

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

## Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE

Volume **IV**



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS



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

## Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE

Volume **IV**

**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**

# Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE

Manual do Empreendedor sobre  
Segurança de Barragens  
Volume IV

Superintendência de Regulação (SRE)

Brasília – DF  
ANA  
2016

**© 2016, Agência Nacional de Águas (ANA).**

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

**Comitê de Editoração**

João Gilberto Lotufo Conejo  
Diretor

Reginaldo Pereira Miguel  
Representante da Procuradoria Federal

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

Mayui Vieira Guimarães Scafura  
Secretária Executiva

**Supervisão editorial**

Ligia Maria Nascimento de Araújo –  
Coordenadora  
Carlos Motta Nunes

**Elaboração**

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

**Foto de capa:**

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

**Revisão dos originais**

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

**Todos os direitos reservados.**

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

**Catálogo na fonte: CEDOC / BIBLIOTECA**

A265g

Agência Nacional do Aguas (Brasil).  
Guia de orientação e formulários do Plano de Ação de  
Emergência - PAE. -- Brasília: ANA, 2016.

129 p. il. – (Manual do Empreendedor sobre Segurança de  
Barragens, 4)

ISBN 978-85-8210-040-0

ISBN 978-85-8210-036-3 (Coleção)

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

**CDU 627.82**

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Conceito de situação (ocorrência excepcional ou circunstância anômala)	23
Figura 2 – Fluxograma de notificação	29
Figura 3 – Ações a implementar pelo Coordenador do PAE	31
Figura 4 – Fluxograma exemplificativo da organização para exploração da barragem do Empreendedor	32
Figura 5 – Organização esquemática do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil	33
Figura 6 – Caracterização topográfica do vale a jusante. a) seções transversais do vale e a altimetria do SRTM, b) ajustamento de seções regulares às seções naturais	35
Figura 7 – Exemplo de imagem do Google Earth para identificação dos elementos em risco no vale a jusante	36
Figura 8 – Esquema da seção típica da brecha em barragens de aterro	37
Figura 9 – Exemplo de mapa da Zona de Autossalvamento	42
Figura 10 – Exemplo de recomendações para atuação da população durante emergências	47
Figura 11 – Acesso a refúgios. Identificação de zonas críticas	48

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Folha de atualização do PAE	15
Quadro 2 – Lista de contatos do PAE	16
Quadro 3 – Exemplo de lista das entidades para distribuição de cópia do PAE	17
Quadro 4 – Caracterização genérica das situações que acionam os diversos níveis de resposta	24
Quadro 5 – Valores característicos da brecha de ruptura (adaptado de USBR, 1989)	37
Quadro 6 – Lista dos recursos renováveis para gestão de emergências na barragem (exemplo).	49
Quadro 7 – Lista dos recursos mobilizáveis para gestão de emergências na barragem (exemplo).	49
Quadro 8 – Pontes e vias localizadas na ZAS	53
Quadro 9 – Pontos vulneráveis na ZAS (Edificações)	53



# LISTA DE TABELAS NO ANEXO 5

Tabela 1 – Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala (1/2)	54
Tabela 2 – Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual em barragens de aterro	55
Tabela 3 – Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela exploração do sistema de observação da barragem	58
Tabela 4 – Indicadores quantitativos associados ao sistema de instrumentação. Tabela-tipo. Valores a definir para cada barragem	60
Tabela 5 – Nível de resposta Verde. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE	61
Tabela 6 – Nível de resposta Amarelo. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE	62
Tabela 7 – Nível de resposta Laranja. Exemplo de ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE	63
Tabela 8 – Nível de resposta Vermelho. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE	64

# SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA –	Agência Nacional de Águas
ANEEL –	Agência Nacional de Energia Elétrica
BM –	Banco Mundial
CBDB –	Comitê Brasileiro de Barragens
CBS –	Serviço de Difusão Celular (em inglês: Cell Broadcast Service)
CEDEC –	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil
CEMADEN –	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENAD –	Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres
CNRH –	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COMDEC –	Comissão Municipal de Defesa Civil
DNPM –	Departamento Nacional de Produção Mineral
FMEA –	Análise do Modo e Efeito das Falhas (em inglês: Failure Mode and Effects Analysis)
FMECA –	Análise do Modo, Efeito e Criticalidade das Falhas (em inglês: Failure mode, effects and criticality analysis)
IBAMA –	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICOLD –	International Committee on Large Dams
INMET –	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE –	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LNEC –	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
PAE –	Plano de Ação de Emergência
SE –	Sala de Emergência
SIG –	Sistema de Informação Geográfica
SMS –	Serviço de Mensagens Curtas (em inglês: Short Message Service)
SNISB –	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
SINPDEC –	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
USA/EUA –	Estados Unidos da América
USACE –	United States Army Corps of Engineers
ZAS –	Zona de Autossalvamento

# SUMÁRIO

<b>MANUAL DO EMPREENDEDOR SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS</b>	<b>11</b>
<b>ESCLARECIMENTOS AO LEITOR</b>	<b>13</b>
<b>1 INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM</b>	<b>15</b>
1.1 Apresentação do PAE	15
1.2 Objetivo do PAE	15
1.3 Identificação e contatos do empreendedor, do coordenador do PAE e das entidades constantes do fluxograma de notificação	16
1.4 Descrição da barragem e estruturas associadas	18
1.4.1 Identificação e localização da barragem	18
1.4.2 Descrição geral da barragem	18
1.4.3 Características hidrológicas, geológicas e sísmicas	18
1.4.4 Reservatório	19
1.4.5 Órgãos extravasores	19
1.4.6 Instrumentação	19
1.4.7 Acessos à barragem	19
1.5 Recursos materiais e logísticos na barragem em situação de emergência	20
1.5.1 Sistemas de iluminação e alimentação de energia	20
1.5.2 Sala de emergência	20
1.5.3 Recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência	21
<b>2 DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>22</b>
O PLANO DE AÇÃO – IDENTIFICAÇÃO DA SITUAÇÃO E RESPOSTA	22
2.1 DETECÇÃO E AVALIAÇÃO	22
2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES	23
2.3 AÇÕES ESPERADAS	25
2.3.1 Nível Verde	25
2.3.2 Nível Amarelo	25
2.3.3 Nível Laranja	26
2.3.4 Nível Vermelho	26
<b>3 PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA</b>	<b>27</b>
3.1 OBJETIVO	27
3.2 NOTIFICAÇÃO	27
3.3 SISTEMA DE ALERTA	28
3.4 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO	29
<b>4 RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE</b>	<b>30</b>
QUEM É QUEM?	30
4.1 Responsabilidades do empreendedor	30
4.2 Responsabilidades do Coordenador do PAE	30
4.3 Responsabilidades e organização da equipe técnica	31
4.3.1 Organização	31
4.3.2 Responsabilidades em barragens com organização simples	31

4.3.3 Responsabilidades em barragens com organização complexa	31
4.3.4 Responsabilidades de entidades externas	32
4.4 Entidades fiscalizadoras	32
4.5 Sistema de proteção e defesa civil	33
<b>5 SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO</b>	34
Qual o perigo?	34
5.1 Modelagem da cheia de ruptura	34
5.1.1 Introdução	34
5.1.2 Modelos hidrodinâmicos	34
5.1.3 Metodologia simplificada para barragens de pequeno porte	34
5.2 Critérios e cenários de modelagem da cheia de ruptura	36
5.2.1 Brecha de ruptura	36
5.2.2 Cenários a simular	38
5.2.2.1 Introdução	38
5.2.2.2 Cenário de ruptura mais provável	38
5.2.2.3 Cenário de ruptura extremo	39
5.2.3 Extensão do cálculo	40
5.3 Vale a Jusante e identificação de pontos Vulneráveis	40
QUAIS AS VULNERABILIDADES?	40
5.3.1 Caracterização do vale a jusante	40
5.3.2 Mapa de inundação	41
5.3.3 Caracterização da Zona de Autossalvamento	41
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	43
<b>ANEXO 1 – PLANO DE TREINAMENTO DO PAE</b>	45
<b>ANEXO 2 – MEIOS E RECURSOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>	49
<b>ANEXO 3 – FORMULÁRIOS-TIPO</b>	50
<b>ANEXO 4 – COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NAS ZAS</b>	53
<b>ANEXO 5 – TABELAS EXEMPLIFICATIVAS</b>	54
<b>ANEXO 6 – MODELO DE PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE</b>	65
<b>ANEXO 7 – ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE TERMO DE REFERÊNCIA PARA A CONTRATAÇÃO DE PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>	109

# MANUAL DO EMPREENDEDOR SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS

## INTRODUÇÃO GERAL

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

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

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

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

A Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, conhecida como Lei de Segurança de Barragens, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), considerando os aspectos referidos, além de outros, e definiu

atribuições e formas de controle necessárias para assegurar as condições de segurança das barragens.

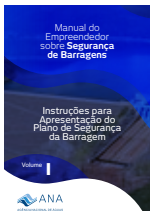
A Lei de Segurança de Barragens atribui aos empreendedores e aos responsáveis técnicos por eles escolhidos a responsabilidade por desenvolver e implementar o Plano de Segurança da Barragem, de acordo com metodologias e procedimentos adequados para garantir as condições de segurança necessárias. No Brasil,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


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


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

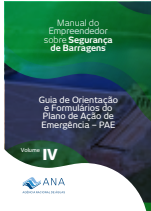
Os procedimentos, estudos e medidas com vista à obtenção ou concessão de licenças ambientais, necessárias para a implantação dos empreendimentos, não são considerados no presente manual, bem como os procedimentos para a gerência das obras ou das empreitadas que regem a construção.

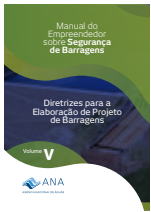
O presente manual compreende oito guias, constituintes dos seguintes volumes:


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


- **Volume II** – Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem, no qual se estabelecem procedimentos, conteúdo e nível de detalhamento e análise dos produtos finais das inspeções de segurança.


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

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

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

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

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

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

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

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

# ESCLARECIMENTOS AO LEITOR

## O que é o Guia para Elaboração dos Planos de ação de Emergência (PAE) de Barragens?

É um documento que pretende auxiliar na elaboração de Planos de Ação de Emergência (PAE), conforme definido pelo Art. 12 da Lei nº 12.334 de Setembro de 2010.

## A quem interessa?

Interessa especificamente às entidades responsáveis pela elaboração de PAE de barragens e genericamente a todas as entidades diretamente ligadas à área de Segurança de Barragens.

## Qual o conteúdo deste guia?

Este guia apresenta o conteúdo e organização tipo de um PAE à luz do pretendido e do disposto na legislação brasileira de segurança de barragens.

Este documento fornece, igualmente, orientações sobre os critérios a adotar na elaboração de PAE de barragens, que são da responsabilidade do Empreendedor.

As orientações apresentadas neste documento levaram em consideração as boas práticas existentes nos domínios da avaliação dos riscos e das vulnerabilidades e do planeamento de emergência em barragens.

Este Guia está de acordo com os normativos sobre segurança de barragens emitidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), portanto, está direcionado aos empreendedores de barragens reguladas pela ANA.

Ademais, o Guia contém no anexo 7 uma orientação ao empreendedor para a elaboração do termo de referência para a contratação do Plano de Ação de Emergência.

## O que é um Termo de Referência?

Conforme o Decreto Federal nº 3.555/00 (art. 8º, inciso II),

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

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

## Como está estruturado este Guia?

O guia do PAE está dividido nos cinco seguintes capítulos:

**Capítulo 1:** apresenta informações gerais sobre o PAE e a caracterização da barragem.

**Capítulo 2:** define critérios para identificação de anomalias ou de condições potenciais de ruptura da barragem, bem como os procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência.

**Capítulo 3:** apresenta os procedimentos de notificação e o sistema de alerta necessários para notificar as entidades intervenientes na

gestão de emergências e desencadear o aviso às populações.

**Capítulo 4:** inclui a definição da cadeia de decisão e a identificação dos principais intervenientes no processo de gestão da emergência.

**Capítulo 5:** apresenta métodos e critérios para caracterizar a cheia induzida pela ruptura da barragem, incluindo o correspondente zoneamento de risco no vale a jusante.

O guia do PAE contém ainda os sete seguintes anexos:

**Anexo 1:** contém o Plano de Treinamento do PAE.

**Anexo 2:** contém Quadros-tipo para caracterização dos elementos em risco no vale a jusante.

**Anexo 3:** contém Quadros-tipo para inventariação de recursos e meios para a gestão da emergência.

**Anexo 4:** contém formulários direcionados para o PAE.

**Anexo 5:** contém Tabelas-tipo para detecção, avaliação e classificação do nível de resposta, bem como tabelas com as ações a implementar em função desse nível.

**Anexo 6 :** Modelo de Plano de Ação de Emergência – PAE.

**Anexo 7:** Orientação para elaboração de termo de referência para contratação do Plano de Ação de Emergência.



# 1 INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

## 1.1 APRESENTAÇÃO DO PAE

As barragens induzem riscos e, em caso de acidente, podem gerar efeitos e consequências graves. Quando tais situações ocorrem, é necessário atenuar as consequências, sendo fundamental socorrer as pessoas e proteger os bens em perigo. A Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estipula, como um dos instrumentos desta política, a elaboração do Plano de Segurança da Barragem, que deve em determinados casos, conter o PAE.

Assim, a Entidade Fiscalizadora poderá determinar a elaboração do PAE em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, devendo exigí-lo sempre para a barragem classificada como de dano potencial associado alto, em observância ao Art. 11 da Lei nº 12.334/2010.

O PAE é um documento que deve ser adaptado à fase de vida da obra, às circunstâncias de operação e às suas condições de segurança. É, por isso, um documento datado que deve ser periodicamente revisado, nomeadamente, sempre que haja 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 alterações ao plano. A revisão e atualização do PAE é da responsabilidade do Empreendedor.

O PAE deve ser atualizado, de preferência anualmente, sendo incluídas as novas informações e removidos os dados desatualizados

e/ou incorretos. As folhas corrigidas deverão ser anotadas adequadamente em seu rodapé e suas cópias serão distribuídas para todas as entidades que participem do PAE e tenham em seu poder uma cópia para uso. Uma lista com as diversas atualizações deve constar do PAE (**Quadro 1**).

**Quadro 1** – Folha de atualização do PAE

PAE DA BARRAGEM CONTROLE DE ATUALIZAÇÕES				
Controle de atualizações	Data	Descrição	Elaborado	Aprovado
Versão 1	Maio 2014			ANA
Versão 2	Junho 2015			ANA

O treinamento e divulgação do PAE deverá ser uma iniciativa do Empreendedor (ou de alguma entidade por ele designada), processando-se através da realização de ensaios e de exercícios de simulação, bem como de ações de sensibilização da população como descritos no Anexo 1.

No Anexo 7 deste guia há uma série de orientações para a elaboração de um termo de referência para a contratação de Plano de Ação de Emergência.

## 1.2 OBJETIVO DO PAE

O PAE é um documento formal, a ser elaborado pelo Empreendedor, no qual deverão ser estabelecidas as ações a serem executadas pelo mesmo em caso de situação de emergência,

bem como identificados os agentes a serem notificados dessa ocorrência (Art. 12 da Lei nº 12.334/2010).

O PAE deverá contemplar, pelo menos: 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 serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação; e iv) estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência (Art. 12 da Lei 12.334/2010).

No PAE deverá, igualmente, estar 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. Os critérios para definição da ZAS variam de país para país.

A proposta de Minuta da Resolução da ANA referente ao PAE define que para o estabelecimento da ZAS se deve adotar a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância que corresponda ao tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos.

### 1.3 IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Um dos pontos chave do PAE é a notificação de entidades com responsabilidades instituídas, devendo constar do PAE a identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do **Quadro 2** e do Fluxograma de Notificação que consta da **Figura 2** (ponto 3.2 - NOTIFICAÇÃO).

**Quadro 2** – Lista de contatos do PAE

<b>EMPREENDEDOR:</b>	Nome: Fone: Celular:	
<b>COORDENADOR DO PAE:</b>	Nome: Fone: Celular:	
<b>SUBSTITUTO DO COORDENADOR PAE:</b>	Nome: Fone: Celular:	
<b>ENCARREGADO:</b>	Nome: Fone: Celular:	
<b>ENTIDADE FISCALIZADORA:</b>	Nome:	Nome do contato: Fone: Celular:
<b>BARRAGENS NO CURSO DE ÁGUA:</b>	Montante:	Nome do contato: Fone: Celular:
	Jusante:	Nome do contato: Fone: Celular:

<b>AUTORIDADES E SISTEMA DE DEFESA CIVIL:</b>	COMDEC – Comissão Municipal de Defesa Civil do Município de.....	Nome do contato: Fone: Celular:
	Prefeitura municipal:	Nome do contato: Fone: Celular:
	CEDEC - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de.....:	Nome do contato: Fone: Celular:
	Gabinete do Governador de Estado:	Nome do contato: Fone: Celular:
<b>OUTRAS AGÊNCIAS:</b>	INPE:	Nome do contato: Fone: Celular:
	CEMADEN:	Nome do contato: Fone: Celular:
	INMET:	Nome do contato: Fone: Celular:
<b>VALE A JUSANTE:*</b>	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-basedocuments-base sejam controlados, com a distribuição de cópias restringidas a todas as 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 (**Quadro 3**).

**Quadro 3** – Exemplo de lista das entidades para distribuição de cópia do PAE

Entidade	Nº de cópias
Entidade Fiscalizadora (ANA, ANEEL, DNPM, IBAMA, outros)	
Barragem a montante de _____	
Barragem a jusante de _____	
Comissão Municipal de Defesa Civil (COMDEC) do município de _____	
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) do estado de _____	
Centro Nacional de Administração de Desastres (CENAD)	
INPE (informação meteorológica/hidrológica)	
CEMADEN (informação meteorológica/hidrológica)	
INMET (informação meteorológica/hidrológica)	
Prefeituras envolvidas	

## 1.4 DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

### 1.4.1 Identificação e localização da barragem

Barragem é qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas (Art.2º da Lei 12.334/2010).

Neste item deverá constar toda a informação da barragem, devendo alguns aspectos estar expressos de forma cartográfica georreferenciada, salientando os seguintes pontos:

<b>Identificação da barragem</b>
Denominação oficial
Código SNISB
Empreendedor
<b>Localização da barragem</b>
Coordenadas
Rio
Unidade da Federação
Município
<b>Classificação da barragem em função do risco</b>
<b>Existência de barragens a montante e a jusante, por exemplo, um quadro com a seguinte informação por cada barragem situada a montante (ou a jusante):</b>
Denominação da barragem
Rio
Empreendedor
Nº de quilômetros a montante (ou a jusante)
Classificação da barragem em função do risco.

### 1.4.2 Descrição geral da barragem

Neste item deve ser feita uma apresentação geral da barragem, nomeadamente:

Tipo de 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, etc.)
Data de construção
Utilizações a que se destina
Estruturas e prédios administrativos (prédios administrativos, subestações, cabines, casas de máquinas, etc.).

### 1.4.3 Características hidrológicas, geológicas e sísmicas

Neste item deve ser feita uma descrição geral da bacia hidrográfica:

Área	Precipitação média na bacia
Vazão média anual	Vazões de cheias

Deve ser apresentado o hidrograma das cheias de projeto afluente e efluente e referidos os sismos de projeto, bem como as características geológicas da fundação da barragem e a susceptibilidade a escorregamentos de taludes do respectivo reservatório.

#### 1.4.4 Reservatório

Neste item deve ser feita uma descrição geral do reservatório e apresentadas as cotas características de exploração, nomeadamente:

- Nível máximo normal (NMN)
- Nível máximo maximorum (NMM)
- Nível mínimo operacional
- Cota superior das comportas
- Cota da soleira vertedoura
- Cota das tomadas de água
- Cota do descarregador de fundo (ou descarga de fundo)

Devem ser apresentadas as curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados do reservatório (curvas cota x área e cota x volume).

#### 1.4.5 Órgãos extravasores

Deve ser feita uma caracterização geral dos órgãos extravasores, em particular: vertedouros de superfície, descarregadores de meio-fundo e de fundo (se existentes), tomadas de água.

Devem ser apresentadas as curvas de vazão dos diferentes órgãos extravasores, a curva de esvaziamento do reservatório (se aplicável) e as regras de operação em situação de cheia.

O Guia para a Operação/Manutenção dos órgãos extravasores e o manual fornecido com o equipamento devem estar disponíveis junto ao PAE, de forma a facilitar a consulta dos procedimentos para acionar as comportas e as válvulas dos órgãos extravasores que dele constam.

No que diz respeito à caracterização dos órgãos extravasores, dever-se-á contemplar, pelo menos:

##### Características principais do vertedouro:

Localização	Capacidade máxima de descarga
Tipo	
Dissipação de energia	Comportas (tipo, altura, largura, raios)
Número de vãos	
Cotas (da soleira vertedoura, superior das comportas)	Localização do posto de manobra dos equipamentos

##### Características principais do descarregador de fundo (ou descarga de fundo):

Localização	Câmara de válvulas
Número de condutos	Dissipação de energia
Diâmetro	Comportas (de segurança e de serviço)
Cota do eixo	
Capacidade de descarga ao nível máximo normal	Localização do posto de manobra dos equipamentos

##### Características das tomadas de água:

Localização	Válvulas
Número de condutos	Localização do posto de manobra dos equipamentos
Diâmetro	
Cota da tomada de água	

#### 1.4.6 Instrumentação

Neste item deve ser feita uma caracterização geral da instrumentação para controle de segurança estrutural da barragem.

Também deve ser apresentado um breve resumo do sistema de monitoramento dos níveis hidrométricos, afluências ao reservatório e vazões descarregadas (se existente).

#### 1.4.7 Acessos à barragem

Numa emergência, a execução com sucesso do PAE pode depender de diversos fatores, nomeadamente:

- da possibilidade de a equipe operacional chegar rapidamente e em segurança ao local, para operar o equipamento, avaliar as condições operacionais e proceder a ações de alerta, caso necessário;
- do transporte para o local da barragem de material de construção e de equipamento necessário para proceder a intervenções de emergência consideradas indispensáveis.

Neste capítulo deve ser apresentado o acesso à barragem, sempre que possível, por ambas as margens do rio, com a caracterização sumária das vias de acesso (asfaltadas, não asfaltadas, nº de faixas de rodagem).

Deve apresentar-se um mapa com a localização dos acessos rodoviários referidos e identificar se os mesmos são afetados pela cheia que resulta da eventual ruptura da barragem.

## 1.5 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Para fazer face a situações de emergência devem existir recursos materiais fixos e mobilizáveis, com destaque para os meios de comunicação, de fornecimento de energia, de alerta, de transporte e outros.

Quanto aos recursos fixos salientam-se os seguintes:

- o sistema de alimentação de energia elétrica para os sistemas vitais da barragem;
- a Sala de Emergência;
- o sistema de comunicações, instalado na Sala de Emergência, e o sistema de alerta constituído por unidades de megafonia dispersas na ZAS (quando existentes).

Os recursos mobilizáveis são essencialmente equipamentos e recursos de materiais diversos, devendo também ser identificadas as zonas próximas onde é possível obter estes

recursos. Os municípios podem, por exemplo, providenciar, numa situação de acidente, mão de obra, equipamento e materiais.

### 1.5.1 Sistemas de iluminação e alimentação de energia

- Iluminação

Deve ser mencionada se existe iluminação do aproveitamento, nomeadamente, se esta abrange as galerias, a crista e o paramento de jusante da barragem. Esta iluminação é um recurso importante em situação de emergência, devendo ser esclarecido se possui sistema de comutação normal/recurso, permitindo seleccionar a alimentação elétrica a partir da rede ou do gerador de emergência.

- Alimentação de energia dos sistemas vitais da barragem

Devem ser identificados os regimes de serviço que existem na barragem, nomeadamente: normal e de recurso ou emergência.

Deve ser caracterizada a alimentação do regime normal, nomeadamente, as ligações às redes de energia elétrica e, em particular, identificar os trajetos dos cabos até à barragem.

Deve ser definida a potência do grupo gerador de recurso ou de emergência (grupo gerador diesel-elétrico de socorro, usualmente), a sua autonomia e localização no aproveitamento e órgãos a que este sistema está adstrito, como por exemplo: i) atuadores dos órgãos extravasores; ii) iluminação do paramento de jusante, de galerias de visita e postos de comando locais dos órgãos extravasores; iii) todos os circuitos elétricos da sala de emergência, etc..

### 1.5.2 Sala de emergência

Recomenda-se que a Sala de Emergência (SE) seja o local onde o Coordenador do PAE e os recursos humanos irão permanecer em situação de alerta, e de onde se pode:

recolher e disseminar informação;

coordenar e emitir ordens para ações, inclusive através do sistema telemérico dedicado;

mobilizar e gerir recursos;

manter e arquivar registros do desenrolar da situação (de forma a permitir o posterior levantamento) e dos custos relacionados com as operações de emergência;

manter a comunicação com os agentes envolvidos no controle da situação de emergência (centros operacionais de Defesa Civil, Entidades Fiscalizadoras e responsáveis pela operação das barragens a montante e a jusante).

Neste tópico deve informar-se qual a localização da SE que deve reunir boas condições topográficas e de visibilidade para a barragem.

Na SE devem estar instaladas as interfaces de comunicação com os sistemas de notificação e de alerta.

### 1.5.3 Recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência

No que diz respeito a recursos materiais mobilizáveis para responder a emergências, incluem-se os seguintes:

- equipamentos diversos (gruas, caminhões, retroescavadoras, barco de alumínio, bombas de drenagem e de esgotamento, gerador, ferramentas gerais, etc.);
- meios de transporte terrestres disponíveis para as operações de alerta na ZAS, em complemento do sistema de alerta fixo e meios de transporte fluviais;
- equipamento de segurança, do qual se salientam: i) grupos eletrogêneos móveis; ii) projetores e material de iluminação; iii) meios portáteis de emissão em alta-voz; iv) meios de comunicação suplementares.

No que diz respeito aos recursos materiais renováveis, incluem-se os seguintes:

- combustíveis e lubrificantes;
- material diverso de manutenção e reparação, como areia, brita, cordas, lona plástica, gabião tela, aço zincado, tábuas, tijolos, etc.;
- material para primeiros socorros.
- Deve-se apresentar uma lista com os meios e recursos disponíveis (vide exemplos no Anexo 2).



## 2 DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA

### O PLANO DE AÇÃO – IDENTIFICAÇÃO DA SITUAÇÃO E RESPOSTA

#### 2.1 DETECÇÃO E AVALIAÇÃO

Considera-se uma situação qualquer ocorrência gerada por eventos naturais ou provocados, que em combinação com a resposta da barragem, podem dar origem a deteriorações e que, no caso mais extremo, podem ocasionar a ruptura da mesma, levando à liberação súbita do volume de água armazenado.

Segundo ICOLD, 1994, o conceito *deterioração* engloba ainda os seguintes termos (cf. **Figura 1**):

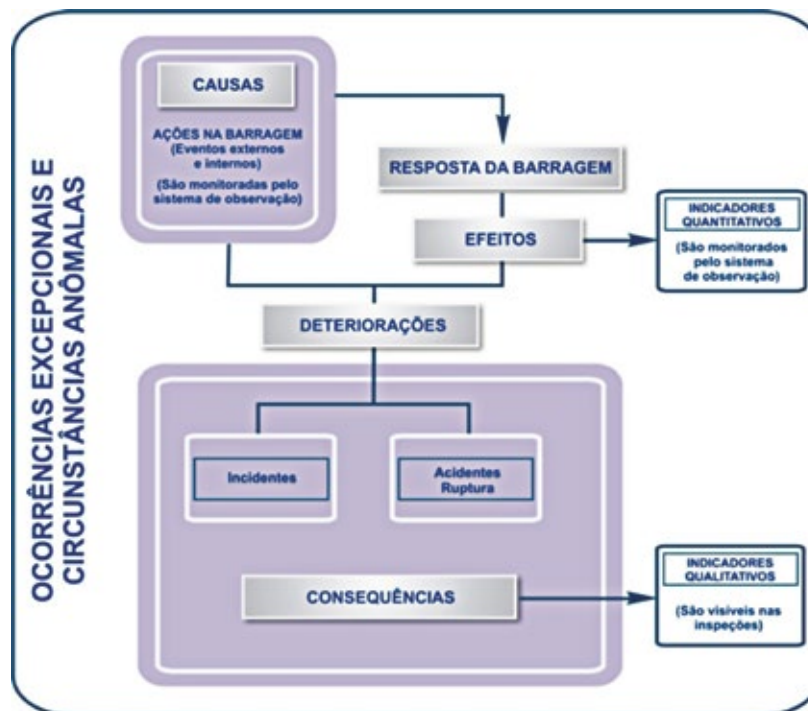
- as causas, que resultam das ações e que são provocadas por eventos naturais ou pela ação humana e introduzem solicitações nas obras que influenciam no comportamento das mesmas;
- os efeitos, que estão relacionados com o comportamento da estrutura, ou seja,

dependem da resposta da estrutura e que se traduzem em grandezas medidas pelo sistema de observação; são elas as extensões e tensões, as deformações, os deslocamentos e os movimentos relativos, as vazões drenadas e infiltradas, as subpressões, as pressões neutras;

- as consequências, que ocorrem quando os efeitos atingem determinados valores limites e têm como resultado as deteriorações visíveis, como por exemplo: as expansões do concreto, as fissurações, os deslizamentos e os assentamentos excessivos, assim como os galgamentos, as erosões internas, as vazões excessivas, as rupturas, etc.

No PAE deve-se realizar uma descrição das situações que podem afetar a segurança e produzir uma situação de emergência para a barragem e o respectivo nível de resposta (vide classificação a apresentar no ponto seguinte). A **Tabela 1** (Anexo 5) apresenta um exemplo deste tipo de instrumento de avaliação.





**Figura 1** – Conceito de situação (ocorrência excepcional ou circunstância anômala)

Estas situações podem ser diferentes em cada barragem concreta e apresentarem características específicas em cada caso, no entanto, em geral, devem considerar-se:

- ocorrências excepcionais naturais exteriores à barragem, como por exemplo, as tempestades, os sismos, as cheias provocadas por precipitações intensas ou por ruptura de barragens a montante ou, ainda, por ondas induzidas por deslizamentos de encostas no reservatório;
- ocorrências excepcionais provocadas pelo homem, exteriores à barragem, como por exemplo, sabotagem ou atos de guerra;
- circunstâncias anômalas de comportamento que derivam de deteriorações no corpo da barragem e/ou sua fundação, nos órgãos extravasores e seu equipamento de operação (eventos internos) e que são consequência das características da estrutura e do seu estado de manutenção, podendo incluir valores excessivos de variáveis, tais como as variações do volume do concreto

ou as alterações de natureza físico-química das propriedades dos materiais;

- outras situações internas à barragem relacionadas com a exploração e operação da barragem que derivam da operação dos respectivos órgãos extravasores (por exemplo, o esvaziamento rápido do reservatório em barragens de aterro zonadas com núcleos de baixa permeabilidade ou a operação inadequada de órgãos extravasores) ou, ainda, situações que podem ocorrer nas instalações da barragem (nomeadamente, na sala de emergência e pontos nevralgicos do aproveitamento), tais como incêndios, inundações e atos de vandalismo.

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

A gestão da emergência é efetuada em função do nível de resposta, que é a convenção utilizada para graduar as situações que podem comprometer a segurança da barragem e ocupações a jusante e ativar um processo de emergência na barragem.

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:

0	<b>Normal (verde):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem, mas devam ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;
1	<b>Atenção (amarelo):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas;
2	<b>Alerta (laranja):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
3	<b>Emergência (vermelho):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem.

No **Quadro 4** apresenta-se a caracterização genérica das situações que acionam os quatro níveis de resposta.

Cada barragem tem diferentes indicadores de ocorrências excepcionais ou de circunstâncias anômalas de comportamento, de acordo com sua tipologia, altura, climatologia da bacia hidrográfica, geologia. Mais concretamente e, de acordo com a abordagem seguida na Espanha (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 1998), verifica-se que (**cf. Figura 1**):

- os efeitos (monitorados pelo sistema de observação da barragem) e as ações que derivam dos eventos externos (monitorados pelos sistemas de monitoramento de eventos hidrológicos e sísmicos) podem dar origem a grandezas que são mensuráveis pelo que constituem os denominados indicadores quantitativos de eventuais problemas na barragem;
- as consequências da deterioração (detectadas pelas inspeções visuais da barragem) podem dar origem a alterações “visíveis” no nível da aparência da barragem e dos seus órgãos extravasores (são essencialmente fendilhação, infiltrações e deslocamentos), pelo que constituem os denominados indicadores qualitativos de eventuais problemas na barragem.

**Quadro 4** – Caracterização genérica das situações que acionam os diversos níveis de resposta

Nível de Resposta	Situação
VERDE	Situações de incidente declarado ou previsível, com as seguintes características: i) serem estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo; ii) poderem ser controladas pelo Empreendedor; iii) poderem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante.
AMARELO	Situações que impõem um estado de atenção na barragem e/ou no vale a jusante, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente superior às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes). As características principais são: i) a situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; ii) existe a convicção de ser possível controlar a situação, embora o coordenador do PAE possa vir a necessitar de assistência especial de entidades externas; iii) existe a possibilidade de a situação se agravar e de se desenvolverem efeitos perigosos no vale a jusante sobre pessoas e bens.
LARANJA	Situações que impõem um estado de alerta geral na barragem. As características principais deste nível de resposta são as seguintes: i) a situação tende a progredir rapidamente, podendo não existir tempo disponível para a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; ii) admite-se não ser possível controlar o acidente, tornando-se indispensável a intervenção de entidades externas; iii) existe a possibilidade de a situação se agravar com a ocorrência de consequências muito graves no vale a jusante.
VERMELHO	Situação de catástrofe inevitável, incluindo o início da ruptura da barragem.

No PAE devem ser desenvolvidas tabelas para a interpretação destes indicadores quantitativos. Em geral, e, sempre que tecnicamente possível, os limites que definem os diferentes níveis de resposta devem ser estabelecidos por indicadores quantitativos e representados através de valores numéricos. Uma relação de possíveis qualitativos, associados a possíveis causas e efeitos de situações, consta dos exemplos apresentados na **Tabela 2** e na **Tabela 3** (Anexo 5). No mesmo anexo, a **Tabela 4** apresenta exemplos de indicadores quantitativos.

Os formulários das inspeções de segurança da barragem devem, no caso de barragens já existentes, estar disponíveis junto ao PAE, por de forma a facilitar a consulta dos critérios de classificação do nível de resposta que deles devem constar.

Neste ponto podem, igualmente, ser utilizados métodos de análise de riscos de barragens como a Análise do Modo e Efeito das Falhas (FMEA) e Análise do Modo, Efeito e Criticalidade das Falhas (FMECA).

## 2.3 AÇÕES ESPERADAS

Neste capítulo devem ser definidas as ações de resposta a implementar pelo coordenador do PAE, uma vez identificado o nível de resposta correspondente à situação.

### 2.3.1 Nível Verde

O nível Verde do processo de planeamento de emergência é iniciado quando é detectada uma anomalia ou evento para a barragem que não põe em risco a segurança estrutural da barragem nem dos seus órgãos extravasores. No nível de resposta Verde, as principais ações a desencadear pelo Coordenador do PAE são:

- monitorar a situação, registrando todas as ações adotadas na resolução do problema;
- implementar medidas preventivas e corretivas;

- notificar os recursos humanos da barragem e o Empreendedor.

As ações de resposta para o nível Verde são apresentadas de forma sistemática na **Tabela 5** (Anexo 5).

### 2.3.2 Nível Amarelo

O nível Amarelo do processo de planeamento de emergência corresponde a situações que impõem um estado de atenção na barragem. As principais ações a desencadear pelo Coordenador do PAE são:

- notificar os recursos humanos na barragem e eventualmente monitorar a situação com base em vigilância permanente (24 h/dia), nomeadamente nomeadamente, mantendo-se atualizado sobre a evolução das condições meteorológicas e hidrológicas e, se necessário, pedindo previsões especiais de precipitações e ventos, por exemplo, ao Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), ao Centro de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) e ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET);
- verificar a operacionalidade dos meios e registrar todas as ocorrências e procedimentos;
- implementar as medidas preventivas e corretivas, incluindo trabalhos de reabilitação (reparação e reforço), no sentido de tentar minimizar as consequências do incidente ou de corrigir deteriorações na barragem;
- notificar o Empreendedor, a Entidade Fiscalizadora e os responsáveis pelos Serviços de Defesa Civil;
- acionar o sistema de alerta à população da ocorrência de descargas, caso estas estejam previstas.

As ações de resposta para o nível Amarelo são apresentadas de forma sistemática na **Tabela 6** (Anexo 5).

### 2.3.3 Nível Laranja

O nível Laranja do processo de planejamento de emergência corresponde a situações que impõem um estado de alerta geral na barragem.

No nível de resposta Laranja, as principais ações a desencadear pelo Coordenador do PAE são idênticas às preconizadas para o nível anterior, ou seja, monitorar a situação (registrando todas as ocorrências e procedimentos), implementar medidas de mitigação e notificar recursos humanos internos e entidades externas intervenientes na gestão da emergência (Entidades Fiscalizadoras e Serviços de Defesa Civil). A principal ação do Coordenador do PAE é, neste nível, a de acionar o sinal de alerta à população na zona de autossalvamento para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação. As ações de resposta para o nível Laranja são apresentadas de forma sistemática na **Tabela 7** (Anexo 5).

### 2.3.4 Nível Vermelho

Neste nível a ruptura já é visível ou constituiu uma realidade a curto prazo. A principal ação do Coordenador do PAE é, neste nível, o acionamento do sistema de alerta à população na ZAS com vista à sua evacuação. Deverão também ser desencadeadas as ações previstas no nível anterior, ou seja, monitorizar a situação, implementar medidas de mitigação, notificar entidades e registrar todas as ocorrências e procedimentos.

As ações de resposta para o nível Vermelho são apresentadas de forma sistemática na **Tabela 8** (Anexo 5).

# 3 PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

## NOTIFICAÇÃO E ALERTA

### 3.1 OBJETIVO

No contexto do PAE, o objetivo dos sistemas de notificação e alerta é o de avisar os intervenientes e decisores principais das ações de emergência e, quando se revelar necessário, alertar a população em risco na ZAS. A notificação através do PAE associada aos níveis de alerta mais elevados poderá acionar o planejamento de emergência do Sistema de Defesa Civil.

Os sistemas de notificação e de alerta compreendem a especificação dos indivíduos e entidades a notificar e a definição de um conjunto de meios de comunicação cuja instalação e manutenção os permita conservar em condições confiáveis e eficazes. Assim, neste ponto o PAE deve:

- definir quem notifica e quem é notificado;
- identificar os nomes dos intervenientes e das organizações responsáveis no processo e os respectivos números de telefone e recursos alternativos de comunicação;
- definir os meios de comunicação entre o Coordenador do PAE (responsável pelo desencadear do alerta) e as entidades a alertar;
- definir os dispositivos de alerta sonoros que têm por função informar a população na ZAS da iminência ou ocorrência de um acidente na barragem.

### 3.2 NOTIFICAÇÃO

A notificação deve ser estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação e segurança da barragem (notificação interna), e entre estes e as entidades externas com responsabilidades instituídas (Entidades Fiscalizadoras, Sistema de Defesa Civil).

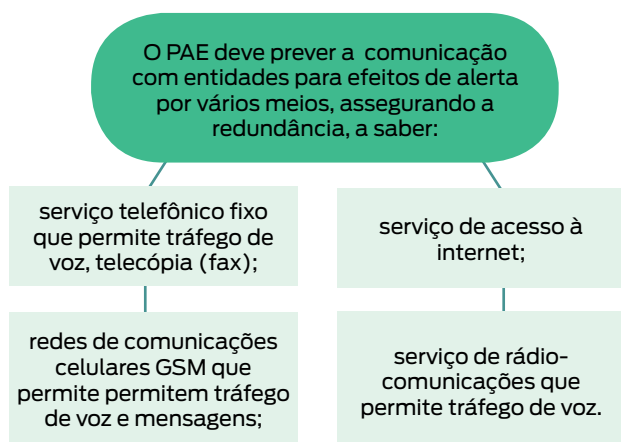
As entidades a serem notificadas devem ser, obrigatoriamente, o Empreendedor, a Entidade Fiscalizadora e o Sistema de Defesa Civil, nomeadamente (vide **Figura 2**):

- em âmbito municipal, as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde e serviços de águas e esgoto);
- em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros);
- em âmbito federal, o Centro Nacional de Administração de Desastres (CENAD).

Pode ainda revelar-se necessário contatar as barragens situadas a montante e a jusante e entidades externas como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que podem fornecer informação no domínio da hidrometeorologia e da meteorologia.



Os contatos das entidades referidas devem encontrar-se organizados num quadro a colocar no início do PAE, tal como consta do **Quadro 2** (ponto 1.3 - IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO).



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.

### 3.3 SISTEMA DE ALERTA

O sistema de alerta é estabelecido, no caso do PAE, através da comunicação entre os agentes responsáveis pela operação e segurança da barragem e a população em risco na ZAS.

Os meios de alerta mais diretos são:

- alarmes domésticos, recorrendo a contatos diretos através dos telefones fixos e celulares (nos casos mais evoluídos, o uso de telefones pode ser materializado através de chamadas automáticas controladas por um sistema interligado com o sistema de vigilância da barragem);
- alarmes públicos através de sinais sonoros (sirenes fixas e megafones em viaturas móveis);
- os meios de comunicação social (mensagens ao público através de boletins de rádio e televisão);
- publicação e afixação de comunicados de alerta;

- aviso pessoais “porta a porta” ou alertas por mensagens de texto recorrendo aos serviços disponibilizados pelas redes GSM.

A escolha do meio de alertar a população a adotar deverá ser baseada na extensão da zona afetada, no tipo, dimensão e dispersão geográfica da população a avisar (pequenas povoações rurais, grandes aglomerados urbanos, fazendas dispersas, etc.), na proximidade geográfica dos agentes de defesa civil e nos meios e recursos disponíveis pelo Sistema de Defesa Civil.

Os alarmes domésticos e o aviso porta a porta só são possíveis para populações de dimensão não muito grande e requerem listas com informação atualizada sobre nome e morada da população residente e respectivos números de telefone e/ou celular.

Na ZAS, o tempo disponível para os agentes de defesa civil atuarem é escasso, sendo a implementação dos meios de alerta à população uma responsabilidade do Empreendedor, que pode optar pela automatização total do sistemas de alerta (por sirenes ou o sistema de alerta pessoal por mensagens de texto, por exemplo).

Do PAE deve constar um mapa com a localização das sirenes (quando previstas), que deve ter em especial atenção o alerta nos locais mais vulneráveis da ZAS, ou seja, na zona das barragens e nos locais com edificações fixas.

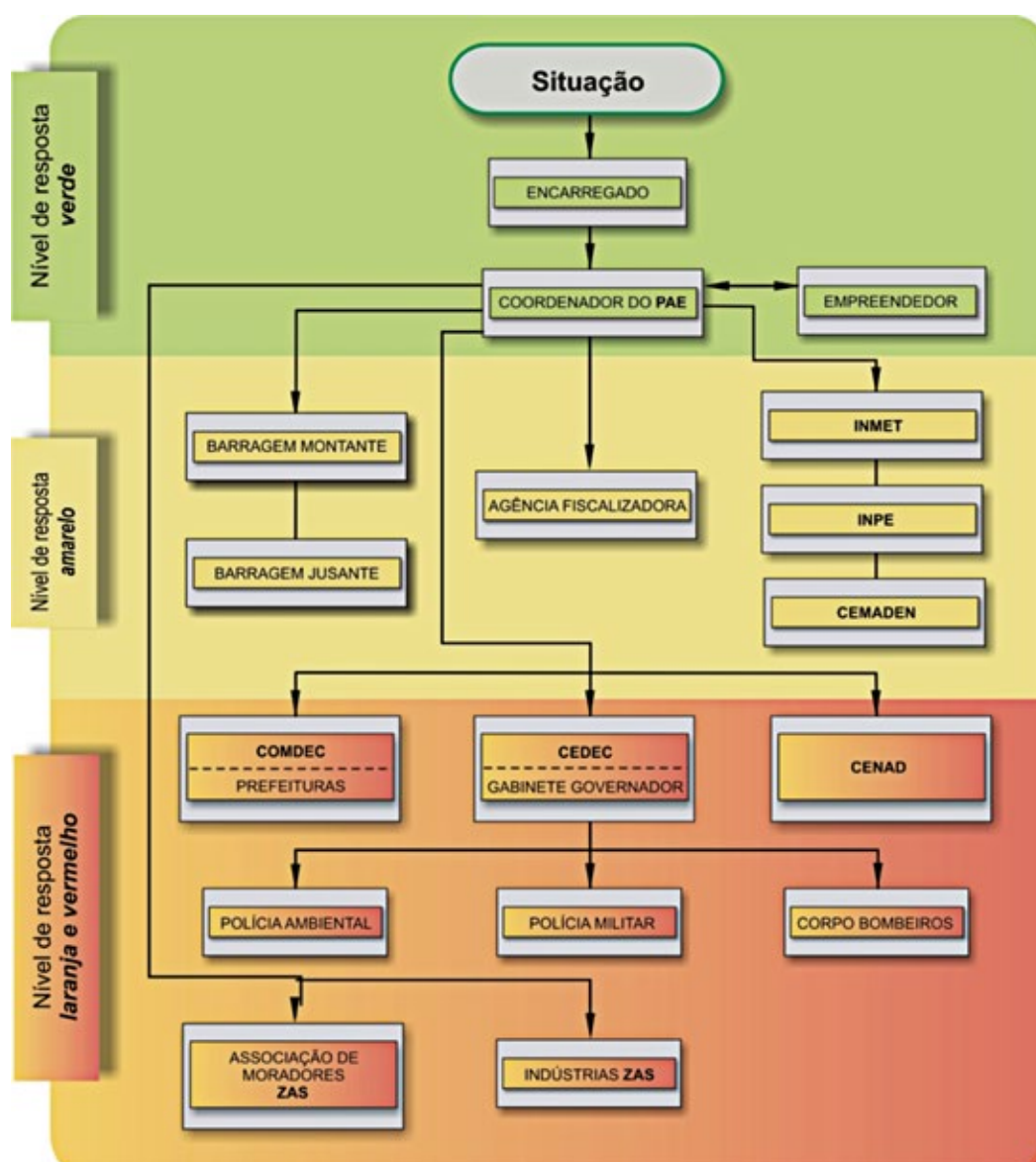
O sistema de alerta pessoal por mensagens de texto utiliza a rede de celulares para avisar a população afetada pela emergência. Este sistema utiliza os serviços de mensagens disponibilizados pelas redes GSM dos operadores nacionais. O envio de mensagens para grupos de utilizadores de celulares destas redes pode ser feito através de dois serviços: o serviço de mensagens curtas e o serviço de difusão celular.

O Serviço de Mensagens Curtas, também conhecido por SMS (*Short Message Service*), é um serviço que permite enviar mensagens de texto de pequena dimensão para celulares. O serviço tem uma elevada popularidade no Brasil, estando o seu tráfego a crescer de forma sustentada nos últimos anos.

O Serviço de Difusão Celular, também conhecido por *Cell Broadcast Service* (CBS), é um serviço mais recente e menos conhecido das redes GSM, que permite enviar mensagens para celulares que se encontrem na área de cobertura de uma célula. Possui duas vantagens: a capacidade de enviar uma única mensagem para uma população de grandes dimensões de uma forma muito eficiente a capacidade de enviar mensagens para uma área geográfica específica.

### 3.4 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Neste ponto, em caso de emergência, deve ser desenvolvido um fluxograma, a exemplo do apresentado na **Figura 2**, a seguir, para a notificação dos indivíduos e das entidades e o alerta da população em risco.



**Figura 2** – Fluxograma de notificação

## 4 RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE

### QUEM É QUEM?

#### 4.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

O Empreendedor é o agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade. É o responsável por elaborar documentos relativos à segurança da barragem, bem como por implementar as recomendações contidas nesses documentos e atualizar o registro das barragens de sua propriedade, ou sob sua operação, junto às entidades fiscalizadoras.

No âmbito do PAE, cabe ao Empreendedor:

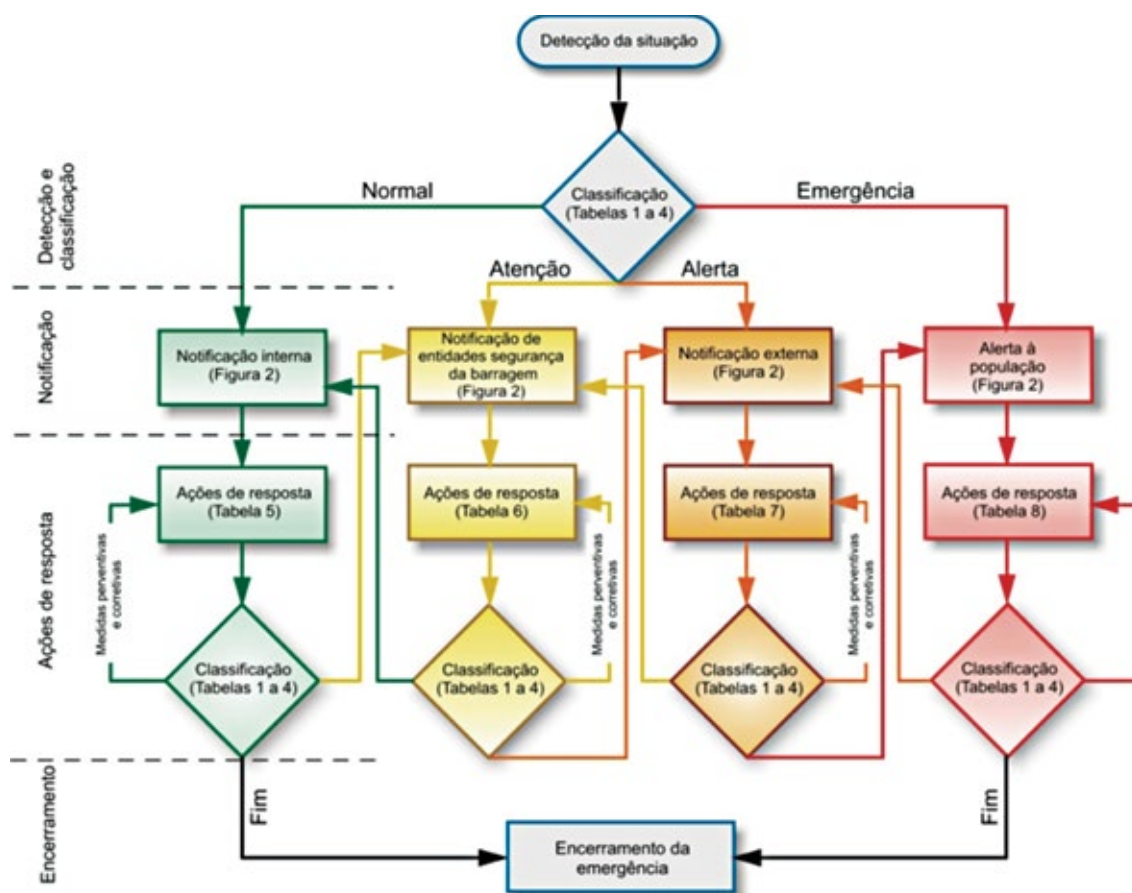
- a) providenciar a elaboração e atualizar o PAE;
- b) promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- c) participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e organismos de defesa civil;
- d) designar formalmente um coordenador para executar as ações descritas no PAE;
- e) detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de resposta;
- f) declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
- g) executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- h) alertar a população potencialmente afetada na ZAS;
- i) notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;
- j) emitir declaração de encerramento da emergência;
- k) providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

#### 4.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

As ações a que se referem os pontos e), f), g), h), i), j) e k) podem ser delegadas ao **Coordenador do PAE**, designado pelo Empreendedor, caso este não exerça essa função.

O Coordenador do PAE, é, assim, o responsável por coordenar as ações descritas no PAE (vide **Figura 3**), devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência em potencial da barragem.





**Figura 3** – Ações a implementar pelo Coordenador do PAE

## 4.3 RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA

### 4.3.1 Organização

Neste ponto deve ser desenvolvido um fluxograma com a organização do empreendedor na situação de exploração normal do aproveitamento (**Figura 4**). No caso mais simples os recursos humanos estão concentrados no encarregado da barragem.

Deve-se igualmente apresentar uma lista dos recursos humanos para gestão de emergências na barragem. Este quadro deve estar afixado de forma visível na Sala de Emergência e deve ser revisto em todas as atualizações previstas para o PAE, ou seja, sempre que haja lugar a alterações dos dados dos intervenientes e, ainda, na sequência da realização de exercícios de teste ou da ocorrência de situações de

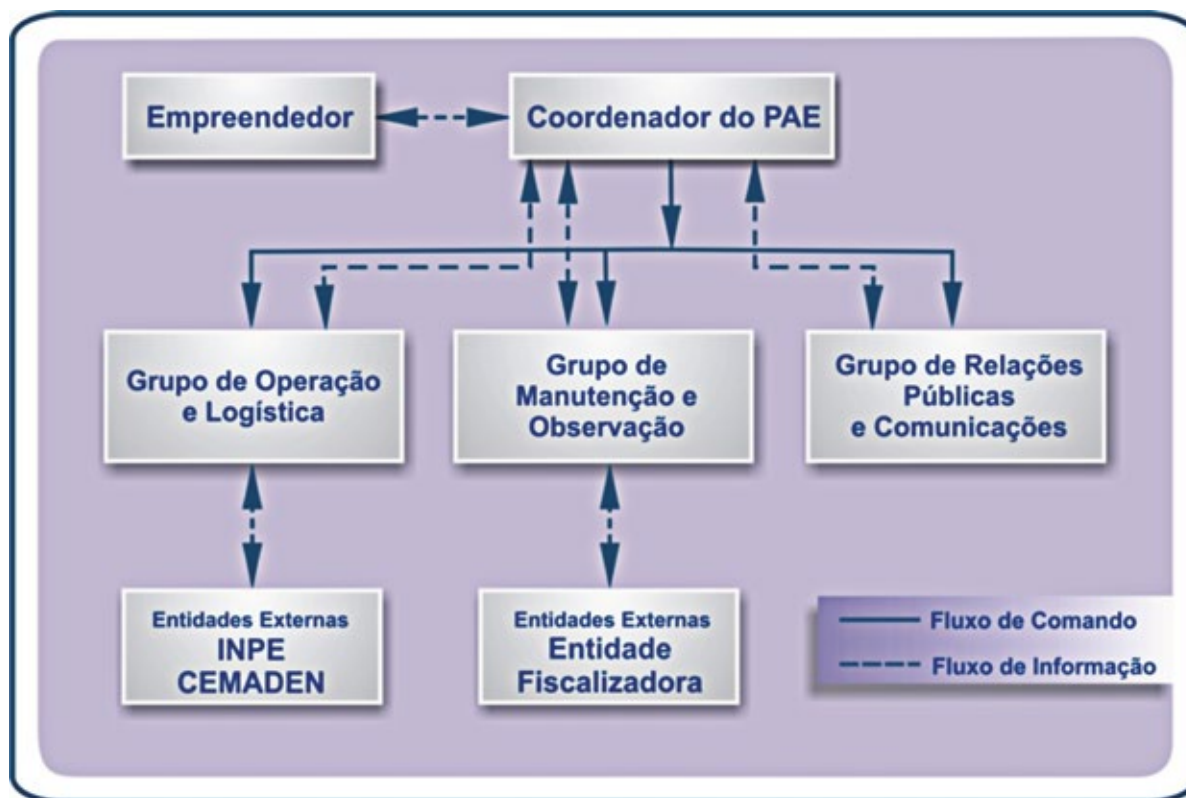
emergência, que justifiquem alterações à lista de recursos humanos.

### 4.3.2 Responsabilidades em barragens com organização simples

Nestes casos existe usualmente um **encarregado da barragem** que é o responsável local pela barragem designado pelo Empreendedor. Poderá declarar os níveis de resposta verde e amarelo, caso o Coordenador do PAE lhe tenha delegado essa autonomia.

### 4.3.3 Responsabilidades em barragens com organização complexa

Nestes casos deve no PAE estar definido no PAE o papel dos diversos responsáveis. Tipicamente, as responsabilidades poderão envolver as chefias da equipe operacional da barragem, da equipe de manutenção e observação e da equipe de relações públicas.



**Figura 4** – Fluxograma exemplificativo da organização para exploração da barragem do Empreendedor

#### 4.3.4 Responsabilidades de entidades externas

No PAE deve estar definido o papel do INPE, CEMADEN e INMET. Tipicamente, estas responsabilidades relacionam-se com o fornecimento e partilha de informação no domínio da hidrometeorologia, da meteorologia e da sismologia.

#### 4.4 ENTIDADES FISCALIZADORAS

As principais entidades fiscalizadoras que estão usualmente envolvidas no controle de segurança de barragens no Brasil são as seguintes:

A Agência Nacional de Águas (ANA), para as barragens destinadas a usos múltiplos, onde a hidroeletricidade não é o principal uso, quando estiverem situadas em rios federais, e os órgãos estaduais gestores de recursos hídricos, quando as barragens estiverem situadas em rios estaduais;

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para as barragens em que a hidroeletricidade é o principal uso;

O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), para as barragens de rejeitos utilizadas na indústria de mineração.

Por outro lado, as barragens de resíduos industriais são reguladas pelo órgão de licenciamento ambiental, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), caso a licença tenha sido emitida pela autoridade ambiental federal, ou pelos órgãos ambientais estaduais, caso a licença tenha sido emitida pela autoridade ambiental estadual, ou ainda, eventualmente, por órgãos ambientais municipais que tenham emitido a licença.

As Entidades Fiscalizadoras devem estabelecer a periodicidade, as qualificações mínimas das equipes técnicas responsáveis, o conteúdo mínimo e o grau de detalhamento

dos documentos relativos à segurança da barragem. As Entidades fiscalizadoras deverão ainda comunicar situações que envolvam perigo para as populações ao Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD) e à ANA, conforme Art.16, da Lei nº 12.334.

#### 4.5 SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

A gestão do risco, no que diz respeito à população que reside nos vales com barragens, envolve a participação de um maior número de instituições, nomeadamente nomeadamente, a do **Sistema de Proteção e Defesa Civil** (vide **Figura 5**). Tipicamente, as responsabilidades deste sistema relacionam-se com o alerta, a evacuação e a sensibilização e educação das populações no que diz respeito a atuação em emergências.

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), que atua na redução de desastres

em todo o território nacional, é, no que interessa a emergências em barragens, constituído:

- no âmbito federal, pelo Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD);
- no nível estadual, pelas Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores, respondendo regionalmente às Coordenadorias Regionais de Defesa Civil (CORDEC), que comportam diversos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros);
- no âmbito municipal, pelas Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que comportam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde, subprefeituras, serviços de águas e esgoto).



**Figura 5** – Organização esquemática do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

# 5 SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO

## QUAL O PERIGO?

### 5.1 MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

#### 5.1.1 Introdução

Para avaliar os danos no vale a jusante é necessário determinar as zonas que vão ficar inundadas pela cheia provocada pela ruptura da barragem, afetando a população, instalações, infraestruturas e ambiente. Trata-se de um estudo que se baseia, essencialmente, na simulação da cheia induzida. Em geral são usados nesta avaliação modelos hidrodinâmicos.

No caso de pequenas barragens, em que as consequências da ruptura são, na maioria dos casos, menores, nem sempre será de exigir-necessário o uso das ferramentas mais sofisticadas disponíveis.

Neste ponto do PAE, deve ser identificada a metodologia de modelagem utilizada e as razões do seu uso. A identificação do software utilizado deve também ser expressa.

#### 5.1.2 Modelos hidrodinâmicos

Nos modelos hidrodinâmicos, esta simulação obriga, na prática, à a modelagem não só do processo de propagação da cheia ao longo do vale a jusante como ainda do processo de formação da cheia, compreendendo o

desenvolvimento da brecha de ruptura e o hidrograma efluente da mesma.

Para efetuar a simulação do processo de formação de brechas, podem ser utilizados modelos paramétricos, ou seja, modelos em que é exigido ao modelador a definição da geometria da brecha (a largura e a forma final) e o tempo de ruptura.

Os modelos hidrodinâmicos existentes para efetuar a simulação do processo de propagação da cheia induzida pela ruptura de barragens constituem aplicações particulares dos modelos gerais de propagação de cheias naturais. Pelo fato de serem conceitualmente mais corretos, recomenda-se o uso de modelos hidrodinâmicos, de que constituem talvez os exemplos mais conhecidos os modelos DAMBRK (BOSS DAMBRK, 1991) ou o software de domínio público HEC-RAS (USACE, 2002, <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>).

#### 5.1.3 Metodologia simplificada para barragens de pequeno porte

A critério da entidade fiscalizadora, pode ser utilizada uma metodologia simplificada para o estudo de inundação para as barragens classificadas como de dano potencial alto, mas com altura do maciço menor que 15 m (quinze metros) e com capacidade total do reservatório menor que 3.000.000 m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos).



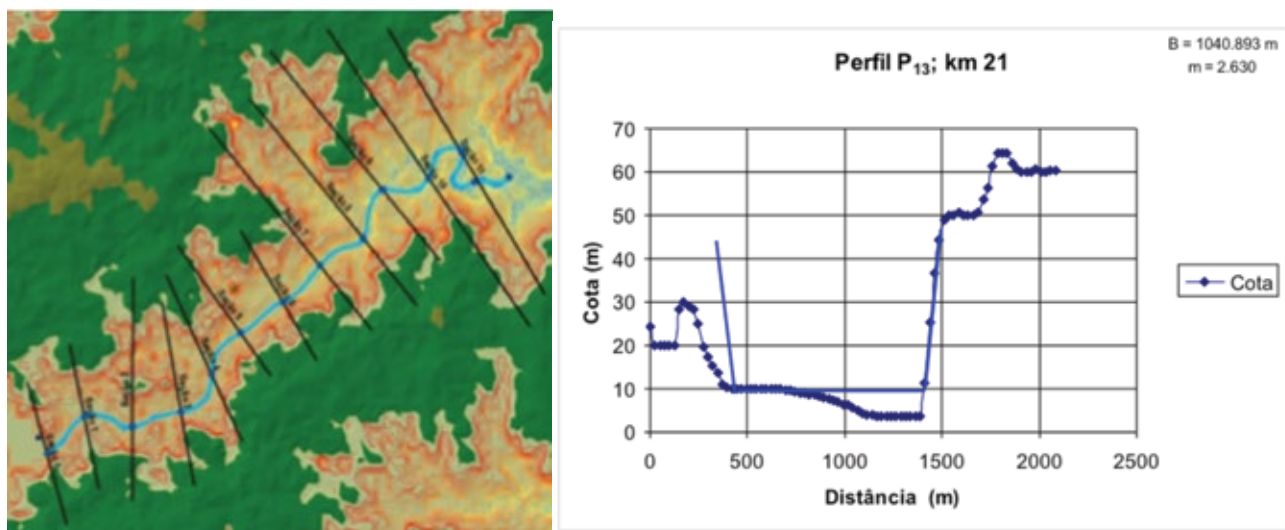
As áreas em risco potencial devem ser estimadas com base numa análise conservadora. Sugere-se uma extensão de 20 km como extensão máxima de cálculo. Esta distância deve ser incrementada se, ao fim de 20 km, existirem junto às linhas de água edificações ou estradas.

A metodologia simplificada deverá conter uma análise hidráulica com o cálculo da vazão máxima na seção da barragem e a jusante, a obtenção da altimetria das seções e o cálculo do nível máximo da onda de cheia em cada uma destas seções.

Note-se que se torna necessário empreender uma caracterização topográfica da linha de água em estudo, tendo por base perfis transversais. Não havendo outra topografia disponível, a informação sobre altimetria pode ser obtida com o modelo digital de elevação obtido a partir

da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), relativo à totalidade da América do Sul (altimetria à escala 1:250 000 com resolução planimétrica de 90 m). Por simplificação, podem adotar-se geometrias regulares trapezoidais, retangulares ou triangulares equivalentes, em função do melhor ajustamento possível (vide exemplo da **Figura 6**).

A identificação dos pontos vulneráveis a jusante (edificações e infraestruturas) poderá ser baseada em fotografias de satélite disponíveis, nomeadamente, por recurso ao software Google Earth (vide exemplo da **Figura 7**). Independentemente do método utilizado para a geração do mapa de inundação, deve ser conduzida uma inspeção ao vale a jusante para confirmar o número e a localização de residências, as características do rio e a existência de alterações no canal ou na planície de inundação.



**Figura 6** – Caracterização topográfica do vale a jusante. a) seções transversais do vale e a altimetria do SRTM, b) ajustamento de seções regulares às seções naturais



**Figura 7** – Exemplo de imagem do Google Earth para identificação dos elementos em risco no vale a jusante

## 5.2 CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

### 5.2.1 Brecha de ruptura

Uma brecha é caracterizada por três parâmetros: a sua configuração geométrica, as suas dimensões (nomeadamente nomeadamente, a largura) e o tempo de ruptura, fatores que, no seu conjunto, influenciam os valores das vazões, dos níveis e dos tempos de chegada da onda de inundação às diferentes zonas da área de inundação e afetam os intervalos de tempo disponíveis para a implementação do plano de emergência.

Regra geral, afigura-se difícil definir as dimensões da brecha nas barragens de concreto, inclusive porque não existem estudos sistemáticos neste domínio específico. Por outro lado, no que diz respeito ao tempo de ruptura em barragens de concreto, considera-se, em geral, que a brecha se desenvolve de forma rápida.

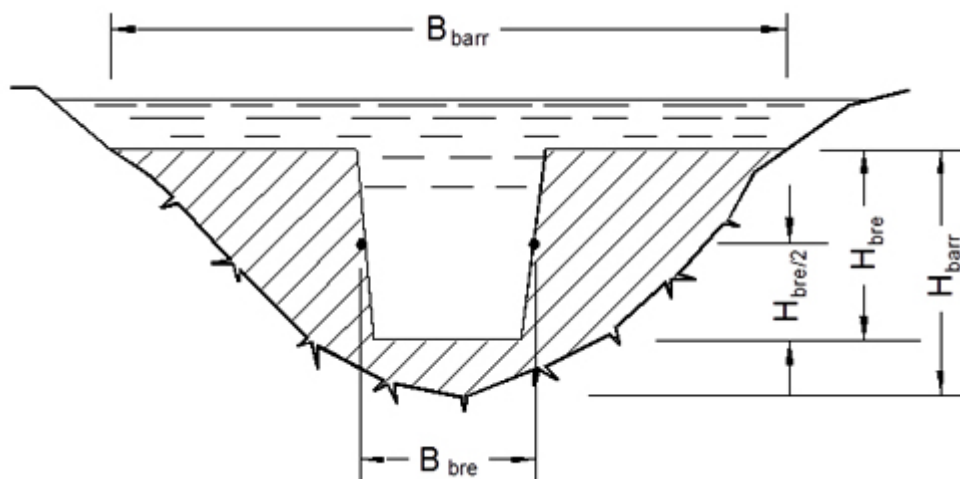
Assim, na análise da segurança deste tipo de barragem, considera-se prudente, e prática comum, admitir, no caso de se tratar de uma barragem de tipo arco, que a dimensão da brecha é significativa e, em situação extrema, igual à dimensão total da barragem, ou seja,

considera-se uma brecha com área igual à área da seção transversal da barragem definida pelo eixo de referência e um tempo de ruptura quase “instantâneo”.

No caso de se tratar de uma barragem de concreto de gravidade, considera-se que a área da brecha é igual a uma parte apreciável da área da seção transversal da barragem definida pelo eixo de referência (ruptura parcial); de notar que, nesta última situação, dever-se-á considerar a geometria da brecha como retangular. No que se refere ao tempo de ruptura em barragens de concreto de gravidade, o manual do modelo DAMBRK (BOSS DAMBRK, 1991) especifica que dever-se-á considerar um tempo de ruptura variando de 6 a 30 minutos.

Ao contrário das barragens de concreto, as barragens de aterro têm sido objeto de múltiplos trabalhos técnico-científicos incidindo na problemática da caracterização da brecha de ruptura que correspondem corresponde a rupturas parciais e lentas. No que diz respeito à largura da brecha em barragens de aterro, analisando as expressões que constam da bibliografia podem-se considerar como válidos os seguintes critérios (vide esquema que consta da **Figura 8**):

- a forma das brechas é usualmente trapezoidal, sendo  $\bar{B}_{bre}$  a largura média da brecha;
- a altura da brecha,  $H_{bre}$ , pode considerar-se em geral como aproximadamente igual à altura da barragem.



**Figura 8** – Esquema da seção típica da brecha em barragens de aterro

Sugerem-se os valores característicos para a brecha de ruptura que constam do **Quadro 5**.

**Quadro 5** – Valores característicos da brecha de ruptura (adaptado de USBR, 1989)

Tipo de barragem	Largura média da brecha ( $\bar{B}_{bre}$ )	Componente horizontal da inclinação dos taludes da brecha (1V:ZH)	Tempo de ruptura (horas)
Concreto em arco	Todo o desenvolvimento da barragem ou $\bar{B}_{bre} \geq 0,8 B_{barr}$	$0 \leq Z \leq$ Inclinação do vale	$t_{rot} \leq 0,1$
Concreto gravidade	Um múltiplo de vários blo- cos, sendo usualmente, $\bar{B}_{bre} \leq 0,5 B_{barr}$	$Z=0$	$0,1 \leq t_{rot} \leq 0,3$
Terra/Enrocamento	$H_{barr} \bar{B}_{bre} \leq 5 H_{barr}$	$1/4 \leq Z \leq 1$	$0,5 \leq t_{rot} \leq 3$
Estéreis de minas	$\bar{B}_{bre} \leq 0,8 H_{barr}$	$1 \leq Z \leq 2$	$0,1 \leq t_{rot} \leq 0,3$

## 5.2.2 Cenários a simular

### 5.2.2.1 Introdução

Deve-se optar por construir o menor número possível de cenários. Assim, para garantir uma adequada segurança associada aos diferentes tipos de barragem devem no PAE ser definidos dois tipos de cenários:

- o cenário de operação hidráulica extrema, que sem conduzir à ruptura pode dar origem a descargas importantes e, de igual forma, colocar em risco pessoas e bens no vale a jusante;
- e o cenário de ruptura propriamente dita.

Um cenário típico de acidente é o cenário de operação extrema, que, no caso de uma barragem com vertedouro de cheias dotado de comportas, pode resultar da abertura rápida e simultânea de todas as comportas.

No caso de uma barragem com vertedouro de cheias sem comportas, o cenário de operação hidráulica extrema a considerar pode corresponder ao evento da cheia de projeto.

O cenário de operação hidráulica extrema permite definir as zonas a jusante que, em consequência do funcionamento do vertedouro, se encontram em situação de risco. Esta simulação pode também ser fundamental para quantificar com mais rigor os danos após a ocorrência de um acidente na barragem. Com efeito, de acordo com o critério de quantificação de danos baseado numa análise incremental, de entredentre a totalidade dos danos provocados pela ruptura de uma barragem, não lhe deverão ser imputados os que decorreriam igualmente na sequência da cheia de projeto, ou seja, à totalidade dos danos registrados nas áreas inundadas por causa da ruptura da barragem, dever-se-á subtrair aqueles que ocorreriam nas áreas inundadas pela cheia no rio “sem a existência da barragem”.

O cenário de ruptura, deve, por seu lado, ser sujeito a uma classificação mais rigorosa que contemple igualmente:

- o cenário de ruptura mais provável;
- o cenário de ruptura mais desfavorável ou extremo.

O cenário de ruptura mais provável deve ser determinado em função das características da barragem e das causas de ruptura, elas próprias podendo ser previstas a partir do tipo de barragem, do seu estado de conservação (nomeadamente nomeadamente, o tipo de deterioração que eventualmente apresente) e modo de operação.

Em caso de dúvidas quanto à concepção do cenário de ruptura mais provável dever-se-á adotar uma atitude prudente e, como referência limite, poder-se-á, em alternativa, recorrer a um outro cenário de acidente, mais pessimista (eventualmente associado a uma causa com reduzida probabilidade de ocorrência), correspondendo a um cenário de ruptura mais desfavorável ou extremo (por exemplo, uma ruptura total e bastante rápida da barragem). Desta forma, pretende-se simular as piores condições ainda possíveis de ocorrência de cheia a jusante, de forma a obter uma envolvente máxima para as respectivas áreas de risco. Faz-se notar que, por razões diversas nomeadamente, devido a imprecisões nos resultados dos modelos de simulação), as autoridades de Defesa Civil responsáveis poderão adotar como critério-base o da elaboração de planos de emergência mais conservadores e prudentes<sup>1</sup>, norteados por uma necessidade de segurança mais abrangente.

#### 5.2.2.2 Cenário de ruptura mais provável

No que diz respeito a este tipo de cenário, os critérios deverão ser estabelecidos em função da causa mais provável de ruptura. Assim poder-se-á admitir:

- uma ruptura por mecanismos estrutural estruturais ou por percolação (devido, por exemplo, à ocorrência de erosão interna da

<sup>1</sup> Os resultados a favor da segurança devem tender a diminuir os tempos de chegada da onda de inundação e a aumentar os níveis de água.



barragem) que origina o denominado cenário de ruptura em dia de sol (sem influência da precipitação);

- ou uma ruptura por mecanismo hidráulico que origina o denominado cenário de ruptura por galgamento.

Para uma brecha correspondente a um cenário de ruptura em dia de sol, o nível no reservatório no instante inicial deve corresponder ao nível máximo normal.

Por outro lado, se se considerar um cenário de ruptura por galgamento, o nível no reservatório no instante inicial da simulação deve corresponder pelo menos ao nível máximo maximorum. Porém, podem ocorrer situações em que, para que seja possível a ocorrência do galgamento da barragem, partindo deste último nível no reservatório, seja necessário considerar a afluência de uma cheia com pouco sentido físico. Para ultrapassar este problema, poder-se-á considerar, como hipótese mais viável, que o nível inicial do reservatório se situe à cota da crista.

Para atribuição dos valores das vazões afluentes ao reservatório no instante inicial da ruptura, dever-se-á adotar a prática comum, orientada por questões de segurança, de considerar a contribuição de um hidrograma de vazão afluente. Assim, poder-se-á optar:

- pela vazão média anual (ou a vazão média do semestre seco ou do semestre úmido), ou por uma cheia associada a um menor tempo de recorrência ( $T = 100$  anos, por exemplo) num cenário de ruptura em dia de sol;
- por uma cheia conhecida (por exemplo, a cheia de projeto ou uma cheia associada a um tempo de recorrência elevado:  $T = 1\,000$  a  $5\,000$  anos), num cenário de ruptura por galgamento.

### 5.2.2.3 Cenário de ruptura extremo

No que diz respeito a este tipo de cenário extremo (que pressupõe a ocorrência de rupturas rápidas e totais), o propósito a seguir para a sua simulação deverá ser o de agravar não só os valores de todos os parâmetros da brecha, de

forma a calcular a “pior” cheia induzida possível, mas também o de maximizar as afluências ao reservatório, fazendo com que esta registre os níveis mais elevados, por ocasião do início da hipotética ruptura. O tempo de ruptura deve ser igualmente selecionado como baixo para produzir um efeito de maximizar o escoamento efluente da brecha.

De fato, a experiência tem comprovado que as barragens (mesmo as de aterro) suportam o galgamento durante algum tempo antes de romperem<sup>2</sup>. Porém, surge um momento em que a sua estabilidade começa a ser posta em prova; para as barragens de concreto, esse nível é superior ao nível do coroamento; para barragens de aterro esse nível poderá corresponder exatamente ao do coroamento. Assim, no que diz respeito ao nível no reservatório a considerar no início da ruptura, poder-se-ão adotar os valores propostos por HARTFORD e KARTHA, 1995 (independentemente do tipo de barragem):

- a brecha começa quando o nível de água está  $0,15\text{m}$  abaixo da crista, num cenário de ruptura em dia de sol;
- a brecha começa quando o nível de água está  $0,15\text{m}$  acima da crista, num cenário de ruptura por galgamento.

No que diz respeito à atribuição dos valores das vazões afluentes ao reservatório, quando do instante inicial da ruptura, dever-se-á adotar a contribuição de hidrogramas de vazão afluente mais gravosos do que os considerados para o cenário de ruptura mais provável. Assim, poder-se-á optar:

- por uma cheia conhecida (por exemplo, a cheia de verificação do vertedouro de cheias, que pode ser a CMP, ou por uma cheia associada a um período de retorno muito elevado:  $T = 5\,000$  a  $10\,000$  anos), num cenário de ruptura por galgamento;
- por uma cheia associada a um menor período de retorno ( $T = 100$  a  $500$  anos, por exemplo) num cenário de ruptura em dia de sol.

<sup>2</sup> Como o comprovam as rupturas das barragens de South Fork River, nos EUA e de Euclides da Cunha, no Brasil.

### 5.2.3 Extensão do cálculo

As características da brecha, níveis iniciais no reservatório, volume e respectivas afluições são necessárias para avaliar o processo de formação da cheia. Outro fator a considerar, quando se pretende simular a propagação da cheia induzida ao longo de um vale, é a identificação dos limites do cálculo. Tradicionalmente, o domínio de estudo deverá incidir entre a seção de início do reservatório da barragem em ruptura, a montante, e uma determinada seção a jusante.

Os critérios mais adequados para a fixação da fronteira de jusante são os que se baseiam nas fronteiras físicas, ou seja, a foz do rio no oceano, a seção de confluência com outro rio de maior dimensão ou um reservatório a jusante. Estas fronteiras são, aliás, facilmente modeladas em modelo numérico.

Para se determinar a fronteira a jusante, poder-se-á igualmente adotar uma seção a partir da qual se estabelece um grau de risco que se considera como aceitável; neste caso, dever-se-á considerar uma seção onde as alturas de água atinjam a ordem de grandeza das correspondentes a determinadas cheias características (cheia de projeto do vertedouro, maior cheia natural conhecida, cheia natural com determinado tempo de recorrência, por exemplo, 100 anos).

Diversos outros textos normativos definem, porém, de forma clara e explícita, qual o critério de fixação da fronteira de jusante, por exemplo, a legislação finlandesa especifica que o cálculo da onda de inundação se deve processar até 50 km a jusante da barragem; por seu lado, a legislação de alguns estados canadenses postula que as populações que se encontram a mais de três horas da zona atingida pela onda de inundação não devem ser consideradas em risco, pelo que o cálculo da onda de inundação não deve cobrir uma seção atingida pela cheia para lá desse intervalo de tempo.

GRAHAM, 1998 sugere que é muito importante que os estudos do cálculo da onda de inundação incidam nos primeiros 30 km a jusante da barragem em causa. Com efeito, este autor mostra que a vulnerabilidade das pessoas em risco diminui muito a partir desta distância, nomeadamente, pelas seguintes razões: primeiro, porque as áreas mais a jusante recebem mais e melhores alertas de emergência do que as a montante; segundo, porque a energia da onda de inundação, tal como a velocidade de propagação da respectiva frente, se torna menor. Na verdade, a informação de rupturas históricas de barragens confirma estes fatos, indicando que uma grande percentagem das vítimas mortais ocorre nos primeiros 25 km, sendo que esta distância é ainda menor para as pequenas barragens. A experiência norte-americana (com base num registo de 23 rupturas de barragens que ocorreram no período de 1960 a 1997 e ocasionaram vítimas mortais) corrobora igualmente estes fatos ao assinalar que cerca de 50% ocorreram a menos de 4,8 km da seção da barragem acidentada e 99% nos primeiros 24 km a jusante da mesma, num universo total de 318 vítimas mortais.

## 5.3 VALE A JUSTANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS

### QUAIS AS VULNERABILIDADES?

#### 5.3.1 Caracterização do vale a jusante

Neste capítulo deve ser feita uma caracterização geral do vale a jusante da barragem e a descrição e localização das populações e infraestruturas em risco, de modo a permitir ao sistema de defesa civil a sua informação detalhada, de acordo com as necessidades e o dano potencial envolvido.

Dever-se-á considerar:

- a caracterização do tipo de povoamento existente (rural, urbano, misto ou disperso);

- o número de habitantes residentes, incluindo os ocupantes temporários, passíveis de serem afetados por uma eventual onda de inundação;
- o tipo de ocupação social (primária, secundária ou terciária);
- as infraestruturas importantes (rodoviárias, ferroviárias, instalações de produção ou de armazenagem de substâncias perigosas, etc.);
- as áreas naturais com estatuto de proteção especial;
- o património com interesse histórico.

### 5.3.2 Mapa de inundação

ICOLD, 1998 faz notar que as cartas topográficas com escalas variando entre 1:20 000 e 1:50 000 se revelaram satisfatórias na maioria dos países onde são utilizadas. Para as zonas urbanas existem frequentemente cartas topográficas mais detalhadas (com escalas variando entre 1:10 000 e 1:2 000). Também existem países que adotam, como escala de trabalho normalizada, escalas menores que a 1:25 000; por exemplo, no Canadá (país onde abundam vastas zonas quase desérticas) é a escala 1:50 000 que é considerada como apropriada. Segundo OOSTHUIZEN, 2000, na África do Sul (quando não estão disponíveis ortofotomapas à escala 1:10 000) é também a escala 1:50 000 que é utilizada.

A delimitação das áreas de inundação deve ser feita preferencialmente sobre cartografia 1:25 000, podendo ser complementada com maior pormenor para zonas urbanas ou industriais.

Devem ser traçados perfis para diferentes seções transversais do rio, com um intervalo adequado, preferencialmente em seções que coincidam com elementos em risco. Assim recomenda-se que os resultados do cálculo do mapa de inundação sejam fornecidos com intervalos de pelo menos 1 km (durante os primeiros cinco quilômetros a jusante da barragem), prosseguindo depois com uma cadência de intervalos maiores, garantindo sempre informação mais detalhada nas zonas singulares (outras estruturas hidráulicas, por exemplo).

Nestes perfis deve constar a seguinte informação (ANPC, 2009):

o instante de chegada da frente da onda de inundação (em formato 00H00M);	o nível máximo da cheia atingido (altura e cota);
o instante de chegada do pico da onda de inundação (em formato 00H00M);	a duração da cheia (em formato 00H00M);
a velocidade máxima da onda de inundação (m/s);	a altura máxima da onda de inundação (m);
a vazão máxima atingida (m <sup>3</sup> /s);	o hidrograma com a representação gráfica do comportamento hidrodinâmico (vazão e altura da água) da onda de inundação em função do tempo.

O mapa de inundação deve conter as seguintes informações:

identificação do cenário que lhes corresponde;
limites das zonas inundáveis;
limites administrativos das áreas atingidas (estado, município, localidade);
vias de comunicação inundadas e identificação das obras de arte atingidas;
infraestruturas e instalações importantes ou existência de instalações de produção ou de armazenagem de substâncias perigosas.

### 5.3.3 Caracterização da Zona de Autossalvamento

O mapeamento das zonas inundáveis e o conhecimento da altura e velocidade de propagação da onda em cada trecho e do seu tempo de chegada permite efetuar um zoneamento do risco por diferentes graus de gravidade, uma vez que as zonas suscetíveis de serem inundadas sofrem os impactos da cheia induzida de forma distinta. Assim, o mapa deve conter a delimitação da zona de autossalvamento (ZAS): região a jusante da barragem que se considera não haver tempo suficiente para uma

intervenção das autoridades competentes em caso de acidente, podendo-se adotar a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos.

Na ZAS, deve ser apresentada a seguinte informação:

povoações afetadas e estimativa do número de pessoas atingidas;

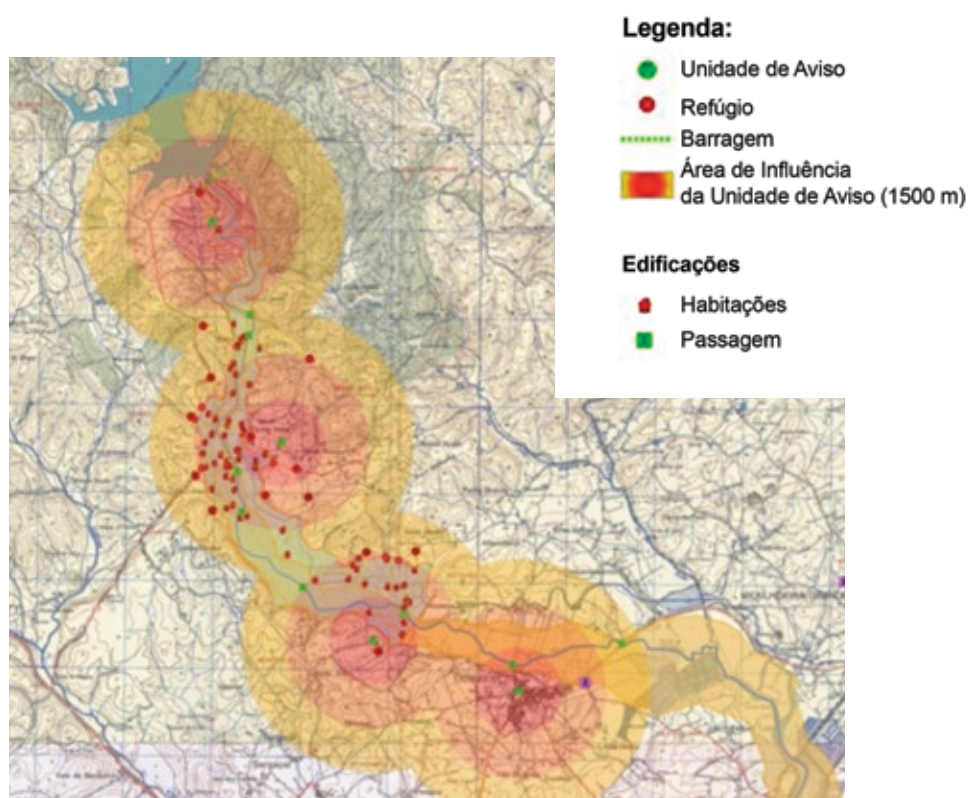
levantamento das infraestruturas afetadas (vias de comunicação, infraestruturas e instalações importantes ou existência de instalações de produção ou de armazenagem de substâncias perigosas);

infraestruturas coletivas afetadas;

estruturas do Sistema de Defesa Civil afetadas (forças de segurança, corpos de bombeiros, unidades militares, unidades de saúde, serviços municipais de defesa civil, etc.);

infraestruturas coletivas afetadas;

Deve-se apresentar um mapa da ZAS (**Figura 9**) e uma lista com as coordenadas de localização das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS, nomeadamente, das infraestruturas e das edificações (vide exemplos no Anexo 4).



**Figura 9** – Exemplo de mapa da Zona de Autossalvamento



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL E INSTITUTO DA ÁGUA (Portugal). **Guia de orientação para elaboração de planos de emergência internos de barragens**. Lisboa, Portugal: Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) e Instituto da Água (INAG), 2009.

BOSS DAMBRK. **User's Manual**. Boss Corporation. USA: 1991.

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

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

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

ESPANHA. Ministerio de Obras Publicas, Transportes Y Medio Ambiente. **Guía técnica**

**para la elaboración de los planes de emergencia de presas**. Madrid: Secretaría de Estado de Aguas y Costas, 1998.

GRAHAM, W.J.. **Estimating loss of life due to dam failure**. Denver, EUA: Bureau of Reclamation, 1998.

HARTFORD, D.N.D., KARTHA, C.V.. **Dam breach inundation and consequence evaluation. How safe is your dam? Is it safe enough? An introduction to risk-based dam safety evaluation**. Report nº MEP11-5. B.C. Hidro. Canada, 1995.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Ageing of dams and appurtenant works**. Bulletin 93. Paris: International Commission on Large Dams, 1994.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Dam break flood analysis. Review and recommendations**: Bulletin 111, Paris: International Commission on Large Dams, 1998.

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL. **Plano de Emergência Interno da Barragem de Alqueva**. Volume II – Gestão da Emergência. Plano de Acção. Relatório LNEC nº 280/03. Lisboa: EDIA -Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas de Alqueva, 2003.

OOSTHUIZEN, C.. **Risk-based dam safety assessment in South Africa**. Beijing, China: Proceedings of the 20th International Congress on Large Dams, 2000.

SÁ, L. e VISEU, T. **Guia para Elaboração de Exercícios relativos aos Planos de Emergência Internos de Barragens**. Cadernos

Técnicos PROCIV. Lisboa: Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2011.

U. S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (Estados Unidos). **HEC-RAS River Analysis System – User’s manual**: Washington, D.C.: US Army Corps of Engineers, 2002.

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, BUREAU OF RECLAMATION ENGINEERING (Estados Unidos). **Policy and Procedures for Dam Safety Modification Decision-making**. **Denver**: U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation Engineering, 1989.

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, BUREAU OF RECLAMATION ENGINEERING (Estados Unidos). **Emergency planning and exercise guidelines**. Volume I: guidance documents and Volume II: technical handbook. **Denver**: U.S. Department of the Interior, Technical Service Center, 1995.

WISEU, T. **Segurança dos Vales a Jusante de Barragens**. Metodologias para Apoio à Gestão do Risco. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2006.

# ANEXO 1

## 1 PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

### 1.1 INTRODUÇÃO

A avaliação da credibilidade dos planos de emergência, na ausência de situações reais de crise, é conseguida através de um sistema de avaliação, constituído por ordem ascendente de complexidade: i) teste dos sistemas de notificação e de alerta; ii) exercício de nível interno (“tabletop exercise”) e iii) exercício de simulação.

Face à tipologia dos exercícios sugeridos, deve o PAE prever a seguinte periodicidade:

- Anual: teste dos Sistemas de Notificação e Alerta;
- 2 em 2 anos: exercício de nível interno.

### 1.2 TESTE DOS SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO E ALERTA

O objetivo do teste dos sistemas de notificação e alerta é essencialmente confirmar os números de telefone e verificar a operacionalidade dos meios de comunicação, bem como a funcionalidade do fluxograma de notificação.

Deverá haver a participação dos recursos humanos da barragem e do Empreendedor.

O teste deve reger-se pelos seguintes objetivos específicos:

- testar o sistema de notificação e em particular:
  - testar os n.ºs de telefone;

- determinar a capacidade de estabelecer e manter as comunicações durante a emergência;
- verificar a capacidade do Coordenador do PAE de mobilizar e ativar a equipe operacional e os meios de resposta à emergência.

- 
- testar o sistema de alerta:

- testar a operacionalidade dos meios de alerta e verificar a capacidade de notificar rapidamente a população na ZAS.

### 1.3 EXERCÍCIO DE NÍVEL INTERNO

O objetivo de um exercício de nível interno é testar o sistema de resposta no nível da barragem e avaliar a eficácia dos procedimentos de resposta definidos no PAE. Este exercício serve para verificação e correção da capacidade operacional de resposta e coordenação de ações de acordo com o estabelecido nos planos, nomeadamente, as comunicações e a identificação de competências e de capacidade de mobilização.

Deverá haver a participação do pessoal do empreendedor, inclusive o coordenador do PAE, e da Entidade Fiscalizadora.

O exercício deve reger-se pelos seguintes objetivos específicos:

- 
- testar a resposta a nível interno:
    - avaliar o nível de conhecimento da equipe operacional relativamente ao PAE;
    - testar a operacionalidade dos órgãos extravasores da barragem;
    - determinar a eficácia dos procedimentos internos e, nomeadamente, das medidas



operativas e corretivas que constam do PAE;

- avaliar a adequação das instalações, equipamento e outros materiais para suportar o cenário de emergência em exercício (ou seja, da emergência);
- determinar o nível de cooperação e coordenação entre o Empreendedor e a Entidade Fiscalizadora na resposta à emergência;
- determinar a capacidade para estabelecer e manter as comunicações durante a emergência.

---

▪ testar o sistema de alerta:

- testar a eficácia do sistema de informação ao público e de disseminação de mensagens, nomeadamente:
- em providenciar informação oficial e instruções à população da ZAS para facilitar uma resposta tempestiva e apropriada durante uma emergência.

Este tipo de exercício deve ser realizado na Sala de Emergência da barragem e equivale ao que é usualmente designado na terminologia inglesa como um tabletop exercise.

Estes exercícios têm o propósito de proporcionar a análise de uma situação de emergência num ambiente informal. Os moderadores que coordenam o exercício têm como missão liderar a discussão, ajudando os participantes a não saírem do objetivo do exercício.

Tipicamente o exercício começa com a descrição do evento a simular e prossegue com debates pelos participantes para avaliar o PAE e os procedimentos de resposta e para resolver as preocupações relativas à coordenação e responsabilidades.

Neste nível não há utilização de equipamentos ou instalação de recursos, portanto, todas as atividades são simuladas, e os participantes interagem através do diálogo. A narrativa estabelece o cenário para a simulação do evento. Ela descreve brevemente o que aconteceu e o que é conhecido até ao momento do exercício. Este exercício deve proporcionar aos participantes

a recepção de mensagens como um estímulo para a possibilidade de respostas dinâmicas.

A vantagem deste tipo de exercício traduz-se no investimento que não é significativo em termos de tempo, custo e recursos. Ele oferece um método eficaz de revisão dos planos, procedimentos de execução e políticas e serve como um instrumento de formação para o pessoal-chave com responsabilidades numa eventual emergência. Um exercício deste tipo serve também para familiarizar os técnicos do Empreendedor com outros técnicos e agentes de defesa civil.

## 1.4 EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO

Este tipo de exercício simula um evento real tão realisticamente quanto possível, tendo o objetivo de avaliar a capacidade operacional de um sistema de gestão da emergência num ambiente de tensão elevada que simula as condições reais de resposta.

Deverá haver a participação de todas as entidades listadas no plano de emergência (pessoal e meios referentes ao Empreendedor, Entidade Fiscalizadora, Agentes de Defesa Civil e da população e seus representantes.

Para auxiliar quanto ao realismo, este tipo de exercício requer a mobilização efetiva de meios e recursos através de:

- 
- ações e decisões no terreno;
- 
- evacuação de pessoas e bens;
- 
- emprego de meios de comunicação;
- 
- mobilização de Equipamento;
- 
- colocação real de pessoal e recursos.

Nota-se que este exercício deve ser da responsabilidade dos serviços de defesa civil, sendo esperado que neste nível haja efetiva colaboração de meios e recursos do Empreendedor e da Entidade Fiscalizadora.

A realização de um exercício de simulação completa o programa de exercícios e expande o alcance e a visibilidade do mesmo. Como resultado, um exercício de campo produtivo pode

resultar na melhoria substancial da atenção do público e da credibilidade.

É de notar que a presença dos meios de comunicação social pode ser vantajosa na realização de um exercício de simulação, pelo que se recomenda a sua inclusão num programa de exercícios. Estes podem ser extremamente úteis de várias formas, nomeadamente, aumentando o realismo, se estiverem presentes. Na conclusão do exercício, a crítica e relatório de avaliação são importantes para que as necessárias medidas de acompanhamento possam ser tomadas.

### 1.5 AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

A preparação da população é uma ação de mitigação de risco, sendo concretizada através de dois tipos de ações que são, no essencial:

- sensibilização da população, promovendo sessões de esclarecimento e divulgando informação relativa ao risco de habitar em vales a jusante de barragens e à existência de planos de emergência (sob a forma de folhetos, cartazes, brochuras);
- educação e treino da população, para fazer face à eventualidade de uma cheia induzida, promovendo programas de informação pública em sentido estrito, relativos ao zoneamento de risco, à codificação dos significados das mensagens e às regras de evacuação das populações; estes programas devem envolver a realização de exercícios controlados (**Figura 10**).

Na preparação das ações de sensibilização e de educação e treino da população, há que se atentar para o nível cultural e educacional dos indivíduos em risco. Por exemplo, no caso de estes terem um nível de escolaridade muito baixo, deve-se limitar o uso da comunicação escrita, investindo-se no suporte visual e audiovisual e no contato direto com a população. Os cidadãos que residem na área de risco devem ser esclarecidos sobre algumas práticas de mitigação do risco que podem ser implementadas, de forma simples, nomeadamente, as seguintes:

- ser pré-informado sobre a entidade que lhe transmite a notícia da eminência de emergência, bem como a ordem de estado de prontidão;
- conhecer o significado dos diversos alertas; no caso de sirenes fixas, deve ser divulgado, por exemplo, o significado do sinal de alerta para ficar em estado de prontidão (preparar-se para uma eventual evacuação - “get ready”) e de alerta para proceder à evacuação (“go!”).
- conhecer o plano de evacuação e, nomeadamente:
  - deve estar informado sobre a entidade que lhe transmite a notícia da iminência de emergência, bem como a ordem de evacuação;
  - deve conhecer os limites do perímetro de inundação;



**Figura 10** – Exemplo de recomendações para atuação da população durante emergências

- deve conhecer o local de refúgio (e certificar-se de que todos os elementos próximos também o conhecem), no caso de habitar na ZAS, onde se preconiza o autossalvamento;
- deve conhecer os acessos ao local de refúgio (**Figura 11**).
- deve ser pré-esclarecido no sentido de agir de acordo com as informações sobre o evoluir da situação, nomeadamente, sobre o momento em que é permitido aos

desalojados regressar às áreas afetadas após o período crítico do desastre e sobre o modo de implementar as necessárias medidas para a recuperação.

Tais informações são preciosas principalmente para os indivíduos residentes na ZAS, dos quais, em situação de emergência e dada a escassez de tempo que a situação pode conferir, se exigem grandes níveis de autonomia (nomeadamente, através do autossalvamento).



**Figura 11** – Acesso a refúgios. Identificação de zonas críticas

## ANEXO 2 - MEIOS E RECURSOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Nos **Quadros 6 e 7** apresentam-se exemplos de inventários possíveis para os recursos materiais mobilizáveis e renováveis necessários para efetuar a gestão de emergências numa barragem, nomeadamente, para fazer face a reparações e intervenções expeditas.

**Quadro 6** – Lista dos recursos renováveis para gestão de emergências na barragem (exemplo).

Materiais / Equipamento	Local de depósito
Sacos, areia, gravilha, enrocamento	Parque de materiais da barragem e em local exterior a definir
Material de escoramento e entivação, Membranas PVC	Idem
Diversas ferramentas e material para trabalhos de manutenção	Armazém da barragem
Combustíveis e lubrificantes	Parque de materiais da barragem e em local exterior a definir
Malas de assistência médica	Sala de emergência

**Quadro 7** – Lista dos recursos mobilizáveis para gestão de emergências na barragem (exemplo).

	Bens / Equipamento	Características (capacidade, tonelagem)	Local de estacionamento e / ou depósito	número
Equipamento	Giratória	220 hp	Local exterior à barragem a definir	
	Pá carregadeira	235 hp	Idem	
	Buldozer	185 hp	Idem	
	Grua móvel	50 t	Idem	
	Dumper	240 hp/25 t	Idem	
	Caminhão basculante	14 m <sup>3</sup>	Idem	
	Caminhão cisterna	20 m <sup>3</sup>	Idem	
Meios de transporte	Barco		Barragem	
	Viatura todo o terreno		Barragem	
	Gerador Diesel		Barragem	
Equipamento de segurança	Bombas submersíveis	200 kVA	Barragem	
	Meios de comunicação portáteis	40 l/s	Sala de emergência	
	Projetores, lâmpadas		Sala de emergência	

# ANEXO 3 – FORMULÁRIOS-TIPO

## 1 FORMULÁRIO DE DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA

### DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA

#### URGENTE

SITUAÇÃO: \_\_\_\_\_

Empreendedor: \_\_\_\_\_

BARRAGEM: \_\_\_\_\_

Eu, \_\_\_\_\_(nome e cargo)\_\_\_\_\_, na condição de Coordenador do PAE da Barragem \_\_\_\_\_ e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Emergência, na Situação de \_\_\_\_\_, para a Barragem \_\_\_\_\_ a partir das horas e minutos do dia \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_, em função da ocorrência de: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_ (local) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

(nome e assinatura)

\_\_\_\_\_

(cargo e RG)

FIM DE MENSAGEM

## 2 FORMULÁRIO DE DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA

### DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA

#### URGENTE

SITUAÇÃO: \_\_\_\_\_

Empreendedor: \_\_\_\_\_

BARRAGEM: \_\_\_\_\_

Eu, \_\_\_\_\_ (nome e cargo) \_\_\_\_\_, na condição de Coordenador do PAE da Barragem \_\_\_\_\_ e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Emergência, na Situação de \_\_\_\_\_, para a Barragem \_\_\_\_\_ a partir das horas e minutos do dia \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_, em função da recuperação das condições adequadas de Segurança da Barragem e eliminação do Risco de Ruptura.

OBS:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ .

\_\_\_\_\_ (local) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

(nome e assinatura)

\_\_\_\_\_

(cargo e RG)

FIM DE MENSAGEM

### 3 FORMULÁRIO DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

#### MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

Mensagem resultante da aplicação do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

Município: \_\_\_\_\_ Rio: \_\_\_\_\_ Bacia Hidrográfica \_\_\_\_\_

A partir das \_\_\_\_: \_\_\_\_ h de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_, está sendo ativado o nível de resposta:

☐ Verde ☐ Amarelo ☐ Laranja ☐ Vermelho

#### 1. Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente:

Empreendedor: \_\_\_\_\_

Entidade Fiscalizadora: \_\_\_\_\_

CEDEC - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de \_\_\_\_\_

COMDEC – Comissão Municipal de defesa Civil 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 fazem com que devam se precaver e pôr em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem de \_\_\_\_\_ e os respectivos Mapas de Inundação.

Esta é uma mensagem de (Declaração/Alteração) do Nível de Segurança, feita por \_\_\_\_\_, Coordenador do PAE da Barragem \_\_\_\_\_.

Favor confirmar o recebimento desta comunicação ao Sr. \_\_\_\_\_ pelo telefone número \_\_\_\_\_, e fax número \_\_\_\_\_ e/ou e-mail \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_.

Nós mantê-los-emos atualizados da situação em caso de mudança do Nível de Segurança, caso ela se resolva ou se torne pior. Nova Comunicação será emitida, dentro de \_\_\_\_\_ horas ou de hora em hora, para sua atualização.

Para outras informações, entre em contato com o Sr. \_\_\_\_\_ pelo telefone número \_\_\_\_\_, e fax número \_\_\_\_\_ e/ou e-mail \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_.

Fim da Mensagem



# ANEXO 4 — COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NAS ZAS

Nos **Quadros 8 e 9** apresentam-se exemplos da informação que deve constar nos quadros para identificação das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS, nomeadamente, das infraestruturas e das edificações.

**Quadro 8** – Pontes e vias localizadas na ZAS

Denominação	Coordenada geográfica Latitude	Coordenada geográfica Longitude	Distância à Barragem(km)	Cota do tabuleiro/rasante
Ponte				
Estrada Nacional				
Caminho Municipal				

**Quadro 9** – Pontos vulneráveis na ZAS (Edificações)

Código	Coordenada Geográfica Latitude	Coordenada Geográfica Longitude	Distância barragem (km)	Identificação do residente	Nº Hab.	Município	Morada	Contato

# ANEXO 5 – TABELAS EXEMPLIFICATIVAS

## 1 DETECÇÃO E AVALIAÇÃO

A classificação do nível de resposta é feita na sequência da realização de inspeções de segurança às diferentes componentes da obra (que permite a detecção de “sinais” – indicadores qualitativos ou evidências – de eventuais anomalias de comportamento que possam vir a colocar em causa as condições de segurança das populações a

jusante) e/ou através da 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).

Nas **Tabelas 1 a 4** dão-se algumas indicações sobre os indicadores quantitativos e qualitativos a utilizar e a sua graduação para cada nível de resposta.

**Tabela 1** – Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala (1/2)

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Cheias	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aumento excessivo do nível de água no reservatório</li><li>• Galgamento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e escoamento afluente (vide Tabela 4)</li></ul>
Sismos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ruptura da barragem</li><li>• Inoperacionalidade dos órgãos extravasores da barragem</li><li>• Perda de borda livre</li><li>• Deslizamento nos taludes da barragem</li><li>• Deslizamento de encostas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos: acelerações (vide Tabela 4)</li></ul>
Ruptura de barragem a montante	• Sem galgamento da estrutura em análise	• Verde/Amarelo
	• Galgamento da estrutura em análise	• Laranja/Vermelho
Falha de órgãos extravasores ou de equipamento de operação	<ul style="list-style-type: none"><li>• Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório</li><li>• Redução da capacidade de vazão</li><li>• Galgamento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verde (fora da época de cheias)</li><li>• Amarelo/Laranja (durante época de cheias ou bacias sujeitas a cheias repentinas)</li><li>• Vermelho (no caso de ocorrer galgamento da estrutura em análise)</li></ul>
Falha dos sistemas de notificação e alerta	• Impossibilidade de notificação	• Verde/Amarelo (fora da época de cheias)
	• Impossibilidade de alerta	• Amarelo/Laranja (na época de cheias)
Falha da instrumentação	<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de dados de observação</li><li>• Dificuldade em avaliar a situação da barragem</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verde /Amarelo</li></ul>

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Anomalias relacionadas com o comportamento estrutural	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fendilhação, infiltrações no corpo da barragem e fundação e movimentos diferenciais</li> <li>Fenômenos de deterioração no concreto</li> <li>Instabilidade estrutural, risco de ruptura</li> <li>Conjunto de grandezas que se traduzem em efeitos (variação de deslocamentos horizontais e verticais, movimentos de juntas, vazões e subpressões)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde/amarelo/laranja</li> <li>Indicadores qualitativos (ver exemplos Tabela 2 e 3)</li> <li>Indicadores quantitativos (vide Tabela 4)</li> </ul>
Deslizamentos de encostas	• Obstrução dos órgãos extravasores	• Amarelo
	• Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	• Verde /Amarelo
	• Galgamento	• Laranja/Vermelho
Ação criminosa: Sabotagem, ameaça de bomba, ato de guerra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório</li> <li>Perda de borda livre e consequente galgamento</li> <li>Instabilização de taludes</li> <li>Perigo de instabilidade ou ruptura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo</li> <li>Laranja</li> <li>Vermelho</li> </ul>
Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afetação da qualidade da água</li> <li>Poluição do ar ou do solo</li> </ul>	• Verde
Impactos negativos para o ecossistema	• Afetação da qualidade da água	• Verde
Incêndios florestais	• Possibilidade de afetar a funcionalidade da barragem	• Verde
	• Possibilidade de afetar a segurança da barragem	• Amarelo
Fatores de risco na casa de força, sala de emergência e pontos nevralgicos; Acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo	• Danos pessoais	• Verde /Amarelo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Danos materiais</li> <li>Eventual impossibilidade de operar à distância órgãos extravasores</li> <li>Eventual impossibilidade de notificação e de alerta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde (pode afetar a funcionalidade)</li> <li>Amarelo (pode afetar a segurança)</li> </ul>

**Tabela 2** – Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual em barragens de aterro

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Reservatório	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilidade de afetação da qualidade da água</li> <li>Possibilidade de poluição do ar ou do solo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar a origem do derrame/descarga</li> <li>Determinar a dimensão e natureza da descarga (por exemplo: diesel, fuel, óleo, lixos, etc.)</li> <li>Avaliar os impactos da descarga</li> <li>Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental</li> <li>Estimar o esforço e equipamento necessário para conter os produtos da descarga</li> </ul>	• Verde/Amarelo

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Reservatório	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impactos negativos para peixes ou vida selvagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilidade de afetação da qualidade da água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceder à remoção dos eventuais animais mortos</li> <li>Identificar a origem dos impactos</li> <li>Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde/Amarelo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sedimentos afluentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obstrução da entrada da descarga de fundo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operação da descarga de fundo</li> <li>Melhorias a nível da conservação do solo da bacia hidrográfica</li> <li>Valas perimetrais no reservatório</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escorregamento de taludes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geração de ondas que conduzem a potenciais galgamentos da obra</li> <li>Obstrução do vertedouro</li> <li>Obstrução da descarga de fundo/tomada de água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intervenções de estabilização de taludes</li> <li>Rebaixamento do nível de água no reservatório</li> <li>Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo/Laranja</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subida do nível de água acima do NMM devido a cheias superiores à cheia de projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potencial galgamento da obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rebaixamento do nível de água no reservatório (operação da descarga de fundo)</li> <li>Observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo/Laranja</li> </ul>
Corpo da barragem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentos, fissuras e trincas</li> <li>Erosões</li> <li>Zonas úmidas e/ou ressurgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perda de borda livre</li> <li>Erosão interna</li> <li>Instabilidade do corpo do aterro</li> <li>Instabilidade global aterro-fundação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rebaixamento do nível de água no reservatório</li> <li>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.)</li> <li>Reforço da observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde / Amarelo / Laranja</li> </ul>
Ombreiras da Barragem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Surgências nas ombreiras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eventual arrastamento de materiais finos do trecho superficial da fundação, do aterro, do preenchimento de caixas de falha e/ou de fraturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intervenções de impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante</li> <li>Observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo</li> </ul>

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

**Tabela 3** – Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela exploração do sistema de observação da barragem

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

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



**Tabela 4** – Indicadores quantitativos associados ao sistema de instrumentação. Tabela-tipo. Valores a definir para cada barragem

Situação hidrológica	Instrumentação	Nível de resposta
<p>Precipitações na estação meteorológica xxx superiores a xx mm em x horas</p> <p>Escoamento registrado na estação hidrométrica de xxx compreendido entre <math>E_{min_{verde}}</math> e <math>E_{max_{verde}}</math> (<math>m^3/s</math>)</p> <p>Nível do reservatório na barragem compreendido entre as cotas <math>Z_{min_{verde}}</math> e <math>Z_{max_{verde}}</math></p>	<p>Sismos que originam no local da barragem acelerações &lt; .... 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>	<b>Verde</b>
<p>Escoamento registrado na estação hidrométrica de xxx compreendido entre <math>E_{min_{amarelo}}</math> e <math>E_{max_{amarelo}}</math> (<math>m^3/s</math>)</p> <p>Nível do reservatório na barragem compreendido entre as cotas <math>Z_{min_{amarelo}}</math> e <math>Z_{max_{amarelo}}</math></p>	<p>Sismos que 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>	<b>Amarelo</b>
<p>Escoamento registrado na estação hidrométrica de xxx compreendido entre <math>E_{min_{laranja}}</math> e <math>E_{max_{laranja}}</math> (<math>m^3/s</math>)</p> <p>Nível do reservatório na barragem compreendido entre as cotas <math>Z_{min_{laranja}}</math> e <math>Z_{max_{laranja}}</math></p>	<p>Sismos que 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>	<b>Laranja</b>
<p>Escoamento registrado na estação hidrométrica de xxx superior a <math>E_{vermelho}</math> (<math>m^3/s</math>)</p> <p>Nível do reservatório na barragem superior à cota <math>Z_{vermelho}</math></p>	<p>Sismos que 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>	<b>Vermelho</b>

## 2 AÇÕES DE RESPOSTA

Após a detecção de qualquer anomalia ou ocorrência, a primeira ação a empreender é a classificação do nível de resposta. Consoante a classificação estabelecida, que em certos casos poderá não ser imediata, poder-se-ão seguir as ações indicadas nas tabelas seguintes, para cada nível de resposta (**Tabelas 5 a 8**).

**Tabela 5** – Nível de resposta Verde. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência. Declara manutenção do nível de resposta Verde	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de manterem a normal operação, mas “intensificarem o monitoramento ou a observação” Notifica Empreendedor Quando justificável, promove contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas: • INMET, INPE e CEMADEN para informação meteorológica	Após identificar nível de resposta	Notificação interna
Intensifica o monitoramento das afluições ou a observação da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem Registra todas as observações e ações Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: realiza descargas, no caso de cheias controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-o de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas eventualmente promove 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, aciona o sinal de alerta de descarga dos órgãos extravasores à população na ZAS	Durante a situação de alerta	Alerta
Verifica: se as medidas implementadas resultam (ou se a situação deixa de constituir ameaça), declarando o encerramento da emergência e elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência se a situação evolui para o nível de resposta Amarelo	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

**Tabela 6** – Nível de resposta Amarelo. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente. Declara nível de resposta Amarelo	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
<p>Notifica os recursos internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>no caso de cheias ou deslizamento iminente de encostas: notificação de estado de vigilância permanente: 24h/dia;</li> <li>nos casos restantes: notificação no sentido de “intensificarem o monitoramento ou a observação”</li> </ul> <p>Notifica Empreendedor</p> <p>Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>INMET, INPE e CEMADEN para informação sísmica ou meteorológica</li> <li>Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições: 24h/dia</li> </ul>	Após identificar nível de resposta	Notificação interna e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
<p>Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem</p> <p>Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante</p> <p>Registra todas as observações e ações</p> <p>Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e alerta</p> <p>Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários</p>	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
<p>Implementa medidas preventivas e corretivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>realiza descargas, no caso de cheias</li> <li>controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-o de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas</li> <li>promove a deslocação 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)</li> <li>não aplica qualquer medida no caso de falha na instrumentação (não aplicável a este nível de resposta)</li> </ul>	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
<p>Notificação entre entidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante</li> </ul> <p>Mantém o 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</p> <p>Alerta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>quando aplicável, aciona o sinal de aviso de descarga dos órgãos extravasores para população na ZAS</li> </ul>	Durante a situação de alerta	Alerta
<p>Verifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência.</li> <li>se a situação evolui para o nível de resposta Laranja</li> </ul>	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

**Tabela 7** - Nível de resposta Laranja. Exemplo de ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente. Declara nível de resposta Laranja	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente: 24h/dia Notifica Empreendedor Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas: <ul style="list-style-type: none"> <li>INMET, INPE e CEMADEN para informação sísmica ou meteorológica</li> <li>Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia</li> </ul>	Após identificar nível de resposta	Notificação interna dos recursos e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento não necessário para a gestão da emergência (nomeadamente, o que trabalha na central) Condiciona o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: <ul style="list-style-type: none"> <li>procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso de: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cheias</li> <li>Deslizamento de encostas</li> </ul> </li> <li>promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do acidente e propõe medidas (condicionar a exploração ou esvaziar o reservatório, intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de sismos, anomalia do comportamento estrutural, ação criminosa ou atos de guerra</li> <li>não aplica qualquer medida (a este nível de resposta) no caso de falha dos órgãos extravasores, dos Sistemas de notificação e de alerta ou da instrumentação e fatores de risco</li> </ul>	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Notificação entre entidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante</li> <li>em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde, serviços de águas e esgoto);</li> <li>em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, polícia militar e os Corpos de bombeiros);</li> <li>CENAD.</li> </ul> Mantém o contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação para a Comunicação Social e para o Público  Alerta: Aciona 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 (ver contatos no Quadro 2)
Verifica: <ul style="list-style-type: none"> <li>se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência.</li> <li>se a situação evolui para o nível de resposta Vermelho</li> </ul>	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

**Tabela 8** - Nível de resposta Vermelho. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente. Declara nível de resposta Vermelho	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente: 24h/dia Notifica Empreendedor Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas: <ul style="list-style-type: none"> <li>INMET, INPE e CEMADEN para informação sísmica ou meteorológica</li> <li>Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia</li> </ul>	Após identificar nível de resposta	Notificação interna dos recursos e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento, a não ser o <b>estritamente fundamental</b> para a gestão da emergência Veda o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos ( <b>os estritamente fundamentais</b> ), bem como os recursos materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: <ul style="list-style-type: none"> <li>procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso de: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cheias</li> <li>Deslizamento de encostas</li> </ul> </li> <li>reduz o armazenamento ou esvazia o reservatório, no caso de: <ul style="list-style-type: none"> <li>Sismos ou anomalia do comportamento estrutural</li> <li>Ação criminosa ou atos de guerra</li> </ul> </li> <li>não aplica qualquer medida (a este nível de resposta) no caso de falha nos órgãos extravasores, nos Sistemas de notificação e de alerta e fatores de risco</li> </ul>	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Notificação entre entidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante</li> <li>em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde, serviços de águas e esgoto);</li> <li>em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, polícia militar e os Corpos de bombeiros);</li> <li>CENAD.</li> </ul> <p>Mantém o contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente .</p> <p>Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação para a Comunicação Social e para o Público.</p> <p>Alerta:</p> <p>Aciona o sinal de descarga ou de aviso para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação da população na ZAS</p>	Durante a situação de alerta	Alerta e Aviso (ver contatos no Quadro 2)
Verifica: <ul style="list-style-type: none"> <li>se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Laranja</li> <li>se ocorre a ruptura e elabora o <b>relatório de encerramento de eventos de emergência</b></li> </ul>	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

# ANEXO 6 – MODELO DE PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE

Nome do Empreendedor e Logo do Empreendedor

**BARRAGEM** \_\_\_\_\_

## **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: \_\_\_\_\_ (Nome) \_\_\_\_\_

Local: (Município, UF)

Data: (Dia, Mês e Ano)



## RESUMO

Este documento apresenta um modelo com o conteúdo e organização tipo de um Plano de Ação de Emergência (PAE) à luz do pretendido e do disposto na legislação brasileira de segurança de barragens. Este modelo teve em consideração as boas práticas existentes no domínio do planejamento de emergência em barragens e pode ser adotado pelos Empreendedores como base para a elaboração dos respectivos PAE.

## SUMÁRIO

Item	Descrição	Página
<b>SEÇÃO I</b>	<b>INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM</b>	
I.1	APRESENTAÇÃO DO PAE	
I.2	OBJETIVO DO PAE	
I.3	IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS 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 NA 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	
<b>SEÇÃO II</b>	<b>DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA</b>	
II.1	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES	
II.2	AÇÕES ESPERADAS	
<b>SEÇÃO III</b>	<b>PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA</b>	
III.1	OBJETIVO	
III.2	NOTIFICAÇÃO	
III.3	SISTEMA DE ALERTA	
III.4	FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO	
<b>SEÇÃO IV</b>	<b>RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE</b>	
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	

<b>SEÇÃO V</b>	<b>SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E RESPECTIVOS MAPAS</b>	
V.I	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 Zona de Autossalvamento	
	<b>ANEXOS E APÊNDICES</b>	
VI	ANEXO 1 – PLANO DE TREINAMENTO DO PAE	
VII	ANEXO 2 – MEIOS E RECURSOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA	
VIII VIII VIII	ANEXO 3 – FORMULÁRIOS-TIPO VIII.1 Formulário de declaração de início da emergência VIII.2 Formulário de declaração de encerramento da emergência VIII.3 Formulário de mensagem de notificação	
XI	ANEXO 4 - COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Barragem _____.	Localização.	12
Figura 2 – Barragem _____.	Planta geral.	14
Figura 3 – Barragem _____.	Seções principais.	14
Figura 4 – Barragem _____.	Curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados do reservatório.	7
Figura 5 – Barragem _____.	Curvas de vazão do vertedouro.	18
Figura 6 – Barragem de _____.	Acessos.	19
Figura 7 – ZAS da barragem _____.	Localização das sirenes.	38
Figura 8 – Fluxograma de notificação.		39
Figura 9 – Ações a implementar pelo Coordenador do PAE.		41
Figura 10 – Organização a nível da barragem.		42
Figura 11 – Organização esquemática do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.		43
Figura 12 – Mapa de inundação.		46
Figura 13 – Mapa da ZAS.		48

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Folha de atualização do PAE	7
Quadro 2 – Lista de contatos do PAE	8
Quadro 3 – Relação das entidades que receberam cópia do PAE	11
Quadro 4 – Principais características da barragem de (denominação oficial),	15
Quadro 5 – Características da cheia de ruptura. Cenário_____	45
Quadro 6 – Lista de recursos materiais renováveis da barragem_____	50
Quadro 7 – Lista de recursos mobilizáveis da barragem_____	51
Quadro 8 – Características das infraestruturas localizadas na ZAS da barragem_____	56
Quadro 9 – Características das edificações localizadas na ZAS da barragem de_____	56

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala na barragem (denominação oficial)	23
Tabela 2 – Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual na barragem de (denominação oficial)	25
Tabela 3 – Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela exploração do sistema de observação na barragem de (denominação oficial)	27
Tabela 4 – Indicadores quantitativos associados à instrumentação na barragem de (denominação oficial)	29
Tabela 5 – Nível de resposta Verde. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE	30
Tabela 6 – Nível de resposta Amarelo. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE	31
Tabela 7 – Nível de resposta Laranja. Exemplo de ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE	33
Tabela 8 – Nível de resposta Vermelho. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE	35

## 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 PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE da barragem .....é um documento formal onde estão estabelecidas as ações a serem executadas em caso de situação de emergência, bem como identificados os agentes a serem notificados dessa ocorrência (Art. 12 da Lei nº 12.334/2010).

O PAE da barragem .....está dividido nos cinco seguintes capítulos:

- Capítulo I: apresenta informações gerais sobre o PAE e a caracterização da barragem
- Capítulo II: define critérios para identificação de anomalias ou de condições potenciais de ruptura da barragem, bem como os procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência
- Capítulo III: apresenta os procedimentos de notificação e o sistema de alerta necessários para notificar as entidades intervenientes na gestão de emergências e desencadear o aviso às populações
- Capítulo IV: inclui a definição da cadeia de decisão e a identificação dos principais intervenientes no processo de gestão da emergência
- Capítulo V: caracteriza a cheia induzida pela ruptura da barragem, incluindo os mapas de inundação e o correspondente zoneamento de risco no vale a jusante.

O PAE contém ainda os quatro seguintes anexos:

- Anexo 1: Plano de treinamento do PAE
- Anexo 2: Inventário de recursos e meios para a gestão da emergência
- Anexo 3: Formulários direcionados para o PAE
- Anexo 4: Coordenadas das infraestruturas e edificações para caracterização dos elementos em risco na ZAS

O presente PAE da barragem ..... deverá ser atualizado anualmente, sendo incluídas as novas informações, e com remoção dos dados tornados desatualizados e/ou incorretos (Quadro 1). As folhas corrigidas deverão ser anotadas adequadamente em seu rodapé e suas cópias serão distribuídas para todas as pessoas que participem do PAE e tenham em seu poder uma cópia para uso.

**Quadro 1** – Folha de atualização do PAE

PAE DA BARRAGEM _____ CONTROLE DE ATUALIZAÇÕES DO PAE				
Atualiz	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 serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação; e 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).

No PAE, 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 suas condições de segurança. É, por isso, um documento datado que deve ser periodicamente revisado, nomeadamente, sempre que haja 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 alterações ao plano.

O treinamento e divulgação do PAE da barragem ..... processase através da realização de ensaios e exercícios de simulação, bem como de ações de sensibilização da população como descritos no Anexo 1.

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

Os contatos para notificação de entidades com responsabilidades instituídas, em particular do Empreendedor, do Coordenador do PAE, do Sistema de Defesa Civil são apresentados no Quadro 2 e no Fluxograma de Notificação que consta da **Figura 8** (Secção III – Procedimentos de notificação e sistema de alerta).

**Quadro 2 – Lista de contatos do PAE**

PAE DA BARRAGEM		
Lista de contatos do PAE		
EMPREENDEDOR:	Nome: Fone: Celular:	
COORDENADOR DO PAE:	Nome: Fone: Celular:	
SUBSTITUTO DO COORDENADOR PAE:	Nome: Fone: Celular:	
ENCARREGADO:	Nome: Fone: Celular:	
ENTIDADE FISCALIZADORA:	Nome:	Nome do contato: Fone: Celular:
BARRAGENS NO CURSO DE ÁGUA:	Montante	Nome do contato: Fone: Celular:
	Jusante	Nome do contato: Fone: Celular:
AUTORIDADES E SISTEMA DE DEFESA CIVIL:	COMDEC – Comissão Municipal de Defesa Civil do Município de.....	Nome do contato: Fone: Celular:
	Prefeitura municipal:	Nome do contato: Fone: Celular:
	CEDEC - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de.....:	Nome do contato: Fone: Celular:
	Gabinete do Governador de Estado:	Nome do contato: Fone: Celular:
	CENAD - Centro Nacional de Administração Desastres:	Nome do contato: Fone: Celular:
OUTRAS AGÊNCIAS:	INPE	Nome do contato: Fone: Celular:
	CEMADEN:	Nome do contato: Fone: Celular:
	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 restringidas 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 _____ Relação das autoridades que receberam cópia do PAE	
Entidade	Nº de cópias
Entidade Fiscalizadora (ANA, ANEEL, DNPM, IBAMA, outros)	
Barragem a montante de _____	
Barragem a jusante de _____	
Comissão Municipal de Defesa Civil (COMDEC) do município de _____	
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) do estado de _____	
Centro Nacional de Administração de Desastres (CENAD)	
INPE (informação meteorológica)	
CEMADEN (informação meteorológica)	
INMET (informação meteorológica)	
Prefeituras envolvidas	

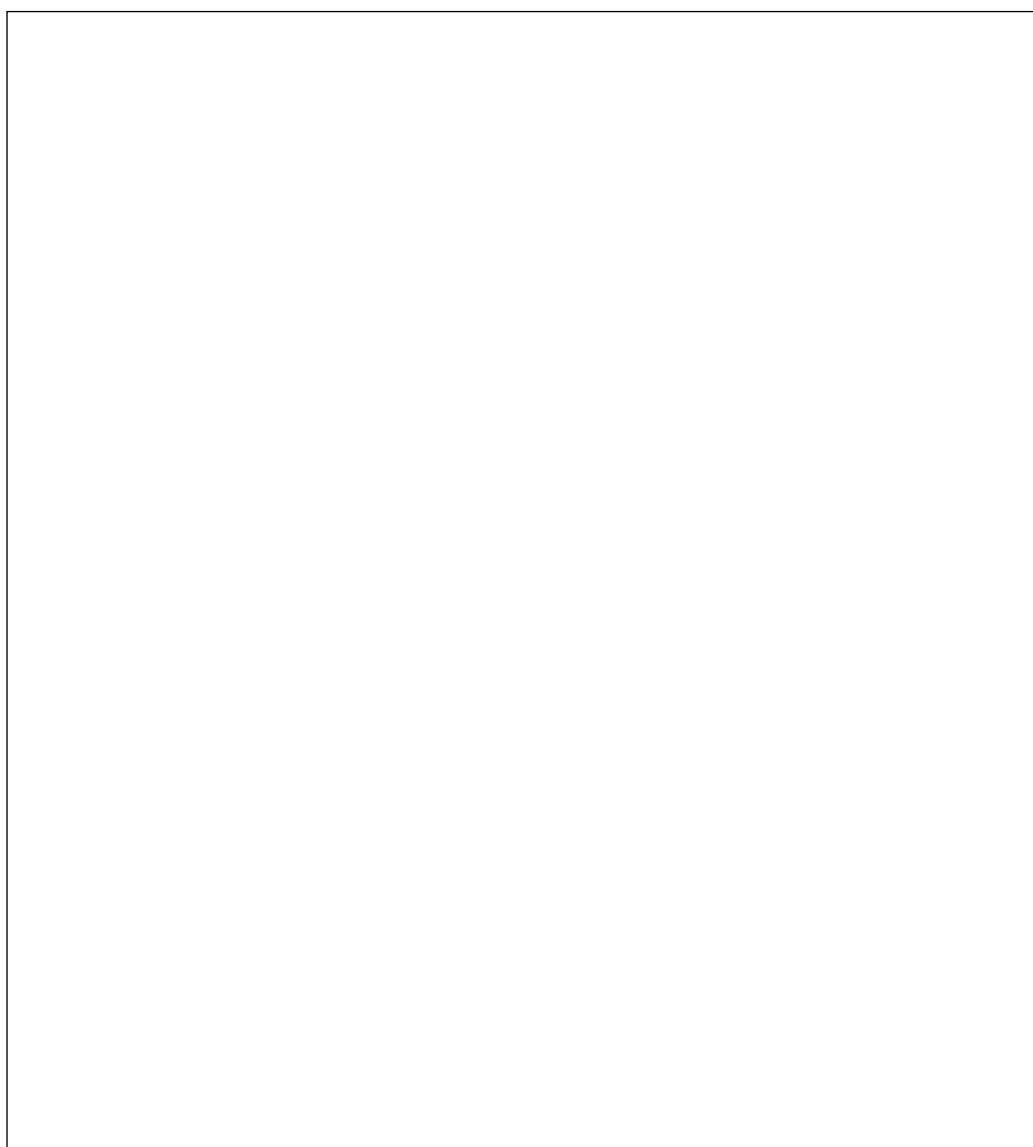
## I.4 DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

### I.4.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

A barragem (denominação oficial), com o Empreendedor (\_\_\_\_\_), está localizada (identificar o \_\_\_\_\_ Rio, a Unidade da Federação e o Município) . As respectivas coordenadas são (Coordenadas: \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_Norte;\_\_\_\_. \_\_\_\_ . \_\_\_\_ Leste).

A montante da barragem de (denominação oficial) existem as seguintes barragens: barragem de (denominação oficial), situada a ( \_\_\_\_\_ ) km a montante.

A jusante da barragem de (denominação oficial) existem as seguintes barragens: barragem de (denominação oficial), situada a (\_\_\_\_\_) km a montante.



**Figura 1** – Barragem\_\_\_\_\_. Localização.

## I.4.2 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A barragem (denominação oficial), apresenta as seguintes características principais: (apresentar tipo de 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, a barragem (denominação oficial), é constituída por (seguindo-se da margem direita para a margem esquerda):

- .....;
- .....;
- .....;
- .....

Adicionalmente, existem:

- Estruturas Principais:

.....;

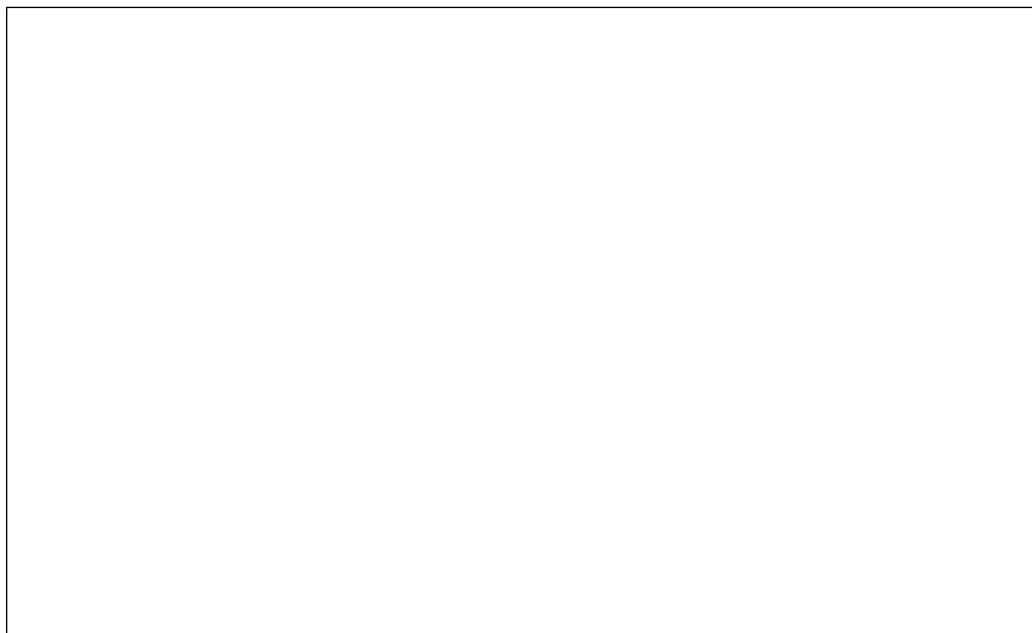
- Estruturas Complementares:

.....;

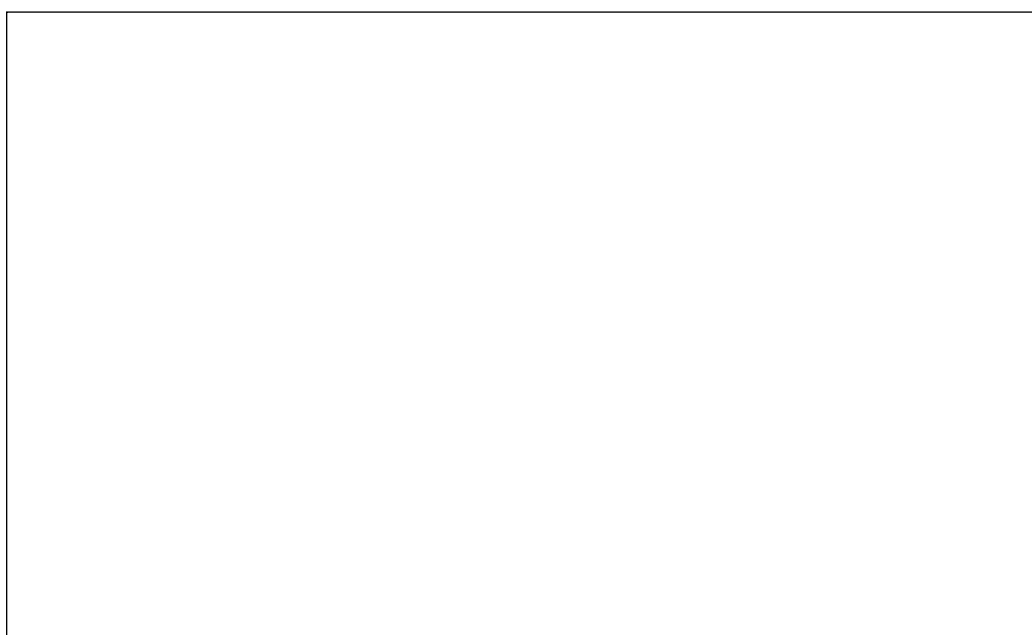
.....

A Barragem\_\_\_\_\_ é uma estrutura (descrever o tipo), com altura máxima de \_\_\_\_\_ m e aproximadamente \_\_\_\_\_ m de extensão (pelo eixo), com de crista na elevação \_\_.

A seguir apresentam-se figuras ilustrativas simplificadas (ou fotos). Nos Anexos \_\_\_\_\_ estão incluídos desenhos oficiais, mostrando a situação 'Como Construída' (Planta, Seções e Detalhes, etc.).



**Figura 2** – Barragem \_\_\_\_\_. Planta geral.



**Figura 3** – Barragem \_\_\_\_\_. Seções principais.

**Quadro 4** – Principais características da barragem de (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 Maximorum (NMM)	
Nível de máxima cheia (T = 1000 anos)	
Reservatório	
Capacidade total do reservatório	
Capacidade útil do reservatório	
Área inundada (NMN)	
Tempo de esvaziamento	
Extravisor de cheias	
Localização	
Tipo	
Descrição da entrada	
Descrição do canal	
Comprimento	
Largura (na seção constante)	
Modalidade de dissipação de energia	
Comprimento	
Largura	

Principais características da barragem _____	
Descarregador de fundo	
Solução	
Localização	
Vazão (sob o NMN)	
Cota da soleira à entrada	
Comprimento da conduta	
Tipo de comportas	
Comprimento da bacia de dissipação	
Fonte alternativa de energia	
Possibilidade de manobra manual	
Comando à distância	
Tomada d'água	
Solução	
Localização	
Comprimento	
Controle à entrada	
Controle à saída	
Cotas das tomadas d'água à entrada	
Fonte alternativa de energia	
Possibilidade de manobra manual	
Comando à 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 nomeadamente, dos hidrogramas das cheias de projeto afluente e efluente e referir os sismos de projeto.

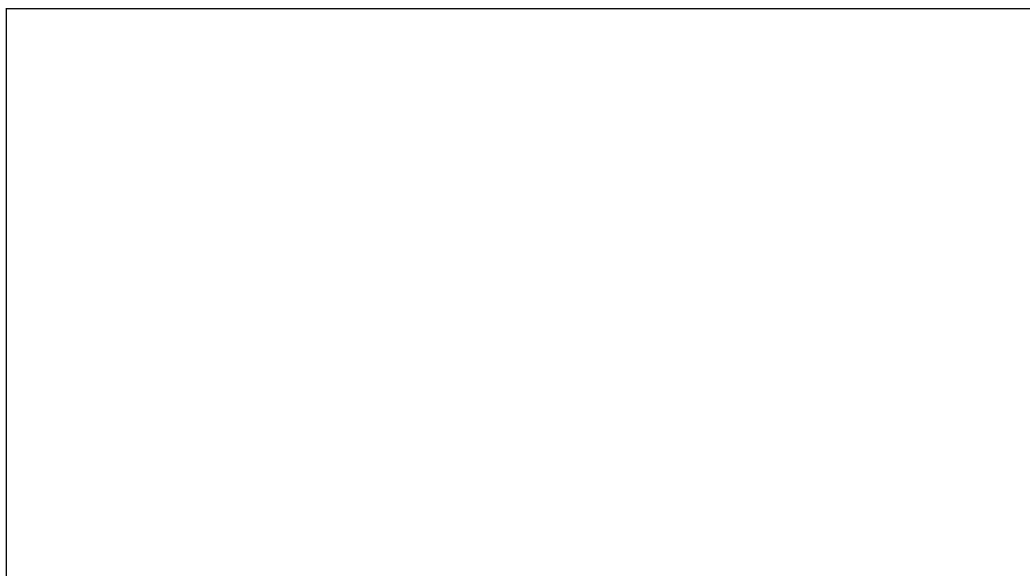
Descrever as características geológicas da fundação da barragem e a suscetibilidade a escorregamentos de taludes do reservatório.

### I.4.4 RESERVATÓRIO

Neste capítulo deve ser feita uma descrição geral do reservatório e apresentadas as cotas características de exploração, nomeadamente: nível máximo normal, nível de máximo maximorum, nível mínimo de operação, etc.

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





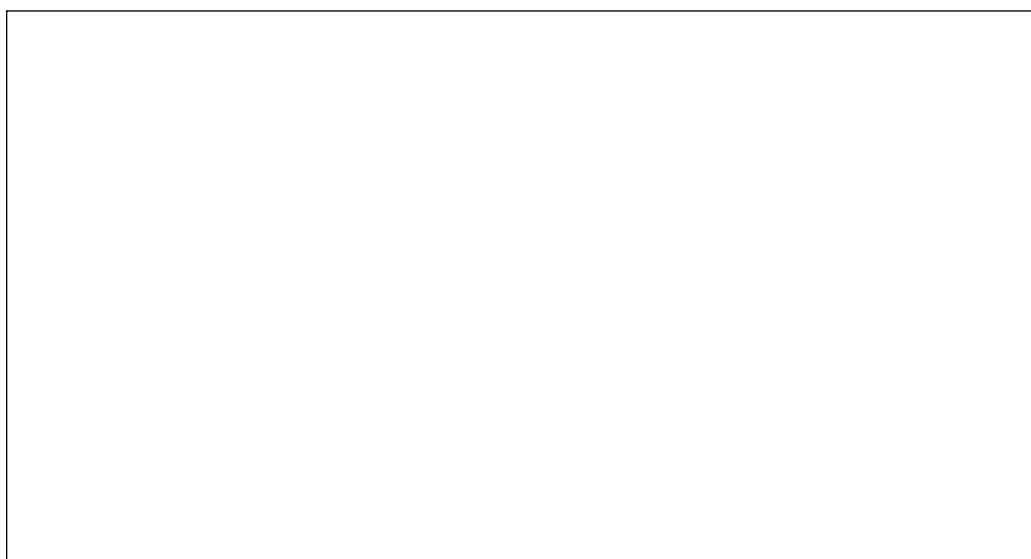
**Figura 4** – Barragem \_\_\_\_\_. Curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados do reservatório.

#### I.4.5 ÓRGÃOS EXTRAVASORES

Descrever o vertedouro de superfície (ou o Sangradouro), 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 vertedoura, superior das comportas), a capacidade máxima de descarga (e o período de retorno: bimilenar, decamilenar, 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.

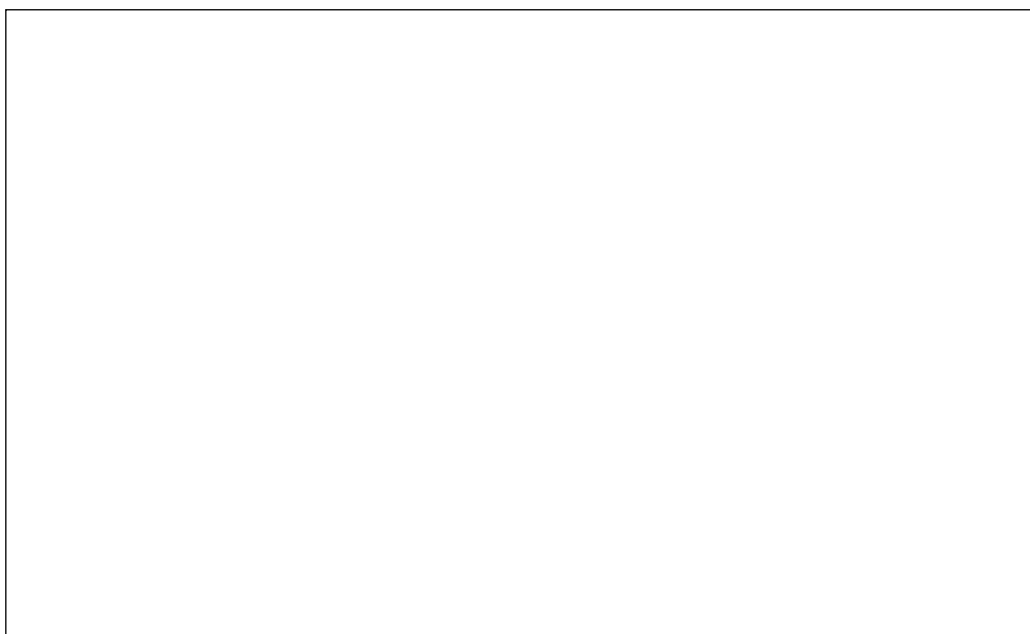
### I.4.6 INSTRUMENTAÇÃO

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

### I.4.7 ACESSOS À BARRAGEM

O acesso principal à barragem é feito através da estrada municipal, em continuação à rodovia nº \_\_\_\_\_, no sentido da cidade \_\_\_\_\_, à cidade \_\_\_\_\_, na altura do quilômetro \_\_\_\_\_.

A distância entre a cidade de \_\_\_\_\_ e a Barragem \_\_\_\_\_ é de aproximadamente \_\_\_\_\_ km, pela rodovia nº \_\_\_\_\_, 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 fazer face a situações de emergência, devem existir recursos materiais fixos e mobilizáveis, com destaque para os meios de comunicação, de fornecimento de energia, de transporte e outros. Esses recursos são necessários para um atendimento imediato e provisório, para fazer frente às condições de emergência que estejam se iniciando, para que se possa ganhar tempo, até à chegada de equipe, equipamento e materiais, que realmente possam ter uma ação mais completa sobre o evento.

## **I.5.2 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA**

Devem ser identificados e caracterizados os regimes de serviço de alimentação de energia que existem na barragem, nomeadamente, se possui sistema de comutação normal/recurso, permitindo seleccionar a alimentação eléctrica a partir da rede ou do gerador de emergência.

Descrever os sistemas de iluminação, devendo ser mencionado se existe iluminação do aproveitamento, nomeadamente, se esta abrange as galerias, a crista e o paramento de jusante da barragem. Esta iluminação é um recurso importante em situação de emergência, devendo ser esclarecido se o aproveitamento possui sistema de comutação normal/recurso, permitindo seleccionar a alimentação eléctrica 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, retroescavadoras); ii) meios de transporte terrestres disponíveis para as operações de alerta na ZAS, em complemento do sistema de alerta fixo; iii) meios de transporte fluviais; iv) equipamento de segurança (do qual se salientam 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.

Deve-se apresentar uma lista com os meios e recursos disponíveis (vide exemplos no Anexo 2). Devem também ser identificadas as zonas próximas onde é possível obter recursos. Assim, 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	<b>Normal (verde):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem, mas devam ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;
Nível de resposta 1	<b>Atenção (amarelo):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas;
Nível de resposta 2	<b>Alerta (laranja):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
Nível de resposta 3	<b>Emergência (vermelho):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem 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 aos diferentes componentes da obra (que permitem a detecção de “sinais” – indicadores qualitativos – de eventuais anomalias de comportamento) e/ou através da 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 tabelas para classificação do nível de resposta para a barragem com base em indicadores qualitativos e quantitativos (vide exemplos que constam das 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"> <li>• Aumento excessivo do nível de água no reservatório</li> <li>• Galgamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e escoamento afluente (vide Tabela 8)</li> </ul>
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruptura da barragem</li> <li>• Inoperacionalidade dos órgãos extravasores</li> <li>• Perda de borda livre</li> <li>• Deslizamento nos taludes da barragem</li> <li>• Deslizamento de encostas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos (vide Tabela 8)</li> </ul>
Ruptura de barragem a montante	• Sem galgamento da estrutura em análise	• Verde/Amarelo
	• Galgamento da estrutura em análise	• Laranja/Vermelho
Falha de órgãos extravasores ou de equipamento de operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório</li> <li>• Redução da capacidade de vazão</li> <li>• Galgamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde (fora da época de cheias)</li> <li>• Amarelo/Laranja (durante época de cheias ou bacias sujeitas a cheias repentinas)</li> <li>• Vermelho (no caso de ocasionar galgamento da estrutura em análise)</li> </ul>
Falha dos sistemas de notificação e alerta	• Impossibilidade de notificação	• Verde/Amarelo (fora da época de cheias)
	• Impossibilidade de alerta	• Amarelo/Laranja (na época de cheias)
Falha da instrumentação <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de dados de observação</li> <li>• Dificuldade em avaliar a situação da barragem</li> </ul>	• Verde/Amarelo
Anomalias relacionadas com o comportamento estrutural, a fundação e os materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fendilhação, infiltrações no corpo da barragem e fundação e movimentos diferenciais</li> <li>• Fenômenos de deterioração no concreto</li> <li>• Instabilidade estrutural, risco de ruptura</li> <li>• Conjunto de grandezas que se traduzem em efeitos (variação de deslocamentos horizontais e verticais, movimentos de juntas, vazões e subpressões)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde/amarelo/laranja</li> <li>• Indicadores quantitativos sempre que possível (ver exemplos 6 e 7)</li> </ul>
Deslizamentos de encostas	• Obstrução dos órgãos extravasores	• Amarelo
	• Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	• Verde/Amarelo
	• Galgamento	• Laranja/Vermelho
Ação criminosa: Sabotagem Ameaça de bomba Ato de guerra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório</li> <li>• Perda de borda livre e consequente galgamento</li> <li>• Instabilização de taludes</li> <li>• Perigo de instabilidade ou ruptura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amarelo</li> <li>• Laranja</li> <li>• Vermelho</li> </ul>
Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração da qualidade da água</li> <li>• Poluição do ar ou do solo</li> </ul>	• Verde
Impactos negativos para o ecossistema	• Possibilidade de afetação da qualidade da água	• Verde
Incêndios florestais	• Possibilidade de afetar a funcionalidade da barragem	• Verde
	• Possibilidade de afetar a segurança da barragem	• Amarelo
Fatores de risco na casa de força, sala de emergência e pontos nevralgicos	• Danos pessoais	• Verde
Acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danos materiais</li> <li>• Eventual impossibilidade de operar à distância órgãos de manobra</li> <li>• Eventual impossibilidade de notificação e de alerta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde (pode afetar a funcionalidade)</li> <li>• Amarelo (pode afetar a segurança)</li> </ul>

3 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).

**Tabela 2** – Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual na barragem de (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"> <li>Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilidade de afetação da qualidade da água</li> <li>Possibilidade de poluição do ar ou do solo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar a origem do derrame/descarga</li> <li>Determinar a dimensão e natureza da descarga (por exemplo: diesel, fuel, óleo, lixos, etc.)</li> <li>Avaliar os impactos da descarga</li> <li>Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental</li> <li>Estimar o esforço e equipamento necessário para conter os produtos da descarga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde/Amarelo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impactos negativos para peixes ou vida selvagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilidade de afetação da qualidade da água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceder à remoção dos eventuais animais mortos</li> <li>Identificar a origem dos impactos</li> <li>Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde/Amarelo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sedimentos afluentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obstrução da entrada da descarga de fundo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operação da descarga de fundo</li> <li>Melhorias a nível da conservação do solo da bacia hidrográfica</li> <li>Valas perimetrais no reservatório</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escorregamento de taludes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geração de ondas que conduzem a potenciais galgamentos da obra</li> <li>Obstrução do vertedouro</li> <li>Obstrução da descarga de fundo/tomada de água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intervenções de estabilização de taludes</li> <li>Rebaixamento do nível de água no reservatório</li> <li>Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo/laranja</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subida do nível de água acima do NMM devido a cheias superiores à cheia de projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potencial galgamento da obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rebaixamento do nível de água no reservatório (operação da descarga de fundo)</li> <li>Observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo/Laranja</li> </ul>



Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
CORPO DA BARRAGEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentos, fissuras e trincas</li> <li>Erosões</li> <li>Zonas úmidas e/ou ressurgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perda de borda livre</li> <li>Erosão interna</li> <li>Instabilidade do corpo do aterro</li> <li>Instabilidade global aterro-fundação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rebaixamento do nível de água no reservatório</li> <li>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.)</li> <li>Reforço da observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde/amarelo/</li> <li>laranja</li> </ul>
OMBREIRAS DA BARRAGEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resurgências nas ombreiras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eventual arrastamento de materiais finos do trecho superficial da fundação, do aterro, do preenchimento de caixas de falha e/ou de fraturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intervenções de impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante</li> <li>Observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo</li> </ul>
GALERIA DE TOMADA D'ÁGUA E DESCARGA DE FUNDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deterioração das paredes da galeria</li> <li>Deterioração do conduto</li> <li>Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instabilidade estrutural da galeria</li> <li>Perda de estanqueidade da galeria</li> <li>Erosão interna do aterro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria</li> <li>Reforço estrutural da galeria</li> <li>Substituição dos trechos de conduto danificados</li> <li>Observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde/amarelo</li> </ul>
VERTEDOURO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentos, erosões, fissuras, fendas</li> <li>Deposição de materiais/obturação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alterações químicas do concreto</li> <li>Instabilidade estrutural</li> <li>Modificação das condições de escoamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intervenções de reabilitação</li> <li>Intervenções de limpeza/reposição das condições de escoamento</li> <li>Reforço estrutural</li> <li>Observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde/amarelo/</li> <li>laranja</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potencial instabilidade estrutural da bacia</li> <li>Erosão do pé da barragem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outro tipo de obras</li> <li>Proteção do pé da barragem</li> <li>Observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo</li> </ul>
INSTRUMENTAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente da instrumentação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocorrência de funcionamentos anômalos do corpo da barragem e/ou fundação, associados às grandezas em observação, sem possibilidade de deteção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intervenções de reabilitação e/ou substituição da instrumentação</li> <li>Reforço da atividade de inspeção de segurança</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde/amarelo</li> </ul>

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
EQUIPAMENTOS HIDROMECA-NICOS DA DESCAR-GA DE FUNDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inoperacionalida-de e/ou funciona-mento deficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impossibilida-de de acionar a descarga de fundo para rebaixamento do reservatório em situação de emergência</li> <li>Impossibilidade de impedir o esvaziamento do reservatório caso a situação ocorra com as compor-tas em posição de abertura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intervenções de reabilitação e/ou substituição de com-ponentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo</li> </ul>

**Tabela 3** – Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela exploração do siste-ma de observação na barragem de (denominação oficial)

Disposi-tivos	Grandeza	Situação	Cenários possíveis de incidentes/acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Piezôme-tros insta-lados na fundação	Níveis piezo-métricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento/dimi-nuição importante e inesperada dos níveis piezométricos (comparar com os níveis do reserva-tório, se ocorreram variações recentes e a que taxa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funcionamento defi-ciente dos elementos de impermeabilização da fundação</li> <li>Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos</li> <li>Erosão interna</li> <li>Instabilidade global aterro-fundação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rebaixamento do nível do reserva-tório</li> <li>Drenagem</li> <li>Tratamento da fundação</li> <li>Obras de reabili-tação</li> <li>Intensificação da observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo/ laranja</li> </ul>
Piezô-metros instalados no aterro	Níveis piezo-métricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento/decai-mento importante e inesperado dos níveis piezométricos (comparar com os níveis do reserva-tório, se ocorreram variações recen-tes e a que taxa). Níveis hidrostáticos medidos superiores aos calculados nos estudos de percola-ção do projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funcionamento defi-ciente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem</li> <li>Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos</li> <li>Erosão interna</li> <li>Instabilidade do corpo do aterro</li> <li>Instabilidade global aterro-fundação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rebaixamento do nível do reserva-tório</li> <li>Drenagem</li> <li>Obras de reabilita-ção (por exemplo, aterros de esta-bilização, obras de drenagem a jusante e obras de impermeabilização a montante)</li> <li>Intensificação da observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo/ laranja</li> </ul>
Marcos su-perficiais	Movimentos superficiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento impor-tante dos recalques comparar com os níveis do reserva-tório, se ocorreram variações recentes e a que taxa, analisar níveis piezométricos)</li> <li>Recalques medidos superiores aos esti-mados no projeto</li> <li>Incremento impor-tante dos deslocamentos horizontais (verificar se ocorre-ram alterações dos níveis do reservató-rio e a que taxa)</li> <li>Deslocamentos horizontais medidos superiores aos esti-mados no projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosão interna</li> <li>Instabilidade do corpo do aterro</li> <li>Instabilidade global aterro-fundação</li> <li>Recalques → per-da de borda livre→ galgamento → erosão externa</li> <li>Abatimentos → perda de borda livre → galgamento → erosão externa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rebaixamento do nível do reserva-tório</li> <li>Obras de reabilita-ção (por exemplo, bermas estabiliza-doras, reposição da cota da crista inicial, alteamento da crista, etc.)</li> <li>Intensificação da observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amarelo/ laranja</li> </ul>

Inclinômetros	Deslocamentos internos horizontais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento importante e inesperado dos deslocamentos horizontais internos (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deslocamentos horizontais excessivos;</li> <li>• Instabilidade do corpo do aterro/ instabilidade global aterro-fundação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebaixamento do nível do reservatório;</li> <li>• Obras de reabilitação;</li> <li>• Intensificação da observação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amarelo/ laranja</li> </ul>
Placas de recalque	Deslocamentos internos verticais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento importante dos deslocamentos verticais internos (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deslocamentos verticais excessivos;</li> <li>• Instabilidade do corpo do aterro/ instabilidade global aterro-fundação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebaixamento do nível do reservatório;</li> <li>• Obras de reabilitação;</li> <li>• Intensificação da observação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amarelo/ laranja</li> </ul>
Células piezométricas	Poropressões	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento/decaimento importante e inesperado das poropressões (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poropressões excessivas;</li> <li>• Percolações preferenciais;</li> <li>• Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem;</li> <li>• Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos;</li> <li>• Instabilidade do corpo do aterro/ instabilidade global aterro-fundação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebaixamento do nível do reservatório</li> <li>• Drenagem</li> <li>• Obras de reabilitação (por exemplo, implementação de obras de drenagem e de proteção, etc.)</li> <li>• Intensificação da observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amarelo/ laranja</li> </ul>
Células de pressão total	Pressões totais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variação importante das pressões totais (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa)</li> <li>• Pressões totais inferiores ao peso estático das terras sobrejacentes (cerca de 50%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferência de tensão entre elementos de diferente rigidez;</li> <li>• Fraturação hidráulica;</li> <li>• Instabilidade do corpo do aterro/ instabilidade global aterro-fundação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebaixamento do nível do reservatório;</li> <li>• Obras de reabilitação;</li> <li>• Intensificação da observação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amarelo/ laranja</li> </ul>
Medidores de vazão e poço de bombeamento	Vazão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento importante das vazões totais (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa). Vazões medidas superiores às calculadas no projeto</li> <li>• Material fino em suspensão carregados pelas águas de percolação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação</li> <li>• Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem</li> <li>• Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos</li> <li>• Colmatção de filtros e drenos</li> <li>• Erosão interna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebaixamento do nível do reservatório</li> <li>• Drenagem</li> <li>• Obras de reabilitação (por exemplo, reforço dos órgãos de impermeabilização, implementação de obras de drenagem e de proteção, etc.)</li> <li>• Intensificação da observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amarelo/ laranja</li> </ul>

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

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

## II.2 AÇÕES ESPERADAS

Após a detecção de qualquer anomalia ou ocorrência, a primeira ação a empreender pelo Coordenador do PAE é a classificação do nível de resposta. Posteriormente, consoante a classificação estabelecida, este deverá seguir as ações pré-definidas para cada nível de resposta. No caso mais simples, as ações de resposta estão concentradas no Coordenador do PAE. Desenvolver tabelas para as ações de resposta a implementar para cada nível de resposta (vide exemplos que constam das Tabelas 5 a 8). No caso de barragens com organizações mais complexas (tipicamente envolvendo equipes operacionais da barragem, de manutenção e observação e de relações públicas) devem ser desenvolvidas tabelas com as ações a empreender pelos diversos responsáveis.

**Tabela 5** – Nível de resposta Verde. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência Declara manutenção do nível de resposta Verde	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de manterem a normal operação mas “intensificarem o monitoramento ou a observação” Notifica Empreendedor Quando justificável, promove contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas: • INMET, INPE e CEMADEN para informação meteorológica	Após identificar nível de resposta	Notificação interna
Intensifica o monitoramento das afluições ou a observação da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem Registra todas as observações e ações Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: • realiza descargas, no caso de cheias • controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-o de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas • eventualmente promove 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, aciona o sinal de alerta de descarga dos órgãos extravasores à população na ZAS	Durante a situação de alerta	Alerta
Verifica: • i) se as medidas implementadas resultam (ou se a situação deixa de constituir ameaça), declarando o encerramento da emergência e elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência • ii) se a situação evolui para o nível de resposta Amarelo	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

**Tabela 6** – Nível de resposta Amarelo. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente Declara nível de resposta Amarelo	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação nível de resposta
<p>Notifica os recursos internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>no caso de cheias ou deslizamento iminente de encostas: notificação de estado de vigilância permanente – 24h/dia;</li> <li>nos casos restantes: notificação no sentido de “intensificarem o monitoramento ou a observação”</li> </ul> <p>Notifica o Empreendedor Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>INMET, INPE e CEMADEN para informação sísmica ou meteorológica</li> <li>Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia</li> </ul>	Após identificar nível de resposta	Notificação interna e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
<p>Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem</p> <p>Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante</p> <p>Registra todas as observações e ações</p> <p>Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e alerta</p> <p>Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários</p>	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
<p>Implementa medidas preventivas e corretivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>realiza descargas no caso de cheias</li> <li>controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-o de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas</li> <li>promove a deslocação 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)</li> <li>não aplica qualquer medida no caso de falha na instrumentação (não aplicável a este nível de resposta)</li> </ul>	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
<p>Notificação entre entidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante</li> </ul> <p>Mantém o 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</p> <p>Alerta:</p> <p>Quando aplicável, aciona o sinal de aviso de descarga dos órgãos extravasores para população na ZAS</p>	Durante a situação de alerta	Notificação e Alerta



Ação	Quando	Tipo de ação
<p>Verifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Verde (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência)</li> <li>ii) se a situação evolui para o nível de resposta Laranja</li> </ul>	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

**Tabela 7** - Nível de resposta Laranja. Exemplo de ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente Declara nível de resposta Laranja	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação nível de resposta
<p>Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigi- lância permanente – 24h/dia Notifica Empreendedor Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>INMET, INPE e CEMADEN para informação sísmica ou meteorológica</li> <li>Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia</li> </ul>	Após identificar nível de resposta	Notificação interna dos recursos e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
<p>Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveita- mento não necessário para a gestão da emergência (nomeadamente, o que trabalha na central) Condiciona o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considera- dos necessários</p>	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
<p>Implementa medidas preventivas e corretivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravaso- res e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso da ocorrência de cheias ou de deslizamento de encostas</li> <li>promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do acidente e propor medidas (con- dicionar a exploração ou esvaziar o reservatório, intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de sismos, anomalia do comportamento estrutural, ação criminosa ou atos de guerra</li> <li>não aplica qualquer medida no caso de falha dos órgãos extravaso- res, dos sistemas de notificação e de alerta ou da instrumentação e fatores de risco</li> </ul>	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência

<p>Notificação entre entidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante</li> <li>em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde, serviços de águas e esgoto)</li> <li>em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros)</li> <li>CENAD</li> </ul> <p>Mantém o contato <i>durante</i> a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente</p> <p>Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos <i>briefings</i> promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação para a Comunicação Social e para o Público</p> <p>Alerta:</p> <p>Aciona o sinal de descarga ou de aviso para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação da população na ZAS</p>	<p>Durante a situação de alerta</p>	<p>Alerta e Aviso</p>
<p>Verifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Amarelo (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência)</li> <li>ii) se a situação evolui para nível de resposta Vermelho</li> </ul>	<p>Após aplicação das medidas</p>	<p>Reclassificação do nível de resposta</p>

**Tabela 8** - Nível de resposta Vermelho. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente Declara nível de resposta Vermelho	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação nível de resposta
Notifica os recursos internos de gestão da emergência no sentido que se retirem para a Sala de Emergência Notifica o Empreendedor Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• INMET, INPE e CEMADEN para informação sísmica ou meteorológica</li> <li>• Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia</li> </ul>	Após identificar nível de resposta	Notificação interna dos recursos e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento a não ser o <b>estritamente fundamental</b> para a gestão da emergência Veda o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos ( <b>os estritamente fundamentais</b> ), bem como os recursos materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cheias</li> <li>• Deslizamento de encostas</li> </ul> </li> <li>• reduz o armazenamento ou esvazia o reservatório, no caso de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sismos ou anomalia do comportamento estrutural</li> <li>• Ação criminosa ou atos de guerra</li> </ul> </li> <li>• Não se aplica qualquer medida (a este nível de resposta) no caso de falha nos órgãos extravasores, nos Sistemas de notificação e de alerta e fatores de risco</li> </ul>	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Notificação entre entidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante</li> <li>• em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde, serviços de águas e esgoto)</li> <li>• em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros)</li> <li>• CENAD</li> </ul> Mantém o contato <i>durante</i> a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos <i>briefings</i> promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação para a Comunicação Social e para o Público Alerta: Aciona o sinal de evacuação da população na ZAS	Durante a situação de alerta	Alerta e Aviso
Verifica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• i) se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Laranja</li> <li>• ii) se ocorre a ruptura e elabora o <b>relatório de encerramento de eventos de emergência</b></li> </ul>	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

## SEÇÃO III – PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

### III.1 OBJETIVO

Neste ponto o PAE:

- define quem notifica e quem é notificado;
- identifica os nomes dos intervenientes e das organizações responsáveis no processo e os respectivos números de telefone e recursos alternativos de comunicação;
- define os meios de comunicação entre o Coordenador do PAE (responsável pelo desencadear do 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

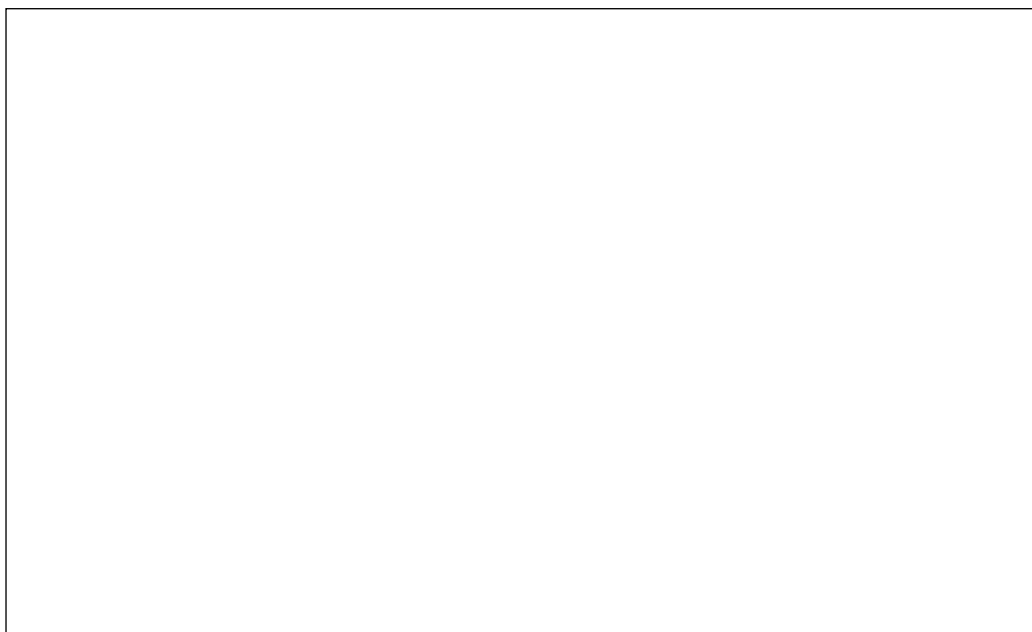
Descrever os sistemas de comunicação existentes. Por exemplo, uso de telefone fixo, telefone celular (voz e ‘torpedo’), rádio, e-mail, etc.

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 através dos telefones fixos e celulares, alarmes públicos através sirenes, etc. Eventualmente serão necessários outros recursos extras, tais como o envio de pessoa com veículo (automotor ou aéreo – helicóptero).

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

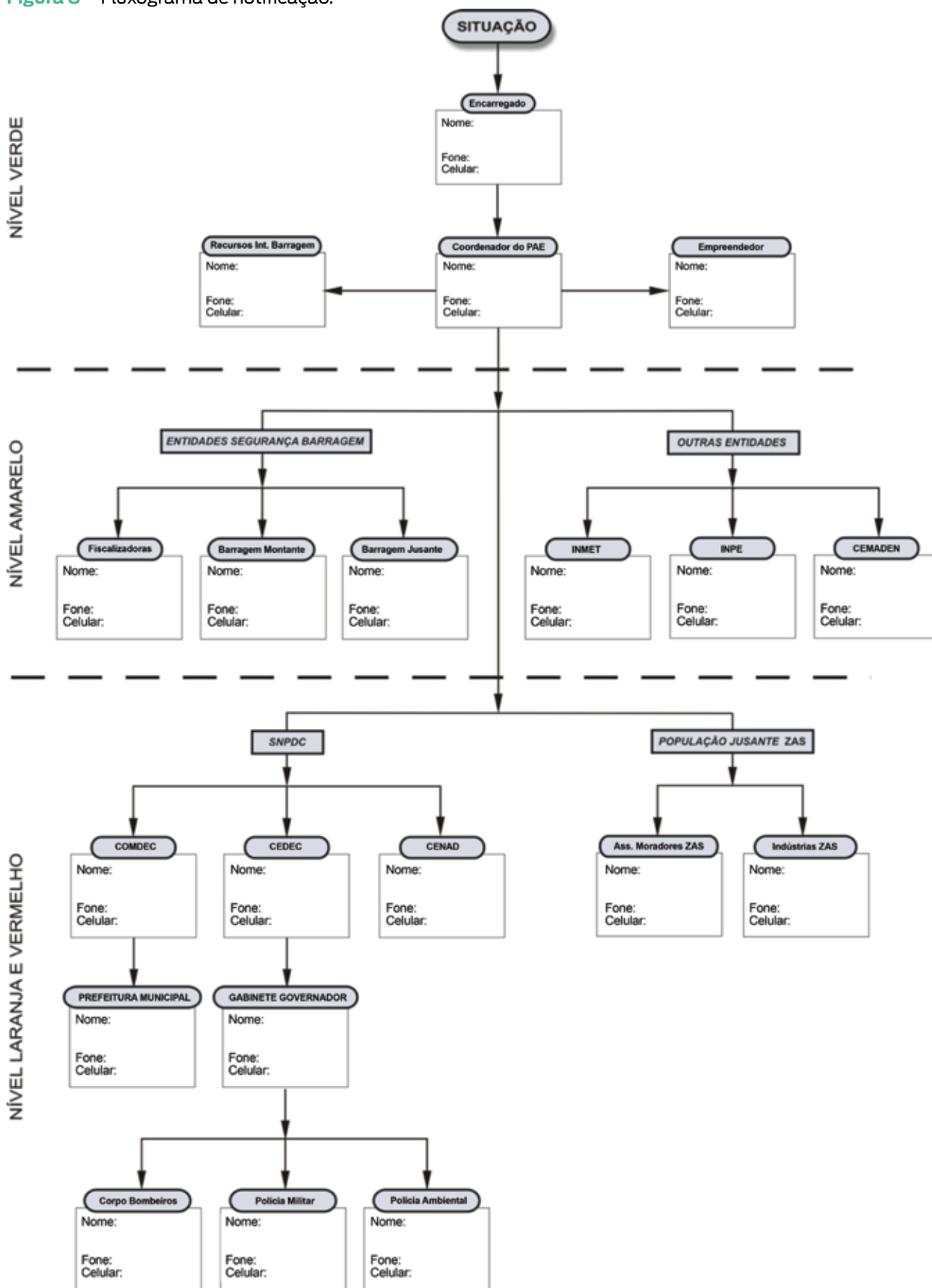


**Figura 7** – ZAS da barragem \_\_\_\_\_. Localização das sirenes.

### III.4 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Apresentar o fluxograma de notificação para cada nível de alerta contendo os contatos diretos entre os indivíduos responsáveis pela operação e segurança da barragem, incluindo Empreendedor (notificação interna), entre estes e as entidades externas com responsabilidades instituídas (Entidades Fiscalizadoras, Sistema de Proteção e Defesa Civil). Pode ainda revelar-se necessário contactar 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 NO PAE

### IV.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

(Nome do Empreendedor) é o (a) responsável pelas ações em Segurança de Barragens de 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 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 ( ) \_\_\_\_\_ / cel: ( ) \_\_\_\_\_. Também está(ão) registrado(s) o(s) nome(s) do(s) substituto(s): Sr. \_\_\_\_\_ fone ( ) \_\_\_\_\_ / cel: ( ) \_\_\_\_\_; e Sr. \_\_\_\_\_ fone ( ) \_\_\_\_\_ / cel: ( ) \_\_\_\_\_.

O Coordenador é responsável, por delegação do Empreendedor, pelas seguintes ações:

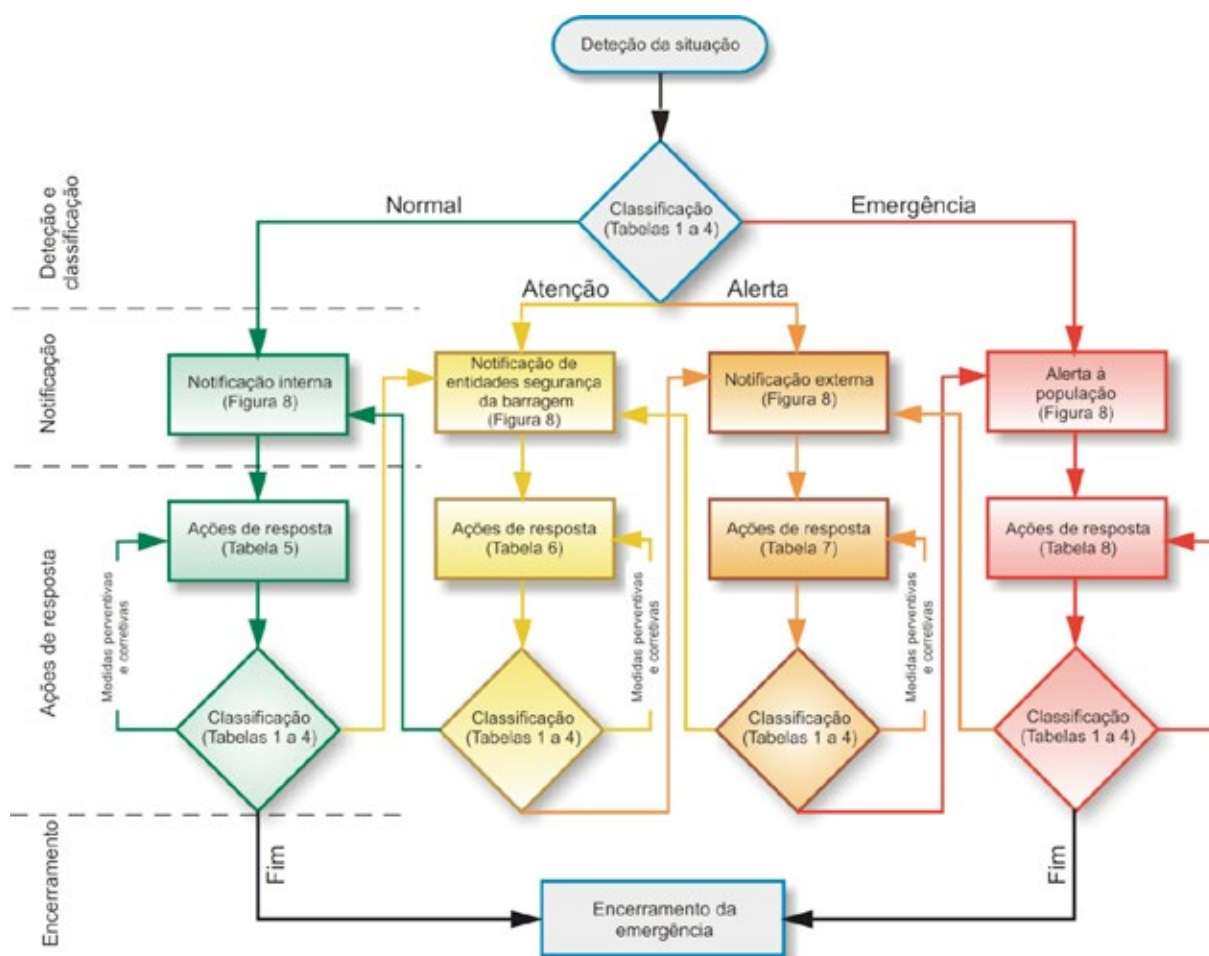
- detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão;
- declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
- executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- alertar a população potencialmente afetada na zona de autossalvamento;
- 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, o Coordenador do PAE 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 do PAE deve implementar em cada etapa do PAE encontram-se resumidas graficamente pelo fluxograma que consta da **Figura 9**.



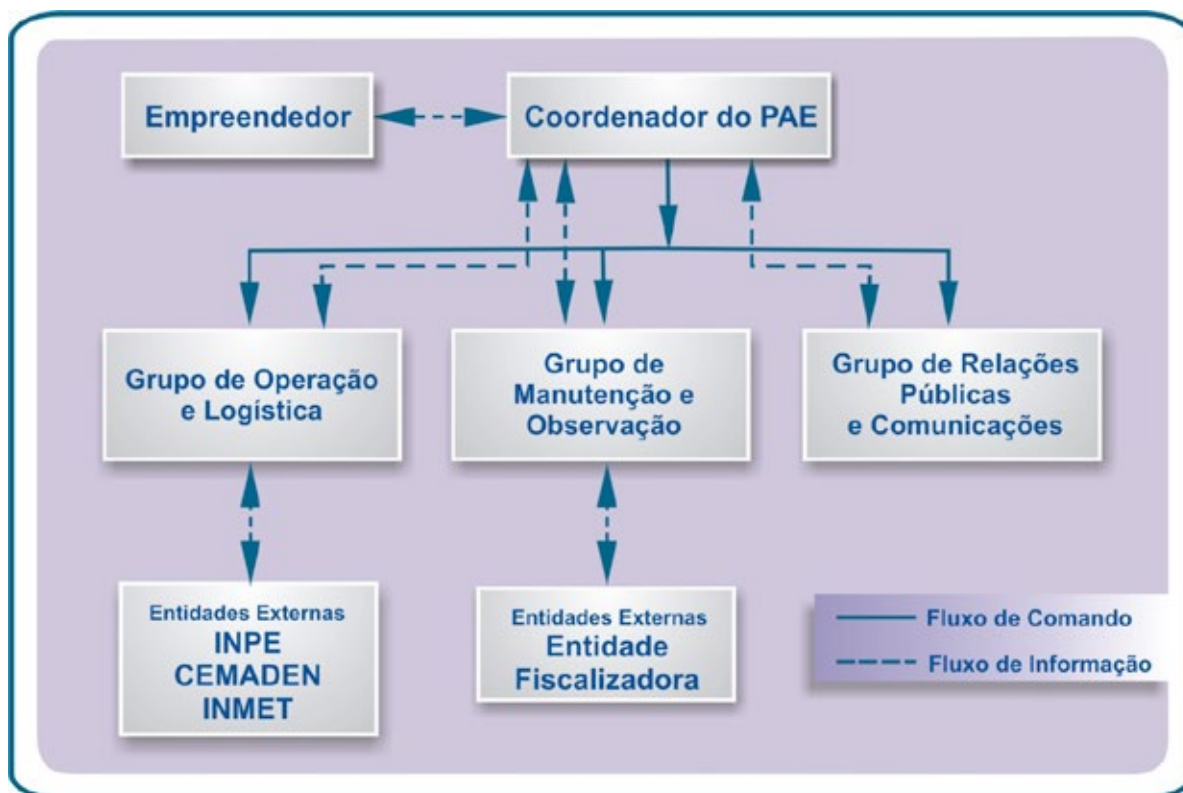


**Figura 9** – Ações a implementar pelo Coordenador do PAE.

## 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 a nível da barragem.

### IV.3.2 Encarregado

Descrever o papel deste responsável. O encarregado da Barragem é responsável local pela barragem. Em caráter excepcional, poderá decretar os níveis verde e amarelo, além de manter informado o Coordenador do PAE das diversas situações que ocorram na barragem.

### IV.3.3 Responsável da operação e logística

Descrever o papel deste responsável. Tipicamente as responsabilidades envolverão 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 da manutenção e observação

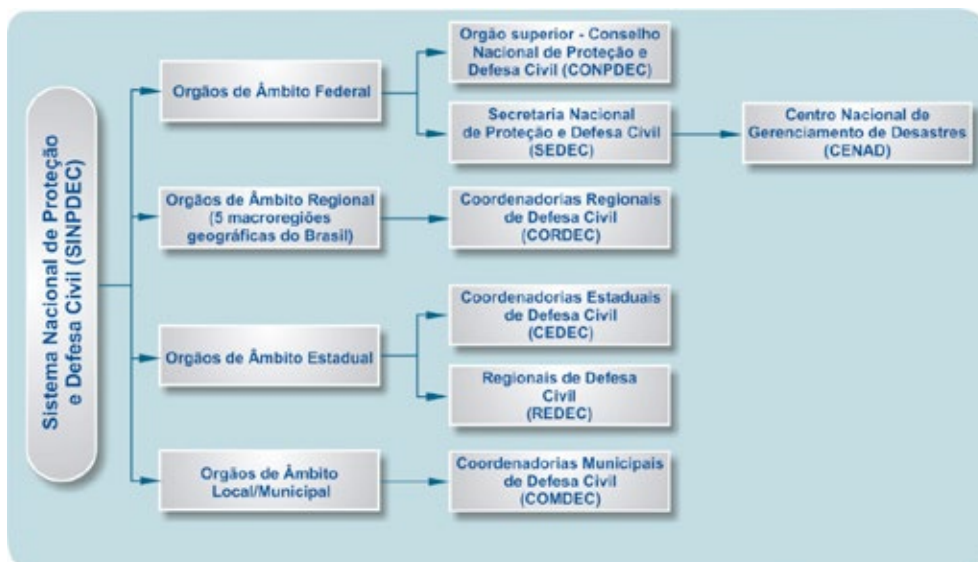
Descrever o papel deste responsável. Tipicamente as responsabilidades envolverão a assistência nos aspectos técnicos da barragem, incluindo a avaliação na classificação do nível de resposta.

### IV.3.5 Responsável pelas relações públicas

Descrever o papel deste responsável. Tipicamente as responsabilidades envolverão a coordenação das relações com a comunicação social e com os serviços de relações públicas de outras instituições, fornecimento de informação no domínio da hidrometeorologia, da meteorologia e da sismologia.

#### IV.4 SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC)

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) – **Figura 11** –, entidade que atua na redução de desastres em todo o território nacional, é o responsável pelo alerta da população fora da zona de autossalvamento e pela evacuação da mesma no vale a jusante.



**Figura 11** – Organização esquemática do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

No caso da barragem de ..... , os COMDEC dos Municípios de ..... (listar os municípios existentes no vale a jusante) devem alertar as populações a jusante da zona de autossalvamento da barragem.

O CEDEC do Estado de ..... deve mobilizar os seus meios e recursos (corpos de bombeiros, polícia, etc.) já que tem responsabilidade na evacuação da população. Na zona de autossalvamento, as populações devem conhecer os pontos de refúgio e para eles se dirigirem de forma autônoma, pois considera-se que não há tempo para a atuação eficaz do Sistema de Proteção e Defesa Civil.

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

### V.1 MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

No caso da barragem....., a simulação da cheia de ruptura foi realizada por recurso a.... (identificar a metodologia de modelação utilizada e as razões do seu uso). A identificação do software utilizado deve também ser expressa.

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

No caso da barragem....., 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 no 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) e um cenário de ruptura propriamente dita.

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

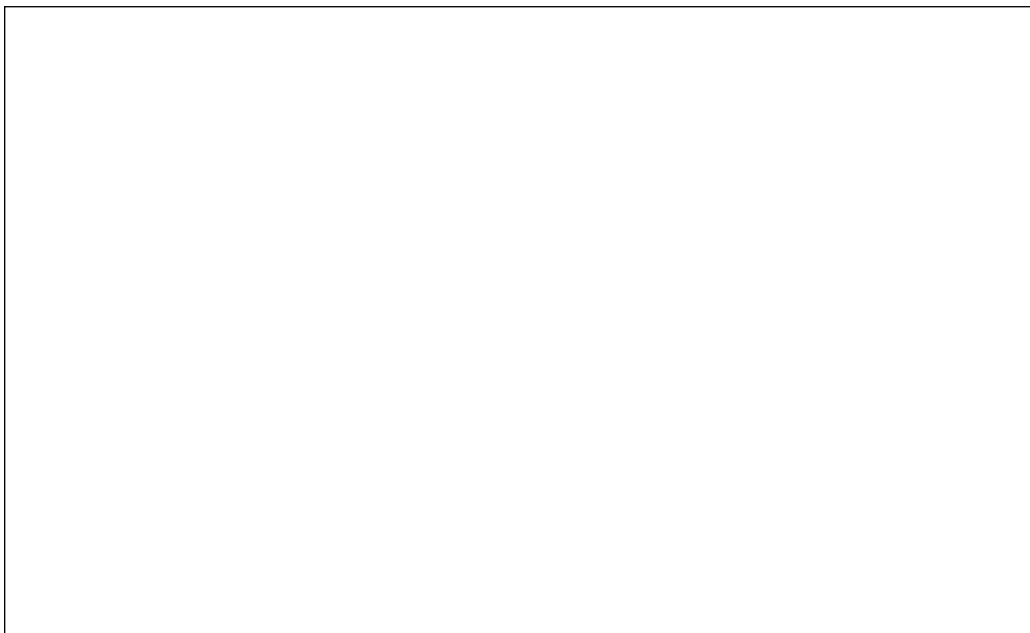
### V.3 VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS

#### V.3.1 Resultados e mapa de inundação

Apresentar os resultados do estudo de ruptura: quadros (vide exemplo Quadro 5) e o mapa de inundação.

**Quadro 5** – Características da cheia de ruptura. Cenário \_\_\_\_\_

Nível d'água máximo (m)	Elevação Máxima (m)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo para vazão máxima (hh:mm)



**Figura 12** – Mapa de inundação.

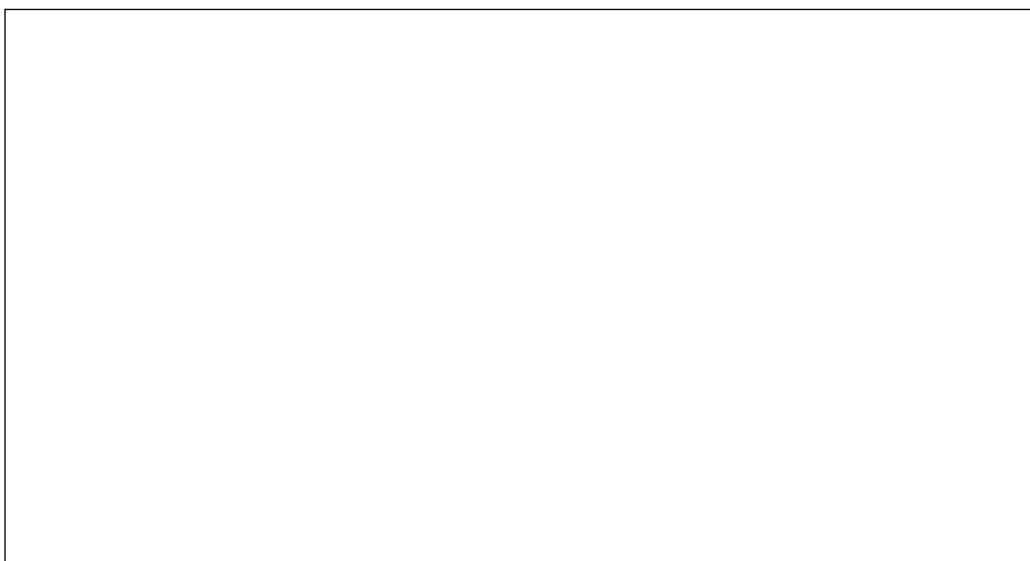
### **V.3.2 Caracterização do vale a jusante**

**Caraterizar o vale a jusante da barragem.**

### **V.3.3 Zona de autossalvamento e identificação de pontos vulneráveis**

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

Deve-se apresentar uma lista das infraestruturas e das edificações afetadas na ZAS (vide exemplos no Anexo 3).



**Figura 13** – Mapa da ZAS.

## VI – ANEXO 1

### PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

Este anexo está disponível para apresentação do plano de treinamento do PAE, definindo a tipologia dos exercícios sugeridos (por exemplo, teste aos Sistemas de Notificação e Alerta, exercício de nível interno (“table-top exercise”) e exercício de simulação) e a respectiva periodicidade.

## VII – ANEXO 2

### MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SEREM UTILIZADOS EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Apresentar uma lista de inventário com os recursos materiais mobilizáveis e renováveis necessários para efetuar a gestão de emergências numa barragem, nomeadamente, para fazer face a reparos e intervenções expeditas (vide exemplos que constam do Quadro 6 e do Quadro 7).

**Quadro 6** – Lista de recursos materiais renováveis da barragem \_\_\_\_\_

PAE DA BARRAGEM _____ Lista de recursos materiais renováveis	
Materiais / Equipamento	Local de depósito



**Quadro 7** – Lista de recursos mobilizáveis da barragem \_\_\_\_\_

PAE DA BARRAGEM _____ Lista de recursos mobilizáveis (equipamentos)				
	Bens / Equipamento	Características (capaci- dade, tonelagem)	Local de estacionamento e/ou depósito	Número
Equipamento				
Meios de transporte				
Equipamento de segurança				

## VIII – ANEXO 3

### FORMULÁRIOS-TIPO

#### VIII.1 DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA

##### URGENTE

**SITUAÇÃO:** \_\_\_\_\_

Empreendedor: \_\_\_\_\_

**BARRAGEM:** \_\_\_\_\_

Eu, \_\_\_\_\_ (nome e cargo) \_\_\_\_\_, na condição de Coordenador do **PAE** da **Barragem** \_\_\_\_\_ e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da **Declaração de Emergência**, na **Situação** de \_\_\_\_\_, para a **Barragem** \_\_\_\_\_ a partir das horas e minutos do dia \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_, em função da ocorrência de: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ .

\_\_\_\_\_ (local) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(nome e assinatura)

(cargo e RG)

FIM DE MENSAGEM

## VIII.1 DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA

### URGENTE

SITUAÇÃO:: \_\_\_\_\_

Empreendedor: : \_\_\_\_\_

BARRAGEM:: \_\_\_\_\_

Eu, \_\_\_\_\_ (nome e cargo) \_\_\_\_\_, na condição de Coordenador do PAE da Barragem \_\_\_\_\_ e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração Encerramento da Emergência, na Situação de \_\_\_\_\_, para a Barragem \_\_\_\_\_ a partir das horas e minutos do dia \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_, em função da recuperação das condições adequadas de Segurança da Barragem e eliminação do Risco de Ruptura

OBS:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_ (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 \_\_\_\_\_ em \_\_/\_\_/\_\_.

Município: \_\_\_\_\_ Rio: \_\_\_\_\_ Bacia Hidrográfica \_\_\_\_\_

A partir das \_\_: \_\_ h de \_\_/\_\_/\_\_, está sendo ativado o nível de resposta:

☐ Verde

☐ Amarelo

☐ Laranja

☐ Vermelho

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente :

Empreendedor: \_\_\_\_\_

Entidade Fiscalizadora: \_\_\_\_\_

CEDEC - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de \_\_\_\_\_

COMDEC – Comissão Municipal de defesa Civil de \_\_\_\_\_

Barragens a montante: \_\_\_\_\_

Barragem a jusante: \_\_\_\_\_

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.) \_\_\_\_\_

Medidas adotadas:

As circunstâncias ocorridas fazem com que devam se precaver e pôr em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem \_\_\_\_\_ e os respectivos Mapas de Inundação.

Esta é uma mensagem de (Declaração/Alteração) do Nível de Segurança, feita por \_\_\_\_\_, Coordenador do PAE da Barragem \_\_\_\_\_.

Favor confirmar o recebimento desta comunicação ao Sr. \_\_\_\_\_ pelo telefone número \_\_\_\_\_, e fax número \_\_\_\_\_ e/ou e-mail \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_.

Nós os manteremos atualizados da situação em caso de mudança do Nível de Segurança, caso ela se resolva ou se torne pior. Nova Comunicação será emitida novamente, dentro de \_\_\_\_\_ horas ou de hora em hora, para sua atualização.

Para outras informações, entre em contato com o Sr. \_\_\_\_\_ pelo telefone número \_\_\_\_\_, e fax número \_\_\_\_\_ e/ou e-mail \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_.

FIM DA MENSAGEM

## IX – ANEXO 4

### COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS

Existem (especificar nº) infraestruturas e aproximadamente (especificar nº) construções (casas e edificações) no vale a jusante que poderão ser afetadas pela onda de cheia que deriva da ruptura da barragem. No Quadro 8 e no Quadro 9 apresenta-se a sua localização e principais características. As construções estão identificadas no Mapa de Inundação e os contatos estão anotados no Quadro 9.

**Quadro 8** – Características das infraestruturas localizadas na ZAS da barragem \_\_\_\_\_

PAE DA BARRAGEM _____ Infraestruturas na ZAS				
Denominação	Coordenada geográfica Latitude	Coordenada geográfica Longitude	Distância à 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 _____ Edificações na ZAS								
Código	Coordenada geográfica Latitude	Coordenada geográfica Longitude	Distância barragem (km)	Identificação do residente	Nº Hab.	Município	Morada	Contato

# ANEXO 7 — ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE TERMO DE REFERÊNCIA PARA A CONTRATAÇÃO DE PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

## TERMOS DE REFERÊNCIA

### Orientações gerais

#### A quem se destinam

Estes Termos de Referência (TDR) são exemplificativos e destinam-se a orientar empreendedores, **públicos ou privados, a quem compete a realização de Planos de Ação de Emergência (PAE), na contratação desses serviços.**

#### Explicação ao empreendedor

A Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estipula, como um dos instrumentos desta política, a elaboração do Plano de Segurança da Barragem, que deve em determinados casos, conter o Plano de Ação de Emergência (PAE).

Conforme estabelecido no Art. 11 da Lei nº 12.334/2010, a elaboração do PAE é determinada em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, devendo este ser

*sempre exigido para uma barragem classificada como de dano potencial associado alto.*

*Assim, o PAE é um documento formal, a ser elaborado pelo Empreendedor, no qual deverão ser estabelecidas as ações a serem executadas pelo mesmo em caso de situação de emergência, bem como identificados os agentes a serem notificados dessa ocorrência (Art. 12 da Lei nº 12.334/2010).*

*Levando-se em consideração a abrangência deste modelo de Termos de Referência (TDR), destinado a vales a jusante de extensão distintas, ressalta-se que o texto do modelo é um texto sugerido e que o mesmo deve ser adaptado à **dimensão da barragem, à extensão do vale a jusante para efeitos do estudo de inundação, ao tipo de empreendedor (público ou privado) e às especificidades locais.** Acresce que empreendedores públicos responsáveis por grande número de barragens têm seus próprios procedimentos e formulários de termos de referência para contratação de diversos tipos de serviços, tornando-se opcional a utilização desse modelo.*

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

## Definições

Para efeito deste documento, são estabelecidas as seguintes definições:

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

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

**Contratada:** Proponente selecionado pelo Empreendedor para executar os serviços.

## Extensão do vale a jusante

O volume de trabalho a ser dispendido na Elaboração do PAE é função da extensão do vale a jusante a considerar para efeitos do estudo de inundação. Esse conhecimento é importante e necessário para o dimensionamento da equipe técnica para elaboração do PAE.

A extensão supracitada não é conhecida antecipadamente mas relaciona-se com o volume armazenado do reservatório. Assim, recomenda-se utilizar esta última característica (volume, em  $\text{hm}^3$ ) de acordo com os critérios que constam do quadro seguinte para definir a classe e a extensão do vale a jusante a ter em atenção no estudo de inundação.

## Valores de referência para a extensão do vale a jusante

Volume armazenado do reservatório ( $\text{hm}^3$ )	Classe da extensão do vale a jusante	Extensão do vale a jusante aconselhada - L (km)
3 – 50	Pequena	Máximo 25
50 – 200	Média	$25 < L < 100$
> 200	Significativa	Mínimo 100

**Orientação ao Empreendedor:** Os valores da extensão do vale a jusante apresentados no quadro anterior são valores de referência, devendo, na realidade, esta extensão ser estabelecida pela seção onde as alturas de água atinjam a ordem de grandeza das correspondentes à cheia de projeto do vertedouro.

## Cronograma estimado

Como orientação apresenta-se um cronograma simplificado que inclui as atividades necessárias para a elaboração do PAE, correspondente a uma barragem cuja extensão do vale a jusante tenha sido classificada como média. Esta orientação destina-se principalmente a um empreendedor privado que não deverá passar por um processo licitatório.

Nos casos de empreendedores públicos, o cronograma deverá ser dilatado em obediência ao exigido pela Lei ou Diretriz que rege a respectiva licitação.



ATIVIDADES	Meses							
	1				2			
1 - Inspeção à barragem e critérios para detecção de situações de emergência								
2 - Estudo de inundação e de simulação das cheias induzidas pela ruptura e de dimensionamento do vertedouro								
3 - Inspeção, caracterização do vale a jusante e levantamento das coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS								
4 - Definição das responsabilidades gerais no PAE e das ações de resposta e dos procedimentos preventivos e corretivos								
5 - Procedimentos de notificação e sistema de alerta								
6 - Edição do documento incluindo plano de treinamento do PAE								

**Orientação ao Empreendedor:** O cronograma apresentado contempla as situações em que exista cartografia que permita caracterizar topograficamente o vale a jusante.

Caso não exista esta informação, a estimativa deverá contemplar a execução de trabalhos específicos que permitam fazer um levantamento das secções do rio a jusante da barragem de forma a apoiar os estudos de simulação das cheias de ruptura da barragem. Nesses casos, o prazo de execução das atividades indicadas no cronograma acima apresentado poderá ser dilatado.

Em alternativa, a execução desses trabalhos específicos deverá, com vantagem, ser objeto de uma segunda contratação, em virtude de o respetivo programa de estudos só poder ser realizado após a contratada ter estes elementos disponíveis.

## 1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estipula, como um dos instrumentos desta política, a elaboração do Plano de Segurança da Barragem, que deve, em determinados casos, conter o Plano de Ação de Emergência (PAE).

O PAE é um documento formal, a ser elaborado pelo empreendedor, no qual estão identificadas as situações de emergência em potencial da barragem, estabelecidas as ações a serem executadas nesses casos e definidos os agentes a serem notificados de tais ocorrências, com o objetivo de minimizar danos e perdas de vidas.

Em particular, o PAE deve contemplar em observância ao art. 12º da Lei nº 12.334/2010: 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 serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação; e iv) estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência.

O Empreendedor deve assegurar que a Proponente conhece e consultou o Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência publicado pela Agência Nacional de Águas e que esta seguirá as metodologias nele descritas, devendo ela também apresentar um atestado comprobatório da visita ao empreendimento e ao vale a jusante prévia à apresentação da proposta.

## 2 DO OBJETO

Os presentes Termos de Referência têm como objeto a contratação de serviços para elaboração do Plano de Ação de Emergência da Barragem (*nome da barragem*), de acordo com as instruções, exigências e condições estabelecidas na Lei nº 12.334/2010 e em resoluções ou regulamentos emitidos pelos órgãos ou entidades fiscalizadoras de segurança de barragens.

**Orientação ao Empreendedor:** Neste item o Empreendedor deve fornecer a descrição da barragem a ser estudada (nome, localização, principais características, especificidades, etc.).

## 3 JUSTIFICATIVA

As barragens induzem riscos que, em caso de acidente grave, podem gerar efeitos e consequências que são necessários atenuar, sendo fundamental definir os meios necessários e ações que assegurem uma resposta adequada por parte da equipe operacional na barragem.

Estes meios e ações visam assegurar a detecção, em tempo útil, de qualquer irregularidade que possa vir a ameaçar a estabilidade da barragem e a colocar em risco o vale a jusante e incluem a definição das ações e dos meios necessários à tentativa de controle da situação ou, quando esta falha, à minimização dos consequentes danos.

A necessidade da elaboração do PAE é estabelecida em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, sendo um documento exigido pela Entidade Fiscalizadora para a barragem classificada

como de dano potencial associado alto, em observância ao art. 11º da Lei nº 12.334/2010.

## 4 DA ABRANGÊNCIA

Os estudos a considerar no PAE abrangem a barragem (com destaque para os órgãos extravasores e incluindo reservatório, instalações, acessos e sistema de notificação e alerta), a cheia induzida pela ruptura da barragem e o respectivo vale a jusante até o limite definido pela seção onde as alturas de água atinjam a ordem de grandeza das correspondentes à cheia de projeto do vertedouro.

No vale a jusante, os estudos devem abranger, em particular, 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, devendo-se adotar a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos.

O sistema de notificação e alerta a implementar deverá estar ajustado à dimensão da barragem e deverá não só compreender os meios de telecomunicações entre a barragem e os centros de decisão ou operativos, destinados à transmissão de informações e ordens, em situações de emergência, como também definir o conjunto de recursos humanos e meios técnicos que permitam, em situações de emergência, a notificação aos serviços de Defesa e Proteção Civil e o alerta às populações na ZAS.

## 5 ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

As atividades a considerar para a elaboração do PAE devem ser organizadas em função da especialidade necessária para o seu desenvolvimento, sendo as seguintes:

1. A Atividade 1 diz respeito à barragem e compreende os seguintes aspectos:

1.1 – Inspeção da barragem com um nível de detalhamento que permita a correspondente caracterização e a dos seus

órgãos extravasores, instrumentação e acessos;

1.2 – Identificação dos meios e recursos em situação de emergência;

1.3 – Desenvolvimento de critérios para detecção, avaliação e classificação das situações de emergência para cada nível de resposta.

2. A Atividade 2 diz respeito à modelagem de cheias e ao traçado do mapa de inundação e compreende os seguintes aspectos:

2.1 – Simulação da cheia induzida pela ruptura da barragem para o cenário de ruptura mais desfavorável, mas podendo ser adotado, quando devidamente justificado, o cenário de ruptura mais provável;

2.2 – Simulação da cheia de dimensionamento do vertedouro;

2.3 – Traçado do mapa de inundação preferencialmente sobre cartografia à escala 1:25.000, podendo ser adotadas escalas menores (1:50.000, por exemplo), nomeadamente, em casos onde existam vastas zonas sem ocupação humana.

**Orientação ao Empreendedor:** Neste item, o Empreendedor deve indicar que a escala mínima da topografia a utilizar na modelagem das cheias é a 1:25.000, podendo ser utilizadas cartas topográficas mais detalhadas, quando existentes e, em particular, nas zonas urbanas.

Caso exista para a zona em estudo um levantamento à escala 1:25.000, os Termos de Referência (TdR) podem estipular a sua disponibilização pelo Empreendedor.

Em caso contrário, os TdR devem estipular a obrigatoriedade do Proponente criar uma sub-atividade extra que pode ser alvo de uma contratação específica: 2.4 – Realização do levantamento topográfico à escala 1:25.000 para apoio aos estudos de modelagem das cheias.

3. A Atividade 3 diz respeito ao vale a jusante e compreende os seguintes aspectos:

3.1 – Traçado do mapa da ZAS sobre cartografia no mínimo à escala 1:25.000;

3.2 – Caracterização do vale a jusante por observação remota da ocupação da área delimitada, tendo por base imagens de satélite ou, quando existente, cartografia temática a diferentes escalas;

3.3 – Contato com os Órgãos de Defesa e Proteção Civil Municipal e/ou Estadual solicitando o apoio na identificação de pontos vulneráveis na ZAS, tendo em vista que a presença de uma figura da defesa civil pode favorecer a participação dos residentes da ZAS;

3.4 – Inspeção da ZAS para identificação, tipificação e levantamento das coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis.

**Orientação ao Empreendedor:** O Empreendedor pode estipular nos TdR a sua disponibilização para realizar o contato supracitado, que deve ser feito, em âmbito municipal, com as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC) e, em âmbito estadual, com as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC).

4. A Atividade 4 compreende os seguintes aspectos:

4.1 – Definição das responsabilidades gerais no PAE

4.2 – Definição das ações esperadas para cada nível de resposta

4.3 – Elaboração do plano de treinamento do PAE

5. A Atividade 5 compreende os seguintes aspectos:

5.1 – Definição dos procedimentos de notificação

5.2 – Definição do sistema de alerta à população

5.3 – Contato com os Órgãos de Defesa e Proteção Civil Municipal e/ou Estadual

para apresentação e discussão de procedimentos de notificação e do sistema de alerta na ZAS

#### 5.4 – Desenvolvimento de formulários direcionados para o PAE

6. A Atividade 6 consiste na edição do documento.

Assim, a equipe técnica para o desenvolvimento das diversas atividades do PAE deve ser pluridisciplinar, envolvendo pessoal com diferentes especialidades, conforme consta do Capítulo 8 - Da equipe técnica.

A Atividade 1, que deve dar resposta às seguintes duas componentes do PAE: “Informações gerais do PAE e da barragem” e “Detecção, avaliação, classificação e ações esperadas para cada nível de resposta” (vide Capítulo 6 - Produtos esperados), deve ser desenvolvida por um engenheiro estrutural, no caso de barragens de concreto, ou por um engenheiro geotécnico, no caso de barragens de terra ou de enrocamento.

A Atividade 2 deve ser desenvolvida por um engenheiro com especialidade em hidrologia ou em hidráulica, o qual deverá ainda colaborar na realização da Atividade 3. Para esta última actividade é ainda essencial a colaboração de um especialista em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

As atividades 2 e 3 devem dar resposta à componente do PAE: “Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas (vide Capítulo 6 - Produtos esperados).

A Atividade 4, que deve dar resposta à componente do PAE “Responsabilidades gerais do PAE” (vide Capítulo 6 - Produtos esperados), e a Actividade 6 devem ser elaboradas pelo Coordenador geral do trabalho e envolver a participação dos técnicos de todas as especialidades mencionadas.

Finalmente, é ainda importante, essencialmente no caso de vales com extensão de classe significativa, a inclusão na equipe técnica de um engenheiro electricista ou mecânico para a elaboração da Atividade 5, a

qual deve dar resposta à componente do PAE “Procedimentos de notificação e sistema de alerta” (vide Capítulo 6 - Produtos esperados).

## 6 PRODUTOS ESPERADOS

O PAE é materializado por documentos vinculativos, cuja elaboração é da responsabilidade do Empreendedor, relativo à segurança da barragem, do reservatório e do vale a jusante na zona de autossalvamento. Deve ser constituído pelos seguintes produtos: um Volume Geral e um conjunto de Anexos.

O designado Volume Geral deve ser constituído pelas seguintes seções:

- Seção I - Informações gerais do PAE e da barragem;
- Seção II - Detecção, avaliação, classificação e ações esperadas para cada nível de resposta;
- Seção III - Procedimentos de notificação e sistema de alerta;
- Seção IV - Responsabilidades gerais no PAE;
- Seção V - Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas.

A Seção VI do PAE deve ser constituída pelos seguintes anexos:

- a) Anexo 1 – Plano de treinamento do PAE
- b) Anexo 2 – Meios e recursos em situação de emergência
- c) Anexo 3 – Formulários direcionados para o PAE
- d) Anexo 4 – Coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS

Para a definição do conteúdo e dos critérios de elaboração destas componentes e anexos devem ser seguidas as especificações que constam do “Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência”, publicado pela ANA.

Adicionalmente deverá ser entregue ao contratante uma memória descritiva, independente do PAE, apresentando as condições, as metodologias e os resultados da modelagem da cheia induzida pela ruptura da barragem e da cheia de dimensionamento do vertedouro.

Os produtos devem ser entregues ao Empreendedor em duas vias: em papel e em arquivo digital.

## 7 PRAZO PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

O prazo total sugerido para o desenvolvimento das atividades previstas para execução dos serviços descritos nestes Termos de Referência, é de ..... (prazo a ser indicado para cada caso) dias.

**Orientação ao Empreendedor:** O número indicativo de dias úteis para a realização das atividades objeto do contrato, por classe da extensão do vale a jusante, figura no quadro seguinte.

**Quadro 1** – Número estimado de dias para a realização das atividades objeto do contrato.

Classe de extensão do vale a jusante	Número de dias
Pequena	25-30
Média	40-50
Significativa	60-75

A Proponente deverá apresentar um cronograma detalhado na proposta técnica das atividades a serem desenvolvidas. O cronograma estimado correspondente a uma barragem cuja extensão do vale a jusante tenha sido classificada como média é apresentado nas Orientações Gerais, logo após o sumário destes Termos de Referência. No Anexo I figura o Quadro 13 com o número de homens.dia indicativos para a realização das atividades objeto do contrato.

## 8 DA EQUIPE TÉCNICA

O PAE deverá ser elaborado por uma equipe pluridisciplinar, com competências em diversas disciplinas que envolvem o risco em barragens, designadamente, hidráulica e/ou hidrologia, estruturas e/ou geotecnia, eletrotécnica e/ou sistemas de comunicações, bem como especialistas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e outras correlatas.

A Proponente deve apresentar uma relação de todos os profissionais de nível superior que irão compor a Equipe-Chave e a Equipe Complementar e os profissionais de nível médio que irão compor a Equipe de Apoio.

As Equipes Chave e Complementar, com suas respectivas funções e experiência, deverão ser compostas pelos seguintes profissionais (Quadros 2 e 3).

**Quadro 2** – Equipe-Chave. [exemplificativo]

Especialidade	Experiência
Eng.º Coordenador Geral	Profissional com experiência superior a 15 anos em estudos hidrológicos e de recursos hídricos, hidráulica fluvial e modelação de cheias, bem como em estruturas hidráulicas, nomeadamente, associadas a projetos de barragens
Eng.º Hidrólogo ou Hidráulico	Profissional com experiência em hidrologia e hidráulica para projetos de barragens e estudos fluviais, nomeadamente, modelação de cheias
Eng.º Estrutural (barragens de concreto)	Profissional com experiência em projetos estruturais de barragens e/ou projetos estruturais de recuperação de barragens de concreto
Eng.º Geotécnico (barragens de aterro)	Profissional com experiência em projetos geotécnicos de barragens e/ou projetos estruturais de recuperação de barragens de aterro e de obras subterrâneas
Especialista em SIG	Profissional com experiência em SIG

**Quadro 3** – Equipe Complementar. [exemplificativo]

Especialidade	Experiência
Eng.º Mecânico	Profissional com experiência em projetos de equipamentos hidromecânicos e/ou de recuperação de estruturas auxiliares de barragens
Eng.º Eletricista	Profissional com experiência em sistemas de comunicações
Geólogo de engenharia	Profissional com experiência em estudos geológicos de fundações de barragens

A Equipe de Apoio poderá integrar, entre outros:

- Topógrafo;
- Cadista;
- Inspetor de campo.



**Orientação ao Empreendedor:** para determinação da Equipe-Chave e Equipe Complementar adequados à elaboração do PAE da barragem em pauta, recorrer ao Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência publicado pela ANA.

Os membros das Equipes Chave e Complementar deverão obrigatoriamente apresentar os respectivos “Curriculum Vitae” e o Registro Nacional de Entidade de Classe, no caso de Engenheiros, do CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia).

**Orientação ao Empreendedor:** abaixo são apresentadas sugestões de documentação a ser exigida dos Proponentes, bem como proposta de política de substituição de profissionais. Cabe à Contratante definir aquilo que considera mais adequado.

O “Curriculum Vitae” do Coordenador Geral deverá estar acompanhado de atestado e da Certidão de Acervo Técnico (CAT), expedida pelo CREA, indicando que o profissional tenha participado na condição de Responsável Técnico e/ou Coordenador em estudos hidrológicos e hidráulicos, nomeadamente, associados a projetos de barragens, com altura superior a 15 m ou volume maior ou igual a 3 hm<sup>3</sup>.

Os currículos dos profissionais da Equipe-Chave deverão estar acompanhados das Certidões de Acervo Técnico (CAT), expedidas pelos respectivos órgãos de classe, com a indicação de ter o profissional participado em contratos, cujos serviços realizados contemplem a área de atuação para qual o profissional tenha sido indicado.

Os currículos dos profissionais das Equipes Chave e Complementar deverão estar acompanhados de declaração autorizando sua inclusão na Equipe Técnica.

O Coordenador Geral, o Engenheiro Hidrólogo ou Hidráulico e o Engenheiro Estrutural ou Geotécnico deverão apresentar declaração indicando que têm disponibilidade de tempo para executar os respectivos serviços.

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

Para efeito de Avaliação das Equipes Técnica Chave e Complementar serão consideradas as fichas curriculares dos profissionais que, entre outros, poderão compor a equipe.

## 9 DOCUMENTOS DISPONÍVEIS PARA CONSULTA

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

**Orientações ao empreendedor:** Da lista-gem abaixo, incluir apenas os documentos disponíveis em seu acervo relativos à barragem objeto do TDR.

1. Documento de definição da classe da barragem;
2. Projeto da barragem, incluindo o projeto como construído;
3. Documentação relativa à barragem, em particular, plano de monitoramento e instrumentação e registros da instrumentação e relatórios de inspeção de segurança;
4. Relatórios de Revisão Periódica de Segurança de Barragem, anteriormente elaborados;
5. Planos de operação e manutenção da barragem;
6. Descrição de intervenções de reabilitação anteriormente realizadas.

Após julgamento das propostas e seleção da Contratada, o Empreendedor disponibilizará toda essa documentação para a elaboração do PAE da Barragem.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Para execução dos serviços objeto deste Termo de Referência, estão disponíveis para consulta os documentos e ou manuais que constam do quadro seguinte.

**Quadro 4** – Documentos disponíveis para consultar. [exemplificativo]

Documento	Autor	Ano	Onde encontrar
Guia de orientação e formulários dos Planos de Ação de Emergência	ANA	2014	<a href="http://www.ana.gov.br/segurancadebarragens">www.ana.gov.br/segurancadebarragens</a>
Resolução ANA nº XXX/2014 (PAE)	ANA	2014	<a href="http://www.ana.gov.br/segurancadebarragens">www.ana.gov.br/segurancadebarragens</a>
Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010	Presidência da República. Casa Civil	2010	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm</a>
Resolução ANA nº 91/2012	ANA	2012	<a href="http://www.ana.gov.br/segurancadebarragens">www.ana.gov.br/segurancadebarragens</a>
Resolução ANA nº 742/2011	ANA	2011	<a href="http://www.ana.gov.br/segurancadebarragens">www.ana.gov.br/segurancadebarragens</a>
Resolução CNRH nº 143/2012	Conselho Nacional de Recursos Hídricos	2012	<a href="http://www.cnrh.gov.br/">http://www.cnrh.gov.br/</a>

## 11 LOCAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS E ENTREGA DOS PRODUTOS

O PAE deve ser desenvolvido no escritório da Contratada a quem tenham sido adjudicados os serviços relativos à sua elaboração.

Há serviços que obrigam a realização de trabalho de campo, nomeadamente, visando à caracterização da barragem e do vale a jusante, que serão executados no local do empreendimento.

A entrega do PAE será feita no endereço a indicar pelo Empreendedor.

## 12 ACOMPANHAMENTO E EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

As inspeções e os estudos, visando à elaboração do PAE, a serem desenvolvidos pela Equipe Técnica, poderão ser acompanhados

pelo Empreendedor e/ou por Especialistas por ele contratados, para assegurar a necessária qualidade dos serviços prestados.

A Contratada deverá comunicar ao Empreendedor e eventualmente solicitar sua presença sempre que detectar alguma anomalia que assim justifique, mesmo antes da conclusão do PAE.

## 13 DOS CRITÉRIOS DE JULGAMENTO DAS PROPOSTAS

**Orientação ao Empreendedor:** Sugestão de critérios para julgamento das propostas. Cabe ao empreendedor selecionar aqueles que julgar mais adequados.

O julgamento da Proposta deverá levar em consideração tanto a Proposta Técnica como a Proposta de Preço, cada uma com seu respectivo peso (T) e (P). Para tanto serão atribuídas notas para cada proposta.



### Proposta Técnica:

No julgamento da Proposta Técnica deverão ser contemplados os critérios e aspectos apresentados no quadro seguinte.

**Quadro 5** – Critérios para julgamento da Proposta Técnica. [exemplificativo]

Critério		Pontos
Experiência da empresa ou da equipe técnica	Experiência geral em estudos e projetos para implantação de empreendimentos hidráulicos e experiência específica em estudos e projetos de barragens e em estudos hidrológicos, hidráulica fluvial e modelação de cheias, bem como em estruturas hidráulicas, nomeadamente, associadas a projetos de barragens	10
Conhecimento do problema	Conhecimento do problema, conhecimento geral do escopo dos serviços e atividades a serem desenvolvidas	30
Estrutura organizacional da empresa ou da equipe técnica	Organograma, dimensionamento da equipe, atribuições e responsabilidades dos técnicos; cronograma de atividades para execução dos serviços	10
Currículo da Equipe Técnica	Currículo e experiência da Equipe-Chave e da Equipe Complementar, apresentação da Equipe de Apoio	50
TOTAL		100

A Proposta Técnica terá uma nota (Nt) máxima de 100 (cem) pontos.

A nota mínima para considerar a Proposta Técnica elegível é de 70 (setenta) pontos.

### Proposta de Preço:

Para avaliação das Propostas de Preços, serão atribuídas notas financeiras (Nf), por Proposta, conforme descrição que se segue:

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

$Nf = 100 \times Fmin/F$ , sendo:

Nf = Nota financeira;

Fmin = valor da proposta financeira mais baixa; e

F = valor da proposta em avaliação.

### Proposta Vencedora:

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

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

N = Nota Final;

Nt = nota técnica;

T = Peso atribuído à Proposta Técnica; e

P = Peso atribuído à Proposta de Preço.

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

Será considerada vencedora aquela proponente que obtiver a maior Nota Final.

## 14 DAS OBRIGAÇÕES DAS PARTES

**Orientação ao Empreendedor:** Cabe ao Empreendedor definir as obrigações que considerar mais adequadas.

Caso o Empreendedor não elabore um contrato, estes Termos de Referência (TDR) passam a ter valor de contrato, se assinado por ambas as partes, assim nas obrigações das partes citadas abaixo, pode-se usar tanto o termo TDR como Contrato.

#### **São obrigações do Empreendedor:**

- colocar à disposição da Contratada os elementos e informações necessárias à execução destes TDR;
- aprovar as etapas de execução dos serviços pertinentes, desde o planejamento até a sua efetiva concretização;
- acompanhar e fiscalizar o andamento dos serviços, promovendo o acompanhamento e a fiscalização sob os aspectos quantitativo e qualitativo;
- impedir que terceiros executem os serviços objeto destes TDR, sem anuência;
- rejeitar qualquer serviço executado equivocadamente ou em desacordo com as especificações constantes destes TDR;
- atestar a execução dos serviços e receber a Nota Fiscal/Fatura correspondente, na forma estabelecida nestes TDR;
- efetuar os pagamentos devidos à Contratada, nos termos definidos nestes TDR;
- deduzir e recolher os tributos na fonte sobre os pagamentos efetuados à Contratada; e
- aplicar à Contratada as penalidades regulamentares, caso sejam explicitadas em Contrato.

#### **São obrigações da Contratada:**

- executar os serviços descritos em sua proposta, em conformidade com as especificações e nas condições exigidas nestes TDR;
- discutir previamente com o Empreendedor a sequência dos trabalhos a serem desenvolvidos, bem como qualquer alteração que se torne necessária;

- comunicar ao Empreendedor qualquer anormalidade de caráter urgente e prestar os esclarecimentos solicitados;
- assumir inteira responsabilidade pela execução, bem como por quaisquer eventuais danos ou prejuízos que possam causar ao Empreendedor ou a terceiros, no cumprimento destes TDR;
- apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica – ART obtida junto ao respectivo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA, referente à execução dos serviços objeto desta contratação;
- mandar desfazer ou refazer qualquer serviço que, a juízo do Empreendedor não esteja de acordo com o ajustado nos TDR;
- responder pelas obrigações de natureza tributária, trabalhista, previdenciária ou resultante de acidente de trabalho, bem como as relacionadas à alimentação, saúde, transporte, uniformes ou outros benefícios, de qualquer natureza, decorrentes da relação de emprego no âmbito da contratação;
- a contratada poderá subcontratar serviços conforme tipo e limite máximo legal previsto no contrato;
- manter, durante a execução dos serviços, as condições de habilitação e qualificação exigidas nestes TDR;
- não divulgar informações a terceiros ou realizar publicidade acerca dos serviços, salvo expressa autorização do Empreendedor; e
- atuar dentro dos prazos estabelecidos.

## **15 DO PAGAMENTO**

O pagamento será efetuado pelo Empreendedor ao final da execução de cada etapa dos serviços, conforme tabela abaixo, em parcelas calculadas a partir do valor do contrato (*ou estipulado nestes TDR*), mediante apresentação de Nota Fiscal/Fatura, no prazo de até X (*prazo a ser estipulado pelo Empreendedor*) dias úteis, contados a partir da data do atesto dos serviços efetivamente prestados.

**Quadro 6** – Faseamento dos pagamentos. [exemplificativo]

ETAPA	DESCRIÇÃO DA ETAPA	PERCENTUAL DO VALOR TOTAL DO CONTRATO
1ª	Entrega do PAE	60% a 80%
2ª	Aprovação do PAE	20% a 40%

O pagamento deverá ser efetuado por transferência bancária para o banco XXXX (*banco a ser indicada pela Contratada*).

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

## 16 DO PRAZO DE ENTREGA

O prazo total das atividades contratadas será de (XXX) meses.

## 17 DA VIGÊNCIA DO CONTRATO

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

## 18 DO LOCAL DE ENTREGA

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

## 19 DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

A proponente deve apresentar proposta técnica e financeira conforme descrito no Anexo 1.

**Orientação ao Empreendedor:** sugestões de obrigações das partes. Cabe ao Empreendedor definir aquelas que considerar.

## MODELOS DA PROPOSTA

**Orientação ao empreendedor:** Apresentar-se a seguir uma sugestão de modelo de proposta a ser exigido dos proponentes, compatibilizado com as sugestões de critérios para julgamento da proposta apresentadas no item 13. Cabe ao empreendedor julgar a conveniência e oportunidade de adotar o modelo aqui sugerido.

Na elaboração de suas propostas, dando resposta aos presentes Termos de Referência, a Proponente deverá apresentar um memorial que, entre outros, contenha considerações sobre os itens seguintes:

### 1) Conteúdo da proposta técnica

- Apresentação: carta endereçada ao Empreendedor e assinada pelo Proponente oferecendo prestar os serviços de consultoria para realizar o Plano de Ação de Emergência da Barragem [Inserir nome da Barragem] em conformidade com os Termos de Referência.
- Experiência da empresa em trabalhos similares: uma apresentação da sua experiência recente que seja de maior relevância para o serviço. Para cada serviço, a apresentação deve indicar os nomes dos Especialistas Principais que tenham participado, a duração do serviço, o montante do serviço e o papel/participação do Proponente. (O quadro abaixo pode ser utilizado a título de sugestão).



A proposta deverá incluir um cronograma de execução de todos os serviços, identificando as principais atividades. Para elaboração do cronograma, utilizar o Quadro “Cronograma do Trabalho e Planejamento para os produtos”.

**Quadro 9** – Cronograma do trabalho e planejamento para os produtos

Nº	Atividades	Meses ou semanas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	....	n	TOTAL
1	Inspeção e caracterização da barragem; identificação dos meios e recursos em situação de emergência; desenvolvimento de critérios para detecção de situações de emergência												
2	Simulação das cheias induzida pela ruptura e de dimensionamento do vertedouro; traçado do mapa de inundação												
3	Inspeção e caracterização do vale a jusante; levantamento das coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS; traçado do mapa da ZAS												
4	Definição das responsabilidades gerais no PAE e das ações de resposta e dos procedimentos preventivos e corretivos												
5	Procedimentos de notificação e Sistema de Alerta												
7	Edição do documento, incluindo plano de treinamento do PAE.												

1 A duração das atividades será indicada em formato de gráfico de barras.

2 Incluir uma legenda, se necessário, para ajudar na leitura do gráfico.

### Currículo da Equipe Técnica:

Sugere-se que o Curriculum Vitae (CV) de cada membro da Equipe-Chave e Complementar siga o modelo apresentado abaixo e contenha

no mínimo as informações ali solicitadas. Caso o modelo não seja seguido, os CV's apresentados deverão ter necessariamente as mesmas informações solicitadas no modelo.

### CURRICULUM VITAE (CV)

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

**Educação:** {Listar faculdade/universidade ou outra educação especializada, mencionando os nomes das instituições de ensino, datas em que frequentou, graduação(ões)/diploma(s) obtido(s)}

{dia/mês/ano}

Nome do Especialista  
Assinatura  
Data

{dia/mês/ano}

Nome do autorizado  
Assinatura  
Data

Representante do Consultor  
(o mesmo que assinar a Proposta)

**Registro histórico de empregos relevante para o serviço:** {Começando pelo cargo atual, listar em ordem inversa.} Fornecer datas, nome do empregador, nomes dos cargos ocupados, tipos de atividades realizadas e locais do serviço, além de informações de contato de clientes anteriores e organização(ões) empregadoras que possam ser contatadas para referências. Emprego anterior que não seja relevante para o serviço não precisa ser incluído.}

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

**Informações de contato do Especialista:** (e-mail ....., telefone.....)

#### **Certificado:**

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

## **2) Conteúdo da proposta financeira**

- **Apresentação:** carta endereçada ao Empreendedor e assinada pelo Proponente oferecendo prestar os serviços de consultoria para a elaboração do Plano de Ação de Emergência da Barragem [Inserir nome da Barragem] em conformidade com os Termos de Referência. A carta deverá conter o valor total da proposta.
- **Formulários:** A proposta financeira deverá indicar o custo total dos serviços, discriminando os custos com pessoal, deslocações, serviços de campo, etc., com base em preços unitários praticados no mercado. Os Quadros abaixo contêm os formulários que a Proponente terá de preencher, incluindo a informação necessária ao julgamento das propostas.

**Orientação ao empreendedor:** os quadros são genéricos e deverão ser adaptados à equipe indicada para a realização do Plano de Ação de Emergência.

**Quadro 10 – Quantitativos e custos de pessoal**

Nome da Proponente:		Folha:			
Barragem:					
Categorias		Quantidade	Homens-Dia	Custo unitário	Custo total
<b>PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR</b>					
Consultor	C				
Coordenador	P0				
Nível Superior Sênior	P1				
Nível Superior Médio	P2				
Nível Superior Júnior	P3				
<b>PESSOAL TÉCNICO DE APOIO</b>					
Técnico Sênior	T1				
Técnico Médio	T2				
<b>PESSOAL ADMINISTRATIVO</b>					
Técnico Administrativo Sênior	A1				
Auxiliar Administrativo	A3				
Valor Total em reais:					

1. A categoria "P" enquadra não só engenheiros, mas todo profissional de nível superior.
2. A categoria "T" inclui técnicos de nível médio, especialmente topógrafos, laboratoristas; supervisores e inspetores de campo, cadista, calculista, projetista e copistas e auxiliares.
3. A categoria "A" inclui administrativos propriamente ditos, secretárias e auxiliares.
4. Categoria "P" tempo de formado (anos):
  - Júnior P3 - mais de 2 anos de formado com o mínimo de 2 anos de experiência em projetos ou obras;
  - Médio P2 - de 5 a 8 anos de formado com o mínimo de 5 anos de experiência em projetos ou obras;
  - Sênior P1 - de 8 a 10 anos de formado com o mínimo de 8 anos de experiência em projetos ou obras;
  - Sênior P0 - acima de 10 anos de formado com o mínimo de 10 anos de experiência em projetos ou obras;
  - Consultor C - experiência mínima de 15 anos em projetos ou obras, com nível de pós-graduação.
5. Categoria "T" experiência
  - Especializado T2 - mais de 5 anos de formação;
  - Especializado T1 - mais de 8 anos de formação com o mínimo de 8 anos de experiência em projetos ou obras;
6. Categoria "A" experiência:
  - Auxiliar A3 - nível médio/profissional com mais de 2 anos de formação;
  - Auxiliar administrativo sênior A1 - nível médio com mais de 8 anos de formação.



**Quadro 11** – Viagens, diárias e outras despesas

Nome da Proponente:				Folha:		
PAE da Barragem:						
MEMBRO DA EQUIPE/ FUNÇÃO	PASSAGENS AÉREAS			DIÁRIAS		
	QUANT.	VALOR	TOTAL	QUANT.	VALOR	TOTAL
SUBTOTAL EM REAIS						
VALOR TOTAL EM REAIS						

**OUTRAS DESPESAS: (Aluguel de veículos, aluguel de equipamentos ...)**

### Orientação ao Empreendedor: Estimativa de custo da contratação

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

Essa estimativa do custo dos serviços não deverá variar muito em termos médios com o tipo de barragem (aterro ou concreto), mas varia significativamente com a dimensão de cada barragem que se relaciona com a extensão do vale a jusante a considerar para efeitos do estudo de inundação.

Para auxiliar na estimativa do custo total para a realização dos serviços, apresenta-se a seguir uma metodologia que pode vir a ser adotada pelo empreendedor. Esta estimativa deve ser considerada indicativa e não substitui valores próprios já adotados pelo empreendedor, em decorrência de sua experiência prévia ou de exigência de entidades de controle.

## Custos de Mão de Obra

### (A) Profissionais

Nos presentes TDR figura, a título exemplificativo, a designação dos Técnicos superiores que constituirão a equipe para a realização do Plano de Ação de Emergência (Quadro 2 e Quadro 3), podendo o Quadro 12 servir para orçar o custo referente à mão de obra.

**Quadro 12** – Estimativa de Custos de Mão de Obra [exemplificativo]

Profissional	Nível de Esforço (número de dias)	Valor do hh (R\$)	Custo diário (R\$)	Custo Total (R\$)
(A)	(B)	(C)	(D) = (C) x 8	(E) = (B) x (D)
Eng.º Hidráulico				
Eng.º Geotécnico				
Eng.º Eletricista				
Especialista SIG				
Total A1				

**Quadro 13** – Número total de homens.dia para a realização das atividades objeto do contrato.

Classe da extensão do vale a jusante	Homens.dia
Pequena	30-40
Média	70-90
Significativa	120-150

### (B) Nível de esforço

O Quadro 12 apresenta uma indicação dos intervalos de números de homens.dia<sup>1</sup> indicativos para a elaboração das atividades objeto do contrato, em função da classe da extensão do vale a jusante (pequena, média e significativa) a considerar. O número de homens.dia indicado, em cada caso, refere-se ao número total de Técnicos superiores que constituirão a

equipe para a realização do Plano de Ação de Emergência.

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

### (C) Valor de homem.hora (HH)

Para se ter uma estimativa dos custos de mão de obra, indicam-se algumas fontes referenciais de valores de homem.hora divulgados por entidades privadas e públicas, com o objetivo de orientar o empreendedor no julgamento da melhor proposta:

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

1. Entidade privada associativa: ABCE (Associação Brasileira de Consultoria de Engenharia): ([http://www.abceconsultoria.org.br/tarifas\\_de\\_consultoria.htm](http://www.abceconsultoria.org.br/tarifas_de_consultoria.htm))

Entidades públicas:

- SINAPI (Caixa Econômica Federal) ([http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_social/municipal/programa\\_des\\_urbano/SINAPI/encargos\\_sociais.asp](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/encargos_sociais.asp))
- SICRO (DNIT) (<http://www.dnit.gov.br/servicos/sicro/sudeste/sudeste-1>

rio-de-janeiro-marco-2014) Data de referência: Mar/2014

- SCO (Prefeitura do Rio de Janeiro) (<http://www2.rio.rj.gov.br/sco/>) Data de referência: Abr/2014
- DER-SP(Estado de São Paulo) ([http://www.der.sp.gov.br/website/Documentos/tabela\\_preco.aspx](http://www.der.sp.gov.br/website/Documentos/tabela_preco.aspx)) Data de referência: 31/03/2014

Aos custos referentes à mão de obra, o empreendedor deverá adicionar o custo das despesas gerais, nomeadamente, com os serviços de campo: viagens e estadia para inspeção da barragem e do vale a jusante.

## Despesas Gerais

**Quadro 14** – Diárias, passagens e outras despesas

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

### Custo total

O custo total estimativo da contratação corresponde à soma: i) dos custos de mão de obra e despesas gerais, incluindo da inspeção da barragem e do vale a jusante (com levantamento das coordenadas das estruturas e dos pontos vulneráveis na ZAS), ii) da edição da cartografia, nomeadamente, mapa de inundação e zona da ZAS e iii) da edição dos produtos esperados (volume geral do PAE, anexos e memória descritiva apresentando as condições, as metodologias e os resultados da modelagem da cheia induzida pela ruptura da barragem e da cheia de dimensionamento do vertedouro).

No caso de não haver topografia disponível a escala adequada, pode ainda revelar-se necessário fazer um levantamento do rio a jusante de forma a apoiar os estudos de modelagem das cheias de ruptura e de dimensionamento do vertedouro. Estes custos podem ser alvo de uma contratação específica e devem igualmente ser considerados no custo total da elaboração do PAE.

Uma referência relevante para a estimativa das despesas administrativas, encargos, impostos e percentual de lucro é o Acórdão TCU nº 1787/2011. Essas orientações, no entanto, devem ser utilizadas com cautela, pois mudanças de legislação podem afetar significativamente os percentuais envolvidos.







Ministério do  
Meio Ambiente



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-8210-040-0



## ERRATA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Guia de orientação e formulários do Plano de Ação de Emergência - PAE**. Brasília: ANA, 2016. 127 p., il. (Manual do empreendedor sobre segurança de barragens, 4). ISBN: 9788582100400.

Folha	Onde se lê	Leia-se
4	<b>Elaboração</b> Ricardo Oliveira – COBA, S.A Lucia Almeida – COBA, S.A Jose Oliveira Pedro – COBA, S.A Antonio Pereira da Silva – COBA, S.A Antonio Alves – COBA, S.A Jose Rocha Afonso – COBA, S.A Flavio Miguez – COBA, S.A Maria Teresa Viseu – LNEC, Portugal	<b>Elaboração</b> Maria Teresa Viseu – LNEC, Portugal João Marcelino – LNEC, Portugal