indicadores quantitativos, sempre que possível (vide exemplos 6 e 7).
	<ul style="list-style-type: none"> Obstrução dos órgãos extravasores. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo.

¹ De notar que estas tabelas são exemplificativas: Assim, o técnico que está a desenvolver o PAE para uma barragem sem instrumentação não deverá colocar esta linha (mas esta deve aparecer, para o PAE de uma barragem instrumentada).

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Deslizamento de encostas	<ul style="list-style-type: none"> Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento). 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/amarelo.
	<ul style="list-style-type: none"> Galgamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Laranja/vermelho.
Ação criminosa: sabotagem, ameaça de bomba ou ato de guerra	<ul style="list-style-type: none"> Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório; Perda de borda livre e consequente galgamento; Instabilização de taludes. Perigo de instabilidade ou ruptura. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo; Laranja; Vermelho.
Derramamento de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	<ul style="list-style-type: none"> Alteração da qualidade da água; Poluição do ar ou do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde.
Impactos negativos para o ecossistema	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de afetação da qualidade da água. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde.
Incêndios florestais	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de afetar a funcionalidade da barragem. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde.
	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de afetar a segurança da barragem. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo.
Fatores de risco na casa de força, sala de emergência e pontos nevrálgicos	<ul style="list-style-type: none"> Danos pessoais. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde.
Acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo	<ul style="list-style-type: none"> Danos materiais; Eventual impossibilidade de operar a distância órgãos de manobra; Eventual impossibilidade de notificação e de alerta. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde (pode afetar a funcionalidade); Amarelo (pode afetar a segurança).

Tabela 2 – Classificação do nível de resposta – indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual na barragem (*denominação oficial*).

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Reservatório	<ul style="list-style-type: none"> Derramamento de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de afetação da qualidade da água; Possibilidade de poluição do ar ou do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar a origem do derramamento/descarga; Determinar a dimensão e natureza da descarga (por exemplo: diesel, combustível, óleo, lixos, etc.); Avaliar os impactos da descarga; Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental; Estimar o esforço e equipamento necessários para conter os produtos da descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/amarelo.
	<ul style="list-style-type: none"> Impactos negativos para peixes ou vida selvagem 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de afetação da qualidade da água. 	<ul style="list-style-type: none"> Proceder à remoção dos eventuais animais mortos; Identificar a origem dos impactos; Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/amarelo.
	<ul style="list-style-type: none"> Sedimentos afluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Obstrução da entrada da descarga de fundo. 	<ul style="list-style-type: none"> Operação da descarga de fundo; Melhorias no tocante à conservação do solo da bacia hidrográfica; Valas perimetrais no reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo.
	<ul style="list-style-type: none"> Escorregamento de taludes. 	<ul style="list-style-type: none"> Geração de ondas que conduzem a potenciais galgamentos da obra; Obstrução do vertedouro; Obstrução da descarga de fundo/tomada de água. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de estabilização de taludes; Rebaixamento do nível de água no reservatório; Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo/laranja.
	<ul style="list-style-type: none"> Subida do nível de água acima do NMM devido a cheias superiores à cheia de projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> Potencial galgamento da obra. 	<ul style="list-style-type: none"> Rebaixamento do nível de água no reservatório (operação da descarga de fundo). 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo/laranja.
Corpo da barragem	<ul style="list-style-type: none"> Movimentos, fissuras e trincas; Erosões; Zonas úmidas e/ou ressurgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação. 	<ul style="list-style-type: none"> Perda de borda livre; Erosão interna; Instabilidade do corpo do aterro; Instabilidade global aterro-fundação. 	<ul style="list-style-type: none"> Obras de reabilitação a definir consoante o tipo e magnitude do problema (por exemplo: alteamento da crista, rebaixamento da soleira, execução de bermas estabilizadoras e de drenagem a jusante, obras de impermeabilização a montante, etc.); Reforço da observação. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/amarelo/laranja

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Ombreiras da barragem	<ul style="list-style-type: none"> Ressurgências nas ombreiras. 	<ul style="list-style-type: none"> Eventual arrastamento de materiais finos do trecho superficial da fundação, do aterro, do preenchimento de caixas de falha e/ou de fraturas. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante; Observação. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo.
Galeria de tomada de água e descarga de fundo	<ul style="list-style-type: none"> Deterioração das paredes da galeria; Deterioração do conduto; Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água. 	<ul style="list-style-type: none"> Instabilidade estrutural da galeria; Perda de estanqueidade da galeria; Erosão interna do aterro. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria; Reforço estrutural da galeria; Substituição dos trechos de conduto danificados.; Observação. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/ amarelo.
Vertedouro	<ul style="list-style-type: none"> Movimentos, erosões, fissuras, fendas; Deposição de materiais/obturação. 	<ul style="list-style-type: none"> Alterações químicas do concreto; Instabilidade estrutural; Modificação das condições de escoamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de reabilitação; Intervenções de limpeza/reposição das condições de escoamento; Reforço estrutural; Observação. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/ amarelo/ laranja
	<ul style="list-style-type: none"> Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação. 	<ul style="list-style-type: none"> Potencial instabilidade estrutural da bacia; Erosão do pé da barragem. 	<ul style="list-style-type: none"> Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outro tipo de obra; Proteção do pé da barragem; Observação. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo
Instrumentação	<ul style="list-style-type: none"> Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente da instrumentação. 	<ul style="list-style-type: none"> Ocorrência de funcionamentos anômalos do corpo da barragem e/ou fundação associados às grandezas em observação, sem possibilidade de detecção. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de reabilitação e/ou substituição da instrumentação; Reforço da atividade de inspeção de segurança. 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/ amarelo.
Equipamentos hidromecânicos da descarga de fundo	<ul style="list-style-type: none"> Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Impossibilidade de acionar a descarga de fundo para rebaixamento do reservatório em situação de emergência; Impossibilidade de impedir o esvaziamento do reservatório caso a situação ocorra com as comportas em posição de abertura. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de reabilitação e/ou substituição de componentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo

Tabela 3 – Classificação do nível de resposta – indicadores qualitativos detectáveis pela exploração do sistema de observação na barragem (*denominação oficial*).

Dispositivo	Grandeza	Situação	Cenários possíveis de incidentes/acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Piezômetros instalados na fundação	• Níveis piezométricos.	• Incremento/diminuição importante e inesperado dos níveis piezométricos (comparar com os níveis do reservatório, ocorrendo variações recentes e a que taxa).	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação; • Funcionamento deficiente dos filtros/drenos; • Erosão interna; • Instabilidade global aterro-fundação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível do reservatório; • Drenagem; • Tratamento da fundação; • Obras de reabilitação; • Intensificação da observação. 	• Amarelo/laranja.
Piezômetros instalados no aterro	• Níveis piezométricos.	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento/decaimento importante e inesperado dos níveis piezométricos (comparar com os níveis do reservatório, ocorrendo variações recentes e a que taxa); • Níveis hidrostáticos medidos superiores aos calculados nos estudos de percolação do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem; • Funcionamento deficiente dos filtros/drenos; • Erosão interna; • Instabilidade do corpo do aterro; • Instabilidade global aterro-fundação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível do reservatório; • Drenagem; • Obras de reabilitação (por exemplo, aterros de estabilização, obras de drenagem a jusante e obras de impermeabilização a montante); • Intensificação da observação. 	• Amarelo/laranja.
Marcos superficiais	• Movimentos superficiais.	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento importante dos recalques (comparar com os níveis do reservatório, ocorrendo variações recentes e a que taxa, e analisar níveis piezométricos); • Recalques medidos superiores aos estimados no projeto; • Incremento importante dos deslocamentos horizontais (verificar se ocorreram alterações dos níveis do reservatório e a que taxa); • Deslocamentos horizontais medidos superiores aos estimados no projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão interna; • Instabilidade do corpo do aterro; • Instabilidade global aterro-fundação; • Recalques perda de borda livre galgamento erosão externa; • Abatimentos perda de borda livre galgamento erosão externa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível do reservatório; • Obras de reabilitação (por exemplo, bermas estabilizadoras, reposição da cota da crista inicial, alteamento da crista, etc.); • Intensificação da observação. 	• Amarelo/laranja.
Inclinômetros	• Deslocamentos internos horizontais.	• Incremento importante e inesperado dos deslocamentos horizontais internos (comparar com os níveis do reservatório, ocorrendo variações recentes e a que taxa).	<ul style="list-style-type: none"> • Deslocamentos horizontais excessivos. • Instabilidade do corpo do aterro/instabilidade global aterro-fundação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível do reservatório; • Obras de reabilitação; • Intensificação da observação. 	• Amarelo/laranja.
Placas de recalque	• Deslocamentos internos verticais.	• Incremento importante dos deslocamentos verticais internos (comparar com os níveis do reservatório, ocorrendo variações recentes e a que taxa).	<ul style="list-style-type: none"> • Deslocamentos verticais excessivos; • Instabilidade do corpo do aterro/instabilidade global aterro-fundação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível do reservatório; • Obras de reabilitação; • Intensificação da observação. 	• Amarelo/laranja.

Dispositivo	Grandeza	Situação	Cenários possíveis de incidentes/acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Células piezométricas	<ul style="list-style-type: none"> Poropressões. 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento/decaimento importante e inesperado das poropressões (comparar com os níveis do reservatório, ocorrendo variações recentes e a que taxa). 	<ul style="list-style-type: none"> Poropressões excessivas; Percolações preferenciais; Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem; Funcionamento deficiente dos filtros/drenos; Instabilidade do corpo do aterro/instabilidade global aterro-fundação. 	<ul style="list-style-type: none"> Rebaixamento do nível do reservatório; Drenagem; Obras de reabilitação (por exemplo, implementação de obras de drenagem e de proteção, etc.); Intensificação da observação. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo/laranja.
Células de pressão total	<ul style="list-style-type: none"> Pressões totais. 	<ul style="list-style-type: none"> Variação importante das pressões totais (comparar com os níveis do reservatório, ocorrendo variações recentes e a que taxa). Pressões totais inferiores ao peso estático das terras sobrejacentes (cerca de 50%). 	<ul style="list-style-type: none"> Transferência de tensão entre elementos de diferente rigidez; Faturação hidráulica; Instabilidade do corpo do aterro/instabilidade global aterro-fundação. 	<ul style="list-style-type: none"> Rebaixamento do nível do reservatório; Obras de reabilitação; Intensificação da observação. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo/laranja.
Medidores de vazão e poço de bombeamento	<ul style="list-style-type: none"> Vazão. 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento importante das vazões totais (comparar com os níveis do reservatório, ocorrendo variações recentes e a que taxa); Vazões medidas superiores às calculadas no projeto; Material fino em suspensão carregado pelas águas de percolação. 	<ul style="list-style-type: none"> Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação; Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem; Funcionamento deficiente dos filtros/drenos; Colmatação de filtros e drenos; Erosão interna. 	<ul style="list-style-type: none"> Rebaixamento do nível do reservatório; Drenagem; Obras de reabilitação (por exemplo, reforço dos órgãos de impermeabilização, implementação de obras de drenagem e de proteção, etc.); Intensificação da observação. 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo/laranja.

Tabela 4 – Indicadores quantitativos associados à instrumentação na barragem (*denominação oficial*).

Situação hidrológica	Instrumentação	Nível de resposta
<p>Precipitações na estação meteorológica ___ superiores a ___ mm em ___ h.</p> <p>Escoamento registrado na estação hidrométrica ___ compreendido entre $Emín_{verde}$ e $Emáx_{verde}$ m^3/s.</p> <p>Nível do reservatório na barragem compreendido entre as cotas $Zmín_{verde}$ e $Zmáx_{verde}$.</p>	<p>Sismos que se originam no local da barragem – acelerações inferiores a ___ g.</p> <p>Vazões drenadas inferiores a ___ l/min.</p> <p>Deslocamentos verticais inferiores a ___ cm.</p> <p>Variação do deslocamento vertical inferior a ___ mm/ano.</p> <p>Deslocamento horizontal total inferior a ___ mm.</p> <p>Variação do deslocamento horizontal inferior a ___ mm/ano.</p>	Verde
<p>Escoamento registrado na estação hidrométrica ___ compreendido entre $Emín_{amarelo}$ e $Emáx_{amarelo}$ m^3/s.</p> <p>Nível do reservatório na barragem compreendido entre as cotas $Zmín_{amarelo}$ e $Zmáx_{amarelo}$.</p>	<p>Sismos que se originam no local da barragem – acelerações entre ___ e ___ g.</p> <p>Vazões drenadas inferiores a ___ l/min.</p> <p>Deslocamentos verticais inferiores a ___ cm.</p> <p>Variação do deslocamento vertical inferior a ___ mm/ano.</p> <p>Deslocamento horizontal total inferior a ___ mm.</p> <p>Variação do deslocamento horizontal inferior a ___ mm/ano.</p>	Amarelo
<p>Escoamento registrado na estação hidrométrica ___ compreendido entre $Emín_{laranja}$ e $Emáx_{laranja}$ m^3/s.</p> <p>Nível do reservatório na barragem compreendido entre as cotas $Zmín_{laranja}$ e $Zmáx_{laranja}$.</p>	<p>Sismos que se originam no local da barragem – acelerações entre ___ e ___ g.</p> <p>Vazões drenadas inferiores a ___ l/min.</p> <p>Deslocamentos verticais inferiores a ___ cm.</p> <p>Variação do deslocamento vertical inferior a ___ mm/ano.</p> <p>Deslocamento horizontal total inferior a ___ mm.</p> <p>Variação do deslocamento horizontal inferior a ___ mm/ano.</p>	Laranja
<p>Escoamento registrado na estação hidrométrica ___ superior a $E_{vermelho}$ m^3/s.</p> <p>Nível do reservatório na barragem superior à cota $Z_{vermelho}$.</p>	<p>Sismos que se originam no local da barragem – acelerações superiores a ___ g.</p> <p>Vazões drenadas inferiores a ___ l/min.</p> <p>Deslocamentos verticais inferiores a ___ cm.</p> <p>Variação do deslocamento vertical inferior a ___ mm/ano.</p> <p>Deslocamento horizontal total inferior a ___ mm.</p> <p>Variação do deslocamento horizontal inferior a ___ mm/ano.</p>	Vermelho

II.2 AÇÕES ESPERADAS

Após a detecção de qualquer anomalia ou ocorrência, a primeira ação a ser empreendida pelo coordenador do PAE é a classificação do nível de resposta. Posteriormente, consoante a classificação estabelecida, deve-se seguir as ações predefinidas para cada nível de resposta. No caso mais simples, as ações de resposta estão concentradas no coordenador do PAE (*desenvolver quadros para as ações de resposta a implementar para cada nível de resposta – vide exemplos nos Quadros 9 a 12*). No caso de barragens com organizações mais complexas (tipicamente envolvendo equipes operacionais da barragem, de manutenção e observação e de relações públicas), devem ser desenvolvidos quadros com as ações a ser empreendidas pelos diversos responsáveis.

Tabela 5 – Nível de resposta verde – ações de resposta a ser implementadas pelo coordenador do PAE.

Ação	Quando	Tipo
Promover a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência; Declarar a manutenção do nível de resposta verde.	Após detectar a anomalia ou ocorrência.	Classificação do nível de resposta.
Notificar os recursos internos no sentido de manter a normal operação, mas “intensificar o monitoramento ou a observação”; Notificar o empreendedor; Quando justificável, promover contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas – Inmet, INPE e Cemaden para informação meteorológica.	Após identificar o nível de resposta.	Notificação interna.
Intensificar o monitoramento das aflúências ou a observação da barragem. Monitorar as descargas a jusante da barragem; Registrar todas as observações e ações; Mobilizar os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários.	Após identificar o nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta.	Monitoramento da situação.
Implementar medidas preventivas e corretivas; <ul style="list-style-type: none"> Realizar descargas, no caso de cheias; Controlar o nível de água no reservatório, de modo a evitar deslizamentos, minimizando os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas. Eventualmente, promover o deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências. 	Durante a situação de alerta.	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência.
Alerta – quando aplicável, acionar o sinal de alerta de descarga dos órgãos extravasores à população na ZAS.	Durante a situação de alerta.	Alerta.
Verificar: <ul style="list-style-type: none"> Se as medidas implementadas deram resultado (ou se a situação deixou de constituir ameaça), declarando o encerramento da emergência e elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência; Se a situação evoluiu para o nível de resposta amarelo. 	Após aplicar as medidas.	Reclassificação do nível de resposta.

Tabela 6 – Nível de resposta amarelo – ações de resposta a ser implementadas pelo coordenador do PAE.

Ação	Quando	Tipo
Promover a avaliação da natureza e extensão do incidente; Declarar o nível de resposta amarelo.	Após detectar a anomalia ou ocorrência.	Classificação do nível de resposta.
Notificar os recursos internos: no caso de cheias ou deslizamento iminente de encostas: notificação de estado de vigilância permanente – 24 h/dia; nos casos restantes: notificação no sentido de “intensificar o monitoramento ou a observação”; Notificar o empreendedor; Promover contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas: <ul style="list-style-type: none"> Inmet, INPE e Cemaden para informação sísmica ou meteorológica; entidade fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluências – 24 h/dia. 	Após identificar o nível de resposta.	Notificação interna e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio na gestão da emergência.
Implementar o monitoramento contínuo das afluências ou a observação mais intensa da barragem; Monitorar as descargas a jusante da barragem e consultar o mapa de inundação do vale a jusante; Registrar todas as observações e ações; Verificar a operacionalidade dos meios de emergência: sistemas de comunicação, comportas, grupos de emergência, sistemas de notificação e alerta; Mobilizar os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários.	Após identificar o nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta.	Monitoramento da situação.
Implementar medidas preventivas e corretivas: <ul style="list-style-type: none"> Realizar descargas, no caso de cheias; Controlar o nível de água no reservatório, de modo a evitar deslizamentos, minimizando os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas. Promover o deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (condicionar a operação do reservatório, intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências (sismos, falha de órgãos extravasores ou sistemas de notificação e alerta, anomalia do comportamento estrutural, ação criminosa ou fatores de risco); Não aplicar qualquer medida no caso de falha na instrumentação (não aplicável a este nível de resposta). 	Durante a situação de alerta.	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência.
Notificar a entidade fiscalizadora e barragens a montante e a jusante; Manter contato com as entidades alertadas durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente; Alerta – quando aplicável, acionar o sinal de aviso de descarga dos órgãos extravasores à população na ZAS.	Durante a situação de alerta.	Notificação e alerta.
Verificar: <ul style="list-style-type: none"> Se as medidas implementadas deram resultado (ou se a ocorrência deixou de constituir ameaça) e se a situação retrocedeu para o nível de resposta verde (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência); Se a situação evoluiu para o nível de resposta laranja. 	Após aplicar as medidas.	Reclassificação do nível de resposta.

Tabela 7 – Nível de resposta laranja – ações de resposta a ser implementadas pelo coordenador do PAE.

Ação	Quando	Tipo
Promover a avaliação da natureza e extensão do incidente; Declarar o nível de resposta laranja.	Após detectar a anomalia ou ocorrência.	Classificação do nível de resposta.
Notificar os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente – 24 h/dia; Notificar o empreendedor Promover contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas: Inmet, INPE e Cemaden para informação sísmica ou meteorológica; entidade fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24 h/dia.	Após identificar o nível de resposta.	Notificação interna e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio na gestão da emergência.
Proceder à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento não necessário para a gestão da emergência (nomeadamente, o que trabalha na central); Condicionar o acesso à zona da barragem; Implementar o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem; Monitorar as descargas a jusante da barragem e consultar o mapa de inundação do vale a jusante; Registrar todas as observações e ações; Verificar a operacionalidade dos meios de emergência: sistemas de comunicação, comportas, grupos de emergência, sistemas de notificação e alerta. Mobilizar os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários.	Após identificar o nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta.	Monitoramento da situação.
<ul style="list-style-type: none"> Implementar medidas preventivas e corretivas: Procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e manter descargas até o limite máximo fisicamente possível, no caso da ocorrência de cheias ou de deslizamento de encostas; Promover o deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (condicionar a operação do reservatório, intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências (sismos, falha de órgãos extravasores ou sistemas de notificação e alerta, anomalia do comportamento estrutural, ação criminosa ou fatores de risco); Não aplica qualquer medida no caso de falha dos órgãos extravasores, dos sistemas de notificação e de alerta ou da instrumentação e fatores de risco. 	Durante a situação de alerta.	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência.
Notificar as entidades: <ul style="list-style-type: none"> Entidade fiscalizadora e barragens a montante e a jusante; Em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil, que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, Secretarias Municipais de Saúde, serviços de água e esgoto); Em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil, órgãos ligados ao gabinete dos governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a Polícia Militar e os Corpos de Bombeiros); Cenad; Manter contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente; Organizar reuniões periódicas com essas entidades para avaliação e discussão da situação, participar dos <i>briefings</i> promovidos pelos serviços de defesa civil e com essas entidades coordenar estratégia para disseminação de informação para a comunicação social e para o público; Alerta – acionar o sinal de descarga ou de aviso para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação da população na ZAS. 	Durante a situação de alerta.	Alerta e aviso.
Verificar: <ul style="list-style-type: none"> Se as medidas implementadas deram resultado (ou se a ocorrência deixou de constituir ameaça) e se a situação retrocedeu para o nível de amarelo (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência). Se a situação evoluiu para nível de resposta vermelho. 	Após aplicar as medidas.	Reclassificação do nível de resposta.

Tabela 8 – Nível de resposta vermelho – ações de resposta a ser implementadas pelo coordenador do PAE.

Ação	Quando	Tipo
Promover a avaliação da natureza e extensão do incidente; Declarar o nível de resposta vermelho.	Após detectar a anomalia ou ocorrência.	Classificação do nível de resposta.
Notificar os recursos internos de gestão da emergência no sentido de se retirarem para a sala de emergência; Notificar o empreendedor; Promover contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas: <ul style="list-style-type: none"> • Inmet, INPE e Cemaden para informação sísmica ou meteorológica; • entidade fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24 h/dia. 	Após identificar o nível de resposta.	Notificação interna e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio na gestão da emergência.
Proceder à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento, a não ser o estritamente fundamental para a gestão da emergência; Vedar o acesso à zona da barragem; Implementar o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem; Monitorar as descargas a jusante da barragem e consultar o mapa de inundação do vale a jusante; Registrar todas as observações e ações; Verificar a operacionalidade dos meios de emergência: sistemas de comunicação, comportas, grupos de emergência, sistemas de notificação e alerta; Mobilizar os meios de apoio humanos (estritamente fundamentais), materiais e logísticos considerados necessários.	Após identificar o nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta.	Monitoramento da situação.
Implementar medidas preventivas e corretivas: <ul style="list-style-type: none"> • Procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e manter descargas até o limite máximo fisicamente possível, no caso de cheias e deslizamento de encostas; • Reduzir o armazenamento ou esvaziar o reservatório, no caso de sismos ou anomalia do comportamento estrutural e ação criminosa ou atos de guerra; • Não aplicar qualquer medida no caso de falha nos órgãos extravasores, nos sistemas de notificação e de alerta e fatores de risco. 	Durante a situação de alerta.	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência.

Ação	Quando	Tipo
<p>Notificar as entidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Entidade fiscalizadora e barragens a montante e a jusante. Em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil, que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, Secretarias Municipais de Saúde, serviços de água e esgoto); Em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil, órgãos ligados ao gabinete dos governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a Polícia Militar e os Corpos de Bombeiros); Cenad; <p>Manter contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente; Organizar reuniões periódicas com essas entidades para avaliação e discussão da situação, participar dos briefings promovidos pelos serviços de defesa civil e com essas entidades coordenar estratégia para disseminação de informação para a comunicação social e para o público; Alerta – acionar o sinal de evacuação da população na ZAS.</p>	<p>Durante a situação de alerta.</p>	<p>Alerta e aviso.</p>
<p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se as medidas implementadas deram resultado (ou se a ocorrência deixou de constituir ameaça) e se a situação retrocedeu para o nível de resposta laranja; Se ocorreu ruptura, elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência. 	<p>Após aplicação das medidas</p>	<p>Reclassificação do nível de resposta</p>

SEÇÃO III - PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

III.1 OBJETIVO

Nesse sentido, o PAE:

- Define quem notifica e é notificado.
- Identifica o nome dos intervenientes e das organizações responsáveis pelo processo e os respectivos números de telefone e recursos alternativos de comunicação.
- Define os meios de comunicação entre o coordenador do PAE (responsável por desencadear o alerta) e as entidades a alertar.
- Define os dispositivos de alerta sonoros, que têm por função informar a população na ZAS da iminência ou ocorrência de um acidente na barragem.

III.2 NOTIFICAÇÃO

Descrever os sistemas de comunicação existentes. Por exemplo, uso de telefone fixo, telefone celular (voz e “torpedo”), rádio, e-mail, etc.

O Anexo 3 apresenta três formulários direcionados para o PAE, nomeadamente, os formulários de declaração de início e de encerramento de emergência e o de mensagem de notificação.

III.3 SISTEMA DE ALERTA

Descrever o sistema de alerta estabelecido. Por exemplo, contatos diretos por telefone fixo e celular, alarmes públicos por sirenes, etc. Eventualmente, são necessários outros recursos, como envio de pessoa com veículo (automotor ou aéreo – helicóptero).

No caso de se optar pelo uso de sirenes, incluir mapa com a respectiva localização.

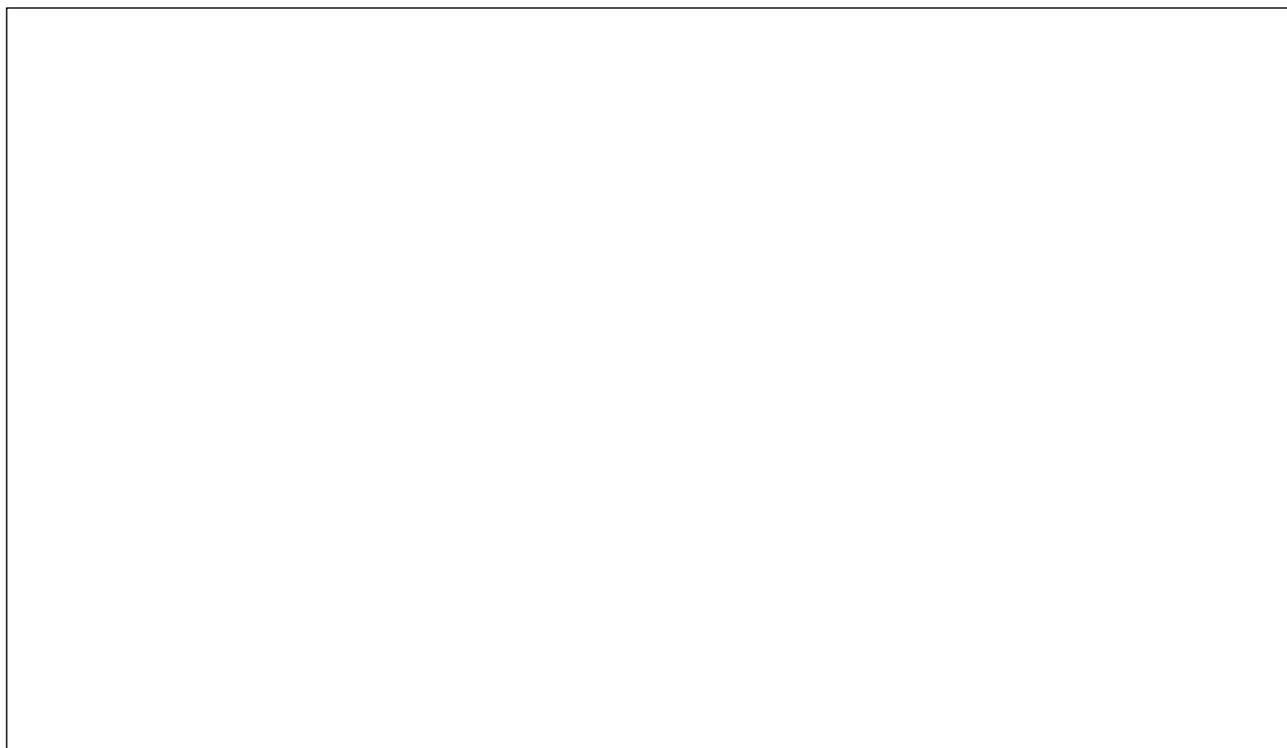


Figura 7 – ZAS da barragem _____ – localização das sirenes.

III.4 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Apresentar o fluxograma de notificação para cada nível de alerta, contendo os contatos diretos dos indivíduos responsáveis pela operação e segurança da barragem, incluindo o empreendedor (notificação interna), e das entidades externas com responsabilidades instituídas (entidades fiscalizadoras, Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC). Pode, ainda, revelar-se necessário contatar as barragens situadas a montante e a jusante e entidades externas, como o Inmet, o INPE e o Cemaden.

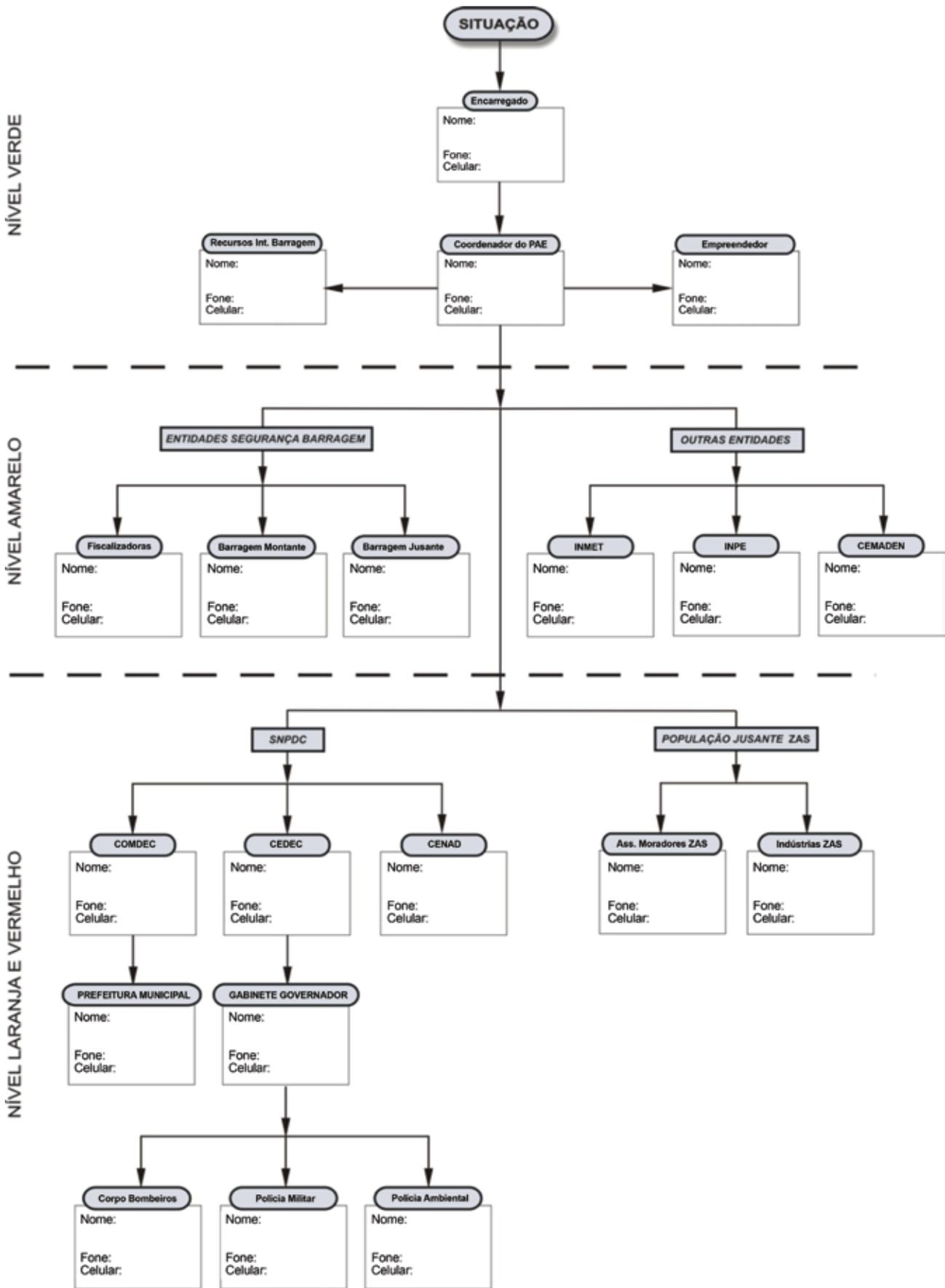


Figura 8 – Fluxograma de notificação

SEÇÃO IV - RESPONSABILIDADES GERAIS

IV.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

(*Nome do empreendedor*) é responsável pelas ações de segurança de barragens e suas estruturas, devendo designar formalmente um coordenador para executar as ações descritas no PAE. É também responsável por:

- Providenciar a elaboração e atualizar o PAE.
- Promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades.
- Participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e organismos de defesa civil.

IV.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

O coordenador responsável designado por (*Nome do empreendedor*), conforme definido e registrado nos documentos deste PAE, é o Sr. _____, fone (____) _____, celular (____) _____. Também está registrado o nome do(s) substituto(s): Sr. _____, fone (____) _____, celular (____) _____; e Sr. _____, fone (____) _____, celular (____) _____.

O coordenador é responsável, por delegação do empreendedor, pelas seguintes ações:

- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão.
- Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE.
- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação.
- Alertar a população potencialmente afetada na ZAS.
- Notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência.
- Emitir declaração de encerramento da emergência.
- Providenciar a elaboração do relatório de fechamento de eventos de emergência.

Em particular, é responsável por assegurar as quatro etapas de ações após a detecção de uma circunstância excepcional ou de uma situação anômala:

- detecção e classificação;
- comunicação, notificação e alerta;
- ações de resposta (monitorar a situação, observar a barragem, implementar medidas preventivas e corretivas);
- encerramento.

As ações que o coordenador deve implementar em cada etapa do PAE encontram-se resumidas graficamente no fluxograma da Figura 9.

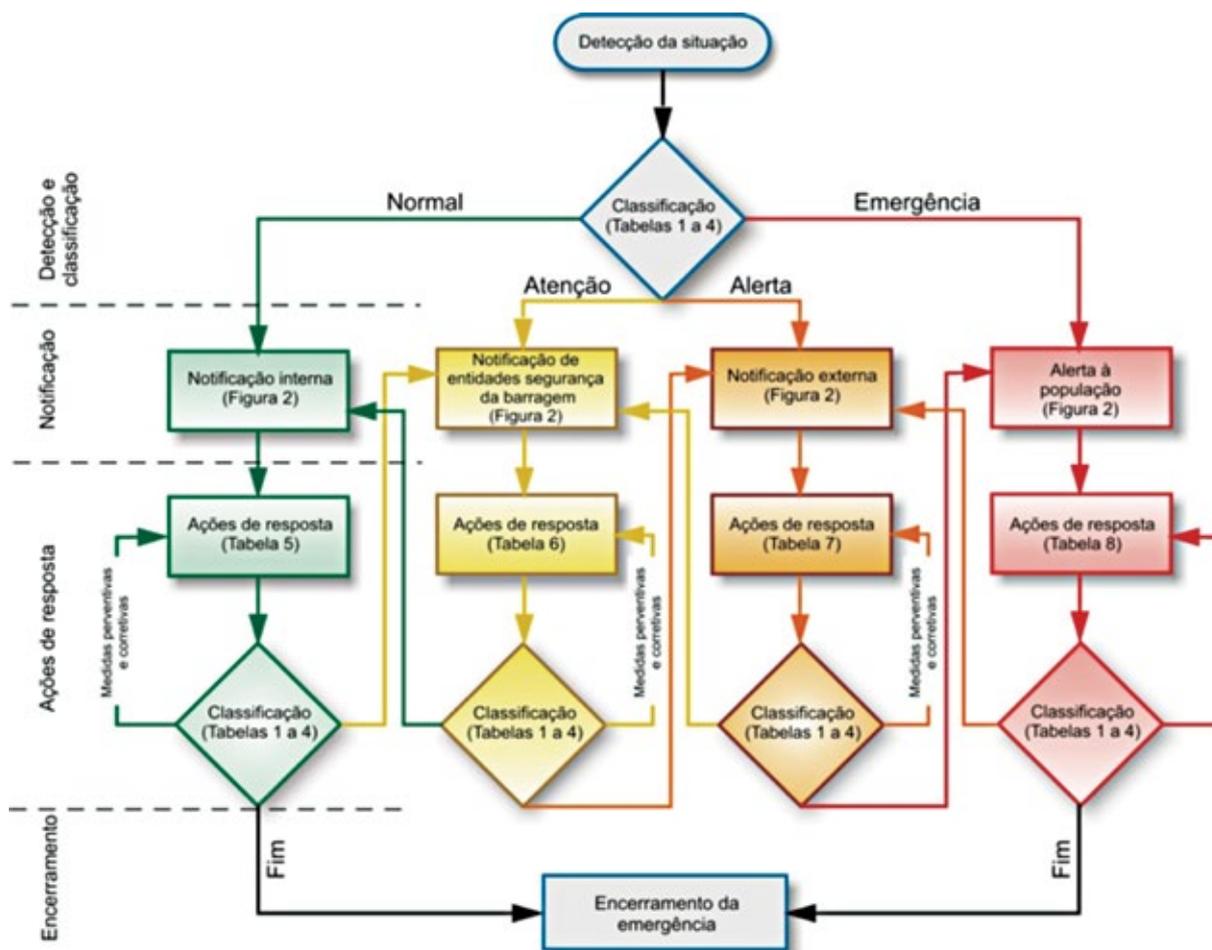


Figura 9 – Ações a ser implementadas pelo coordenador do PAE.

IV.3 RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA

IV.3.1. Introdução

Desenvolver um fluxograma com a organização do empreendedor na exploração do aproveitamento. No caso mais simples, haverá na barragem, como recursos humanos, o encarregado.

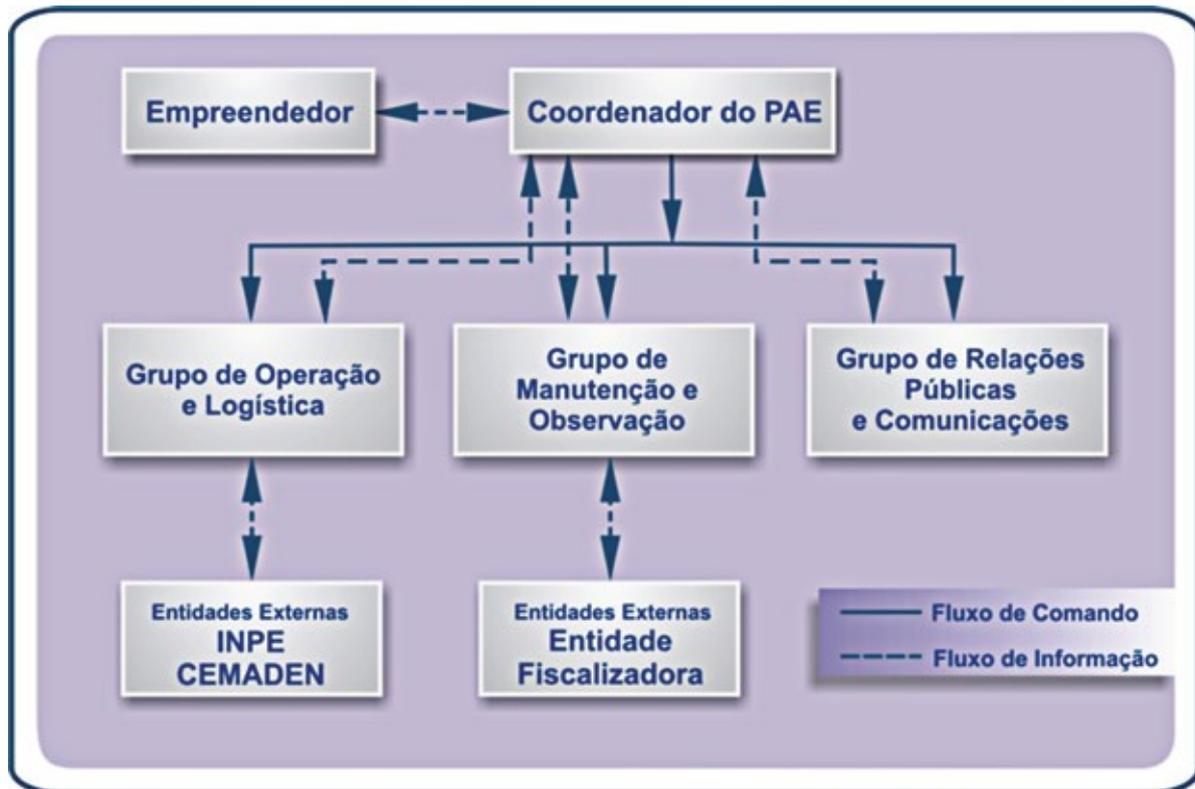


Figura 10 – Organização da barragem.

IV.3.2. Encarregado

Descrever o papel deste responsável. O encarregado da barragem é o responsável local desta. Em caráter excepcional, pode decretar os níveis verde e amarelo, além de manter informado o coordenador do PAE sobre as diversas situações que ocorrem na barragem.

IV.3.3. Responsável pela operação e logística

Descrever o papel deste responsável. Tipicamente, as responsabilidades envolvem a chefia da equipe operacional da barragem, que deve executar as operações hidráulico-operacionais e providenciar os recursos para dar apoio às operações de emergência.

IV.3.4. Responsável pela manutenção e observação

Descrever o papel deste responsável. Tipicamente, as responsabilidades envolvem assistência nos aspectos técnicos da barragem, incluindo a avaliação na classificação do nível de resposta.

IV.3.5. Responsável pelas relações públicas

Descrever o papel deste responsável. Tipicamente, as responsabilidades envolvem a coordenação das relações com a comunicação social e os serviços de relações públicas de outras instituições, como, por exemplo, fornecimento de informação do domínio da hidrometeorologia, da meteorologia e da sismologia.

IV.3.6. SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC)

O SINPDEC (Figura 11), entidade que atua na redução de desastres em todo o território nacional, é responsável pelo alerta da população fora da ZAS e pela sua evacuação no vale a jusante.

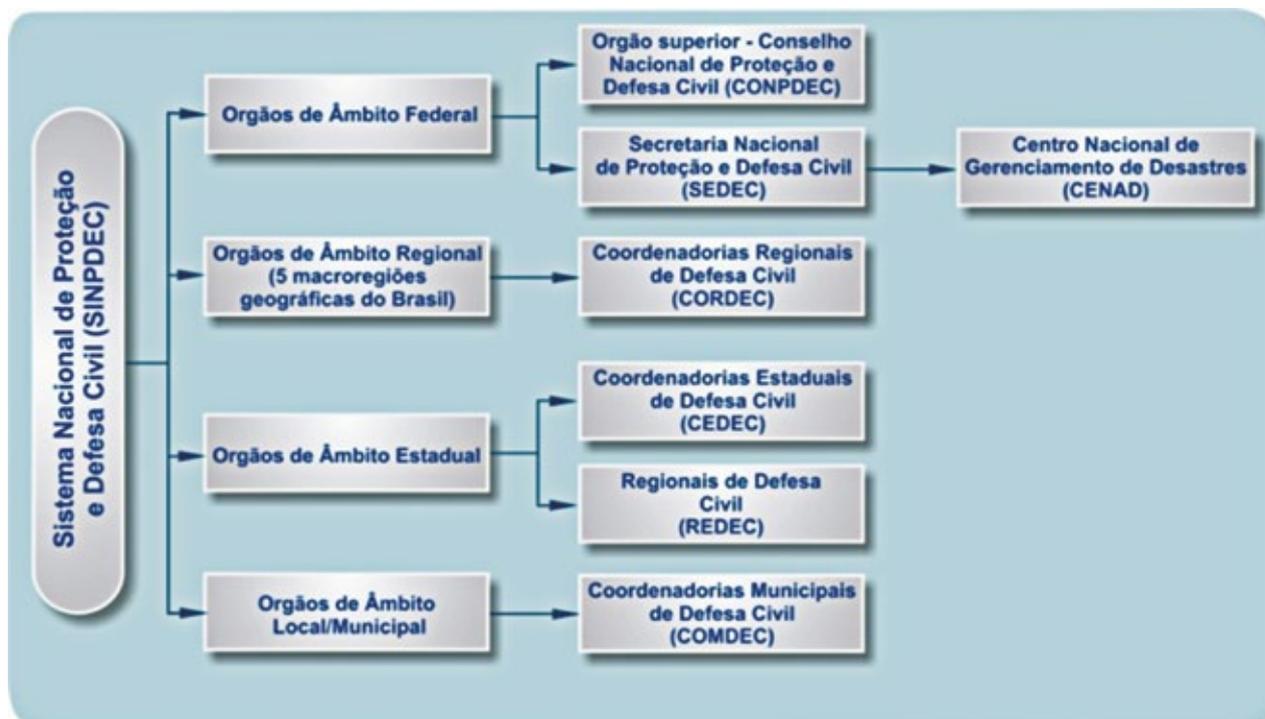


Figura 11 – Organização esquemática do SINPDEC.

No caso da barragem (*denominação oficial*), as Comissões Municipais de Defesa Civil dos Municípios de (*listar os municípios existentes no vale a jusante*) devem alertar as populações a jusante da ZAS da barragem.

A Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de (*UF*) deve mobilizar seus meios e recursos (Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, etc.), uma vez que tem responsabilidade na evacuação da população. Na ZAS, a população deve conhecer os pontos de refúgio, a fim de se dirigir a eles de forma autônoma, pois se considera que não há tempo para a atuação eficaz do SINPDEC.

SEÇÃO V - SÍNTESE DO ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM E MAPA DE INUNDAÇÃO

V.1 MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

No caso da barragem (*denominação oficial*), a simulação da cheia de ruptura foi realizada por meio de (*identificar a metodologia utilizada e as razões do seu uso, assim como o software utilizado*).

V.2 CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

No caso da barragem (*denominação oficial*), considerou-se uma brecha com as seguintes características:

Apresentar e justificar a dimensão, geometria e tempo de ruptura.

Justificar outros critérios de simulação (eventuais cheias afluentes, nível do reservatório no instante da ruptura, extensão de cálculo, etc.).

Descrever e justificar os cenários de simulação; por exemplo, um cenário de acidente (cheia de projeto do vertedouro) ou de ruptura.

Justificar a extensão do cálculo, ou seja, o critério para fixação da fronteira de jusante na modelagem da propagação da cheia de ruptura.

V.3 VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS

V.3.1. Resultados e mapa de inundação

Apresentar os resultados do estudo de ruptura: quadros (vide exemplo na Tabela 1) e mapa de inundação.

Quadro 5 – Características da cheia de ruptura – cenário _____.

Distância a jusante (km)	Nível de água máximo (m)	Elevação máxima (m)	Vazão máxima (m ³ /s)	Tempo para vazão máxima (hh:mm)

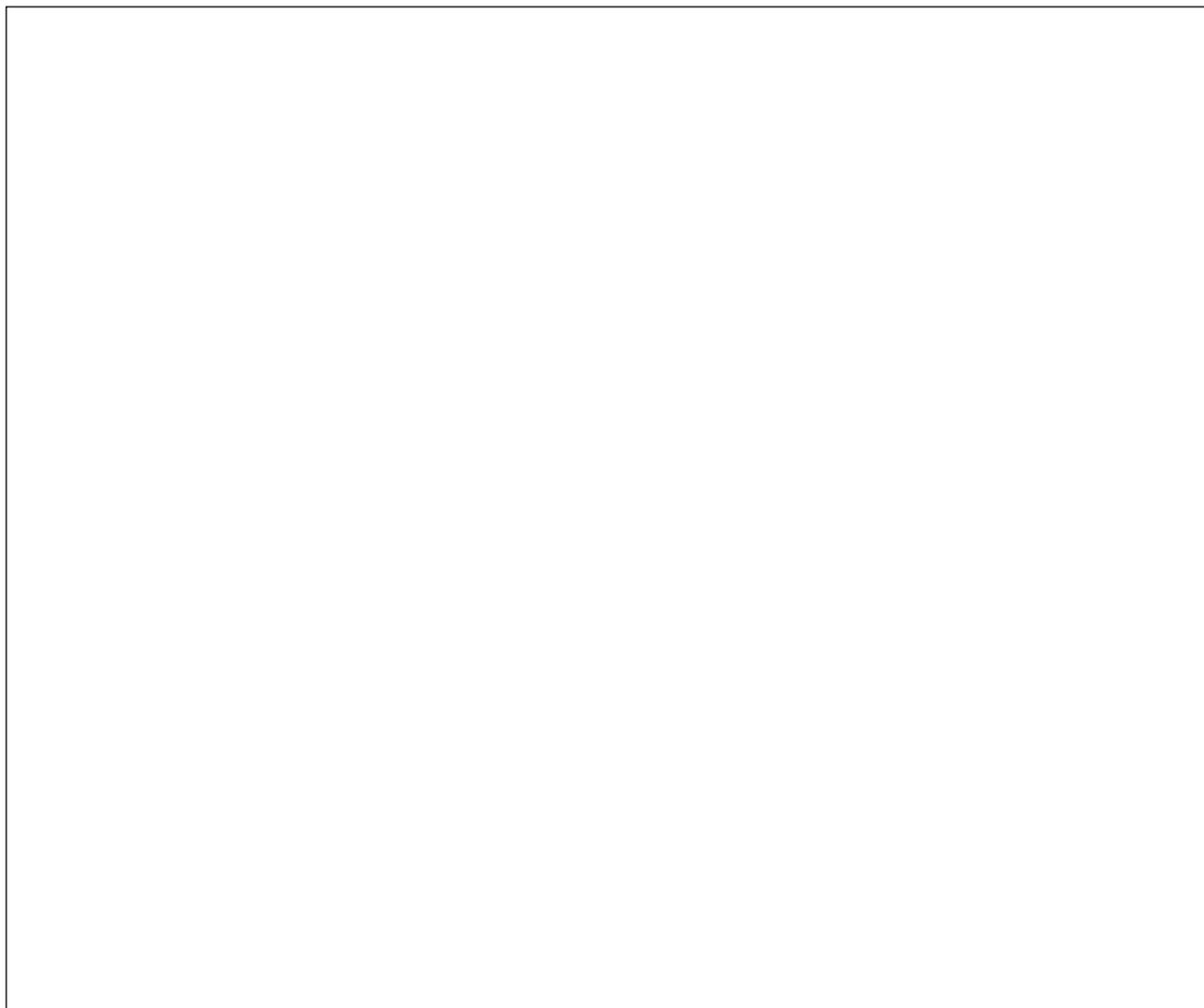


Figura 12 – Mapa de inundação.

V.3.2. Caracterização do vale a jusante

Caracterizar o vale a jusante da barragem.

V.3.3. ZAS e identificação de pontos vulneráveis

Apresentar o mapa da ZAS, com levantamento das infraestruturas e edificações afetadas, localização dos refúgios e rotas de evacuação para apoio ao autossalvamento.

Apresentar uma lista das infraestruturas e edificações afetadas na ZAS (vide exemplos no Anexo 3).

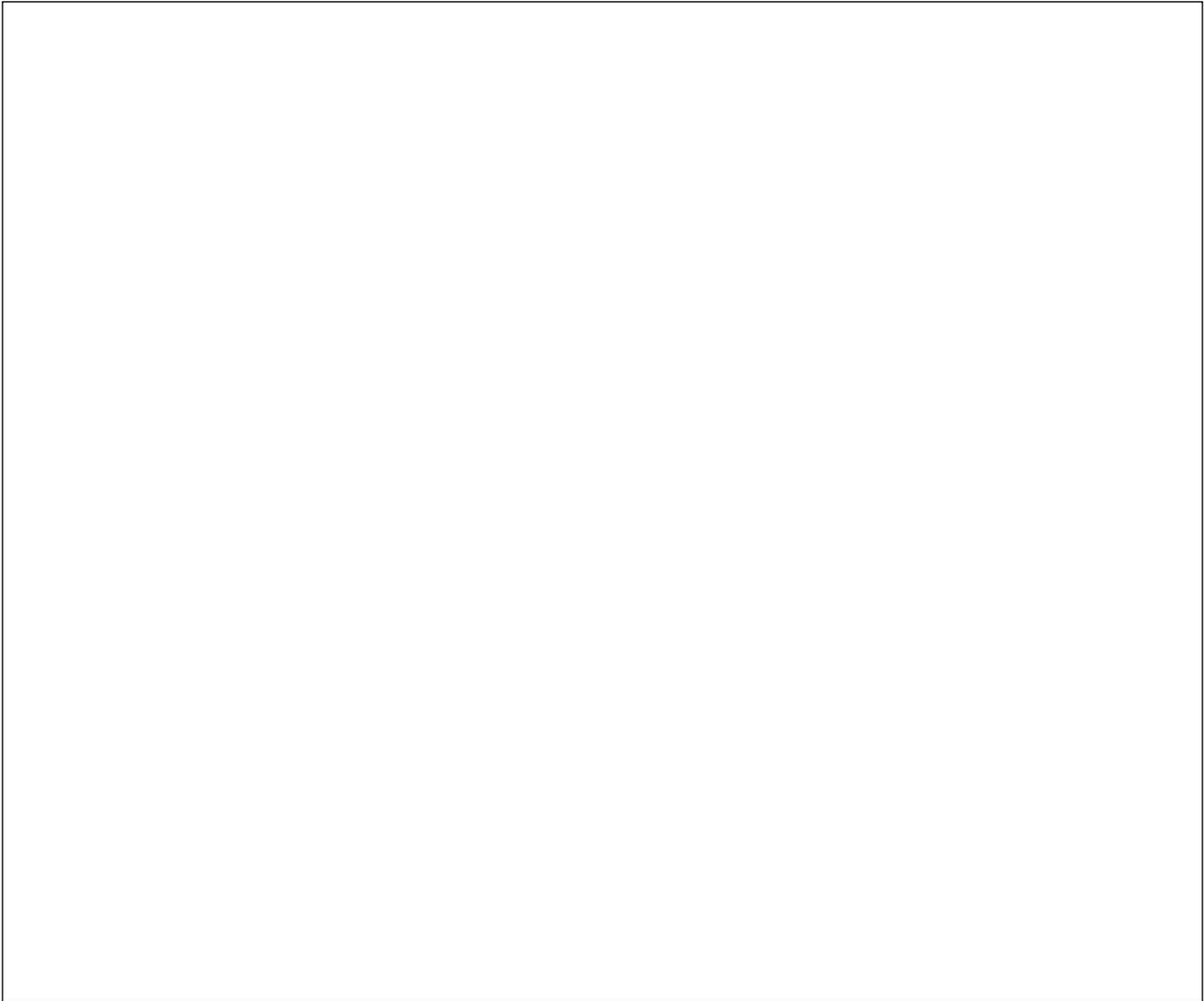


Figura 13 – Mapa da ZAS.

SEÇÃO VI - ANEXO 1 – PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

Neste anexo, deve-se apresentar o Plano de Treinamento do PAE, definindo a tipologia dos exercícios sugeridos (por exemplo, teste dos sistemas de notificação e alerta, exercício de nível interno – table-top exercise – e exercício de simulação) e a respectiva periodicidade.

SEÇÃO VII - ANEXO 2 – MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA UTILIZAR EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Apresentar uma lista dos recursos materiais mobilizáveis e renováveis necessários para efetuar a gestão de emergências numa barragem, especificamente, para reparos e intervenções (vide exemplos nos Quadros 13 e 14).

Quadro 6 – Lista de recursos materiais renováveis da barragem _____.

PAE DA BARRAGEM _____	
Material/equipamento	Local de depósito

Quadro 7 – Lista de recursos mobilizáveis da barragem _____.

PAE DA BARRAGEM _____				
	Bem/equipamen- to	Características (capacidade, tonelagem)	Local de estaciona- mento e/ou depósito	Número
Equipamento				
Meios de trans- porte				
Equipamento de segurança				

SEÇÃO VIII - ANEXO 3 – MODELOS DE FORMULÁRIOS

VIII.1 DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA

URGENTE

Situação: _____

Empreendedor: _____

Barragem: _____

Eu, (*nome e cargo*), na condição de coordenador do Plano de Ação de Emergência (PAE) da **barragem** (*denominação oficial*) e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da **Declaração de Início de Emergência**, na **situação** de _____, para a **barragem** (*denominação oficial*) a partir das (*horas:minutos*) de (*DD/MM/AAAA*), em função da ocorrência de: (*descrever ocorrência*).

(*local*), _____ de _____ de _____

(*nome e assinatura*)

(*cargo e RG*)

FIM DE MENSAGEM

VIII.2 DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA

URGENTE

Situação: _____

Empreendedor: _____

Barragem: _____

Eu, (*nome e cargo*), na condição de coordenador do Plano de Ação de Emergência (PAE) da **barragem** (*denominação oficial*) e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da **Declaração de Encerramento de Emergência**, na **situação** de____
_____, para a **barragem** (*denominação oficial*) a partir das (*horas:minutos*) de
(*DD/MM/AAAA*), em função da recuperação das condições adequadas de segurança da barragem e eliminação do risco de ruptura.

Observação: _____.

(*local*), _____ de _____ de _____

(*nome e assinatura*)

(*cargo e RG*)

FIM DE MENSAGEM

VIII.3 MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

Mensagem resultante da aplicação do **Plano de Ação de Emergência (PAE)** da **barragem** (*denominação oficial*) em (DD/MM/AAAA).

Município: _____ Rio: _____ Bacia hidrográfica: _____

A partir das (horas:minutos) de (DD/MM/AAAA), será ativado o nível de resposta:

Verde Amarelo Laranja Vermelho

1) Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente para:

Empreendedor: _____

Entidade fiscalizadora: _____

Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de _____

Comissão Municipal de Defesa Civil do Município de _____

Barragens a montante: _____

Barragem a jusante: _____

2) Descrição da situação (causas, evolução)

A causa da declaração é (*descrição mínima da situação, identificação da condição anormal, possíveis danos, risco de ruptura potencial ou real, etc.*).

3) Medidas adotadas

As circunstâncias ocorridas exigem precaução e a colocação em ação das recomendações e atividades delineadas em sua cópia do **PAE** da **barragem** (*denominação oficial*) e nos respectivos mapas de inundação.

Esta é uma mensagem de (*declaração/alteração*) do nível de segurança, feita por (*nome*), coordenador do PAE da **barragem** (*denominação oficial*).

Solicitamos confirmar seu recebimento ao Sr. (*nome*), pelo telefone _____, fax _____ e/ou e-mail _____.

Nós o manteremos atualizado da situação em caso de mudança do nível de segurança, sua resolução ou piora. Nova comunicação será emitida novamente, (*dentro de X horas ou de hora em hora*), para sua atualização.

Para outras informações, entre em contato com o Sr. (*nome*), pelo telefone _____, fax _____ e/ou e-mail _____.

SEÇÃO IX - ANEXO 4 – COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS

Existem (*especificar número*) infraestruturas e, aproximadamente, (*especificar número*) construções (casas e edificações) no vale a jusante que poderão ser afetadas pela onda de cheia derivante da ruptura da barragem. No Quadro 15, apresentam-se sua localização e principais características. As construções estão identificadas no mapa de inundação e os contatos estão anotados no Quadro 16.

Quadro 8 – Características das infraestruturas localizadas na ZAS da barragem _____.

PAE DA BARRAGEM _____				
Denominação	Coordenada geográfica Latitude	Coordenada geográfica Longitude	Distância da barragem (km)	Cota do tabuleiro/ rasante
Ponte				
Estrada nacional				
Caminho municipal				

Quadro 9 – Características das edificações localizadas na ZAS da barragem de _____.

PAE DA BARRAGEM _____								
Código	Coordenada geográfica Latitude	Coordenada geográfica Longitude	Distância da barragem (km)	Identificação do residente	Nº hab.	Município	Morada	Contato

Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens

VOLUME V – TOMO 1
REVISÃO PERIÓDICA DE
SEGURANÇA DA BARRAGEM
(RPSB)

Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem

Inserir o relatório, contendo os estudos na íntegra, conforme a Resolução ANA nº 91/ 2012.

As instruções gerais para elaboração deste volume estão contidas no Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem (volume III do Manual do Empreendedor).

Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens

VOLUME V – TOMO 2

RESUMO EXECUTIVO

Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem

Inserir o resumo executivo, conforme a Resolução ANA nº 91/2012.



Ministério do
Meio Ambiente



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-8210-037-0



9 788582 100370