

# COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA

## PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

### BARRAGEM CERAÍMA

## VOLUME 3. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



Documento:  
1912-CE-00-RT-005

Revisão nº:  
00





## SUMÁRIO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM CERAÍMA

<b>Volume 1</b>	Resumo Geral: resumo técnico e executivo de todo conteúdo do Projeto da Barragem, do Plano de Segurança de Barragens e demais estudos técnicos associados.
<b>Volume 1.A</b>	<i>Documentação Técnica: compilação de toda documentação técnica e administrativa do empreendimento, incluindo, projetos, estudos, títulos de propriedade, licenças ambientais e outorgas de recursos hídricos.</i>
<b>Volume 2</b>	<i>Plano de Operação, Manutenção e Monitoramento (POMM): manual técnico para normatizar e orientar as atividades de: Operação, Manutenção, Recuperação, Melhoria, Inspeção (Regular e Especial), Monitoramento e Instrumentação.</i>
<b>Volume 2.A</b>	<i>Registros do POMM: compilação das fichas e relatórios relativos as atividades normatizadas pelo Volume 2.</i>
<b>Volume 3</b>	<b>Plano de Ação de Emergência (PAE): manual técnico para normatizar e orientar as atividades de identificação, comunicação, prevenção e resposta a eventos de emergência. Registros do PAE: compilação das comunicações e relatórios relativos as situações de alerta e emergência.</b>
<b>Volume 4</b>	<i>Revisão Periódica de Segurança da Barragem (RPSB): relatório técnico cujo objetivo é revisar os conteúdos do PSB e diagnosticar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização de dados hidrológicos, as alterações das condições a montante e a jusante do empreendimento,</i>



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

*e indicar as ações a serem adotadas pelo empreendedor para a manutenção da segurança.*

### **Acesso a documentação digital**

Servidor Interno: <\\drive\AD.Barragens\PSB\2SR\1.2.4.Ceraíma>

Servidor Externo: N/E



## SUMÁRIO

1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM	3
1.1. APRESENTAÇÃO	3
1.2. OBJETIVO	5
1.3. DISPONIBILIDADE E ATUALIZAÇÃO DO PAE	5
1.4. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA BARRAGEM	6
1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM	6
1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM	9
1.4.3. RESERVATÓRIO	9
1.4.4. ÓRGÃOS EXTRAVASORES	11
1.4.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS	13
1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO	15
1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM	16
2. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO, MITIGAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA AS SITUAÇÕES ANÔMALAS À BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS	18
2.1. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO, DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM OU DE OUTRAS OCORRÊNCIAS ANORMAIS	20
2.2. SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM INTEGRADO AOS PROCEDIMENTOS EMERGENCIAIS	21
2.3. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS E AÇÕES DE RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS IDENTIFICADAS NOS CENÁRIOS ACIDENTAIS	22



2.3.1. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-0) - VERDE	26
2.3.2. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-1) - AMARELO	26
2.3.3. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-2) - LARANJA	27
2.3.4. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-3) - VERMELHO	28
2.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS DE MITIGAÇÃO DE SITUAÇÕES EMERGENCIAIS	30
2.5. RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA RESPOSTA AO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO	30
3. PLANO DE COMUNICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA	33
3.1. OBJETIVO	33
3.2. PLANO DE COMUNICAÇÃO	33
3.3. SISTEMA DE ALERTA	34
4. ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES DOS ENVOLVIDOS NO PAE	35
4.1. EMPREENDEDOR (CODEVASF)	35
4.2. COORDENADOR DO PAE (SUPERVISOR REGIONAL)	36
4.3. COORDENADOR GERAL	36
4.4. ENCARREGADO DA BARRAGEM	37
4.5. EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM	37
4.6. CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS	37
4.7. SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL E DEMAIS AUTORIDADES	38
5. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO E MAPAS DE INUNDAÇÃO	39
5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO	39
5.2. DELIMITAÇÃO DA ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA	43



5.3. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO	44
6. LEVANTAMENTO CADASTRAL E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO ZAS, INCLUINDO A IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADES SOCIAIS	46
6.1. MAPEAMENTO DE DANOS NA MANCHA DE INUNDAÇÃO	46
6.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS	50
7. PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO	52
7.1. TREINAMENTO INTERNO	53
7.2. EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO	54
7.3. DIVULGAÇÃO	55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
9. ANEXOS	59
<b>ANEXO 1 – LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO DO PAE</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 2 – FORMULÁRIOS TIPO</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 3 – MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 4 – CONTROLES DE REVISÃO E DISTRIBUIÇÃO</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 5 – REGISTRO DOS TREINAMENTOS DO PAE</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 6 – METODOLOGIA PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, DA ZSS, DAS ROTAS DE FUGA E DOS PONTOS DE ENCONTRO</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 7 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>ANEXO 8 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA IMINENTE</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 9 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU</b>	<b>a</b>



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

**ANEXO 10 – GLOSSÁRIO**

**a**

**ANEXO 11 – MAPAS DE INUNDAÇÃO**

**a**



## 1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

### 1.1. APRESENTAÇÃO

O presente Plano de Ação de Emergência (PAE) foi elaborado para estabelecer as ações a serem executadas pela CODEVASF durante uma situação de emergência que ameace as estruturas da Barragem Ceraíma no sentido de reduzir o risco de perda de vida humana e minimizar os danos materiais, bem como identificar os agentes a serem notificados dessa ocorrência. Este é um documento formal que servirá de suporte para a elaboração dos planos de contingência municipais pelos respectivos órgãos de Defesa Civil.

A gestão de emergências aplicada a barragens é constituída por um conjunto de ações coordenadas que visam minimizar a magnitude dos possíveis danos devidos a incidentes e acidentes, assegurando a resposta mais adequada durante e após a ocorrência de um evento anômalo à operação da barragem.

Procedimentos internos de controle da barragem são mantidos pela CODEVASF, prevendo desde ações de monitoramento contínuo da barragem até a identificação e tratamento de anomalias que venham a ser diagnosticadas e que possam causar risco à segurança da barragem. Estes procedimentos são objeto do Plano de Segurança da Barragem (PSB).

O PAE é um documento operacional, destinado também aos órgãos e ao público externo, elaborado com informações suficientes para torná-lo eficaz em caso de emergência na barragem. E, por esse motivo, encontram-se informações úteis à gestão de emergência



externa à barragem e estruturas associadas. Foram utilizados como referência para a elaboração do presente PAE as seguintes normativas vigentes:

- Lei n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei n.º 14.066, de 30 de setembro de 2020, referente à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB);
- Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens (Volume IV) – Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência, publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA) do Ministério do Meio Ambiente em 2016;
- Portaria n.º 16.481, de 11 de julho de 2018, do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (INEMA);
- Resolução n.º 236, de 30 de janeiro de 2017, da Agência Nacional de Águas (ANA).

O PAE da Barragem Ceraíma contempla, seguindo as determinações do Artigo 12.º da Lei n.º 12.334/2010, alterada pela Lei n.º 14.066/2020, os seguintes tópicos:

- Descrição das instalações da barragem e das possíveis situações de emergência;
- Procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura da barragem ou de outras ocorrências anormais;



- Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais;
- Programas de treinamento e divulgação para os envolvidos e para as comunidades potencialmente afetadas, com a realização de exercícios simulados periódicos;
- Atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento;
- Medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural;
- Dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários para resposta ao pior cenário identificado;
- Delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e da Zona de Segurança Secundária (ZSS), a partir do mapa de inundação referido no inciso XI do caput do art. 8º desta Lei;
- Levantamento cadastral e mapeamento atualizado da população existente na ZAS, incluindo a identificação de vulnerabilidades sociais;
- Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais;
- Plano de comunicação, incluindo contatos dos responsáveis pelo PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e de proteção e defesa civil, das unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas;



- Previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, com alcance definido pelo órgão fiscalizador;
- Planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização.

## 1.2. OBJETIVO

O PAE da Barragem Ceraíma tem por objetivo principal estabelecer ações a serem executadas nas situações de emergência que ameacem a integridade física da barragem e estruturas associadas ou gerem riscos aos habitantes da região, buscando minimizar os danos sociais e econômicos previamente identificados.

## 1.3. DISPONIBILIDADE E ATUALIZAÇÃO DO PAE

O PAE deve estar disponível conforme apresentado na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Disponibilidade do PAE.

Local	Meio
Site do Empreendedor	Digital
SNISB	Digital
Entidade Fiscalizadora	Digital
Residência do Coordenador do PAE	Físico
Empreendimento	Físico



Escritório Regional, caso exista	Físico
Sede	Físico
Prefeituras Municipais	Físico
Defesas Civas Estaduais e Municipais	Físico

Fonte: Lei nº 12.334/2010. Lei nº 14.066/2020. Res. ANA nº 236/2017. Portaria INEMA nº 16.481/2018.

O PAE deve ser atualizado anualmente em relação à verificação e à atualização dos contatos e telefones constantes no fluxograma de acionamento, bem como dos meios e recursos disponíveis (INEMA nº 16.481/2018).

O PAE deve ser revisado nas seguintes ocasiões (Lei nº 14.066/2020): i) Quando o relatório de inspeção ou a Revisão Periódica de Segurança de Barragem assim o recomendar; ii) Sempre que a instalação sofrer modificações físicas, operacionais ou organizacionais capazes de influenciar no risco de acidente ou desastre; iii) Quando a execução do PAE em exercício simulado, acidente ou desastre indicar a sua necessidade; iv) Em outras situações, a critério do órgão fiscalizador.

A periodicidade da RPSB para barragens Classe A, como no caso de Ceraíma, é de 10 anos (Portaria INEMA nº 16.481/2018).

A revisão do PAE implica na reavaliação da ocupação a jusante e da eventual necessidade de elaboração de novo mapa de inundação (INEMA nº 16.481/2018).

Todas as revisões e atualizações deverão ser registradas na ficha existente no Anexo 4 contendo as justificativas para tal.

#### 1.4. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA BARRAGEM

--	--	--



O empreendimento é de propriedade da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), sendo que o projeto executivo não foi localizado, apenas a seção típica da barragem emitida pelo Departamento Nacional de Obras Contra Secas (DNOCS) em 1958. A construção do empreendimento foi concluída em 1966. A barragem de Ceraíma foi originalmente construída para abastecer o Perímetro de Irrigação de Ceraíma. Posteriormente, se tornou uma fonte de abastecimento principal de água da cidade de Guanambi pela Embasa. Com a construção da Adutora do Algodão, com fonte de captação diretamente no Rio São Francisco, a barragem se tornou uma fonte de abastecimento de água urbana secundária e emergencial.

O empreendimento está enquadrado na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) por conta da altura do maciço, do volume do reservatório e do dano potencial associado. A classificação da barragem conforme indicações do INEMA resultou em **CLASSE A**, devido à Categoria de Risco **MÉDIO** e ao Dano Potencial Associado **ALTO**.

Em função das divergências de elevações apresentadas na documentação existente da Barragem Ceraíma, as elevações adotadas nesse relatório tomam como base o documento “Relatório Final de Atividades Executadas – CODEVASF – Serviços Complementares de Análise de Área e Volume das Barragens: Bico da Pedra, Ceraíma, Cova da Mandioca, Estreito e Zabumbão”, elaborado pela empresa ENGEFOTO em 2019. O resumo das elevações convertidas para referencial ortométrico de altitude estão apresentadas na Tabela 1.2.

Tabela 1.2 – Correção de altitude.

Nível de Operação	Altitude Ortométrica – H (Datum Vertical – Imbituba – SC)
Coroamento	575,10
Vertedouro	571,65
Nível Máximo Maximorum	573,62

Fonte: PSB Ceraíma - Volume 1, 2021.

Complementarmente, ressalta-se que as elevações constantes em figuras, tabelas e textos obtidos de documentos elaborados por terceiros e reproduzidos no presente relatório não foram modificadas.

#### 1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

As Tabelas 1.3 e 1.4 apresentam as principais informações do empreendimento.

Tabela 1.3 – Informações Gerais da Barragem.

<b>INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM</b>	
<i>Denominação oficial</i>	<i>Barragem Ceraíma</i>
<i>Denominação popular</i>	<i>Ceraíma</i>
<i>Empreendedor</i>	<i>Codevasf - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba</i>
<i>Fiscalizador</i>	<i>INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos</i>

Fonte: PSB Ceraíma - Volume 1, 2021.

A Figura 1.1 apresenta a planta esquemática da Barragem Ceraíma.

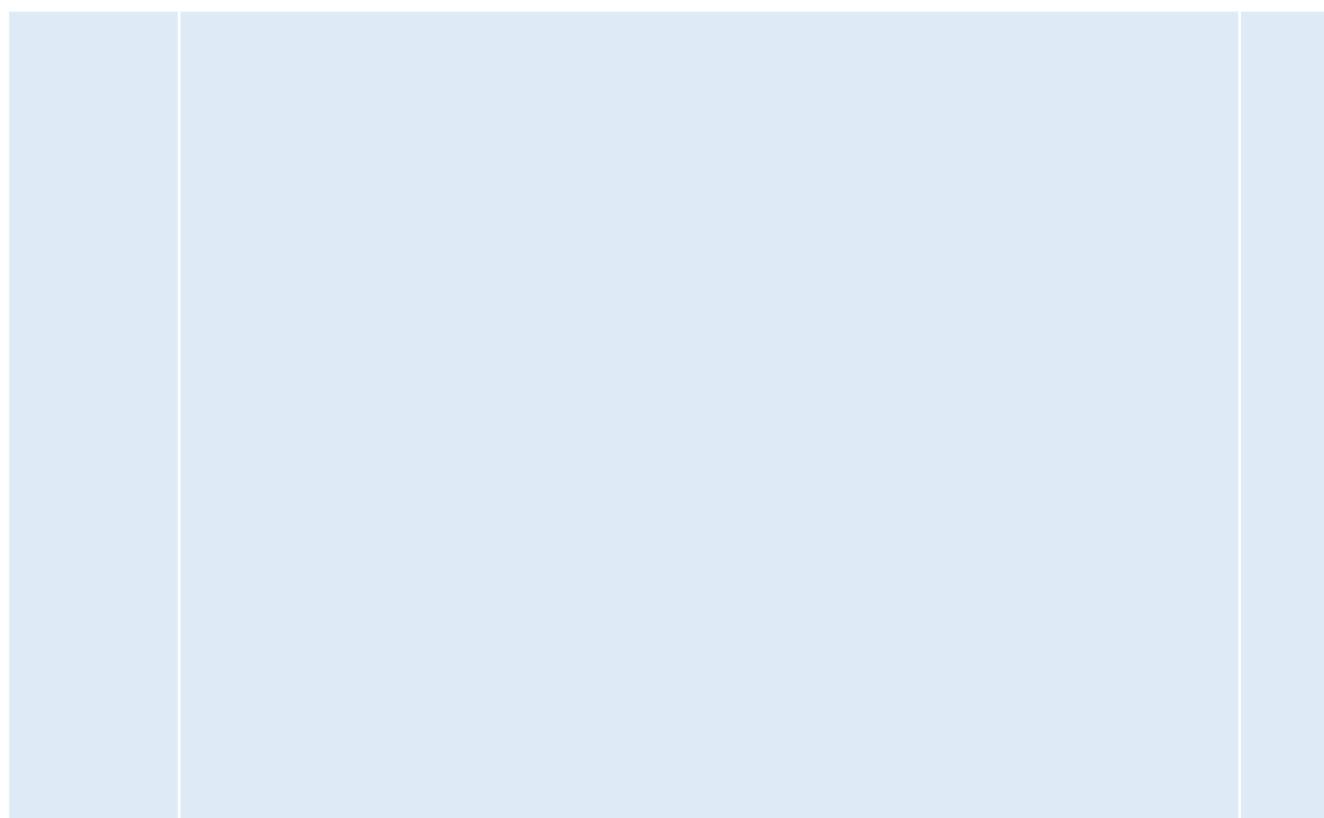
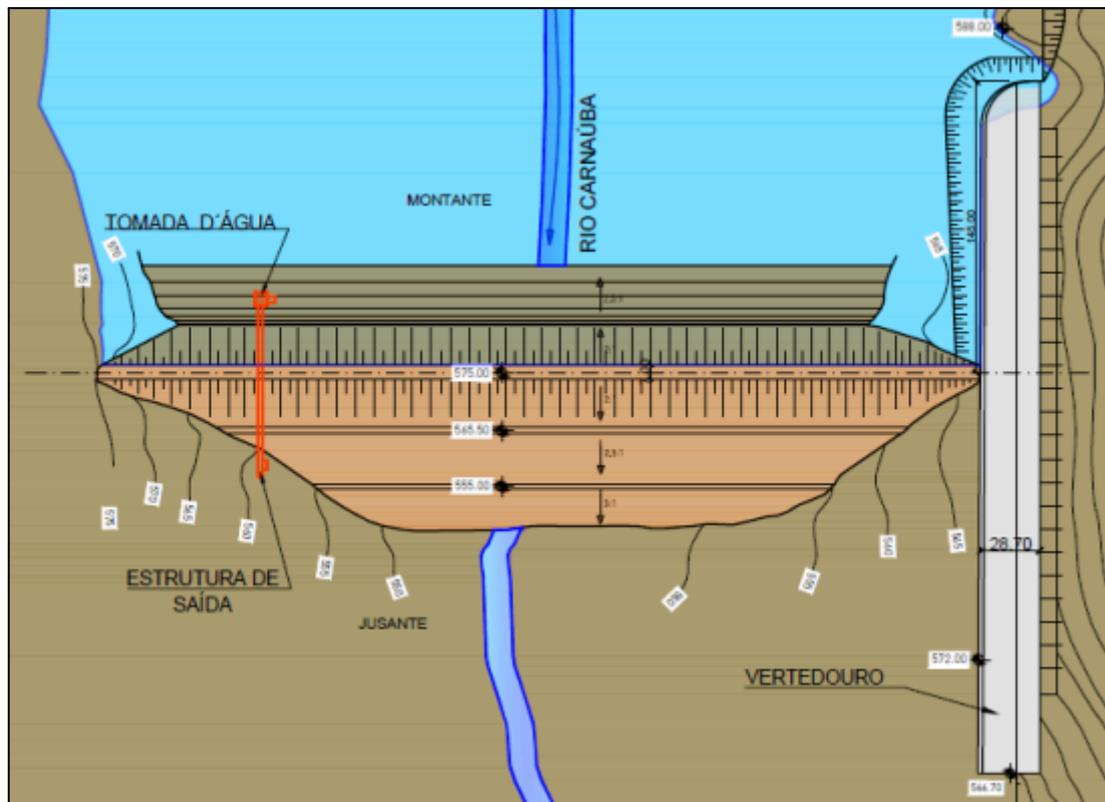


Figura 1.1 – Planta Esquemática da Barragem e Estruturas Associadas.



Fonte: Ministério da Integração Nacional (2018) - Plano de Segurança da Barragem Ceráima.

Tabela 1.4 – Informações da Localização do Empreendimento.

--	--	--

<b>Informação</b>		<b>Referência</b>	<b>Pág.</b>
Município	Guanambi	INTT, 2020b	a (Anexo 1)
UF	Bahia		
Rio	Carnaíba de Dentro		
Domínio	Estadual		
Latitude	14°17'02" S		
Longitude	42°40'54" O		
Macro Bacia	São Francisco		

continua

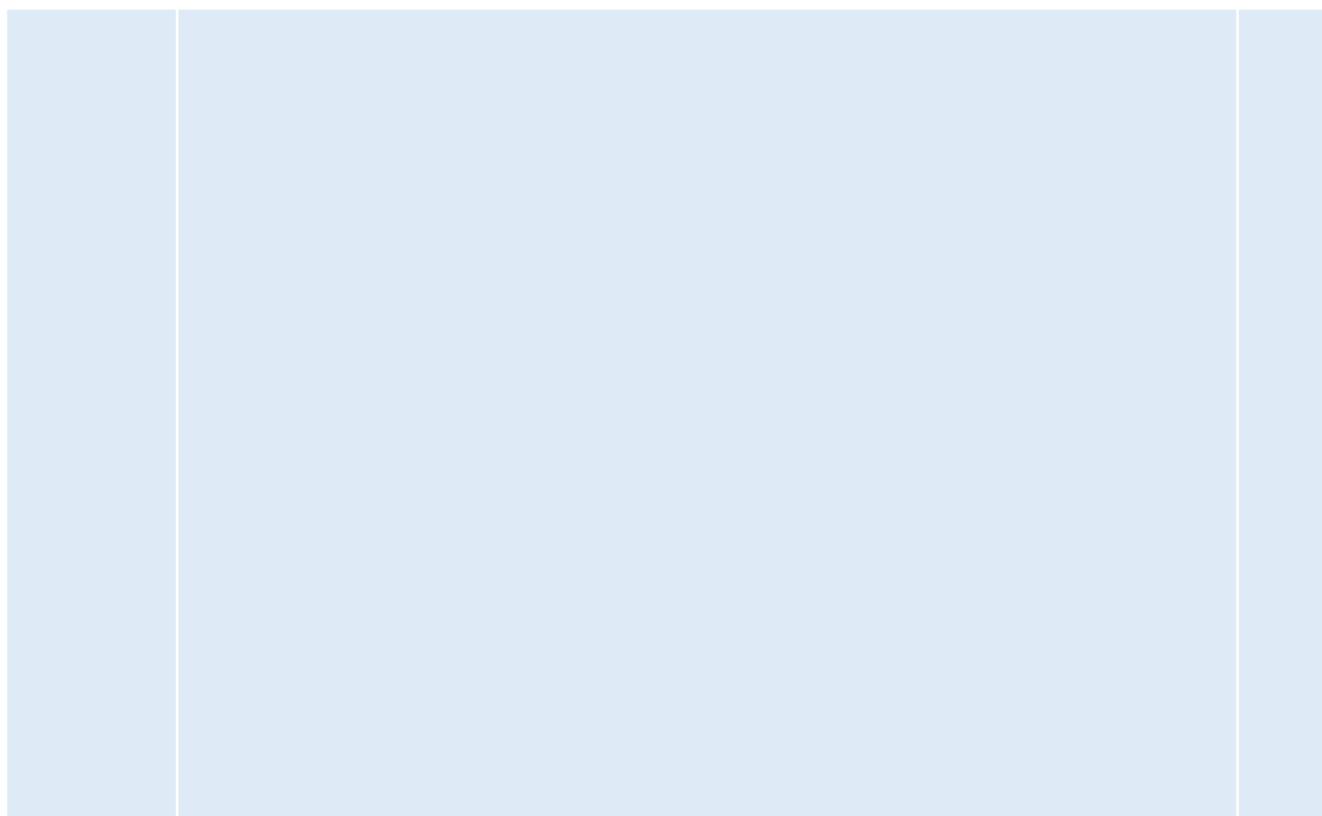
Tabela 1.5 – Informações da Localização do Empreendimento (continuação).

<b>Informação</b>		<b>Referência</b>	<b>Pág.</b>
Sub-Bacia	Carnaíba de Dentro, 45	INTT, 2020b	a (Anexo 1)
Barragens (montante)	Não identificado		
Barragens (jusante)	UHE Sobradinho (dista 822 km, no rio São Francisco)		

Fonte: PSB Ceraíma - Volume 1, 2021.

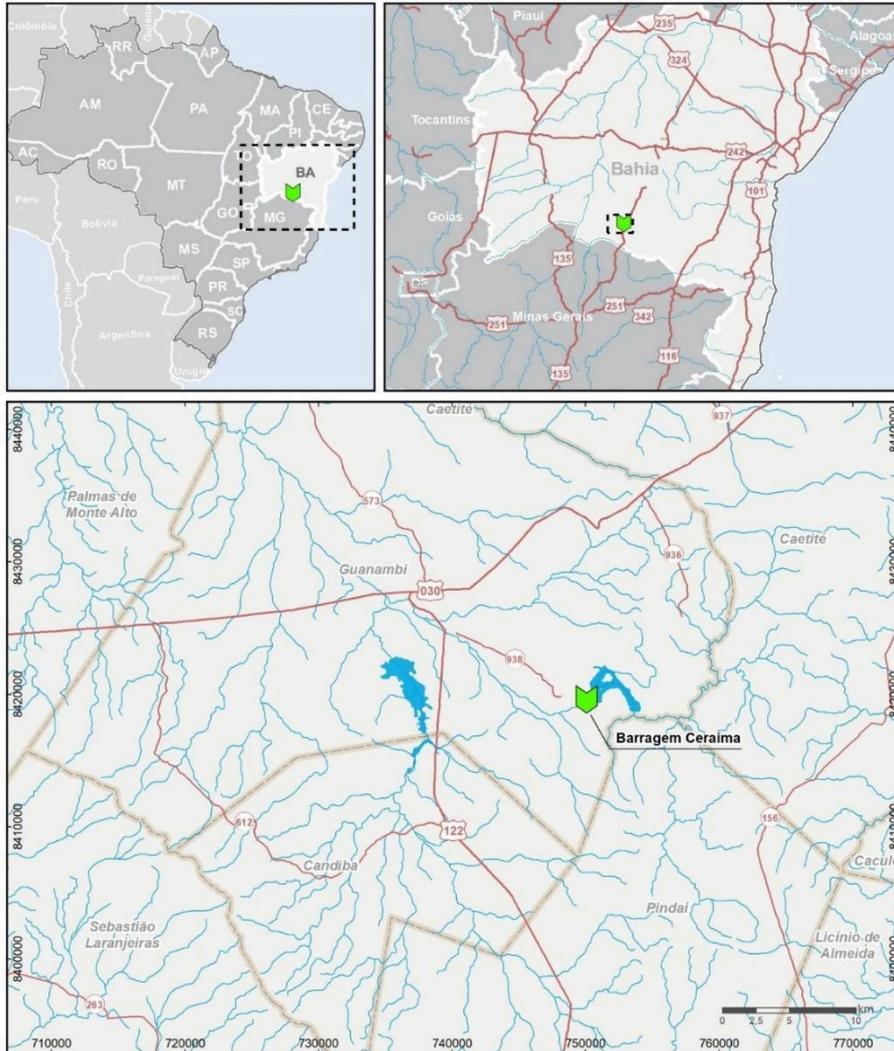
A barragem Ceraíma barra o rio Carnaíba de Dentro de domínio do Estado da Bahia, afluente da margem direita do rio São Francisco, localizado a 10 km do município de Guanambi. Localizada nas coordenadas aproximadas (DATUM SIRGAS 2000) 14°17'03" de Latitude Sul e 42°40'54" de Longitude Oeste. O Código no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) é 3761. A localização do empreendimento encontra-se representada na Figura 1.2.

Figura 1.2 – Localização Georreferenciada da Barragem Ceraíma.





**MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL**  
**COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA**  
**AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS**



Fonte: RHA Engenharia, 2021.

#### 1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A Tabela 1.6 apresenta as informações do corpo da Barragem Ceraíma.

Tabela 1.6 – Características do Corpo da Barragem.

Informação		Referência	Pág.
Tipo estrutural:	Terra homogênea	INTT, 2020b	4
Comprimento do coroamento (m):	518 m	INTT, 2020b	4
Cota do coroamento (m):	575,10 m	ENGEFOTO, 2019	8
Largura da coroamento (m):	7,00 m	INTT, 2020b	4
Altura máxima acima da fundação (m):	30 m	INTT, 2020b	4
Borda livre mínima (m):	1,48 m (Coroamento - NMM)	Calculado	-
Paramento de montante Inclinação: Tipo de proteção:	2H:1V; 2,5H:1V e 3H:1V Rip-rap	INTT, 2020v	15
Paramento de jusante Inclinação: Tipo de proteção:	2H:1V; 2,5H:1V e 2,5H:1V Vegetal	INTT, 2020v	15
Dispositivos de drenagem e filtragem:	Tapete drenante, dreno de pé e drenos superficiais tipo meia-calha.	INTT, 2020b	4
Volume total de aterro:	Não informado	-	-
Tipo de materiais do aterro:	Silte Argiloso	INTT, 2020v	7
Tipo de materiais dos filtros:	Areia e brita	INTT, 2020b	a (Anexo I)



Informação		Referência	Pág.
Tipo de materiais dos drenos:	Enrocamento brita e areia	INTT, 2020b	a (Anexo I)

Fonte: PSB Ceraíma - Volume 1, 2021.

### 1.4.3. RESERVATÓRIO

Os primeiros Estudos Topográficos foram elaborados no Projeto Básico elaborado pelo DNOCS (1958) e posteriormente revisados por Hidropan [199-?]. Em 2017, a empresa VISÃO GEO realizou levantamento topobatimétrico na região do reservatório, material revisado pela empresa ENGEFOTO em 2019. Os dados provenientes da Curva cota x área x volume da Barragem Ceraíma foram apresentados na Tabela 1.7 e na Figura 1.3.

Tabela 1.7 – Reservatório.

Informação		Referência	Pág.
Cota de Coroamento	El. 575,10 m	ENGEFOTO, 2019	8
Nível Máximo Maximorum (NMM)	El. 573,62 m	INTT, 2020x	11
Nível Máximo Normal (NMN)	El. 571,65 m	INTT, 2020x	11
Nível Mínimo Operacional (NMO)	El. 553,22 m	INTT, 2020x	11

continua

Tabela 1.8 – Reservatório (continuação).

Informação		Referência	Pág.
Áreas inundadas (*)	Coroamento	479,9 km <sup>2</sup>	INTT, 2020x
	NMM	464,3 km <sup>2</sup>	INTT, 2020x
	NMN	442,3 km <sup>2</sup>	INTT, 2020x

	NMO	71,80 km <sup>2</sup>	INTT, 2020x	11
Volumes (*)	Coroamento	65,85 hm <sup>3</sup>	INTT, 2020x	11
	NMM	58,87 hm <sup>3</sup>	INTT, 2020x	11
	NMN (Volume Total)	49,93 hm <sup>3</sup>	INTT, 2020x	11
	NMO (Volume Morto)	1,06 hm <sup>3</sup>	INTT, 2020x	11
	Útil Máximo (NMM - NMO)	57,81 hm <sup>3</sup>	INTT, 2020x	11
Tempo de esvaziamento	Não localizado		-	-

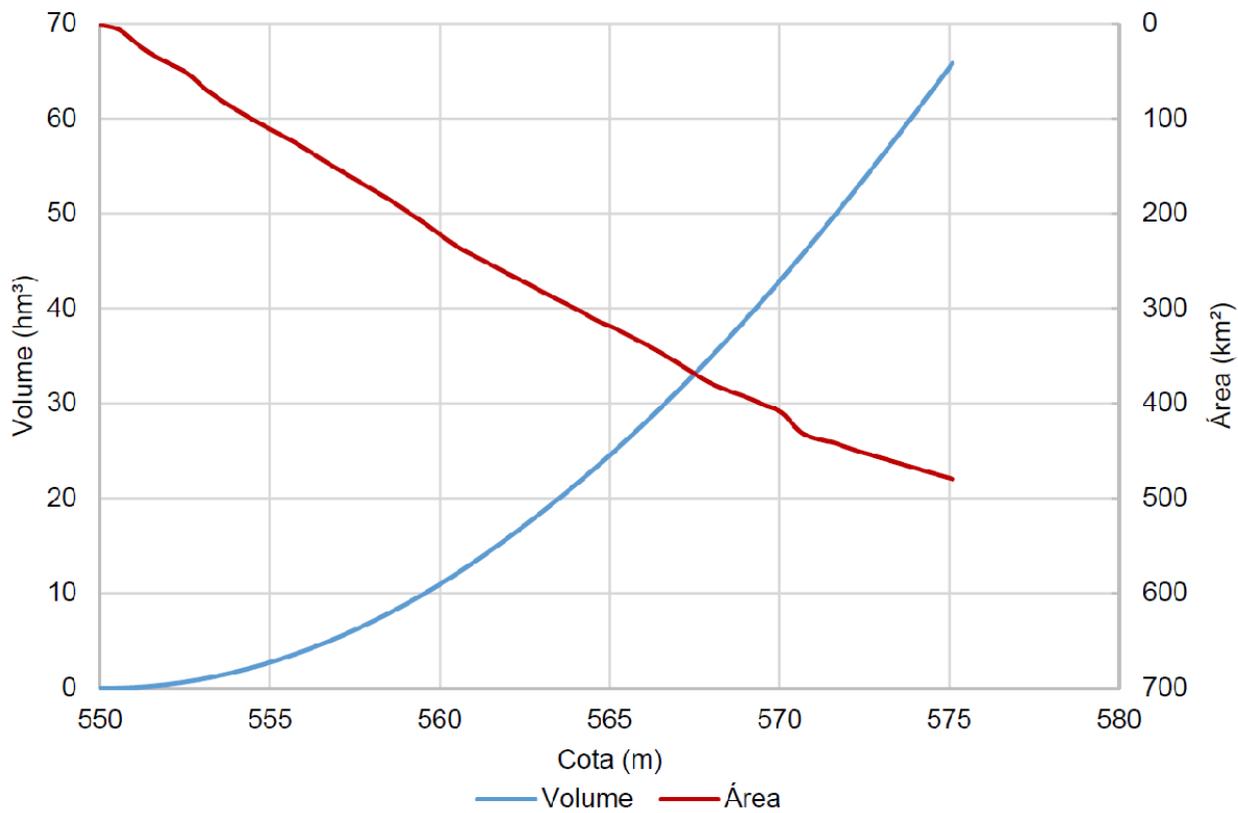
(\*) Obs.: Áreas e volumes obtidos da RPSB (INTT, 2020). A consolidar em fase posterior de PSB/RPSB.

Fonte: PSB Ceraíma - Volume 1, 2021.

Figura 1.3 – Curva Cota x Área x Volume do reservatório de Ceraíma



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS



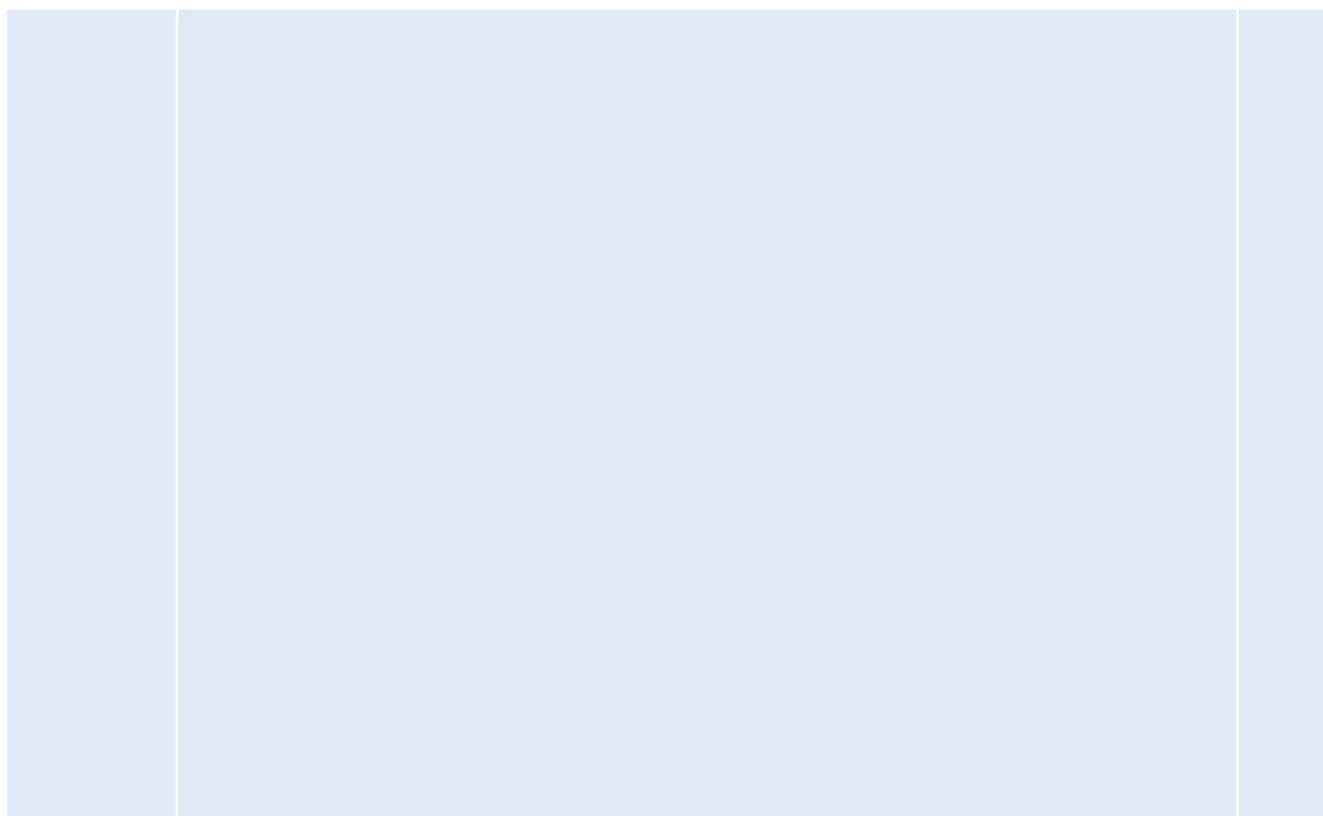
Fonte: INTT, 2020.

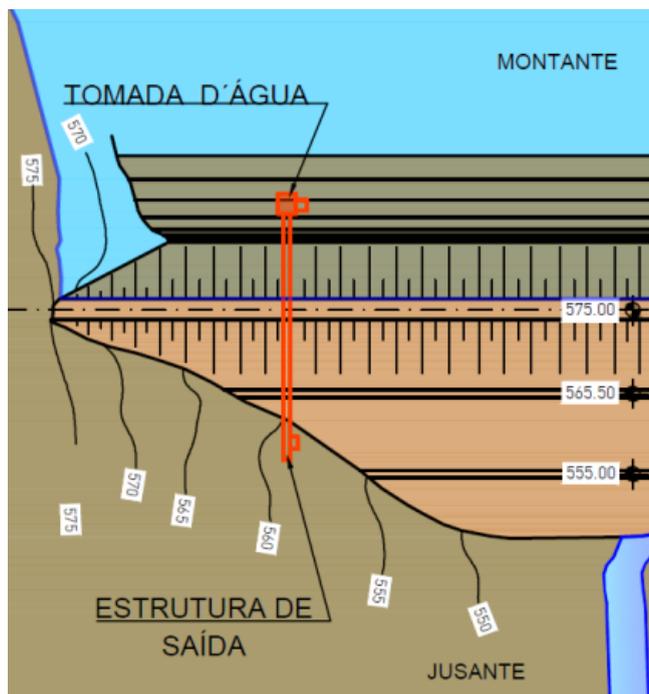


#### 1.4.4. ÓRGÃOS EXTRAVASORES

A tomada de adução e descarga é feita por torre de controle a montante, localizada na margem direita, com acesso por passarela e barrilete a jusante. A galeria tubular tem 1 m de diâmetro. A Figura 1.4 apresenta um detalhamento da tomada de água e na Tabela 1.9 detalhes do dimensionamento

Figura 1.4 – Detalhe da tomada de água





Fonte: Ministério da Integração Nacional (2018) - Plano de Segurança da Barragem Ceraíma

Tabela 1.9 – Tomada de água

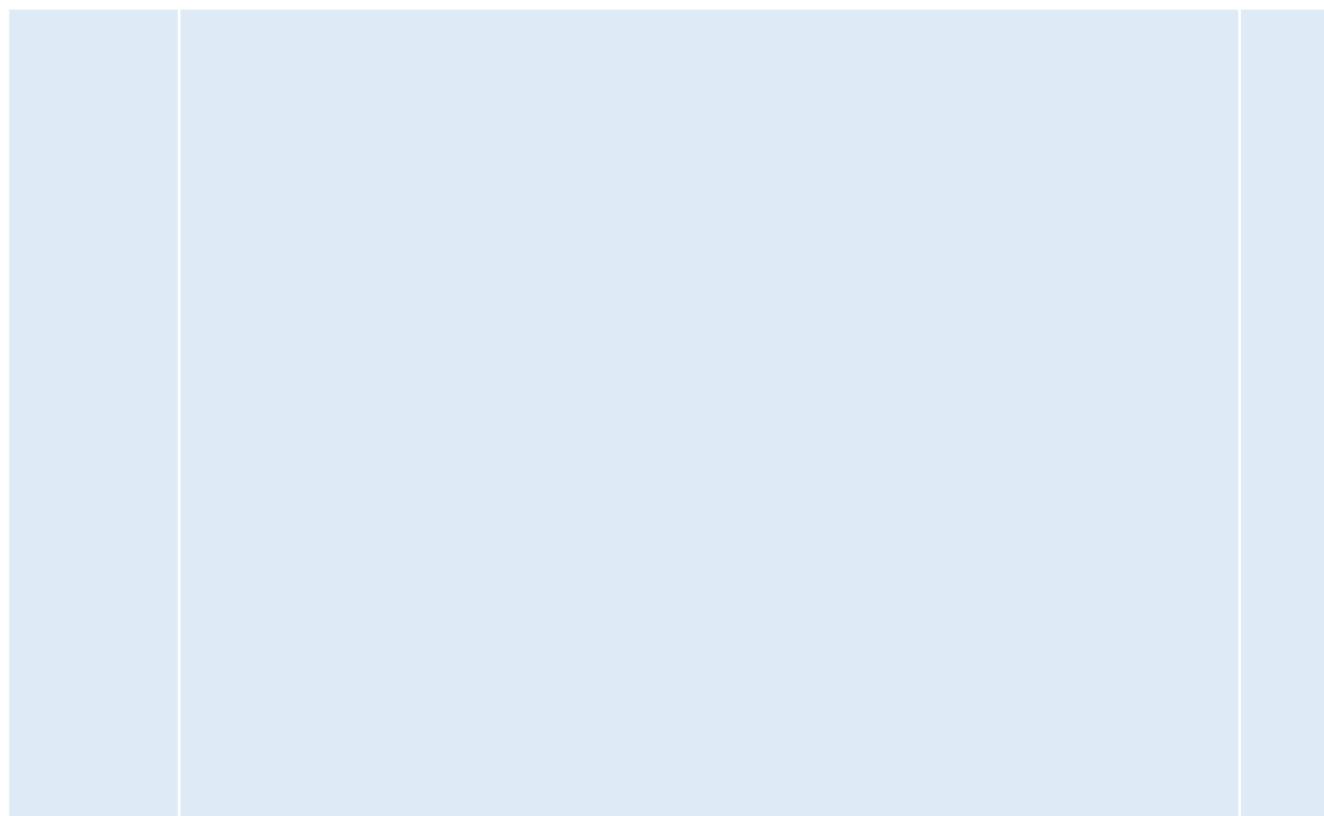
	<b>Informação</b>	<b>Referência</b>	<b>Pág.</b>
<i>Solução</i>	<i>Uma galeria tubular com controle por torre a montante e por barrilete a jusante.</i>	<i>INTT, 2020b</i>	<i>6</i>
<i>Localização</i>	<i>Maciço à direita</i>	<i>INTT, 2020b</i>	<i>6</i>
<i>Dimensões principais</i>	<i>Galeria de 1 metro de diâmetro</i>	<i>INTT, 2020w</i>	<i>10</i>
<i>Controle à entrada</i>	<i>Torre com comportas</i>	<i>INTT, 2020b</i>	<i>b</i>

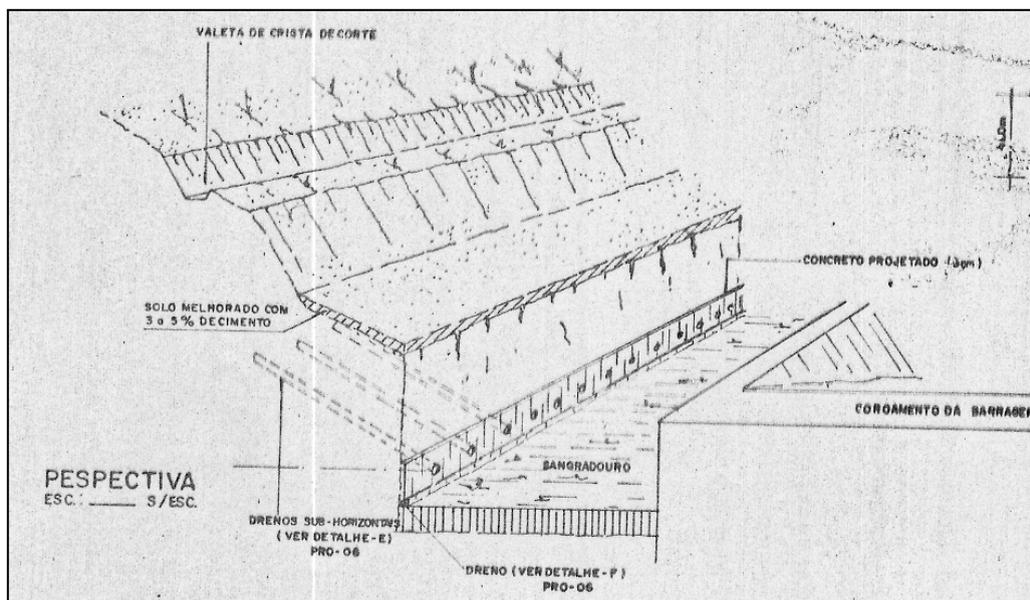
<i>Controle à saída</i>	<i>Barrilete com válvula</i>	<i>INTT, 2020w</i>	<i>10</i>
<i>Cota da tomada de água à entrada</i>	<i>Não localizada</i>	-	-
<i>Fonte alternativa de energia</i>	<i>Não localizada</i>	-	-
<i>Possibilidade de manobra manual</i>	<i>Volante de manobra</i>	<i>INTT, 2020b</i>	<i>b</i>
<i>Comando à distância</i>	<i>Não disponível</i>	<i>INTT, 2020w</i>	<i>10</i>
<i>Vazão</i>	<i>Não localizada</i>	-	-

Fonte: PSB Ceraíma - Volume 1, 2021.

O extravasamento de cheias é realizado por um vertedouro de concreto com soleira em formato “L” de perfil Creager disposto na ombreira esquerda da barragem, possui 145 m de largura na El. 571,65 m. A jusante da crista possui um plano de concreto com extensão de 320 m, muros laterais de concreto e bacia de dissipação escavadas em rocha. A vazão de projeto do vertedouro é de 975 m<sup>3</sup>/s, com tempo de recorrência decamilenar. A Figura 1.5 apresenta o vertedouro em perspectiva e na Tabela 1.10 detalhes do dimensionamento.

Figura 1.5 – Perspectiva do vertedouro.





Fonte: Hidropan [199-?] - Layout – Recuperação da barragem

Tabela 1.10 – Vertedouro.

	<b>Informação</b>	<b>Referência</b>	<b>Pág.</b>
<i>Tipo</i>	<i>Soleira Livre. Perfil Creager em “L”.</i>	<i>INTT, 2020w</i>	<i>9</i>
<i>Localização</i>	<i>Maciço à esquerda</i>		
<i>Descrição da entrada</i>	<i>Canal de aproximação escavado em terreno natural</i>	<i>INTT, 2020c</i>	<i>5</i>

<b>Informação</b>		<b>Referência</b>	<b>Pág.</b>
<i>Descrição do canal</i>	<i>Canal em laje de concreto com muro lateral direito em concreto e esquerdo escavado em rocha</i>	<i>INTT, 2020c</i>	<i>5</i>
<i>Comprimento</i>	<i>320 m</i>	<i>INTT, 2020c</i>	<i>5</i>
<i>Largura</i>	<i>145 m (vertedouro)   27 m (canal)</i>	<i>INTT, 2020c</i>	<i>5</i>
<i>Elevação a Soleira</i>	<i>571,65 m</i>	<i>ENGEFOTO, 2019</i>	<i>8</i>
<i>Cota de coroamento da Barragem</i>	<i>575,10 m</i>		
<i>Nível de Água Maximorum</i>	<i>573,62 m</i>		

continua

Tabela 1.11 – Vertedouro (continua).

<b>Informação</b>		<b>Referência</b>	<b>Pág.</b>
<i>Altura do Paramento (P)</i>	<i>1 m</i>	<i>INTT, 2020c</i>	<i>76</i>
<i>Coefficiente de Descarga Adotado (Cd)</i>	<i>2,084</i>		
<i>Carga de Projeto (H<sub>0</sub>)</i>	<i>2,34 m</i>		
<i>Vazão de Projeto</i>	<i>975 m<sup>3</sup>/s</i>	<i>INTT, 2020c</i>	<i>76</i>
<i>Modalidade de dissipação de energia</i>	<i>Bacia escavada em terreno natural rochoso revestida em concreto</i>	<i>INTT, 2020c</i>	<i>5</i>

Fonte: PSB Ceraíma - Volume 1, 2021.

#### 1.4.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS

A Tabela 1.12 apresenta as informações da bacia hidrográfica da barragem.

Tabela 1.12 – Parâmetros geométricos da bacia do rio na seção do barramento.

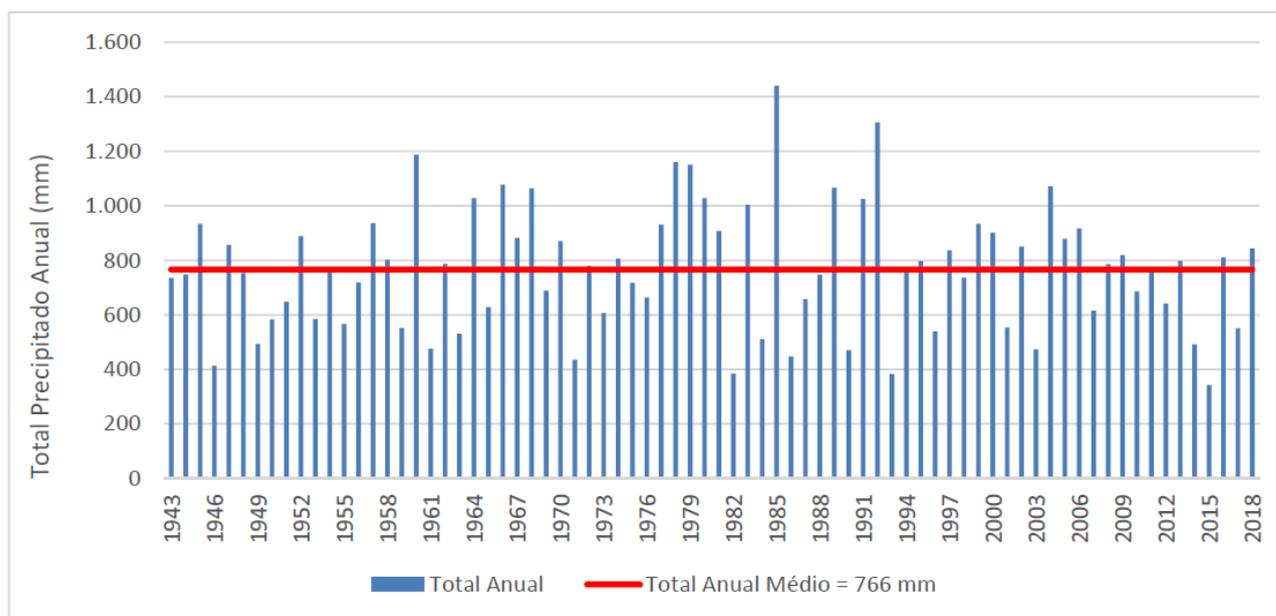
Informação		Referência	Pág.
Área de drenagem da bacia (aproximado)	$A_t = 2.700 \text{ km}^2$	INTT, 2020c	11
Área de drenagem da bacia sendo controlada pela barragem (aproximado)	$A = 402 \text{ km}^2$		12
Comprimento do Talvegue Principal	$L = 39 \text{ km}$		12
Perímetro	$P = 138 \text{ km}$		12
Comprimento total dos cursos d'Água	$LT = 426,3 \text{ km}$		12
Comprimento Reto entre a Nascente e a Exutória	$L_r = 23,9 \text{ km}$		12
Elevação da Nascente	$H_n = 1.112 \text{ m}$		12
Elevação no Barramento	$H_f = 565 \text{ m}$		12
Declividade média	$i = 9,50 \text{ m/km}$		12
Tempo de concentração	$t_c = 8,6 \text{ horas}$		12
Evaporação potencial local	1708 mm		19
Precipitação total anual média	766 mm		30
Vazão Média Mensal	$0,95 \text{ m}^3/\text{s}$		42
Coef de Escoamento Sup.	0,66		74
Vazões máximas	$607 \text{ m}^3/\text{s}$ (TR 1.000 anos; Instantânea)		59

Fonte: PSB Ceraíma - Volume 1, 2021.



O total anual precipitado médio sobre a bacia hidrográfica da Barragem Ceraíma é de resultou em 766 mm, com valores variando de 343 mm, em 2015, a 1.440 mm, em 1985. A Figura 1.6 apresenta os totais precipitados anuais.

Figura 1.6 – Totais Precipitados Anuais (mm).

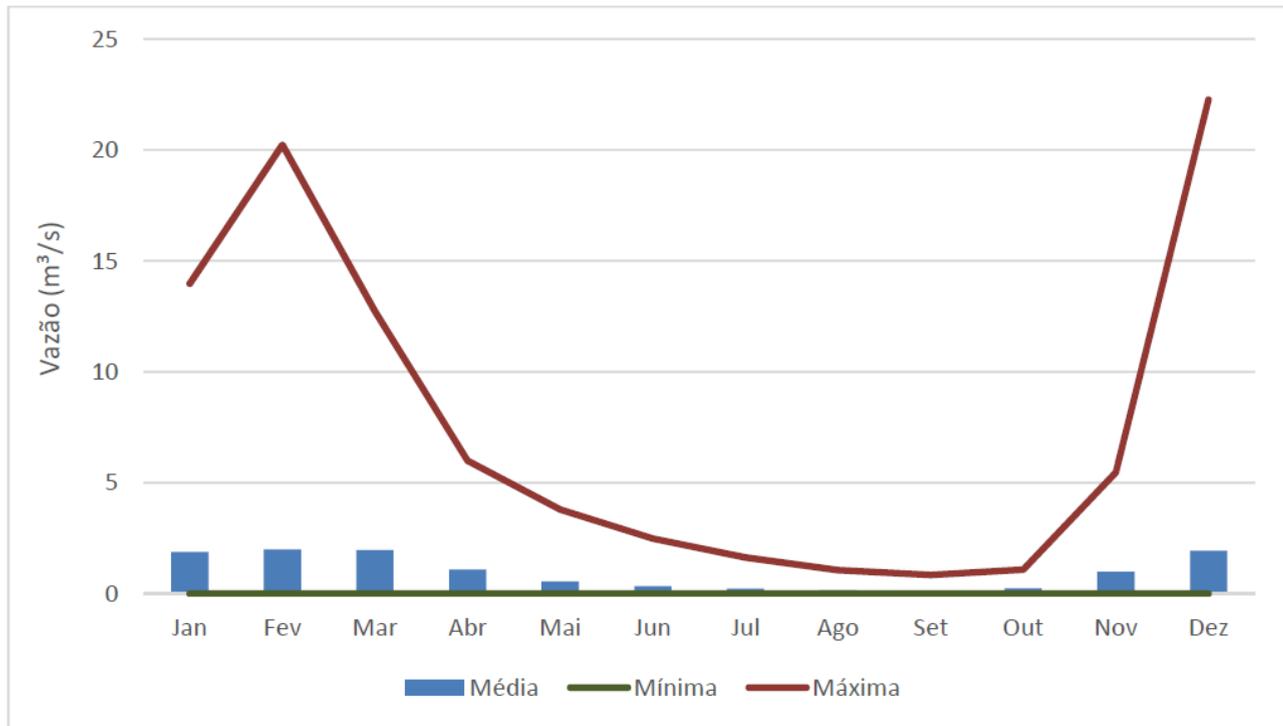


Fonte: Intertechne, 2020.



A série de vazões médias mensais afluentes ao reservatório de Ceraíma é apresentada na Figura 1.7.

Figura 1.7 – Vazões Médias Características.

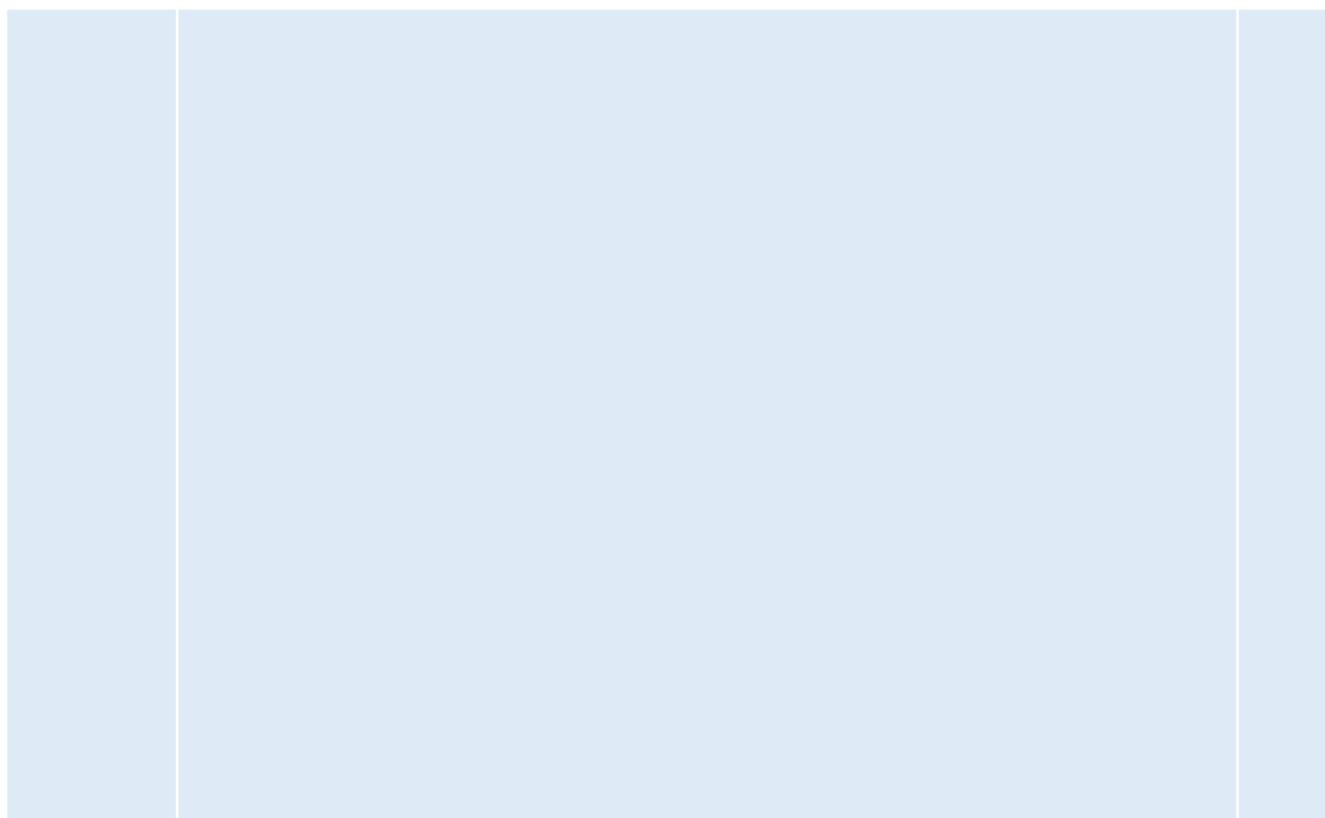


Fonte: Intertechne, 2020.



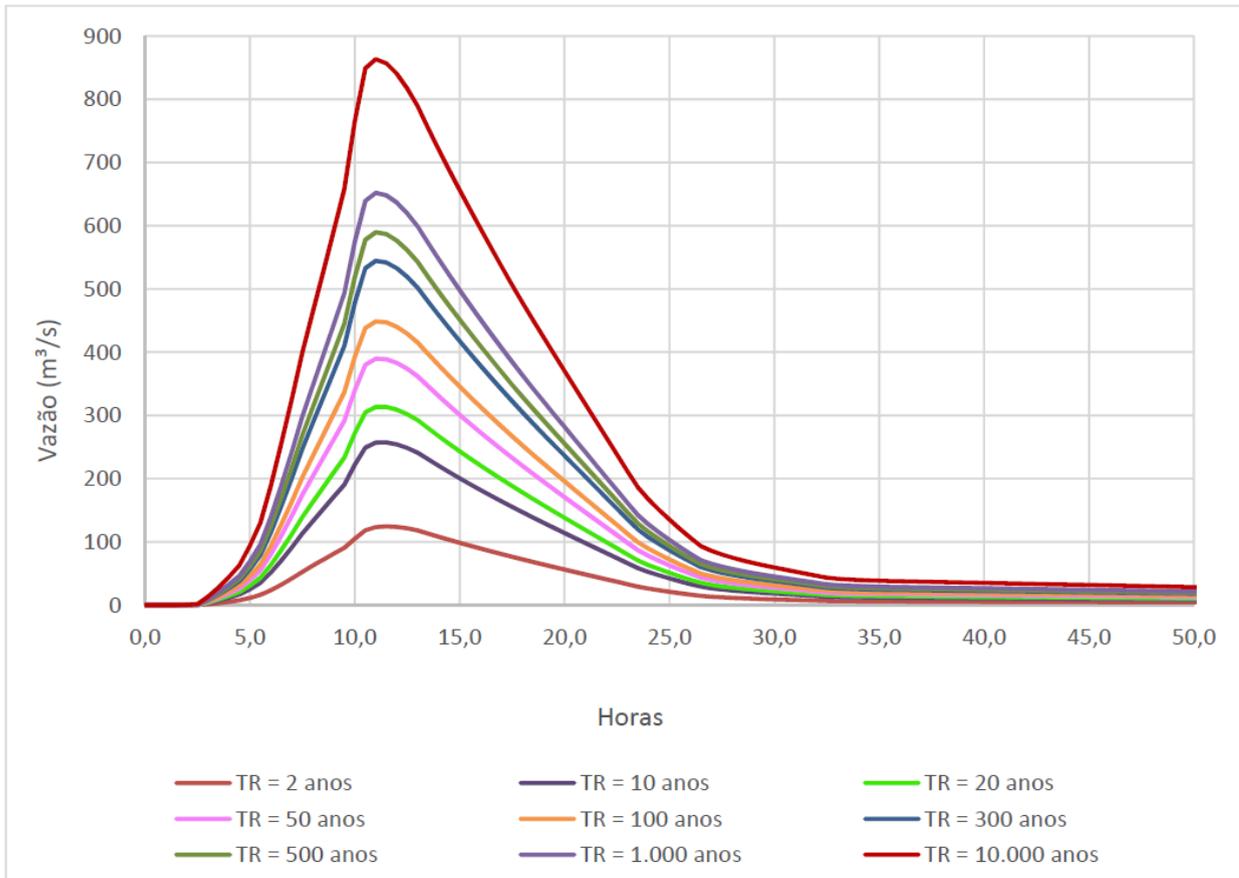
As vazões de cheia em função do tempo de recorrência são apresentadas na Figura 1.8.

Figura 1.8 – Hidrograma de Cheias.





MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS



Fonte: Intertechne, 2020.

A Tabela 1.13 apresentam as principais informações geológicas e sísmicas do empreendimento.

Tabela 1.13 – Características Geológicas e Sísmicas.

	<b>Informação</b>	<b>Referência</b>	<b>Pág.</b>
Fundação	<i>Rocha moderadamente a muito alterada</i>	<i>INTT, 2020b</i>	<i>b (Anexo 1)</i>
Suscetibilidade a escorregamento	<i>Não identificado</i>	-	-
Sismicidade potencial	<i>Zona 0, <math>a_g = 0,0-0,025 \text{ m/s}^2</math></i>	<i>ABNT NBR 15421, 2006</i>	<i>6 e 7</i>

Fonte: PSB Ceraíma - Volume 1, 2021.

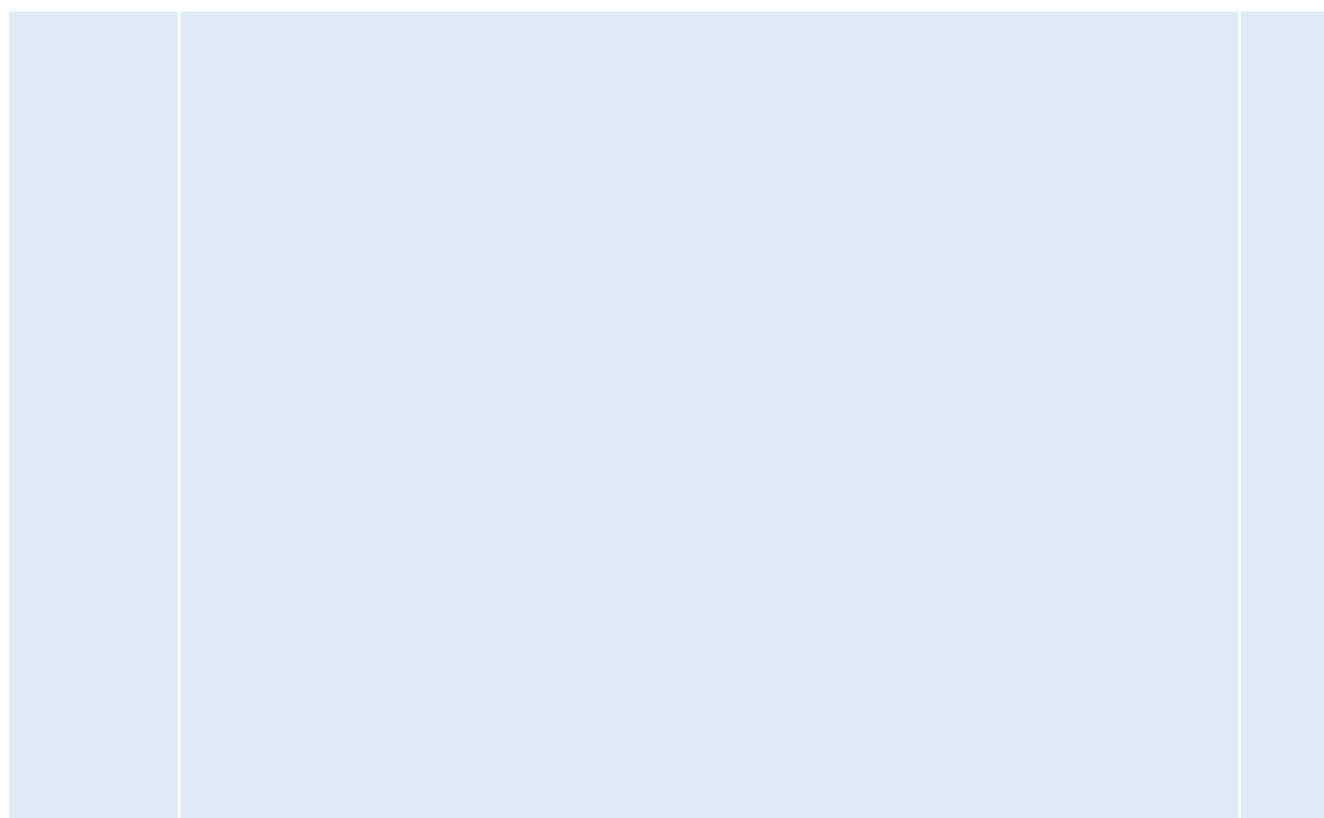
#### 1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO

Não existe nenhum sistema de instrumentação de auscultação.

#### 1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM

A barragem Ceraíma é, preferencialmente, acessada pelo Escritório de Apoio Técnico de Guanambi situado na cidade de Guanambi (BA). Partindo de Guanambi, o acesso à Barragem é feito pela rodovia estadual BA-938 percorrida em direção ao distrito de Ceraíma (BA). Dentro da cidade de Guanambi, a BA-938 pode ser alcançada a partir do trevo rodoviário com a BR-122 ou pela Avenida Mato Grosso do Sul. Superado o trecho urbano da BA-938 (Figura 1.9), deve-se seguir pela mesma por mais 9,5 km até a barragem Ceraíma.

Figura 1.9 – Acesso à BA-263 em Urandi (BA) - Via Guanambi.





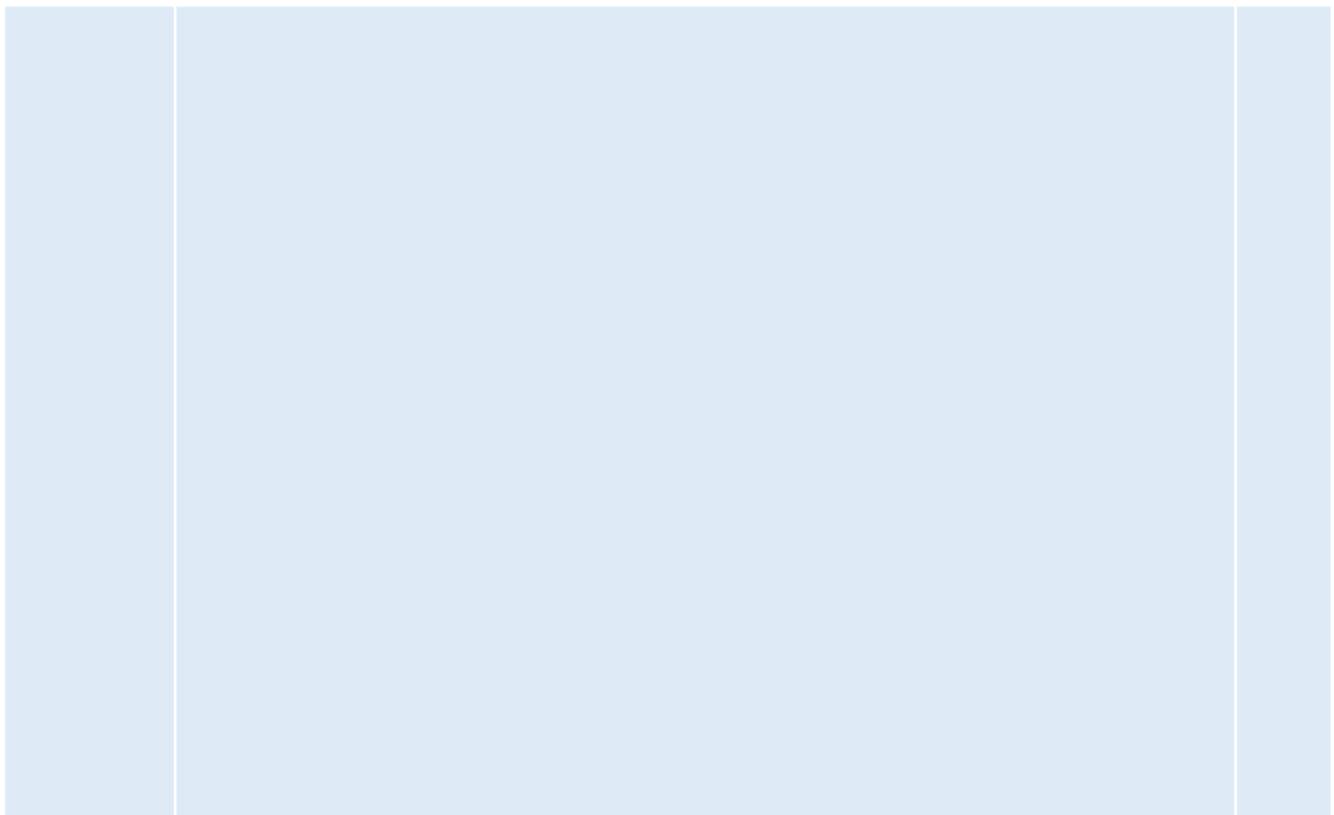
Fonte: *Google Maps* (2020), adaptado por RHA Engenharia

A Figura 1.10 apresenta os acessos à Barragem Ceraíma.



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

Figura 1.10 – Acessos à Barragem Ceraíma.





**LEGENDA**

Barragem Ceraima	Hidrografia
Rodovias federais	Massa d'agua
Rodovias estaduais	N.A. Máximo Maximorum
Estrada	N.A. Máximo Normal
Via urbanizada	Coroamento da Barragem
Acesso barragem Ceraima	Limite municipal

SIRGAS 2000  
UTM I Fuso 23 S



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

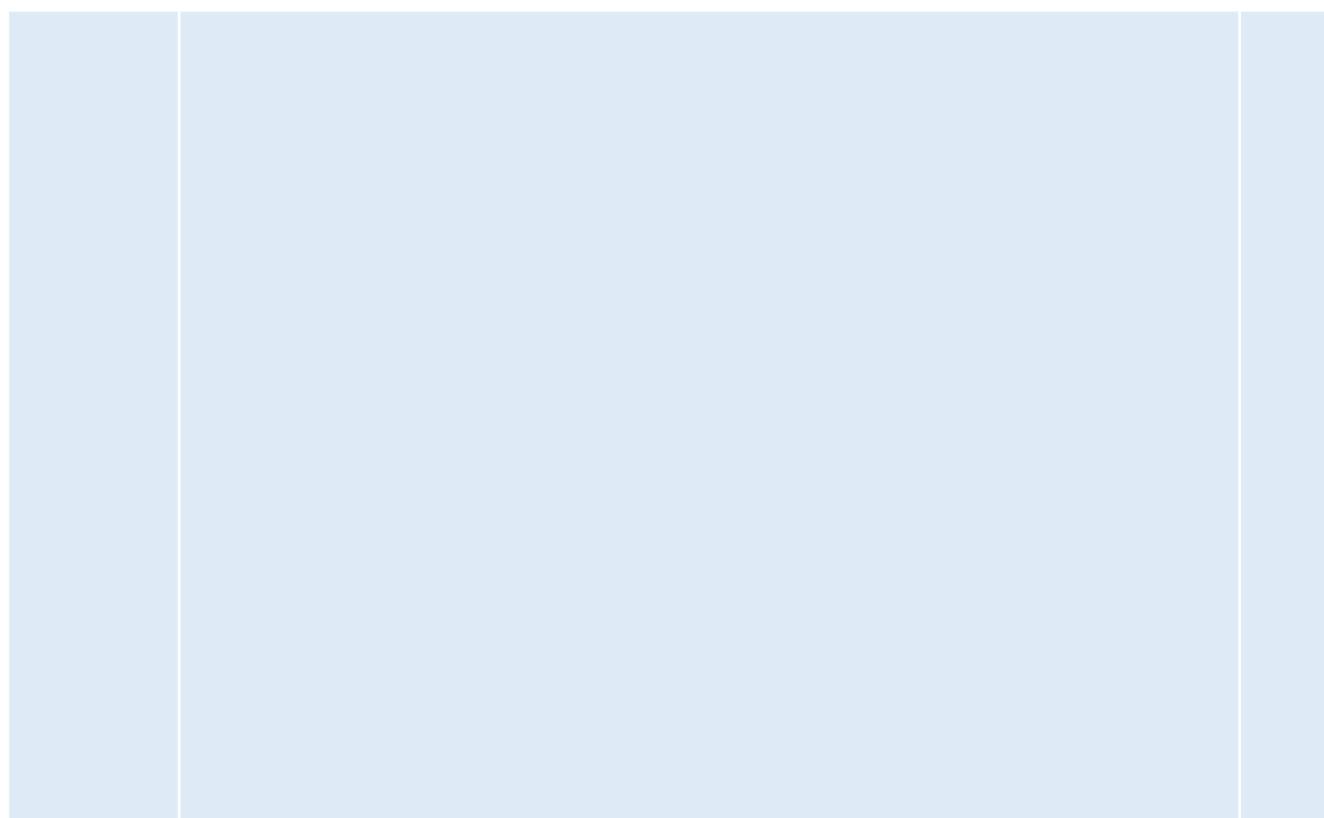


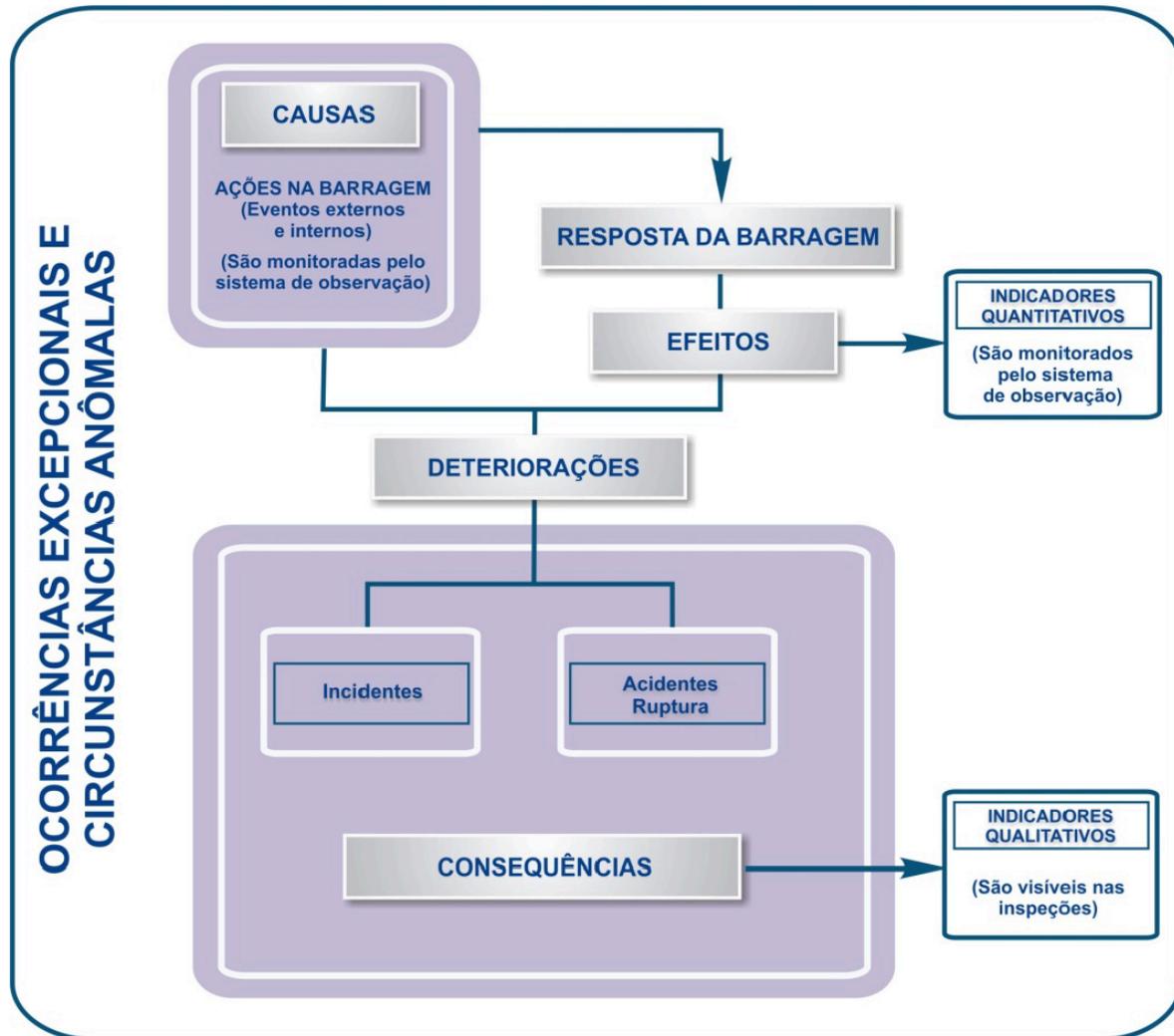
## **2. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO, MITIGAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA AS SITUAÇÕES ANÔMALAS À BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS**

Considera-se uma situação anômala 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.

Deste modo, são necessários procedimentos para gerir tais situações de forma a garantir a segurança da barragem ou de atenuar os efeitos de um possível rompimento da estrutura. A Figura 2.1 apresenta uma visão geral de uma situação excepcional ou circunstância anômala.

Figura 2.1 – Ocorrências Excepcionais e Circunstâncias Anômalas.







Fonte: ANA, 2016.

O PAE realiza a descrição das possíveis situações anômalas no empreendimento, considerando no mínimo as seguintes ocorrências:

- Ocorrências excepcionais naturais exteriores à barragem, como as tempestades, os sismos, as cheias provocadas por precipitações intensas ou por ruptura de barragens a montante;
- Ocorrências excepcionais provocadas pelo homem, exteriores à barragem;
- Circunstâncias anômalas de comportamento que derivam de deteriorações no corpo da barragem e/ou sua fundação, nos órgãos extravasores e seu equipamento de operação que são consequência das características da estrutura e do seu estado de manutenção; e
- Situações internas à barragem relacionadas com a operação da barragem que derivam da operação dos respectivos órgãos extravasores ou, situações que podem ocorrer nas instalações da barragem tais como incêndios, inundações e atos de vandalismo.

As situações devem ser classificadas em quatro Níveis de Resposta (NR), conforme caracterização apresentada na Tabela 2.1, com base na observação ou inspeção à barragem (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).

Após a identificação de qualquer anomalia, a primeira ação do Coordenador do PAE é a classificação do NR. Posteriormente, consoante a classificação estabelecida, este deve seguir as ações predefinidas para cada NR.

Tabela 2.1 – Níveis de Resposta com Respectivas Caracterizações.

Níveis de Resposta	Caracterização
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 0 (NR-0) – NORMAL (Verde)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da barragem, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo.
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 1 (NR-1) – ATENÇÃO (Amarelo)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem não comprometerem à segurança da barragem no curto prazo, mas exigirem monitoramento, controle ou reparo ao decurso do tempo.
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 2 (NR-2) – ALERTA (Laranja)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, exigindo providências para manutenção das condições de segurança.
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 3 (NR-3) – EMERGÊNCIA (Vermelho)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais decorrentes do colapso da barragem.

Fonte: ANA, 2016.

## 2.1. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO, DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM OU DE OUTRAS OCORRÊNCIAS ANORMAIS



A Barragem Ceraíma possui um encarregado pelo monitoramento diário da barragem e entorno. O encarregado, devidamente treinado pela CODEVASF por meio dos treinamentos dispostos no Capítulo 7, poderá identificar possíveis ocorrências excepcionais nas estruturas do empreendimento, relatando o ocorrido via celular ao Coordenador do PAE e registrando no Livro de Ocorrências.

A Inspeção de Segurança Regular (ISR) na Barragem Ceraíma é realizada anualmente. Nela uma equipe multidisciplinar avalia qualitativamente as condições da barragem e estruturas associadas. A classificação da ISR deve estar compatibilizada com os NRs do PAE, de tal forma a proporcionar a integração e efetividade do Plano de Segurança da Barragem Ceraíma.

Por fim, o último procedimento de identificação implantado pela CODEVASF corresponde as visitas mensais a serem realizadas pelo Coordenados do PAE da Barragem Ceraíma. O Coordenador do PAE também é o Supervisor Regional da CODEVASF.

A Tabela 2.2 apresenta o resumo dos procedimentos de identificação das possíveis ocorrências excepcionais e circunstâncias anômalas na barragem e estruturas associadas.

As notificações devem ser realizadas conforme Plano de Comunicação e Fluxograma de Acionamento estabelecidos no Capítulo 3, de tal forma a propiciar o início da aplicação das Ações de Resposta e Medidas Mitigadoras, apresentadas nos Subcapítulos 2.3 e 2.4, respectivamente, sendo que cada participante do PAE deve estar ciente de suas responsabilidades instituídas no Capítulo 4.

Tabela 2.2 – Resumo dos Procedimentos de Identificação.

Quem	Análise Quantitativa	Análise Qualitativa	Periodicidade
------	----------------------	---------------------	---------------

--	--	--	--



Encarregado	Leitura da elevação do nível de água do reservatório	Monitoramento visual simplificado à barragem e estruturas associadas	Diária
Coordenador do PAE (Supervisor Regional)	Leitura da elevação do nível de água do reservatório	Monitoramento visual à barragem e estruturas associadas	Mensal
Equipe multidisciplinar (Inspeção de Segurança Regular)	Leitura da elevação do nível de água do reservatório	Inspeção visual técnica à barragem e estruturas associadas	Anual

Fonte: RHA Engenharia, 2021.



## 2.2. SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM INTEGRADO AOS PROCEDIMENTOS EMERGENCIAIS

A instrumentação é uma ferramenta importante na identificação de possíveis situações anômalas que possam estar ocorrendo nas estruturas, possibilitando intervenções corretivas ou preventivas, minimizando o risco de acidentes e preservando a segurança da estrutura.

A Barragem Ceraíma não possui sistema de instrumentação para monitoramento e controle de estabilidade, apenas monitoramento visual conforme apresentado no item anterior. No entanto, a CODEVASF está implementando o sistema indicado na última Revisão Periódica de Segurança de Barragem realizado pela Intertechne e disponibilizado ao INEMA em 2020.

O sistema de monitoramento indicado nessa referida RPSB tem intuito de aferir vazões percoladas e subpressões nas fundações por meio da instalação dos seguintes instrumentos:

- Medidores de vazão para captação e medição de água percolada pela galeria de drenagem, sendo um no meio da galeria e outros nas extremidades;
- Tubulação de drenos, com o intuito de realizar medições de pressões com manômetro.

A Tabela 2.3 apresenta indicadores quantitativos de precipitação diária e nível do reservatório, como subsídio na classificação de eventos de cheias na barragem.

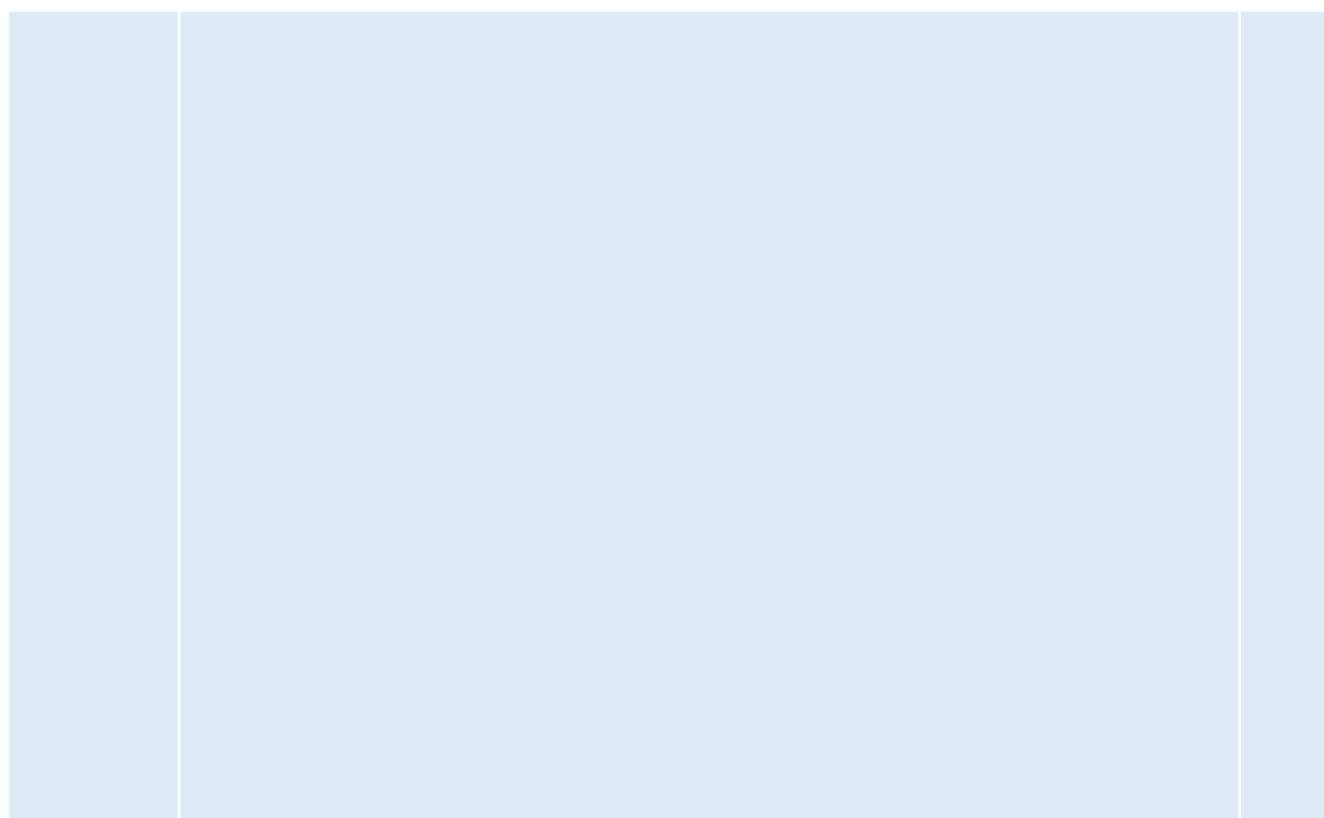


Tabela 2.3 – Indicadores Quantitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas.

Situação Anômala	Cenários possíveis	Indicador NA = Nível de Água (m) PLU = Precipitação (mm/dia) Bacia da Barragem Ceraíma	NR
Cheias	Operação normal	$NA < NMN$	0
	Vertimento projetado	$NMM > \underline{NA} > NMN$ $\underline{E}$ $PLU < TR100 = 108$	1
		$42,9 = NMM > \underline{NA} > NMN$ $\underline{E}$ $PLU < TR1000 = 137$	2
	Vertimento acima do projetado com Risco de Galgamento	$NA > NMM$ $\underline{OU}$ $NMM > \underline{NA} > NMN$ $\underline{E}$ $PLU > TR10000 = 167$	Ficha n° 01

Fonte: Adaptado de Intertechne, 2020.

### 2.3. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS E AÇÕES DE RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS IDENTIFICADAS NOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

A Tabela 2.4 apresenta a classificação das possíveis situações anômalas na barragem e estruturas associadas por meio de indicadores qualitativos, assim como os eventuais procedimentos corretivos para cada situação apresentada.

Para as situações classificadas em NR-3, os Anexos 8 e 9 apresentam as Fichas de Emergência para situações de ruptura iminente ou nas quais a barragem já rompeu ou está



rompendo, respectivamente. As fichas apresentam tanto uma descrição geral da situação de emergência, quanto os procedimentos preventivos e corretivos.

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas.

Inspeção visual	Situação	Procedimentos corretivos	Cenários possíveis	NR
Tomada de água / descarga de fundo	Deterioração das paredes da galeria;	Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria;	Instabilidade estrutural da galeria;	1
	Deterioração do conduto; e	Reforço estrutural da galeria;	Perda de estanqueidade da galeria; e	
	Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água.	Substituição dos trechos danificados; e Observação.	Erosão interna.	
Tomada de água / descarga de fundo	Falha dos órgãos extravasores ou de equipamento de operação	Manutenção; Reparos; e Observação.	Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório (fora da época de cheias)	1
			Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório (época de cheias)	2

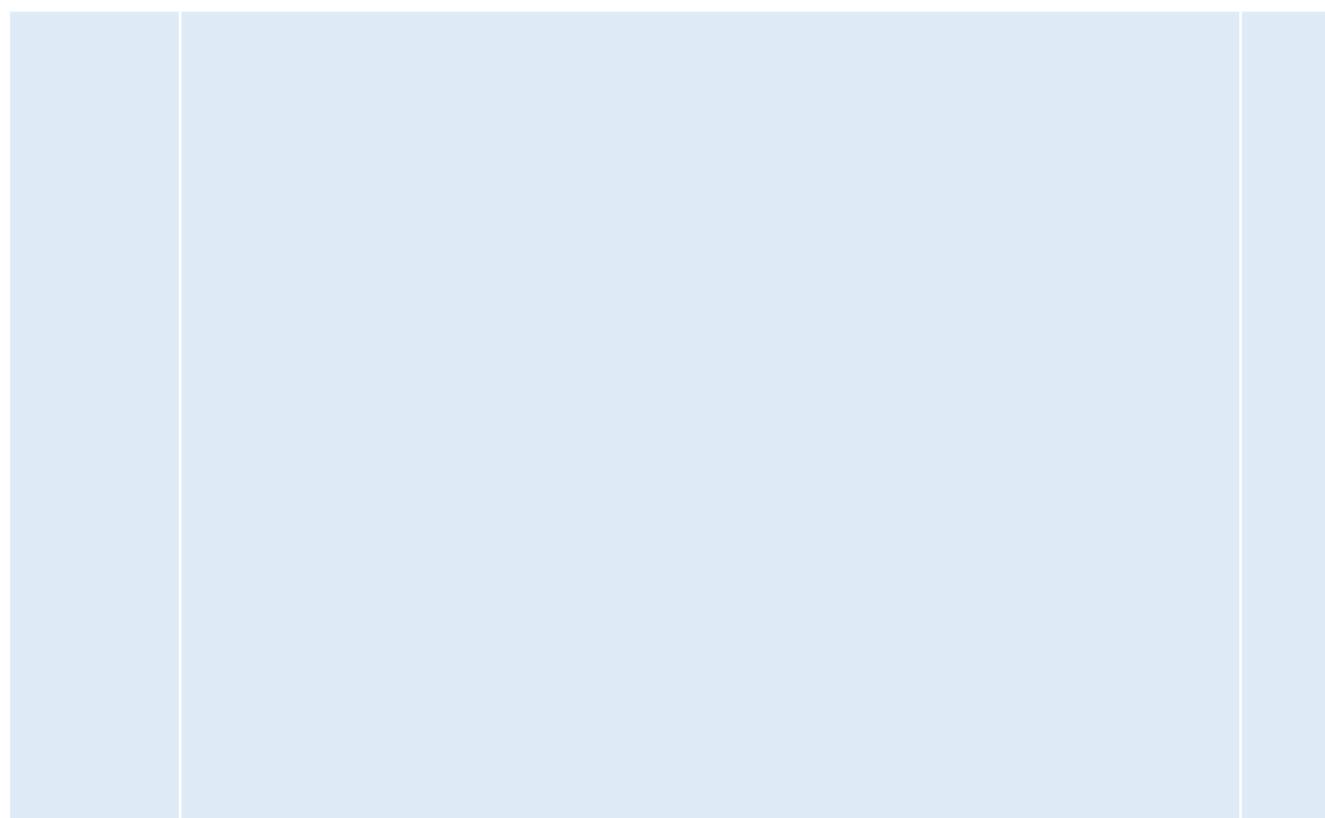


			Galgamento da barragem iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Ruptura por Galgamento da barragem ocorreu ou ocorrendo	Ficha nº 09

continua

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas (continuação)

Inspeção visual	Situação	Procedimentos corretivos	Cenários possíveis	NR
Ombreiras da barragem	Ressurgências nas ombreiras	Impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante; e  Observação	Arrastamento de finos do trecho superficial da fundação, do aterro, do preenchimento de caixas de falha e/ou de fraturas.	1
Vertedouro	Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação.	Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outras obras;  Proteção do pé da barragem; e  Observação.	Potencial instabilidade estrutural; e  Erosão do pé da barragem.	1



	<p>Movimentos, erosões, fissuras, fendas; e</p> <p>Deposição de materiais/obturação</p>	<p>Intervenções de reabilitação e de limpeza / reposição das condições de escoamento;</p> <p>Reforço estrutural; e</p> <p>Observação.</p>	Alterações químicas do concreto;	0
			Modificação das condições de escoamento	1
			Danos estruturais no vertedouro	2
			Instabilização da estrutura	Ficha nº 05
			Ruptura do vertedouro ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
Corpo da barragem	<p>Movimentos, fissuras, trincas e erosões; e</p> <p>Zonas úmidas e/ou ressurgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação.</p>	<p>Rebaixamento do nível de água no reservatório;</p> <p>Obras de reabilitação (por exemplo: alteamento da crista, rebaixamento da soleira, execução de bermas estabilizadoras e de drenagem a jusante, obras de impermeabilização a montante, etc.); e</p> <p>Reforço da observação.</p>	Perda de borda livre; e	1
			Erosão interna;	
			Danos estruturais à barragem e estruturas associadas	2
			<i>Piping</i>	Ficha nº 02
			Instabilidade global	Ficha nº 03
Instabilidade localizada	Ficha nº 04			



			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
--	--	--	---	-------------

continua

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas (continuação).

Inspeção visual	Situação	Procedimentos corretivos	Cenários possíveis	NR
Reservatório	Escorregamento de taludes / deslizamento de encostas.	Intervenções de estabilização de taludes;  Rebaixamento do nível de água no reservatório; e  Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos.	Obstrução dos órgãos extravasores	1
			Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	2
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
	Impactos negativos para peixes ou vida selvagem.	Remover os eventuais animais mortos;  Identificar a origem dos impactos; e  Notificar as entidades que utilizam a água e as	Possibilidade de afetar da qualidade da água.	1



		autoridades de saúde pública e ambiental.		
	Sedimentos afluentes.	Descarga de fundo; Melhorias a nível da conservação do solo da bacia; e Valas perimetrais no reservatório.	Obstrução da entrada da descarga de fundo.	1
	Derrame de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes.	Determinar a dimensão, natureza e origem da descarga; Avaliar os impactos da descarga; Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental; e Estimar o esforço e equipamento necessário para conter.	Possibilidade de afetar da qualidade da água; e Possibilidade de poluição do ar ou do solo.	1

continua

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas (continuação).

Inspeção visual	Situação	Procedimentos corretivos	Cenários possíveis	NR
-----------------	----------	--------------------------	--------------------	----

--	--	--	--	--



Reservatório	Cheias	Rebaixamento do nível de água no reservatório; e Observação.	Inundação a jusante; e Galgamento.	Ver Tabela 2.3
Geral	Ação criminosa: sabotagem, ameaça de bomba e atos de guerra.	Contactar autoridades competentes; Reparos; Manter órgãos extravasores abertos; e Observação.	Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório; Perda de borda livre; Danos à barragem e estruturas associadas	2
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Instabilidade localizada	Ficha nº 04
			Instabilidade global	Ficha nº 03
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09

Geral	Falha dos sistemas de notificação e alerta	Manutenção e reparos; e Observação.	Impossibilidade de notificação e de alerta (fora da época de cheias)	1
			Impossibilidade de notificação e de alerta (época de cheias)	2
	Sismos	Inspeções na barragem e estruturas associadas.	Danos à barragem e estruturas associadas	2

continua

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas (continuação).

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
Geral	Sismos	Inspeções na barragem e estruturas associadas	Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha n° 01
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido ao galgamento	Ficha n° 09



			Instabilização da estrutura	Ficha nº 08
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido à instabilidade gerada pela Sismicidade	Ficha nº 10

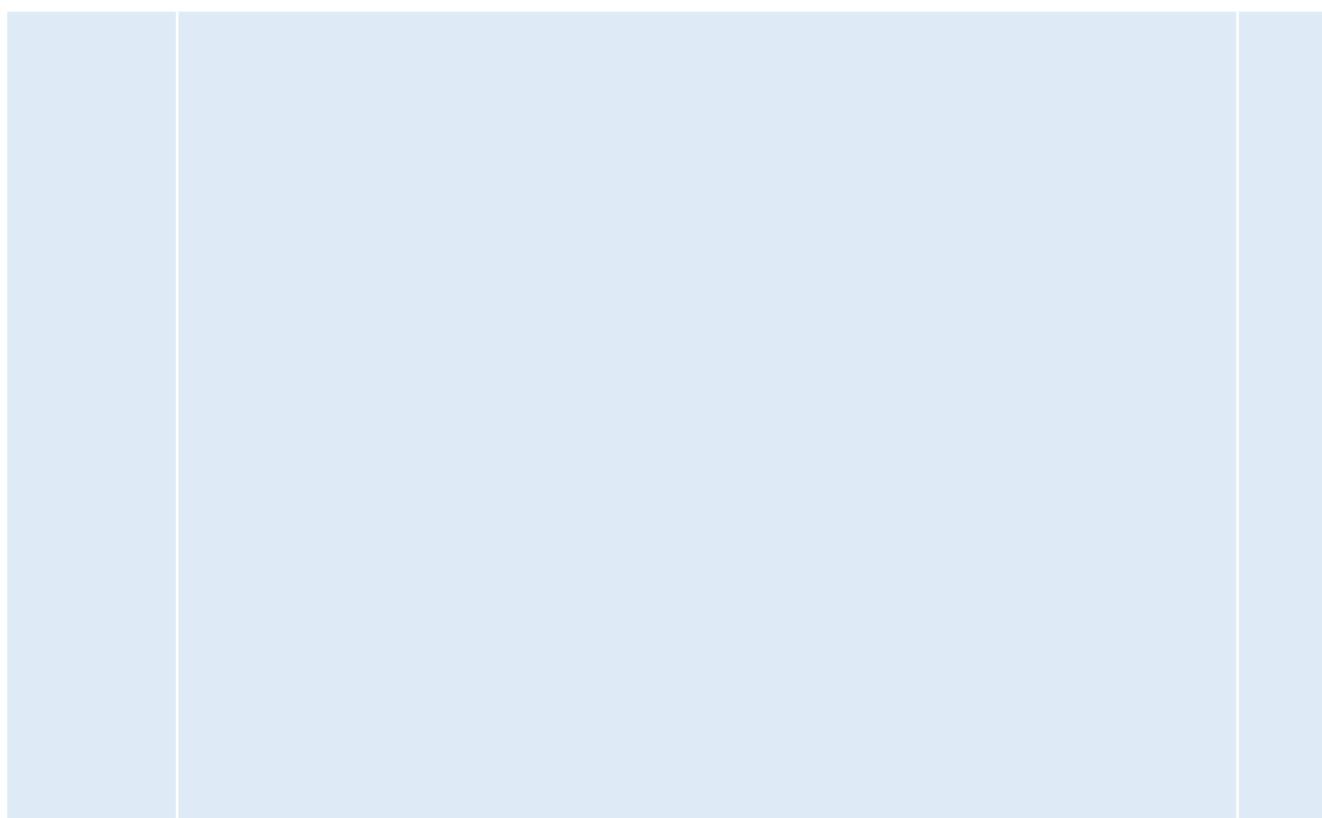
Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

### 2.3.1. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-0) - VERDE

Corresponde à etapa em que os serviços rotineiros estão NORMAIS, não existindo risco à segurança das estruturas dos barramentos nem ao sistema operacional das barragens. Seguem-se os procedimentos de rotina conforme POMM – Plano de Operação Manutenção e Monitoramento.

### 2.3.2. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-1) - AMARELO

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de ATENÇÃO na barragem e/ou no vale a jusante, devido a pequenos riscos estruturais ou hidrológicos, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluyente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente igual às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes).





As tarefas deste nível devem ser coordenadas pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) adotando as seguintes medidas:

- Informar a situação às unidades internas: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) assim que confirmar a situação de atenção, deverá informar o fato, no prazo de 30 dias, ao Empreendedor e ao Coordenador Geral, contendo indicações das ações necessárias para garantia da normalidade.

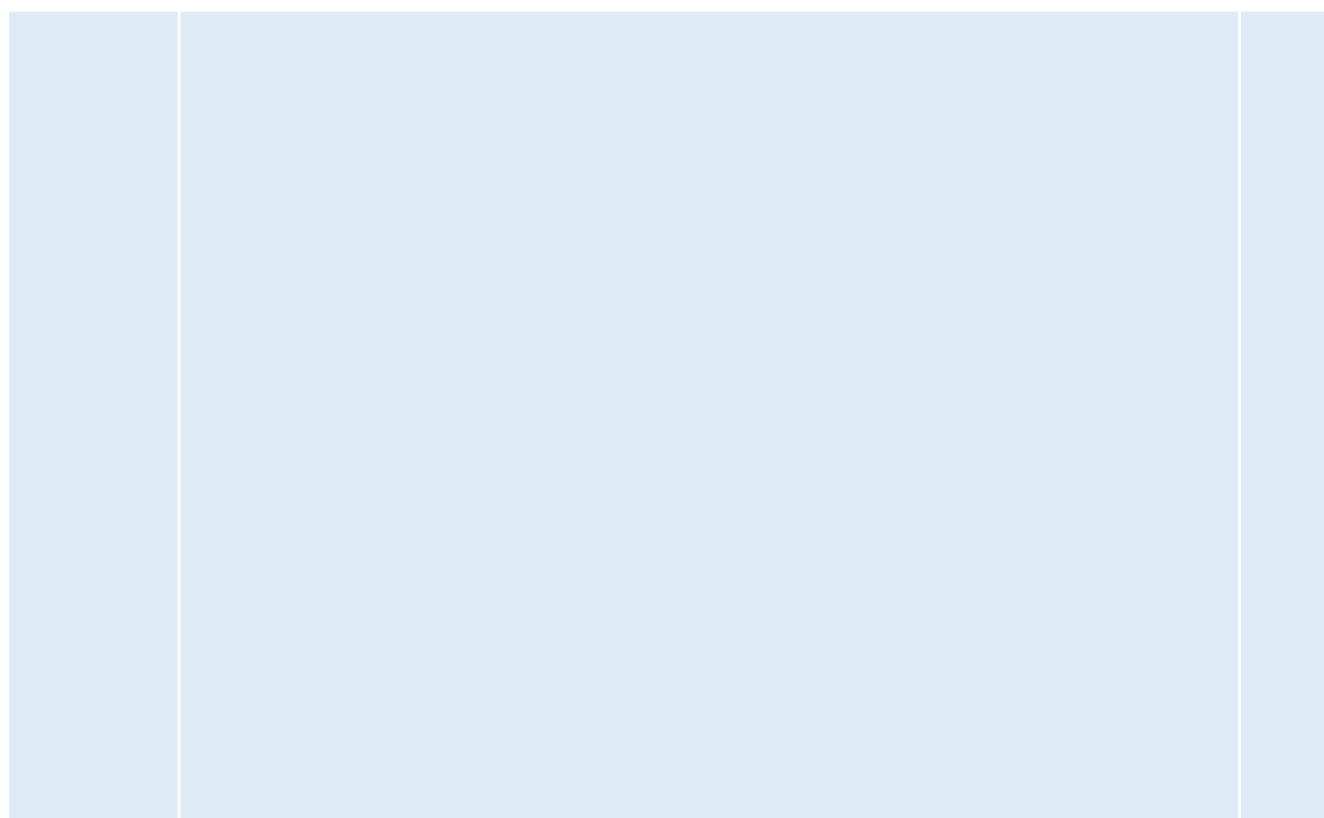
O Empreendedor deverá solicitar ao setor competente a adoção das medidas indicadas.

O Coordenador Geral deverá atualizar a planilha de prioridade e verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários necessários.

### 2.3.3. **AÇÕES DE RESPOSTA (NR-2) - LARANJA**

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de ALERTA na barragem e/ou no vale a jusante, devido a consideráveis riscos estruturais ou hidrológicos, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias naturais com elevado período de retorno, 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 tarefas deste nível devem ser coordenadas pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) adotando as seguintes medidas:





- Informar a situação às unidades internas: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) assim que confirmar a situação de alerta, deverá informar o fato, no prazo de 15 dias, ao Empreendedor e ao Coordenador Geral, contendo indicações das ações necessárias para garantia da normalidade, principalmente o rebaixamento do volume do reservatório ou elaboração de projeto de recuperação da barragem.
- Informar o alerta de inundação na Zona de Autossalvamento: Em caso de liberação de vazão efluente superior às condições de restrição a jusante, o Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá comunicar o risco de alagamento das Zona de Autossalvamento. Para as demais situações correspondentes ao Nível de Resposta 2, o Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá estabelecer sinal de alerta de estado de prontidão na ZAS.

O Empreendedor deverá solicitar ao setor interno competente a adoção das medidas indicadas com prioridade.

O Coordenador Geral deverá atualizar a planilha de prioridade e verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários e extraordinários necessários. O Coordenador Geral deverá analisar a necessidade de aumento na frequência do monitoramento hidrológico ou estrutural. O Coordenador Geral deverá adotar a seguinte medida:

- Informar a situação às unidades externas especializadas: O Coordenador Geral deverá comunicar o estado da barragem e as condições de risco, bem como as



medidas a serem adotadas nas unidades externas especializadas: INEMA (Entidade Fiscalizadora), Defesas Cíveis Estaduais (Bahia e Minas Gerais) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais).

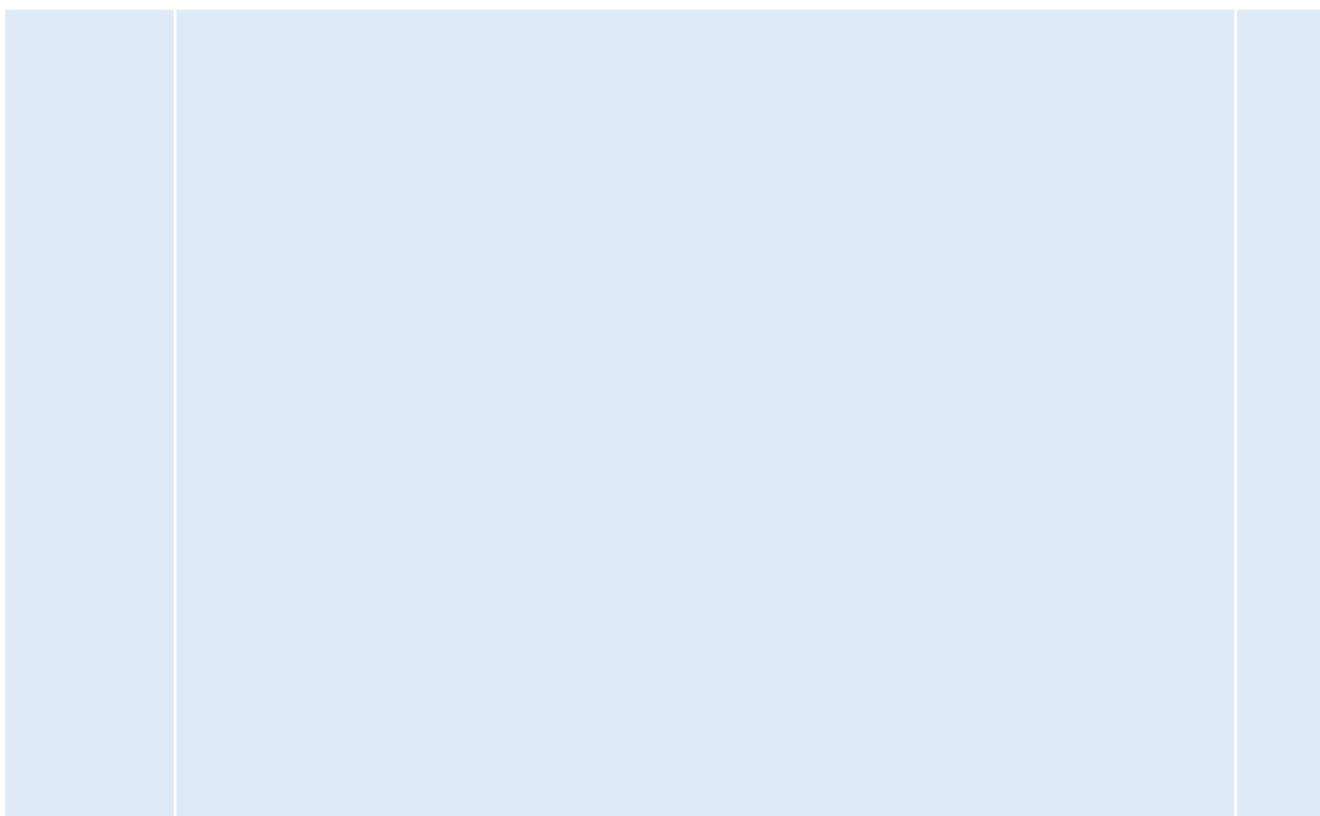
As Defesas Cíveis deverão atuar na Zona de Segurança Secundária.

#### 2.3.4. **AÇÕES DE RESPOSTA (NR-3) - VERMELHO**

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de EMERGÊNCIA na barragem e/ou no vale a jusante, devido a grandes e iminentes riscos estruturais ou hidrológicos, que pode acarretar em inundações naturais ou induzidas pelo rompimento/galgamento da barragem, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias com elevado período de retorno, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluyente 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 tarefas serão desenvolvidas por todos os participantes deste plano, sendo que a partir da decisão de retirada das populações o comando desta ação deverá passar para a Coordenação da Defesa Civil dos Estados de Alagoas e Sergipe. No entanto, as ações na Zona de Autossalvamento são responsabilidade da CODEVASF.

As medidas a serem adotadas pelo Coordenador do PAE serão as seguintes:





- Informar a situação às unidades internas: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional), confirmada a situação de emergência, deverá informar o fato imediatamente ao Empreendedor e ao Coordenador Geral solicitando mobilização de pessoal especializado para as ações emergenciais.
- Alertar a Zona de Autossalvamento: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá ativar o sistema de alerta para emergência na Zona de Autossalvamento para evacuação da população.

O Coordenador Geral deverá adotar a seguinte medida:

- Informar a situação às unidades externas especializadas: O Coordenador Geral deverá comunicar o estado da barragem e as condições de risco, bem como as medidas a serem adotadas as unidades externas especializadas: INEMA (entidade fiscalizadora), Defesas Civas Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as Prefeituras Municipais) constantes no Anexo 1.

O Empreendedor responsável pela CODEVASF deverá criar a Equipe de Controle Emergencial da Barragem, sob coordenação do Coordenador do PAE, assim como estabelecer a Central de Operações. A seguir são apresentadas demais informações em relação as medidas citadas.



- Controle Emergencial da Barragem: A equipe coordenada pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá intensificar o monitoramento estrutural e/ou hidrológico no barramento; elaborar e executar planejamento das intervenções imediatas na barragem, e auxiliar sempre que solicitado as Defesas Civis Estaduais sobre a necessidade de evacuação da população a jusante.
- Montar Central de Operações: O Empreendedor deve articular imediatamente um escritório com as Prefeituras Municipais para montar uma Central de Operações Emergenciais, que servirá de base para planejamento e execução dos serviços emergenciais, articulação com demais órgãos de proteção civil, e comunicação com autoridades e atingidos.

A Central de Operações corresponde a uma sala de situação para encaminhamento das ações de emergência e para comunicação transparente com a sociedade, com participação do empreendedor, de representantes dos órgãos de proteção e defesa civil, da autoridade licenciadora do SISNAMA, dos órgãos fiscalizadores e das comunidades e Municípios afetados (Lei nº 14.066/2020).

As Defesas Civis estaduais e municipais (na falta dessas, as Prefeituras Municipais) deverão comunicar a situação de risco à Polícia Militar e ao Corpo de Bombeiros, assim como atuar na Zona de Segurança Secundária.

O INEMA deverá comunicar a situação de risco à ANA.

Terminada a situação de emergência, a CODEVASF deve providenciar a elaboração do Relatório de Encerramento de evento de emergência, cujo conteúdo mínimo



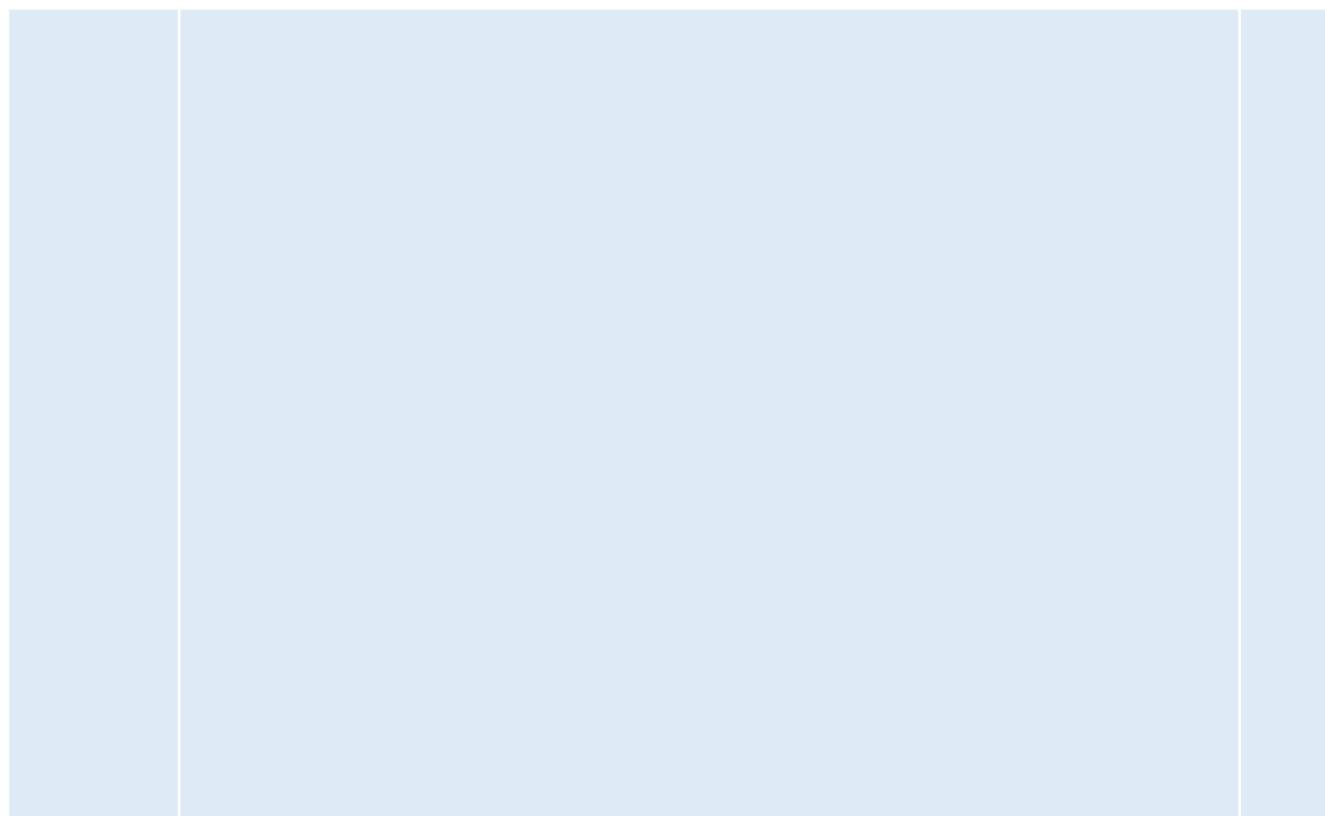
encontra-se apresentado e recomenda-se minimamente que contenha os seguintes itens (Res. ANA n° 236/2017):

- Descrição detalhada do evento e possíveis causas;
- Relatório fotográfico;
- Descrição das ações realizadas durante o evento, inclusive cópia das declarações emitidas e registro dos contatos efetuados;
- Indicação de áreas afetadas com identificação dos níveis ou cotas altimétricas atingidas pela onda de cheia;
- Consequências do evento, inclusive danos materiais, à vida, à propriedade, ao meio ambiente e às atividades econômicas afetadas;
- Proposições de melhorias para revisão do PAE, caso seja necessário;
- Conclusões do evento;
- Proposta/projeto de recuperação da área afetada; e
- Ciência do responsável legal pelo empreendimento.

Esse relatório deverá ser enviado ao órgão fiscalizador assim que concluído.

#### 2.4. **MEDIDAS ESPECÍFICAS DE MITIGAÇÃO DE SITUAÇÕES EMERGENCIAIS**

A CODEVASF está em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil municipais e estaduais, de tal forma a promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais





constantes no PAE, conforme indicado na Lei n.º 12.334/2020, alterada pela Lei n.º 14.066/2020. Nessa fase, a CODEVASF, em consonância com o poder público, estabelecerá as medidas específicas para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural. Deste modo, o PAE deverá ser revisado após conclusão dessa etapa.

## 2.5. RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA RESPOSTA AO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO

A resposta ao pior cenário identificado na Barragem de Ceraíma, sendo tal cenário caracterizado como o rompimento dessa estrutura, deve ter subsídio de recursos humanos e materiais suficientes para gerir a situação com eficiência.

Os recursos humanos correspondem tanto a Equipe de Controle Emergencial da Barragem, quanto aos demais envolvidos no PAE da CODEVASF.

A Equipe de Controle Emergencial deve ser composta, no mínimo, por:

- Eng. Hidrólogo;
- Eng. Geotécnico;
- Eng. de Estruturas;
- Eng. Mecânico;
- Bombeiro Hidráulico;
- Auxiliar de Obra; e



- Motorista.

Para fazer face a situação de emergência devem existir recursos materiais fixos, mobilizáveis e renováveis, devendo ser apresentados no Anexo 3, 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:

- Sistema de alimentação de energia elétrica;
- Central de Operações; e
- Sistema de comunicações, instalado na Central de Operações, e o sistema de alerta constituído por unidades dispersas na ZAS.

A Central de Operações é 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,
- Mobilizar e gerir recursos;
- Manter e arquivar registros do desenrolar da situação 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 e Entidades Fiscalizadoras).



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.

Em relação aos recursos materiais mobilizáveis, incluem-se os seguintes:

- Equipamentos diversos (gruas, caminhões, retro escavadoras, 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.



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

A CODEVASF está implantando em seus empreendimentos os recursos humanos e materiais necessários conforme dimensionamento apresentado nesse capítulo. Deste modo, o PAE deverá ser revisado após conclusão dessa etapa.

### 3. PLANO DE COMUNICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

#### 3.1. OBJETIVO

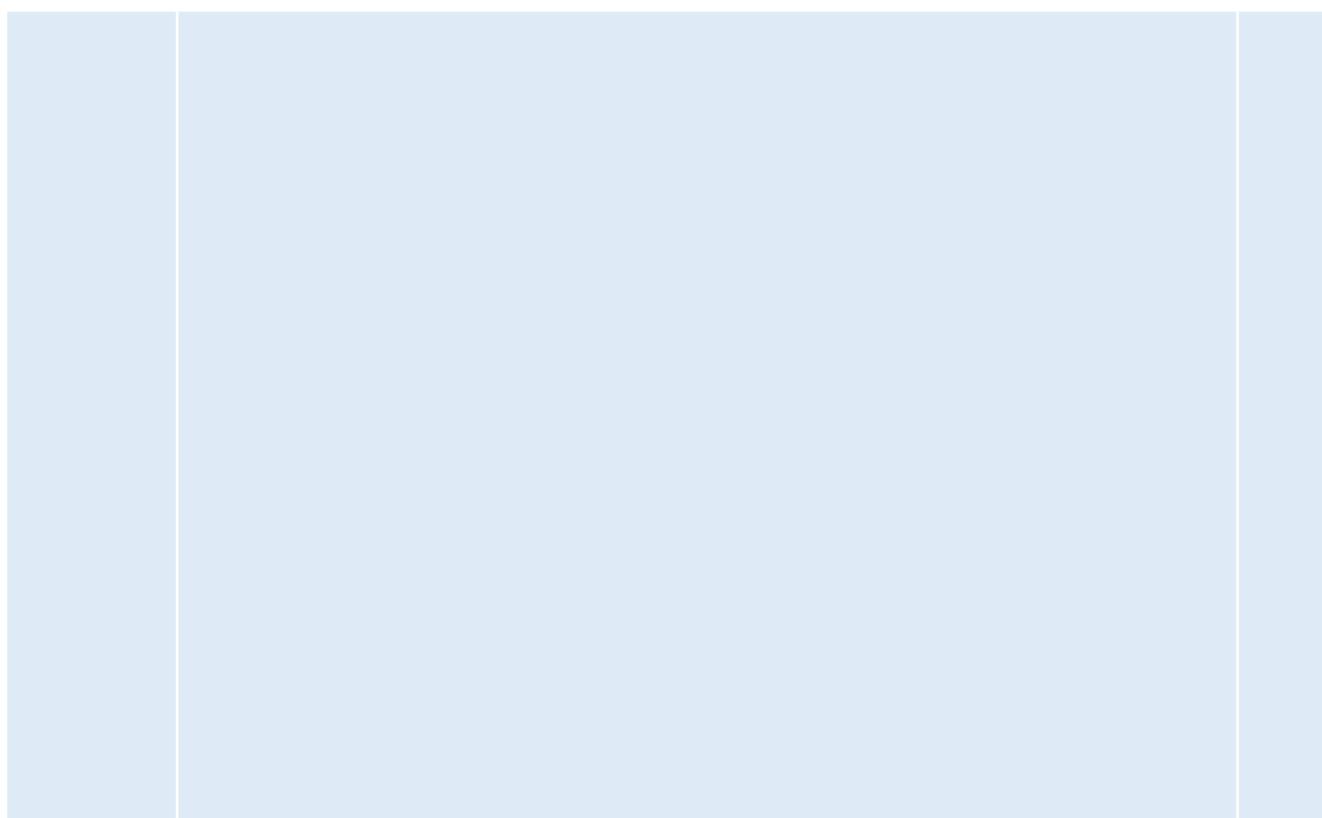
Os procedimentos de comunicação visam garantir os seguintes pontos:

- Definir quem notifica e quem é notificado;
- Identificar os nomes dos intervenientes, das organizações responsáveis e principais tomadores de decisão das ações emergenciais, com respectivos números para contato e recursos alternativos de comunicação;
- Definir os meios de comunicação entre o Coordenador do PAE (responsável por desencadear o alerta) e as entidades a alertar;
- Definir os dispositivos de alerta sonoros para informar a população da ZAS da iminência ou ocorrência de um acidente na barragem; e
- Acionar o Sistema de Proteção e Defesa Civil.

#### 3.2. PLANO DE COMUNICAÇÃO

A comunicação 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 (INEMA e Sistema de Defesa Civil), conforme Figura 3.1.

Figura 3.1 – Organograma Esquemático dos Participantes do PAE.





Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

O Anexo 1 apresenta os contatos dos responsáveis do PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e defesa civil, das unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas.

O Anexo 2 apresenta formulários direcionados para o PAE, nomeadamente, os formulários de declaração de início e de encerramento de emergência e o de mensagem de notificação.

O Fluxograma de Acionamento está apresentado no Anexo 7.



### 3.3. SISTEMA DE ALERTA

O sistema de alerta estabelecido, no caso do PAE, para a ZAS deve constar com sistema em funcionamento permanente e que possam ser facilmente acionados, de modo a garantir o alerta à população e aos ocupantes desta região. Além disso deve considerar a delimitação de meios de comunicação para estabelecer contato com as autoridades de proteção e Defesa Civil. O sistema de alerta deve prevenir a ocorrência de falsos alarmes e manter um programa de manutenção para garantir seu pleno funcionamento.

As estratégias de alerta, comunicação e orientação à população potencialmente afetada na ZAS serão debatidas com as Defesas Civis e a as Prefeituras Municipais. Os avisos de situações de emergência para a população na ZAS poderão ser feitos por telefone (ligação ou mensagens), sinais sonoros ou luminosos tais como: buzinas, apitos, sirenes etc. Esses avisos somente serão acionados quando deflagrados uma situação de emergência correspondente ao NR-2 e NR-3 e que reúna circunstâncias necessárias para uma evacuação interna da barragem e na ZAS. Outros meios de comunicação também poderão ser utilizados, por exemplo, rádio e televisão.

O alerta a população da ZAS consiste em estabelecer estado de prontidão e emergência para o NR-2 e NR-3, respectivamente. Sendo necessário esclarecer a gravidade de cada situação a população da ZAS.



#### 4. ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES DOS ENVOLVIDOS NO PAE

##### 4.1. EMPREENDEDOR (CODEVASF)

A CODEVASF, representada pelo contato do empreendedor apresentado no Anexo 1, de acordo com a Lei n.º 12.334/2010, alterada pela Lei n.º 14.066/2020, deve:

- Articular com os órgãos de proteção e defesa civil municipais e estaduais para promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes do PAE;
- Ouvir os órgãos de proteção e defesa civil e os representantes da população da área potencialmente afetada na fase de elaboração do PAE quanto às medidas de segurança e aos procedimentos de evacuação em caso de emergência;
- Realizar, juntamente com os órgãos locais de proteção e defesa civil, em periodicidade a ser definida pelo órgão fiscalizador, exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem;
- Estender os elementos de autoproteção existentes na ZAS aos locais habitados da ZSS nos quais os órgãos de proteção e defesa civil não possam atuar tempestivamente em caso de vazamento ou rompimento da barragem;

Ademais, a CODEVASF possui as seguintes responsabilidades.



- Providenciar a elaboração e atualização do PAE;
- Promover treinamentos internos, no máximo a cada dois anos, e manter os respectivos registros de treinamento;
- Participar dos treinamentos organizados pelos organismos de Defesa Civil;
- Designar o Coordenador do PAE;
- Disponibilizar recursos quando a necessidade de recursos for além da autonomia do Coordenador do PAE;
- Protocolar o PAE nas autoridades públicas com funções na gestão da emergência, em especial nas prefeituras, autoridades de proteção e defesa civil dos municípios potencialmente afetados;
- Estabelecer a Central de Operações Emergenciais em caso de NR-3;
- Contactar os setores internos competentes da CODEVASF para auxílio ao Coordenador do PAE quando necessário;
- Determinar os membros da Equipe de Controle Emergencial da Barragem;
- Autorizar a emissão da declaração de encerramento de emergência;
- Programar as reuniões de avaliação depois dos eventos de emergência;
- Ter pleno conhecimento das Ações de Resposta do PAE e do Plano de Comunicação;
- Estabelecer, em conjunto com a Defesa Civil, estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS sobre procedimentos a serem adotados nos Níveis de Resposta 2 e 3; e
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de emergência com a ciência do responsável legal da barragem e das Defesas Cíveis.



#### 4.2. COORDENADOR DO PAE (SUPERVISOR REGIONAL)

O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) por delegação da CODEVASF, possui as seguintes responsabilidades:

- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os Níveis de Resposta;
- Visitar mensalmente a Barragem de Ceraíma;
- Estabelecer contatos com o Empreendedor e Coordenador Geral;
- Emitir declaração de início e encerramento de situação de emergência;
- Ter pleno conhecimento das Ações de Resposta do PAE e do Plano de Comunicação;
- Coordenar a Equipe de Controle Emergencial da Barragem; e
- Auxiliar na elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

#### 4.3. COORDENADOR GERAL

O Coordenador Geral, por delegação da CODEVASF, possui as seguintes responsabilidades:

- Estabelecer e manter contato com as Defesas Civas, Prefeituras Municipais e a Entidade Fiscalizadora;



- Ter pleno conhecimento das Ações de Resposta do PAE e do Plano de Comunicação;
- Verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários e extraordinários necessários para eventuais situações anômalas;
- Verificar a necessidade do aumento de frequência no monitoramento hidrológico e estrutural do empreendimento; e
- Auxiliar na elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

#### 4.4. ENCARREGADO DA BARRAGEM

O Encarregado da Barragem Ceraíma, por delegação da CODEVASF, possui as seguintes responsabilidades:

- Monitorar diariamente a barragem e estruturas associadas; e
- Contactar o Coordenador do PAE ao detectar alguma possível anomalia no empreendimento.

#### 4.5. EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM

A Equipe de Controle Emergencial da Barragem será criada pela CODEVASF quando definida uma situação de Nível de Resposta 3. A Equipe será liderada pelo Coordenador do PAE e possui as seguintes responsabilidades:



- Intensificar o monitoramento hidrológico e/ou estrutural no empreendimento;
- Elaborar e executar o planejamento das intervenções imediatas na barragem; e
- Auxiliar sempre que solicitado as Defesas Cíveis Estaduais, Prefeituras Municipais e demais órgãos competentes.

#### 4.6. **CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS**

A Central de Operações Emergenciais será criada pela CODEVASF quando definida uma situação de NR-3. A Central de Operações possui as seguintes responsabilidades:

- Planejamento e execução dos serviços emergenciais;
- Articulação com as Defesas Cíveis e Prefeituras Municipais; e
- Comunicação com demais autoridades e atingidos.

#### 4.7. **SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL E DEMAIS AUTORIDADES**

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), que atua na redução de desastres em todo o território nacional, e, no que interessa a emergências em barragens, é constituído no nível estadual pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), órgão ligado ao gabinete do Governador, que comporta diversos órgãos estaduais (por exemplo, a



polícia militar e os Corpos de bombeiros) e 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).

Por força da Lei 12.608/2012, os municípios estão obrigados a elaborar os seus respectivos Planos de Contingência Municipais de Proteção e Defesa Civil (PLANCON) para favorecer a ação de proteção e defesa civil para toda e qualquer ameaça a qual o município está submetido.

Portanto, os órgãos e as autoridades públicas já possuem a responsabilidade formal de atuar durante a ocorrência de situações de emergência nos municípios, pela ação coordenada entre estes nas diferentes esferas municipal, estadual e federal.

As COMDECs dos municípios situados a jusante e que são atingidos devido a uma hipotética ruptura da barragem, devem alertar e conduzir ações de salvamento às populações, tendo o apoio da CODEVASF para as ações na ZAS, onde entende-se que, na emergência, não haverá tempo hábil para ações das autoridades de proteção e defesa civil dos municípios implantarem o previsto nos respectivos planos de contingências.

A participação das autoridades de defesa civil na implantação do PAE é essencial para a efetividade das ações de emergência aqui estabelecidas; assim, entende-se que as responsabilidades das autoridades de proteção e defesa civil devem concentrar em ações de planejamento contemplando, dentre outras, as seguintes atividades:

- Fornecer informações sobre quais os meios de comunicação utilizado pelas autoridades de proteção e defesa civil envolvidas nas ações do PAE;



- Orientar a CODEVASF sobre quais os meios de comunicação são mais efetivos a serem adotados nas situações de emergência para alertar a população da ZAS;
- Analisar e aprovar as rotas de fuga e pontos de encontro na ZAS, propostos pela CODEVASF;
- Proceder à determinação de rotas de fuga e pontos de encontro na ZSS; e
- Divulgar as ações de autossalvamento, organizar treinamentos e simulados externos, com apoio da CODEVASF.

## 5. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO E MAPAS DE INUNDAÇÃO

### 5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO

A avaliação da propagação da onda de cheia e dos mapas de inundação foi realizada a partir da utilização do modelo hidrodinâmico HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center - River Analysis System*), versão 5.0.7, do *U.S. Army Corps of Engineers*, de uso difundido e consolidado em estudos dessa natureza.

O estudo de inundação da Barragem Ceraíma baseou-se em diferentes cenários passíveis de ocasionar danos a jusante do empreendimento, englobando as simulações das cheias naturais com diferentes tempos de recorrência, do vertimento máximo do órgão extravasor e das rupturas hipotéticas mais provável e extrema.

Nesse capítulo são apresentadas as principais informações do estudo, dispondo apenas o cenário de ruptura extrema (Tabela 5.1), utilizado para delimitação da ZAS e ZSS. As informações completas dos demais cenários são encontradas no relatório "1.3 Estudos de Rompimento da Barragem - 1901-CE-0-GE-G00-00-C-13-RT-0001".

Como condição de contorno de jusante, devido à falta de informações disponíveis, definiu-se a declividade da linha de energia na seção de saída como sendo igual a 0,05%. O passo de tempo do modelo foi mantido em 30 segundos para todas as simulações.

A região a jusante da Barragem Ceraíma abrange predominantemente plantações e vegetações nativas. Portanto, foi adotado coeficiente de rugosidade de Manning único para o modelo hidrodinâmico de  $0,035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ , valor próximo do limite inferior sugerido na bibliografia Chow (1959).

Relativo aos valores das características de brecha utilizados no modelo hidrodinâmico HEC-RAS 5.0.7 da Barragem Ceraíma, adotou-se os valores apresentados na Tabela 5.2 (Froehlich, 2008).

O Modelo Digital de Terreno (MDT) utilizado foi desenvolvido a partir de Perfilamento Laser Aerotransportado, contemplando uma área na ordem de 420 km<sup>2</sup> com amostragem espacial de 10 m de aresta, a qual abrange a região das estruturas e o vale a jusante do barramento de Ceraíma. O sistema de referência e projeção empregados foram SIRGAS 2000 e UTM (Universal Transversa de Mercator). O MDT utilizado no estudo está apresentado na Figura 5.1.

A Figura 5.2 apresenta o hidrograma (em preto) e o cotograma (em azul) de ruptura calculado a jusante da Barragem Ceraíma no Cenário de Ruptura Extrema.

Foram traçadas 24 seções transversais a jusante, esquematizadas na planta apresentada Figura 5.3, com intervalos de 1 km nos primeiros 5 quilômetros a jusante da barragem, prosseguindo depois com uma cadência de intervalos maiores, conforme recomendações ANA (2016) garantindo informação nas zonas singulares, que coincidam com elementos em risco. A Tabela 5.3 consiste na síntese dos resultados obtidos para cada seção estudada.

Tabela 5.1 – Cenário de Ruptura Extrema.

Cenário	Descrição do cenário	Vazão efluente		Largura média da brecha (m)	Tempo de ruptura (h)	Nível de água no reservatório no início da simulação (m)
		Critério	Vazão (m <sup>3</sup> /s)			

6	Ruptura extrema por galgamento	Vertimento Máximo Efluente	1979	101,7	1,81	575,10
---	--------------------------------	----------------------------	------	-------	------	--------

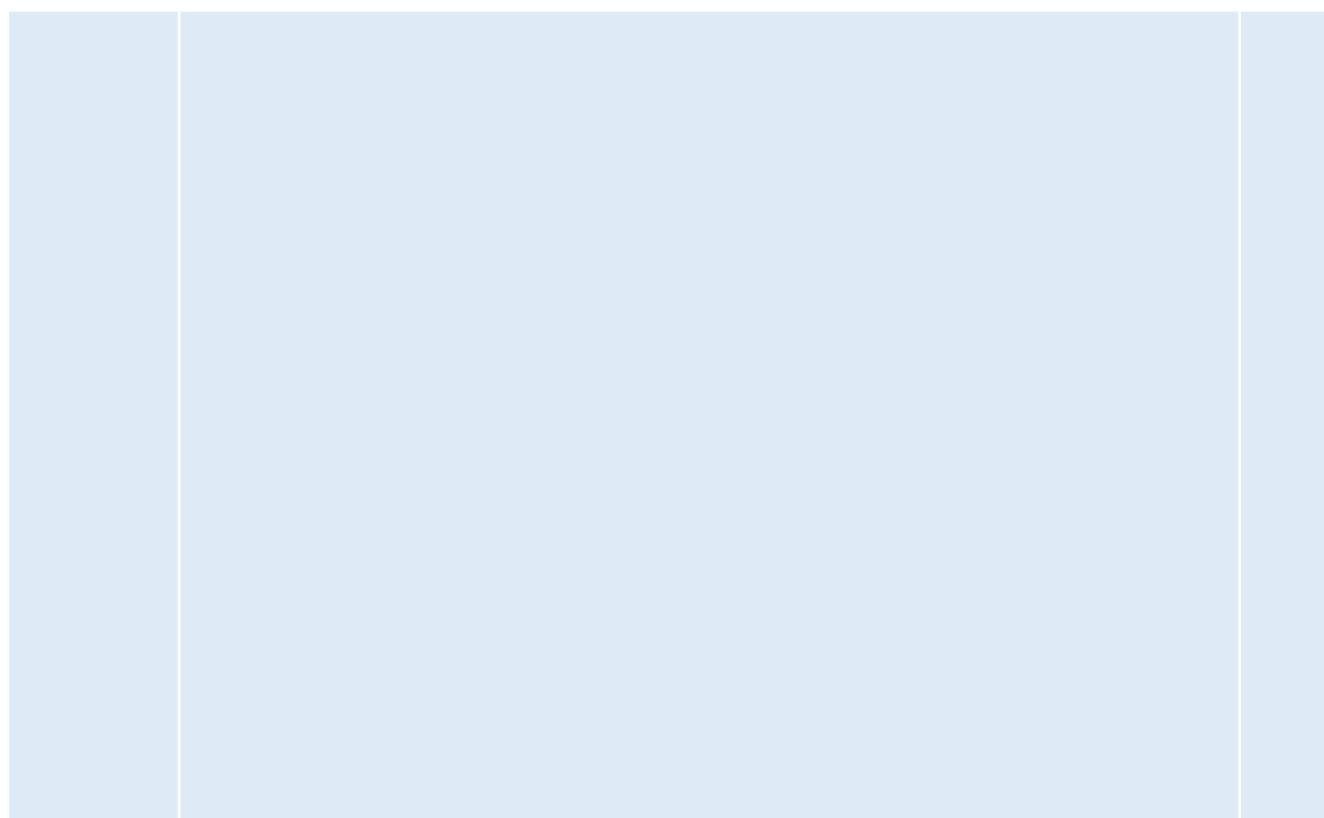
Fonte: Intertechne, 2020.

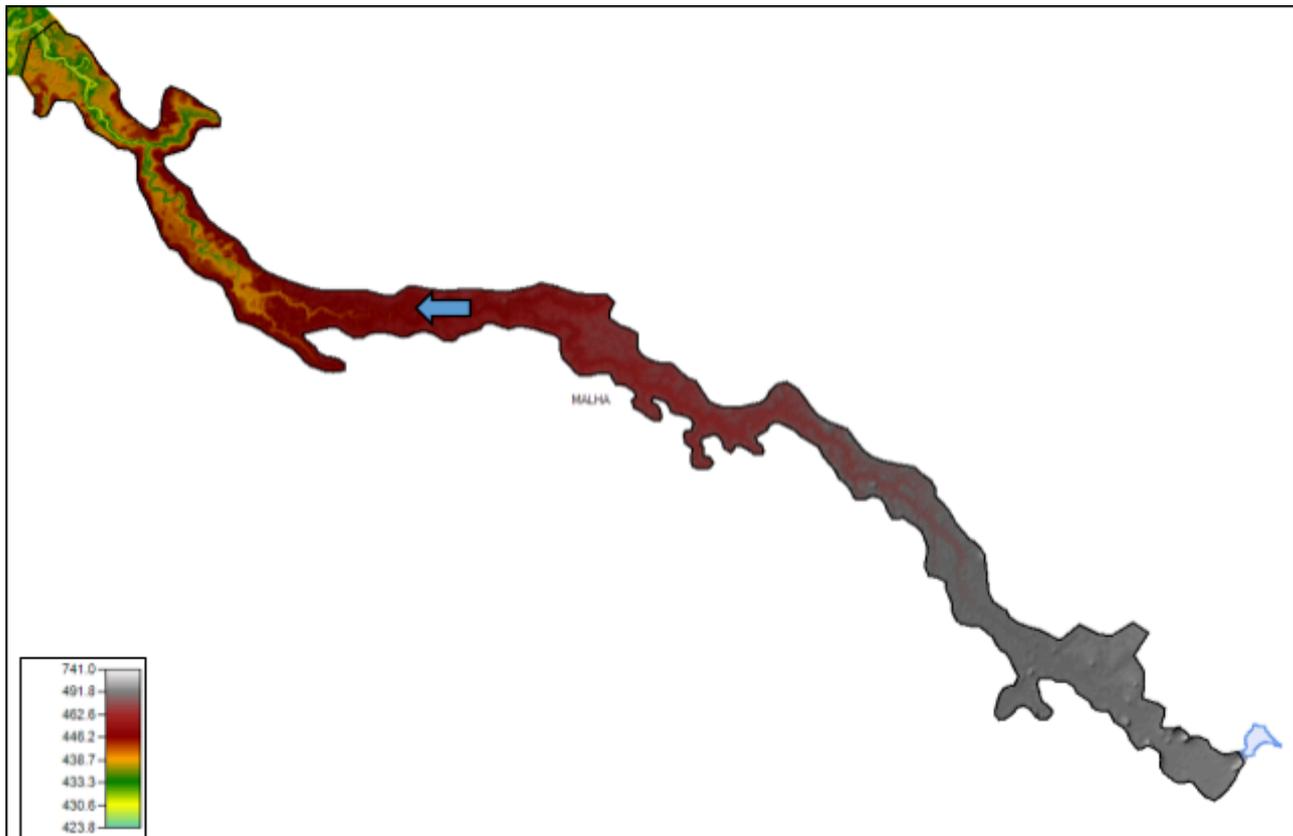
Tabela 5.2 – Características de Brecha de Ruptura.

Cenário	Tipo de ruptura	NA de ruptura (m)	Cota de fundo (m)	Altura (m)	Inclinação dos taludes laterais (H:V)	Tempo de ruptura (h)	Largura média (m)
6	Extrema	575,10	551,00	25,10	1,00	1,89	126,60

Fonte: Intertechne, 2020.

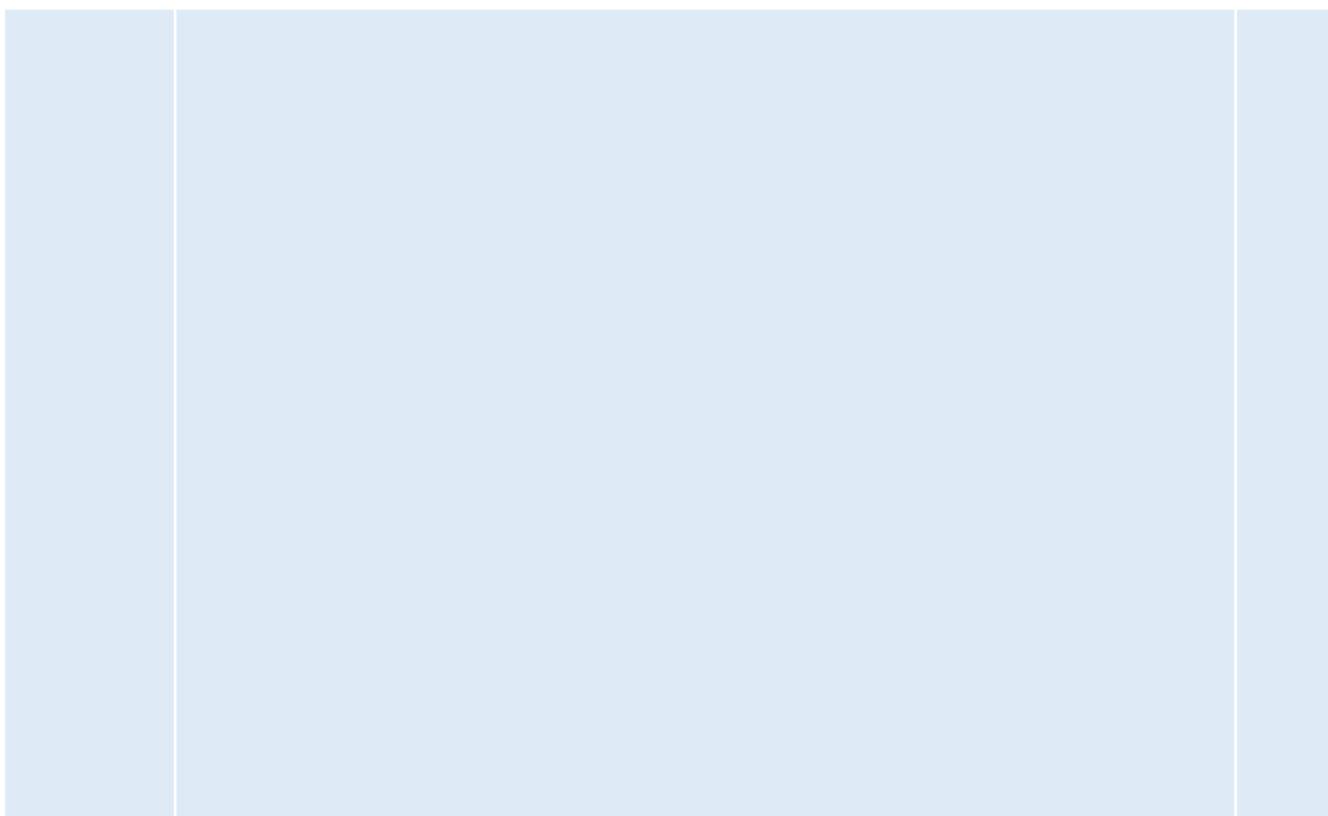
Figura 5.1 – Modelo Digital de Terreno (MDT).

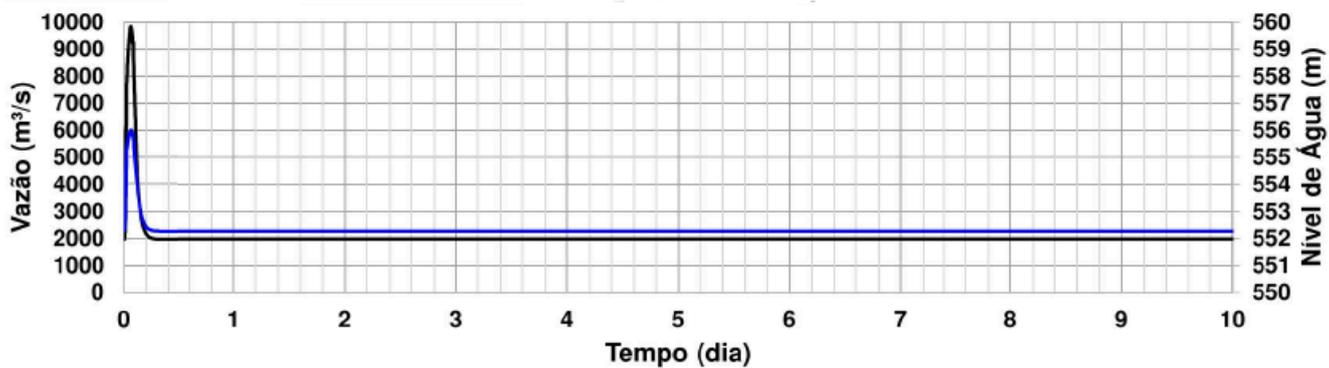




Fonte: Intertechne, 2020.

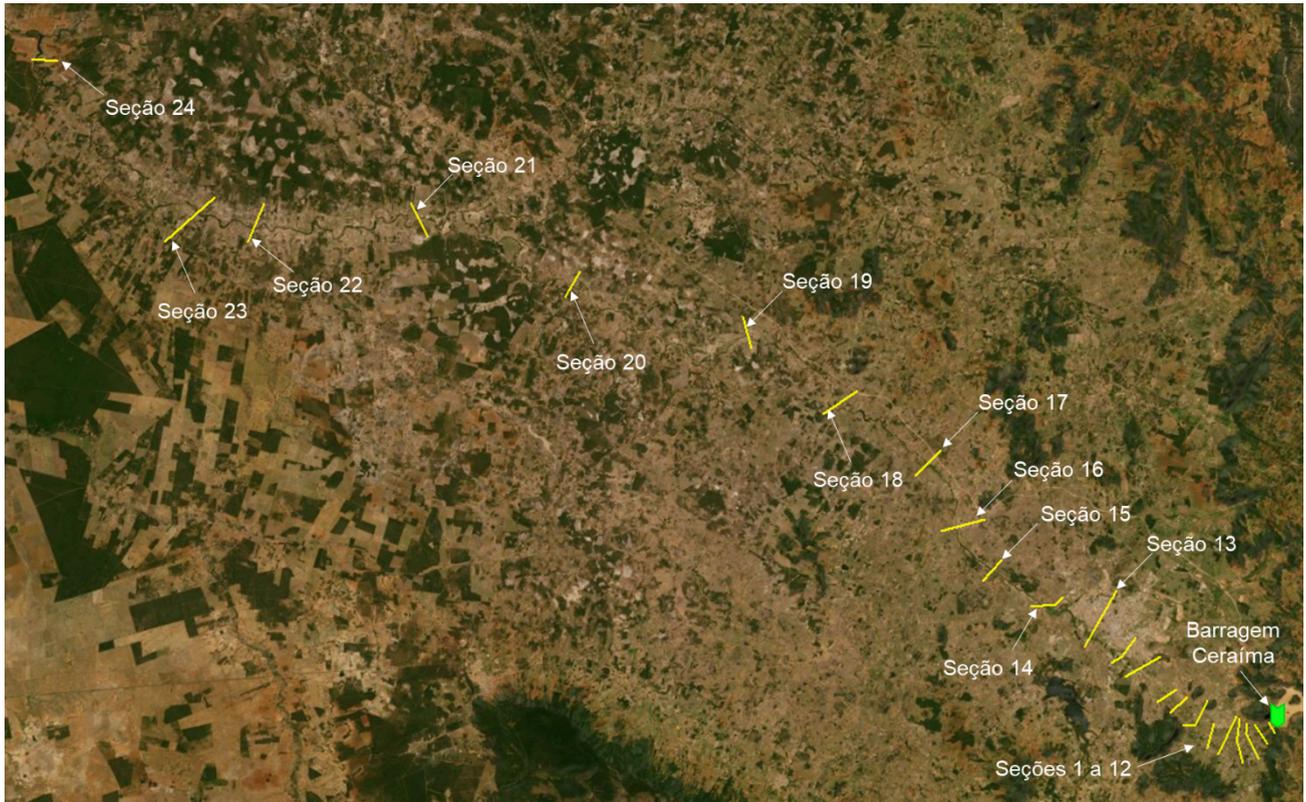
Figura 5.2 – Hidrograma e Cotograma na Seção da Barragem – Cenário 6 – Galgamento.





Fonte: Intertechne, 2020.

Figura 5.3 – Seções para Apresentação dos Resultados.



Fonte: adaptado de Intertechne, 2020.

Tabela 5.3 – Resultados do Cenário Extremo.

Distância do barramento pelo leito do rio (km)	Seção	Tempo de chegada da frente de onda (h):	Tempo de chegada do pico da onda (h):	Velocidade Máxima (m/s):	Vazão Máxima (m³/s)	Nível Máximo (m):	Duração da Onda (h):
0,1	Seção 1	0:20	1:25	12.6	9837	556	2:55
1.0	Seção 2	0:25	1:25	6.4	9838	550	2:40
2.0	Seção 3	0:30	1:25	6.5	9832	546.8	2:25
3.0	Seção 4	0:40	1:30	3.9	9813	541.6	1:40
4.0	Seção 5	0:45	1:40	4.1	9781	538.7	1:50
5.0	Seção 6	0:50	1:40	5.1	9774	536.2	2:00
7.0	Seção 7	0:55	1:50	3.8	9721	531.8	2:30
9.0	Seção 8	1:00	1:55	5.2	9697	527.5	2:30
11.0	Seção 9	1:10	2:00	4.4	9679	523.4	1:55
13.0	Seção 10	1:20	2:15	4.9	9594	516.8	2:25
15.0	Seção 11	1:30	2:25	2.7	9531	513.5	2:35
17.0	Seção 12	1:35	2:35	3.4	9441	509.1	3:15
21.0	Seção 13	2:05	3:10	4.2	8867	502.2	3:20
25.0	Seção 14	2:20	3:30	4.1	8529	497.6	3:45
29.0	Seção 15	2:45	3:55	4.4	8082	493.7	3:35
33.0	Seção 16	3:20	4:40	2.8	7549	488.4	4:10



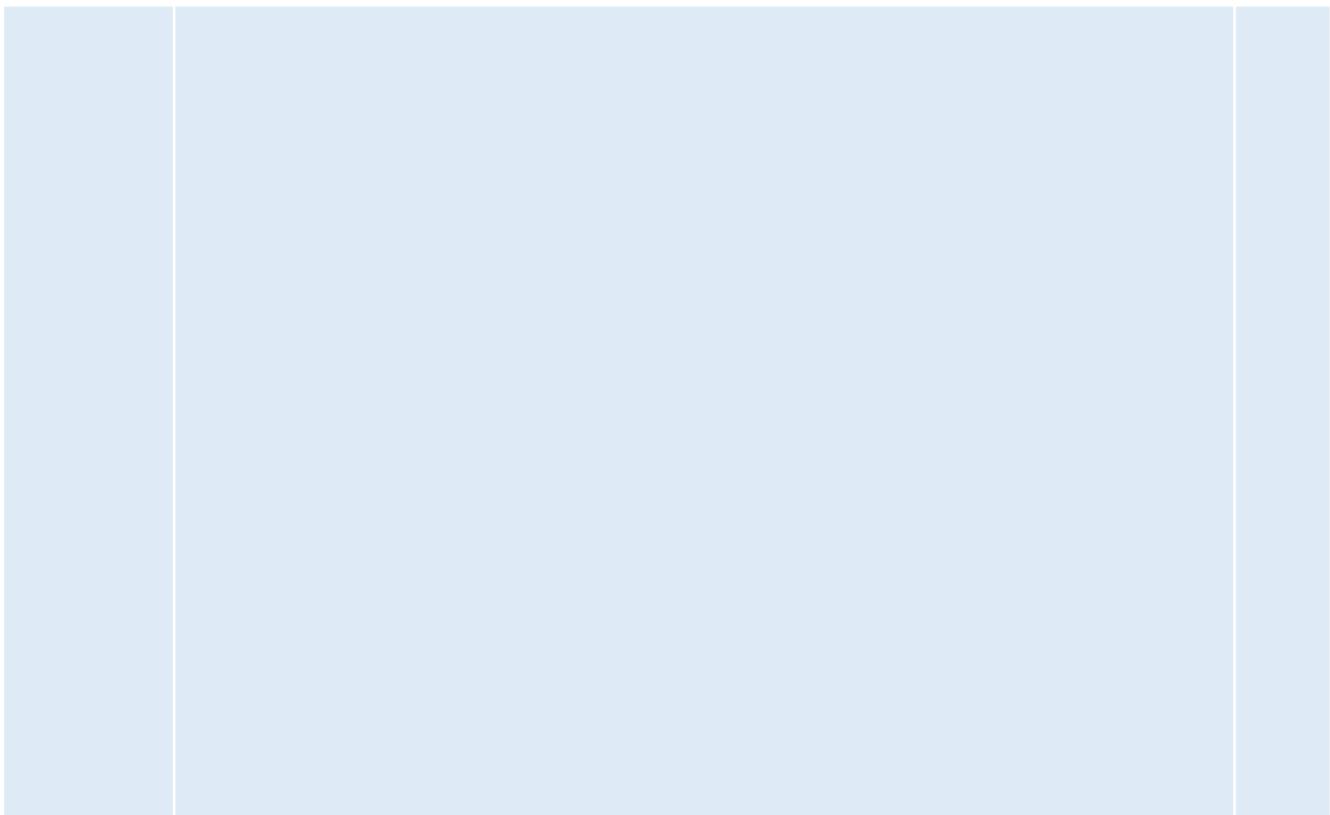
41.0	Seção 17	4:10	5:50	3.2	6682	482.2	4:50
49.0	Seção 18	5:15	6:40	3	6293	474.5	4:00
65.0	Seção 19	7:10	9:15	2.5	5180	464.8	4:45
81.0	Seção 20	10:15	11:25	2.1	4744	455.1	1:40
97.0	Seção 21	11:25	13:35	2.7	4366	449.2	5:40
102.0	Seção 22	12:05	14:15	2.1	4201	446.5	5:50
122.0	Seção 23	15:45	19:20	1.9	3641	439.4	8:55
136.0	Seção 24	19:05	21:35	3.3	3315	435.4	6:00

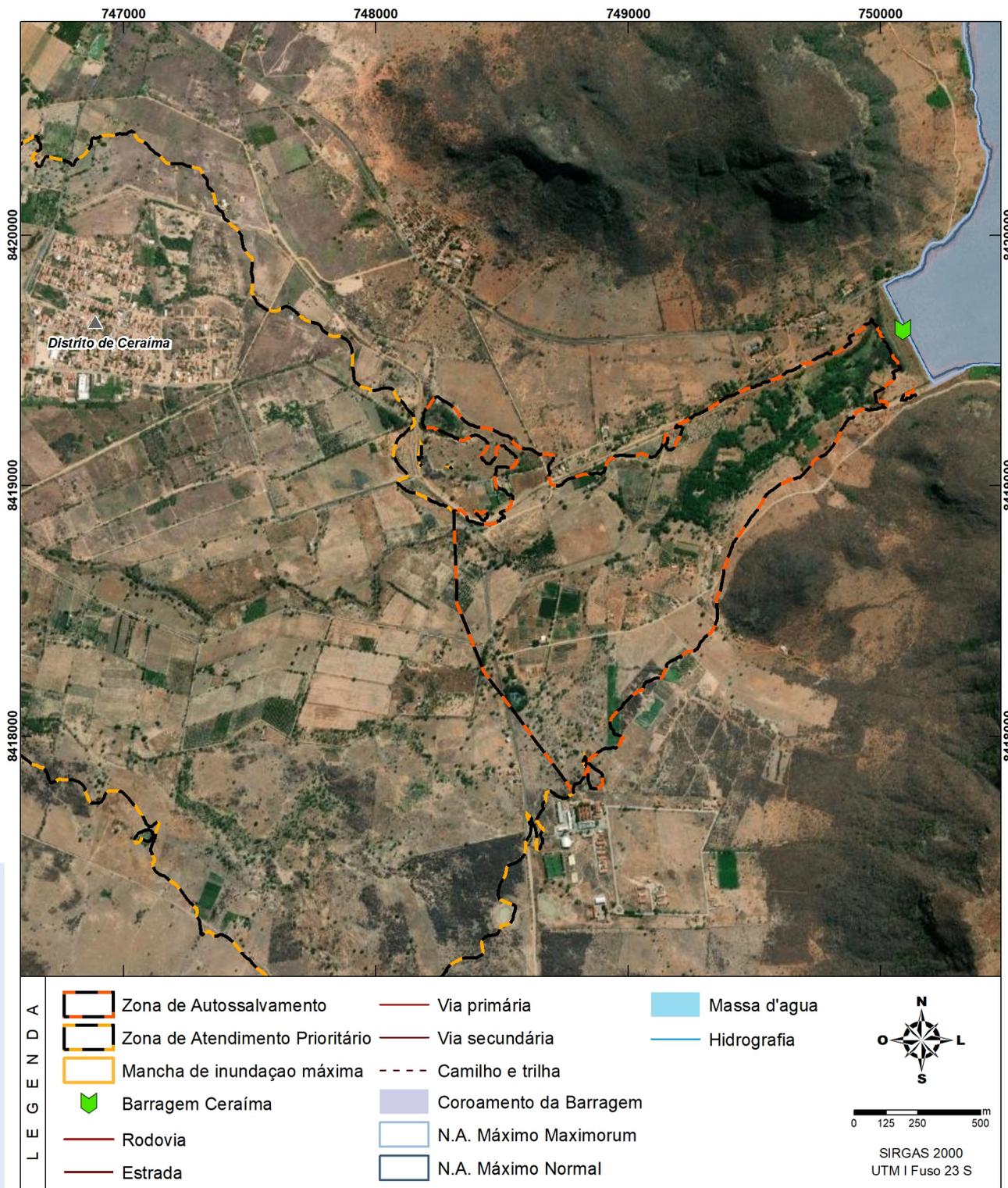
Fonte: Intertechne, 2020.



## 5.2. DELIMITAÇÃO DA ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA

Figura 5.4 – Zona de Autossalvamento (ZAS)







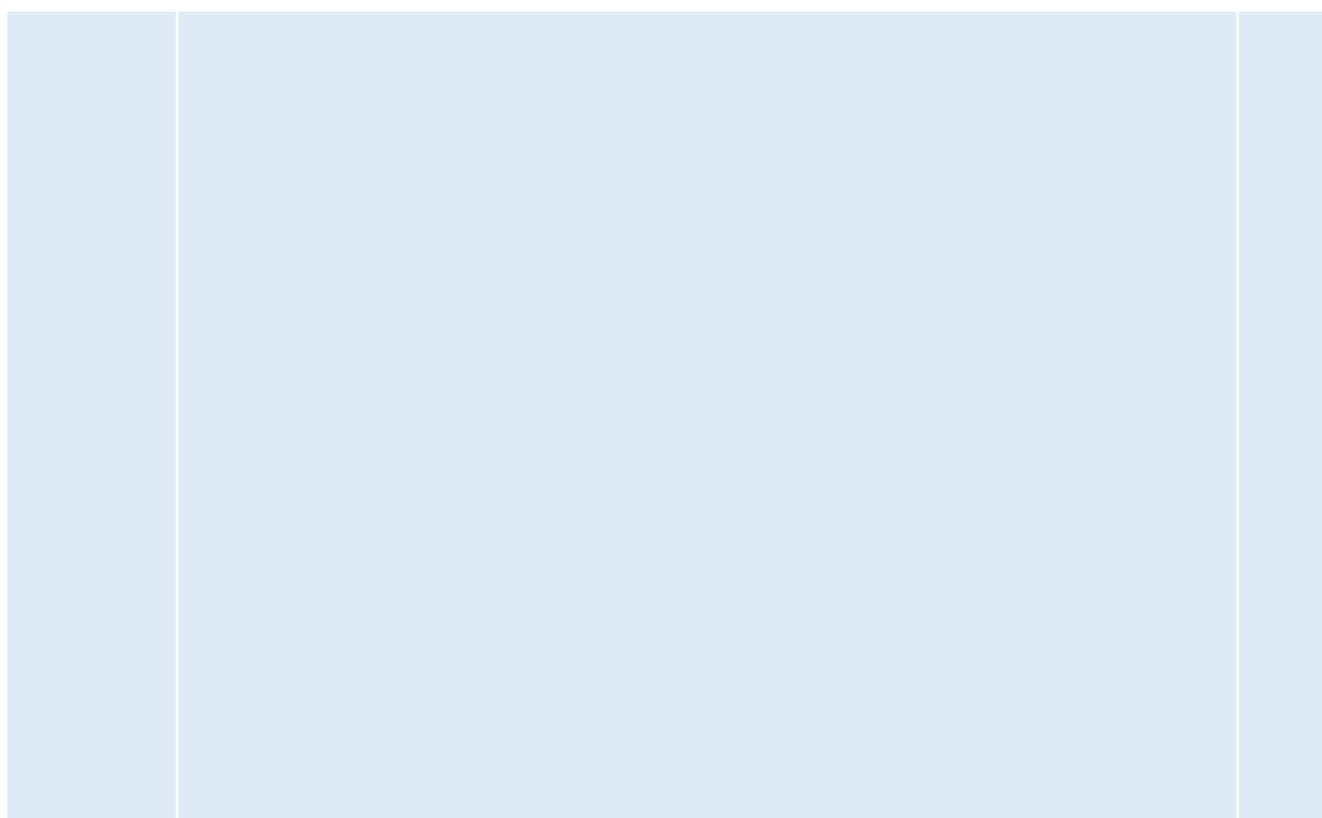
Fonte: RHA Engenharia, 2021.

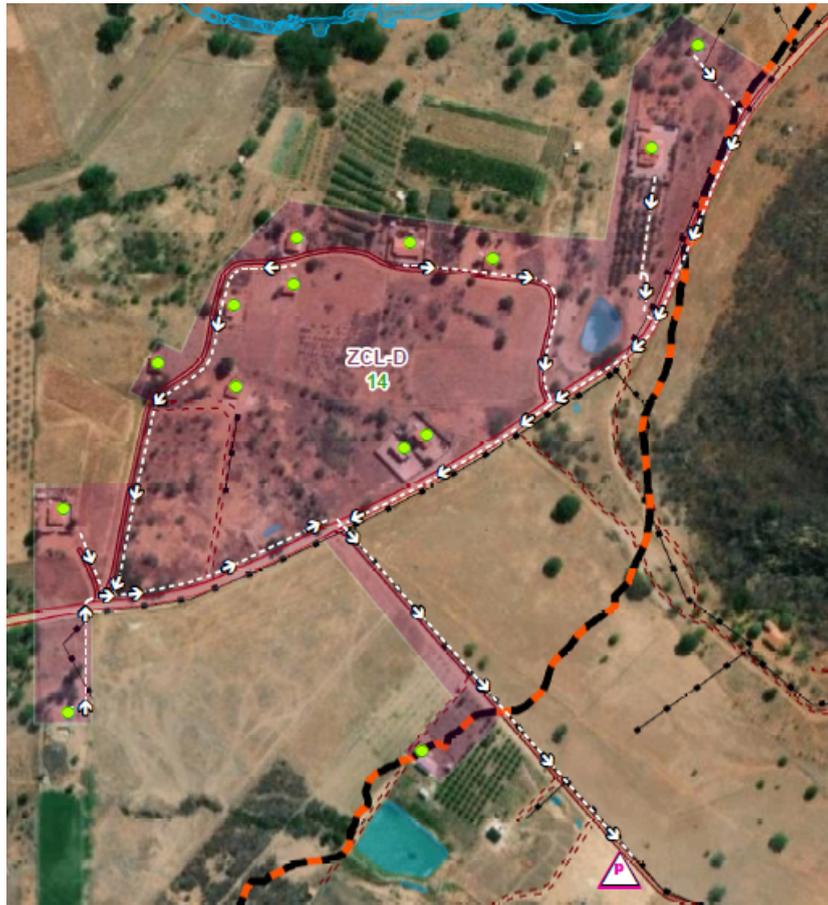
Os critérios adotados para delimitação da ZAS, esquematicamente apresentada na Figura 5.4, e ZSS estão inseridos no Anexo 6. Os Mapas da ZAS e Mancha de Inundação Máxima, com demarcação da ZSS, estão dispostos no Anexo 11.

### 5.3. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO

Os critérios adotados para delimitação das Rotas de Fuga (RF) e Pontos de Encontro (PE) das Zonas de Concentração Local (ZCL) estão inseridos no Anexo 6. A Figura 5.5 exemplifica a representação adotada no Mapa da ZAS (Anexo 11), enquanto que a Tabela 5.4 relaciona as ZCLs com seus respectivos PEs.

Figura 5.5 – Exemplo de representação utilizado no Mapa da ZAS.





- |  |   |  |
|--|---|--|
|  Zona de Autossalvamento      |  Ponto de encontro |  Zona de concentração local   |
|  Zona de segurança secundária |  Rota de fuga      |  Número de edificações na ZCL |



Fonte: Recorte do Mapa da ZAS, RHA, 2021.

Tabela 5.4 – Resumo das ZCLs e PEs adotadas no Mapa da ZAS.

<b>Cód. ZCL</b>	<b>Nº Edif. ZCL</b>	<b>Cód. PE</b>
ZCL-A	2	PE-A
ZCL-B	6	PE-B
ZCL-C	2	PE-C
ZCL-D	14	PE-D
ZCL-E	9	PE-E

Fonte: RHA Engenharia, 2021.



## 6. LEVANTAMENTO CADASTRAL E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO ZAS, INCLUINDO A IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADES SOCIAIS

### 6.1. MAPEAMENTO DE DANOS NA MANCHA DE INUNDAÇÃO

Com o objetivo de mitigar os estragos humanos e da infraestrutura em um cenário de desastre, a partir dados cartografados foram identificados e quantificados os danos no vale de jusante afetado pelo possível rompimento da Barragem Ceraíma, os quais incluem:

- Área total e percentual do(s) município(s);
- Estimativa da população atingida;
- Estimativa de domicílios atingidos;
- Quantificação do sistema viário atingido;
- Número de pontes atingidas; e
- Quantificação das infraestruturas de energia atingidas.

Os resultados desta quantificação são apresentados nas Tabelas 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5. tais tabelas trazem o cômputo dos danos tanto para o vale a jusante (mancha de inundação) quanto para a ZAS.

As metodologias e procedimentos adotados estão apresentados no Anexo 6.

Embora tenha-se buscado retratar as circunstâncias do território com dados na melhor escala disponível, vale ressaltar que, o cômputo dos danos é susceptível a variação da escala utilizada, bem como, a fonte, atualidade e método de obtenção.



A metodologia adotada para a determinação da população atingida envolveu a análise espacial da interseção entre as manchas de inundação e os setores censitários delimitados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os quais foram atribuídos com os valores de população residente extraídos do Censo 2010 (IBGE, 2010).

As estimativas foram então atualizadas para o ano de 2019 por meio da taxa de crescimento populacional estimada pelo IBGE para cada município atingido, disponível no portal Brasil em Síntese/ IBGE Cidades (Tabela 6.1).

O mapeamento da população existente realizado na ZAS tem intuito de subsidiar cadastro em campo a ser desenvolvido pela CODEVASF em revisões futuras do PAE.

Tabela 6.1 – Estimativa da População.

UF	Município	População 2010	População 2019	Taxa de crescimento calculada	
				Diferença	Taxa (%)
BA	Bom Jesus da Lapa	63.480	69.148	5.668	8,93
	Guanambi	78.833	84.481	5.648	7,16
	Malhada	16.014	16.845	831	5,19
	Palmas de Monte Alto	20.775	21.750	975	4,69

Riacho de Santana	30.646	35.421	4.775	15,58
-------------------	--------	--------	-------	-------

Fonte: IBGE, 2010.

Tabela 6.2 – Estimativa da População e das Edificações Atingidas pela Mancha de Inundação do Cenário Mais Crítico.

UF	Município	Descrição	População Atingida			
			Urbano	Rural	Total	
BA	Bom Jesus da Lapa	População atingida (hab.)	-	86	86	
		Edificações atingidas (unid.)	-	19	19	
	Guanambi	População atingida (hab.)	3.948	3.123	7.071	
		Edificações atingidas (unid.)	1.035	819	1.854	
	Malhada	População atingida (hab.)	-	21	21	
		Edificações atingidas (unid.)	-	5	5	
	Palmas de Monte Alto	População atingida (hab.)	425	545	970	
		Edificações atingidas (unid.)	113	140	253	
	Riacho de Santana	População atingida (hab.)	-	794	794	
		Edificações atingidas (unid.)	-	162	162	
	População total atingida (hab.)			8.942		
	Edificações total atingidas (unid.)			2.293		

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 6.3 – Levantamento dos Danos na Zona de Segurança Secundária.

Tema	Descrição	Quantificação	%
<b>Dados Gerais</b>	Área do município de Bom Jesus da Lapa na ZSS	5,66	0.14

Tema	Descrição	Quantificação	%
	Área do município de Guanambi na ZSS	54,40	4.31
	Área do município de Malhada na ZSS	5,81	0.29
	Área do município de Palmas de Monte Alto na ZSS	69,83	2.73
	Área do município de Riacho de Santana na ZSS	31,44	0.99
	<i>Área total atingida (km<sup>2</sup>)</i>	<i>167,14</i>	

Continua

Tabela 6.4 – Levantamento dos Danos na Zona de Segurança Secundária (continuação).

Tema	Descrição	Quantificação
<b>População e edificações</b>	População atingida (habitantes)	8.816
	Cemitérios (unidade)	6
	Edificações - Domicílios (unidade)	2.260
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	8
	Edificações - Indústria (unidade)	7
	Edificações - Comércio (unidade)	25
	Quadra Esportiva (unidade)	3
	<i>Total de Edificações atingidas (unidades)</i>	<i>2.309</i>
<b>Sistema Viário</b>	Rodovias (quilômetros)	4
	Estradas (quilômetros)	95
	Vias primárias (quilômetros)	10
	Vias secundárias (quilômetros)	143

Tema	Descrição	Quantificação
	Caminho e Trilha (quilômetros)	74
	Ferrovias (Quilômetros)	1
	<i>Total (quilômetros)</i>	<i>327</i>
	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	28
<b>Saneamento e Energia</b>	Linha de transmissão (Quilômetros)	166
	Estação de tratamento de esgoto	1

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 6.5 – Levantamento dos Danos na Zona de Autossalvamento.

Tema	Descrição	Quantificação	%
<b>Dados Gerais</b>	Área do município de Sebastião Laranjeiras a/BA na ZAS	1,31	0,10
	<i>Área total atingida (km<sup>2</sup>)</i>	<i>1,31</i>	
Tema	Descrição	Quantificação	
<b>População e domicílios</b>	População atingida (habitantes) - 2019	126	
	Cemitérios (unidade)	0	
	Edificações - Domicílios (unidade)	33	
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	0	
	Edificações - Indústria (unidade)	0	
	Edificações - Comércio (unidade)	0	
	Quadra Esportiva (unidade)	0	
	<i>Total de Edificações atingidas (unidades)</i>	<i>33</i>	
<b>Sistema Viário</b>	Rodovias (Quilômetros)	0	

Tema	Descrição	Quantificação	%
	Estradas (Quilômetros)	1	
	Vias primárias (Quilômetros)	1	

Continua

Tabela 6.6 – Levantamento dos Danos na Zona de Autossalvamento (continuação).

Tema	Descrição	Quantificação
Sistema Viário	Vias Secundárias (Quilômetros)	3
	Caminhos e trilhas (Quilômetros)	2
	Ferrovias (Quilômetros)	0
	<i>Total (Quilômetros)</i>	7
	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	1
Saneamento e energia	Linha de transmissão (Quilômetros)	4
	Estação de tratamento de esgoto	0

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 6.7 – Levantamento dos Danos na Mancha Máxima.

Tema	Descrição	Quantificação	%
Dados Gerais	Área do município de Bom Jesus da Lapa na ZSS	5,66	0.14
	Área do município de Guanambi na ZSS	54,40	4.31
	Área do município de Malhada na ZSS	5,81	0.29
	Área do município de Palmas de Monte Alto na ZSS	69,83	2.73
	Área do município de Riacho de Santana na ZSS	31,44	0.99

	<i>Área total atingida (km<sup>2</sup>)</i>	<i>167,14</i>
<b>População e edificações</b>	População atingida (habitantes)	8.816
	Cemitérios (unidade)	6
	Edificações - Domicílios (unidade)	2.260
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	8
	Edificações - Indústria (unidade)	7
	Edificações - Comércio (unidade)	25
	Quadra Esportiva (unidade)	3
	<i>Total de Edificações atingidas (unidades)</i>	<i>2.309</i>
<b>Sistema Viário</b>	Rodovias (quilômetros)	4
	Estradas (quilômetros)	95
	Vias primárias (quilômetros)	10
	Vias secundárias (quilômetros)	143
	Caminho e Trilha (quilômetros)	74
	Ferrovias (Quilômetros)	1
	<i>Total (quilômetros)</i>	<i>327</i>
	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	28
<b>Saneamento e Energia</b>	Linha de transmissão (Quilômetros)	166
	Estação de tratamento de esgoto	1

Fonte: RHA Engenharia, 2021.



## 6.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS

A análise da vulnerabilidade social na região da ZAS da Barragem Ceraíma foi realizada com base no Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros, desenvolvido pelo IPEA em 2015. Esse Atlas apresenta os Índices de Vulnerabilidade Social (IVS) no território nacional.

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), construído a partir de indicadores do Atlas do Desenvolvimento Humano (ADH) no Brasil, procura dar destaque a diferentes situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social no território brasileiro, numa perspectiva que vai além da identificação da pobreza entendida apenas como insuficiência de recursos monetários.

O IVS é um índice sintético que reúne indicadores do bloco de vulnerabilidade social do ADH, os quais, apresentados por meio de cartogramas e estruturados em diferentes dimensões, servem de suporte para a identificação de porções do território onde há a sobreposição daquelas situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social no território, de modo a orientar gestores públicos municipais, estaduais e federais para o desenho de políticas públicas mais sintonizadas com as carências e necessidades presentes nesses territórios.

O IVS tem a pretensão de sinalizar o acesso, a ausência ou a insuficiência de alguns “ativos” em áreas do território brasileiro, os quais deveriam, a princípio, estar à disposição de todo cidadão, por força da ação do Estado. Os três subíndices que o compõem – i) infraestrutura urbana; ii) capital humano; e iii) renda e trabalho – representam três grandes



conjuntos de ativos, cuja posse ou privação determina as condições de bem-estar das populações nas sociedades contemporâneas.

Casa subíndice é composto pelos indicadores apresentados na Tabela 6.8.

Tabela 6.8 – Indicadores para análise dos subíndices do IVS.

Subíndice	Indicador
Infraestrutura urbana	Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados
	Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo
	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho.
Capital humano	Mortalidade até um ano de idade
	Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola
	Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola
	Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos

continua

Tabela 6.8 – Indicadores para análise dos subíndices do IVS.

Subíndice	Indicador
Capital humano	Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mães chefes de família
	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade

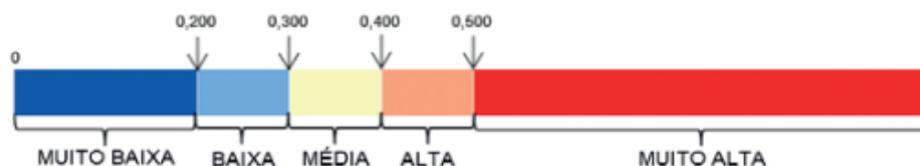
	Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo
	Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo (2010), na população total dessa faixa etária
Renda e trabalho	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo.
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade
	Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal
	Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (2010) e dependentes de idosos
	Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade

Fonte: IPEA, 2010.

O IVS varia de 0 a 1 com base na sobreposição dos subíndices supracitados, sendo que quanto mais próximo a uma unidade, maior é a vulnerabilidade social do município.

A Figura 6.1 apresenta a escala de variação do IVS.

Figura 6.1 – Variação do IVS



Fonte: IPEA, 2010.



A Tabela 6.9 apresenta os IVS para os municípios inseridos na ZAS.

Tabela 6.9 – IVS para os municípios inseridos na ZAS.

<i>Município</i>	<i>IVS</i>	<i>Escala</i>
<i>Guanambi</i>	<i>0,310</i>	<i>Média</i>

Fonte: IPEA, 2010.

A análise de vulnerabilidade social realizada na ZAS da Barragem Ceraíma é de caráter simplificado, de tal forma que a CODEVASF desenvolverá um estudo mais detalhado em revisões futuras do PAE.



## 7. PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO

A avaliação da credibilidade do PAE, 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. Os dois primeiros níveis estão inclusos no treinamento interno, de competência da CODEVASF, e o último nível corresponde ao treinamento externo, de competência do empreendedor e dos órgãos locais de proteção e defesa civil, de acordo com a Lei nº 14.066/2020.

A Tabela 7.1 apresenta um resumo do Plano de Treinamento e Divulgação do PAE.

Tabela 7.1 – Resumo dos Treinamento do PAE.

Tipo	Informações
Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta	<ul style="list-style-type: none"><li>• Testar os n°s de telefone;</li><li>• Verificar a capacidade dos participantes do PAE de estabelecer e manter as comunicações durante a emergência;</li><li>• Verificar a capacidade do Coordenador do PAE de mobilizar e ativar a equipe operacional e os meios de resposta à emergência.</li><li>• Testar a operacionalidade dos meios de alerta e verificar a capacidade de notificar rapidamente a população na ZAS.</li></ul>
Exercício de Nível Interno	<ul style="list-style-type: none"><li>• Avaliar o nível de conhecimento da equipe operacional relativamente ao PAE;</li><li>• Testar a operacionalidade dos órgãos extravasores da barragem;</li><li>• Determinar a eficácia dos procedimentos internos e, nomeadamente, das medidas operativas e corretivas que constam do PAE;</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Avaliar a adequação das instalações, equipamento e outros materiais para suportar o cenário de emergência em exercício;</li><li>• Determinar o nível de cooperação e coordenação entre o Empreendedor e a Entidade Fiscalizadora na resposta à emergência;</li><li>• Determinar a capacidade para estabelecer e manter as comunicações durante a emergência.</li><li>• Testar a eficácia do sistema de informação ao público e de disseminação de mensagens, providenciando informações oficiais e instruções à população da ZAS para facilitar uma resposta tempestiva e apropriada durante uma emergência.</li></ul>
Exercício de Simulação (Treinamento Externo)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ações e decisões no terreno;</li><li>• Evacuação de pessoas e bens;</li><li>• Emprego de meios de comunicação;</li><li>• Mobilização de Equipamento;</li><li>• Colocação real de pessoal e recursos.</li></ul>

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Os treinamentos devem ser registrados no Anexo 5.

### 7.1. TREINAMENTO INTERNO

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.



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 acionamento.

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.

Os treinamentos internos promovidos pela CODEVASF serão destinados ao público interno e poderão ser convidadas as autoridades da Defesa Civil e da Agência Fiscalizadora.

Por meio desses exercícios é possível:

- Esclarecer os papéis e as responsabilidades dos participantes;
- Identificar pontos de melhoria no PAE;
- Identificar falhas nos Níveis de Resposta;
- Melhorar a coordenação do PAE; e
- Aumentar a confiança dos participantes do PAE, promovendo o entrosamento da equipe, mostrando a importância das ações, conscientizando e motivando os funcionários.



Este tipo de exercício equivale ao que é usualmente designado na terminologia inglesa como um *tabletop exercise*.

Este exercício 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.

## 7.2. EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO



Este tipo de treinamento externo 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.

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.



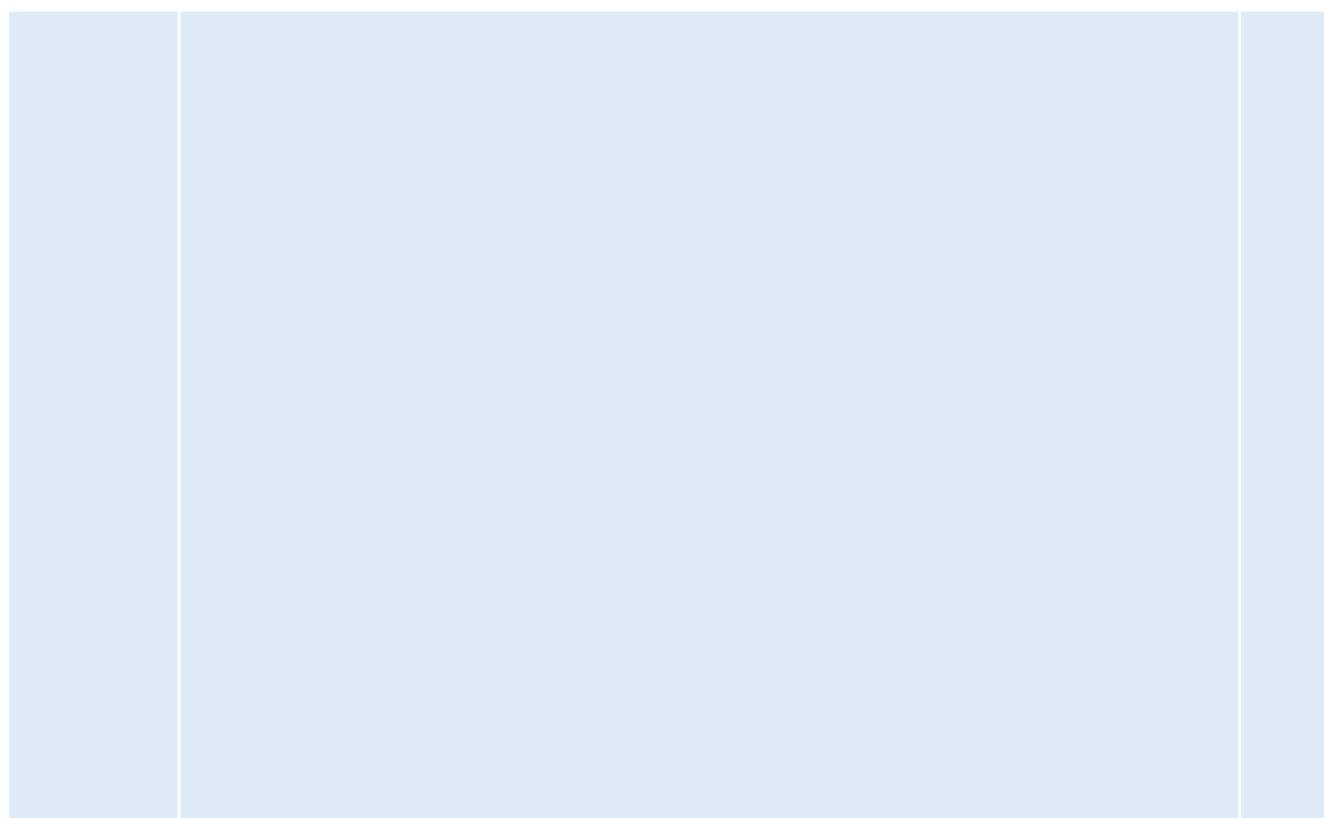
### 7.3. DIVULGAÇÃO

A preparação da população é uma ação de mitigação de risco que deve ser concretizada através da sensibilização de sessões de esclarecimento, divulgação de informações relativa ao risco de habitar em vales a jusante de barragens e da existência de treinamentos constantes do PAE. Estas sessões devem ser conduzidas pelas autoridades de proteção e defesa civil e ocorrer nas instalações designadas pela(s) prefeitura(s), com apoio da CODEVASF e participação da população da ZAS e seus representantes.

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.

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 e de alerta para proceder à evacuação);
  
- 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;
  - 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.
- 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).



## 8. REFERÊNCIAS

ANA. Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE. Brasília, DF, 2016.

ANA. Resolução nº 236/2017, de 30 de janeiro de 2017. Seção 1 do D.O.U de 7 de fevereiro de 2017.

ANDRADE, SÍLVIO DE. Plano de emergência da Vale tem aprovação durante simulação de ruptura de barragem em Corumbá. SUBSECRETARIA DE COMUNICAÇÃO (SUBCOM). Disponível em:

<<http://www.ms.gov.br/plano-de-emergencia-da-vale-tem-aprovacao-durante-simulacao-de-ruptura-de-barragem-em-corumba/>>. Acesso em: nov. de 2019.

BALBI, Diego A F. Metodologias para a Elaboração de Planos de Ações Emergênciais para inundações induzidas por barragens: estudo de caso Barragem de Peti-MG. Belo Horizonte, 2008. Pag. 157. Disponível em:

<<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/REPA-7PUFXY>>. Acesso em: jan. de 2020.

Chow, V. Open-Channel Hydraulics. Auckland: McGraw-Hill Book Company. 1959.

CODEVASF. RHA Engenharia. Ceraíma - Plano de Segurança da Barragem: Volume 1. Resumo Geral, 2021.

GOOGLE MAPS. (2020). Disponível em: <<https://www.google.com/maps>>. Acesso em: jan 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010: Características da população e dos domicílios. Resultados do universo.



Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: fev. de 2020.

\_\_\_\_\_.(2015). Base Cartográfica Contínua do Brasil. Brasília: IBGE. Escala: 1:250.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas.html>. Acesso em: jan. de 2020.

\_\_\_\_\_.(2019). Base Cartográfica Contínua do Brasil. Brasília: IBGE. Escala: 1:250.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas.html>. Acesso em: jan. de 2020.

\_\_\_\_\_. Estimativas da População - Tabelas 2019 (TCU). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: fev. de 2020.

INEMA. Portaria N° 16.481 de 11 de julho de 2018. D.O Secretaria do Meio Ambiente de 12 de julho de 2018.

Intertechne. Revisão Periódica da Barragem de Ceraíma. 2020.

Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Brasília, 2002.

Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica. Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem. Brasília, 2010.

Ministério de Integração Nacional. Plano de Ações Estratégicas para Reabilitação de 162 barragens da União. Brasília, 2018.



OPENSTREETMAP. Disponível em <<https://www.openstreetmap.org/>>. Acesso em: janeiro de 2021

Planalto (2010). Lei n.º 12.334/2010, de 21 de setembro de 2010.

Planalto (2012). Lei n.º 12.608/2012, de 10 de abril de 2012.

Planalto (2012). Lei n.º 14.066/2020, de 30 de setembro de 2012.

OPENSTREETMAP. Disponível em <<https://www.openstreetmap.org/>>. Acesso em: janeiro de 2021.

SAI - SERVIÇOS AÉREOS INDUSTRIAIS. Levantamento Cartográfico Aerofotogramétrico digital e Lidar das Áreas a Jusante dos Reservatórios Ceraíma e Poço do Magro. Bom Jesus da Lapa/Guanambi/Malhada/Palmas de Monte Alto/Riacho de Santana, 2020. Escala: 1:5.000.



## 9. ANEXOS

- **Anexo 1:** Lista de contatos para notificação do PAE;
- **Anexo 2:** Formulários tipo;
- **Anexo 3:** Meios e recursos disponíveis;
- **Anexo 4:** Controle de revisão e distribuição;
- **Anexo 5:** Registros dos treinamentos do PAE;
- **Anexo 6:** Metodologia para Delimitação da ZAZ, da ZSS, das Rotas de Fuga e dos Pontos de Encontro;
- **Anexo 7:** Fluxograma de acionamento;
- **Anexo 8:** Fichas de emergência – Nível de Resposta 3 - ruptura iminente;
- **Anexo 9:** Fichas de emergência – Nível de Resposta 3 - ruptura está ocorrendo ou já ocorreu;
- **Anexo 10:** Glossário;
- **Anexo 11:** Mapas de Inundação.



## ANEXO 1 – LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO DO PAE

### A1.1 – CONTATOS EXTERNOS

Órgãos Federais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>Secretaria Nacional de Defesa Civil Federal – SEDEC</b> Secretário: Renato Newton Ramlow	(61) 2034-5513	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a> <a href="mailto:sedec@mdr.gov.br">sedec@mdr.gov.br</a>
<b>Departamento de Operações de Socorro em Desastres</b> Diretor: Armin Augusto Braun Coord. Geral de Prevenção e Preparação: César da Silva Santana	(61) 2034-4513 (61) 2034-4215	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a>
<b>Departamento de Reabilitação e de Reconstrução</b> Diretor: Paulo Roberto Farias Falcão Coord. Geral de Reabilitação e Reconstrução: Rosilene Vaz Cavalcanti	(61) 2034-5584 (61) 2034-5862	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a>
<b>Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD</b> Diretor: Washington Cezar Duarte Coord. Geral de Operação e Monitoramento: Tarcísio de Souza Vasconcelos	(61) 2034-4600 (61) 2034-4612 (61) 2034-4620	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a> <a href="mailto:cenad@integracao.gov.br">cenad@integracao.gov.br</a>

Órgãos Estaduais		
Órgão	Contato	Site / E-mail



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

<b>SEMA – SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DA BAHIA</b> Secretário: João Carlos de Oliveira da Silva	(71) 3115-9802 (71) 3115-3804	<a href="http://www.meioambiente.ba.gov.br/gabinete.sema@sema.ba.gov.br">http://www.meioambiente.ba.gov.br/gabinete.sema@sema.ba.gov.br</a>
<b>SISTEMA DE DEFESA CIVIL DO ESTADO DA BAHIA (CEDEC)</b> Diretor: Paulo Sérgio Menezes Luiz	(71) 3115-3000 (71) 3371-9874	<a href="http://www.defesacivil.ba.gov.br/paulosergio.luz@sudec.ba.gov.br">http://www.defesacivil.ba.gov.br/paulosergio.luz@sudec.ba.gov.br</a>
<b>POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DA BAHIA</b> Comandante Geral: Coronel PM Anselmo Alves Brandão	(71) 3117-6048 (71) 3117-4802	<a href="http://www.pm.ba.gov.br/cg.cmt@pm.ba.gov.br">http://www.pm.ba.gov.br/cg.cmt@pm.ba.gov.br</a>
<b>CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DA BAHIA</b> Comandante Geral: Francisco Luiz Telles de Macêdo	(71) 3116-6782	<a href="http://www.cbm.ba.gov.br/cg.gabinete@cbm.ba.gov.br">http://www.cbm.ba.gov.br/cg.gabinete@cbm.ba.gov.br</a>

Órgãos Estaduais (continuação)		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - BA (INEMA): COORDENAÇÃO DE CADASTRO DE USUÁRIOS E SEGURANÇA DE BARRAGEM</b> Diretora: Maria Quitéria Oliveira	(71) 3118-4133 (71) 3118-4101 (71) 3118-4103	<a href="http://www.inema.ba.gov.br">http://www.inema.ba.gov.br</a>



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

Órgãos Municipais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>PREFEITURA MUNICIPAL BOM JESUS DA LAPA- BA</b> Prefeito: Carlos Nascimento Costa	(77) 3481-3374 (77) 3481-5777 (77) 3481-4211	<a href="http://www.bomjesusdalapa.ba.gov.br/">http://www.bomjesusdalapa.ba.gov.br/</a> <a href="mailto:prefeitura.lapa@gmail.com">prefeitura.lapa@gmail.com</a>
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) BOM JESUS DA LAPA- BA</b> Coordenador: Sem informação*	Sem informação*	Sem informação*
<b>PREFEITURA MUNICIPAL GUANAMBI- BA</b> Prefeito: Jairo Silveira Magalhães	(77) 3452-4306 (77) 3452-4301	<a href="http://www.guanambi.ba.gov.br/">http://www.guanambi.ba.gov.br/</a>
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) GUANAMBI - BA</b> Coordenador: Cleber Lopes	Sem informação*	Sem informação*
<b>PREFEITURA MUNICIPAL IUIU - BA</b> Prefeito: Reinaldo Barbosa de Góes	(77) 3682-2122 (77) 3682-2009	<a href="http://www.iuiu.ba.gov.br/">http://www.iuiu.ba.gov.br/</a> <a href="mailto:pmiuiugp@hotmail.com">pmiuiugp@hotmail.com</a>
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) IUIU – BA</b> Coordenador: Berneval N. Chaves Júnior	Sem informação*	Sem informação*
<b>PREFEITURA MUNICIPAL</b>	(77) 3691-2145	<a href="http://www.malhada.ba.gov.br">www.malhada.ba.gov.br</a>



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

<b>MALHADA - BA</b> Prefeito: Gimmy Everton Mouraria Ramos	(77) 3691-2149	contato@malhada.ba.gov.br
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC)</b> <b>MALHADA - BA</b> Coordenador: Sem informação*	Sem informação*	Sem informação*
<b>PREFEITURA MUNICIPAL</b> <b>PALMAS DE MONTE ALTO - BA</b> Prefeito: Manoel Rubens Vicente da Cruz	(77) 3662-2113 (77) 3662-2005 (77) 3662-2114	<a href="https://www.palmasdemontealto.ba.gov.br">https://www.palmasdemontealto.ba.gov.br</a> sac@palmasdemontealto.ba.gov.br
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC)</b> <b>PALMAS DE MONTE ALTO - BA</b> Coordenador: Sem informação*	Sem informação*	Sem informação*
<b>PREFEITURA MUNICIPAL</b> <b>RIACHO DE SANTANA - BA</b> Prefeito: Tito Eugênio Cardoso de Castro	(77) 3457-2121	<a href="https://www.riachodesantana.gov.br/">https://www.riachodesantana.gov.br/</a> contato@riachodesantana.ba.gov.br
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC)</b> <b>RIACHO DE SANTANA - BA</b> Coordenador: Antônio do Amaral Jardim	Sem informação*	Sem informação*

\*Sugere-se novas tentativas de contato para complementação da tabela em versões futuras do PSB.

Unidades hospitalares mais próximas da barragem		
Local	Contato	Endereço
Serviço de Atendimento Médico de Urgência (SAMU)	192	-



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

<b>Hospital Municipal de Guanambi</b>	(77) 3451-3107 (77) 3451-6035	R. Dr. José Humberto Nunes, 1750, Paraíso, Guanambi - BA, 46430-000
<b>Hospital Municipal de Pindaí</b>	(77) 3667-2124	R. Alvorada, S/N, Centro, Pindaí – BA, 46360-000



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

## A1.2 – CONTATOS INTERNOS E PERSONOGRAMA DO GRUPO DE TRABALHO

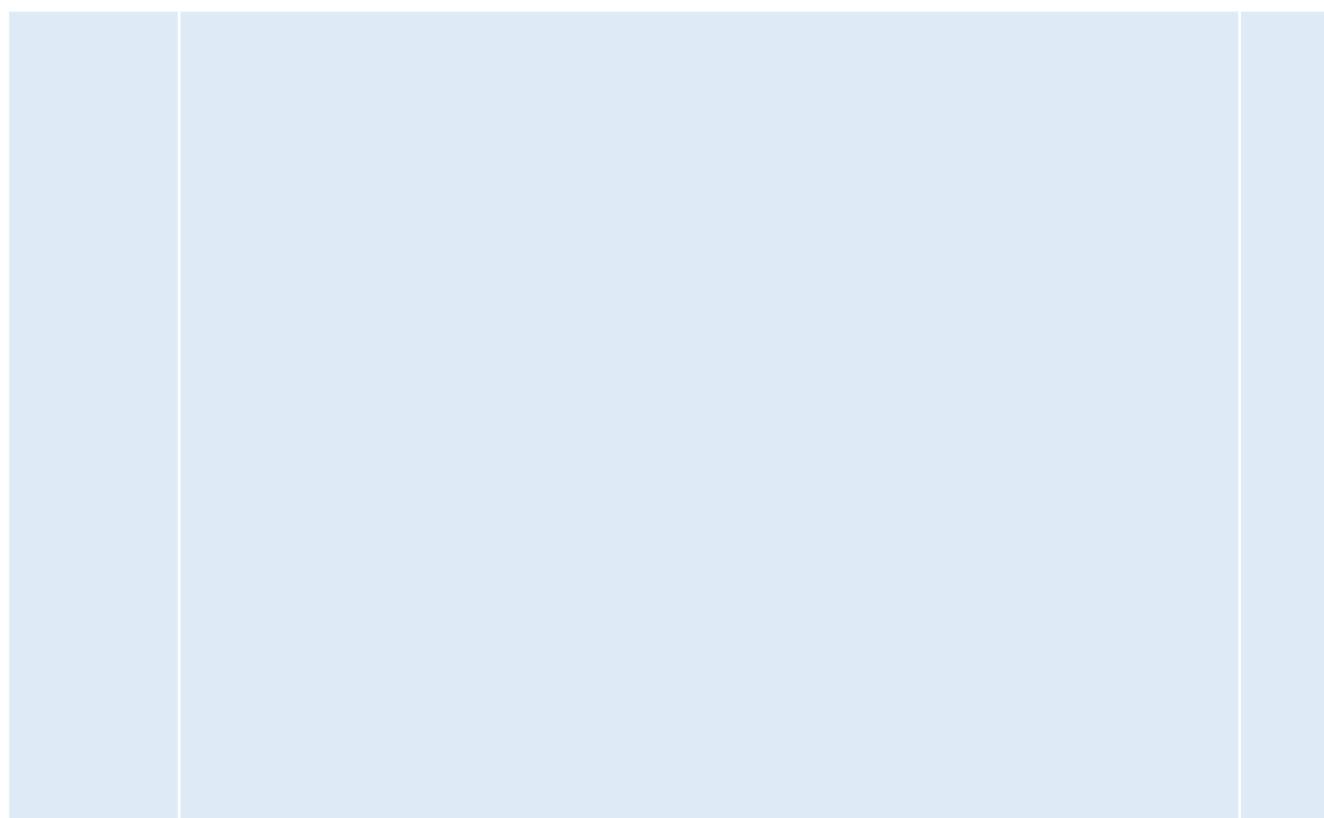
Empreendedor			
<b>Resp. Legal:</b>	PR - Presidência		
<b>Representante:</b>	Marcelo Andrade Moreira Pinto		
<b>Cargo:</b>	Presidente		
<b>Telefone:</b>	(61) 2028-4660	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:marcelo.moreira@codevasf.gov.br">marcelo.moreira@codevasf.gov.br</a>

Coordenador Geral			
<b>Resp. Regional:</b>	2ª/SR - 2ª Superintendência Regional		
<b>Representante:</b>	Harley Xavier Nascimento		
<b>Cargo:</b>	Superintendente		
<b>Telefone:</b>	(077) 3481-8000	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:harley.nascimento@codevasf.gov.br">harley.nascimento@codevasf.gov.br</a>

Coordenador do PAE e Supervisor Regional			
<b>Resp. Regional:</b>	2ª/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura		
<b>Cargo:</b>	Gerente		
<b>Resp. Técnico:</b>	Renato do Rosário Bittencourt Lopes		
<b>Formação:</b>	Eng. Civil, MSc		
<b>Telefone:</b>	(077) 3481-8021	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:renato.lopes@codevasf.gov.br">renato.lopes@codevasf.gov.br</a>

**ÁREA DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO E INFRAESTRUTURA  
GERÊNCIA DE ESTUDOS E PROJETOS  
UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS**

Produto elaborado por meio de contrato N°. 0.039.00/2019 entre CODEVASF e empresa RHA Consultoria e Engenharia (RHA), com objeto da consultoria de apoio técnico para gestão de operação e segurança de barragens da CODEVASF e PISF.





**CODEVASF: Coordenação Geral**

Emílio de Souza Santos (ESS). Eng. Agrícola e Ambiental, M.Sc. CREA 125.840/MG.

**CODEVASF: Elaboração Técnica**

Emílio de Souza Santos (ESS). Eng. Agrícola e Ambiental, M.Sc. CREA 125.840/MG.

**RHA. Representante Legal**

Candice Schaufert Garcia (CSG). Eng. Civil, M.Sc. CREA 67059/D-PR

**RHA. Responsável Técnico**

Laertes Munhoz da Cunha (LMC). Eng. Civil, M.Sc. CREA 5124/D-PR

**RHA. EQUIPE DE CHAVE: Elaboração Técnica**

Amauri Robinski (AR). Eng. Civil. Esp Estruturas. CREA 24657/D-PR.

Laertes Munhoz da Cunha (LMC). Eng. Civil, M.Sc. CREA 5124/D-PR.

Paulo Levis (PL). Bel. Geologia, M.Sc. CREA 5997/D-PR.

**RHA. EQUIPE DE APOIO: Organização da Documentação Técnica**

Camila Ebberts Fabiani (CEF). Eng. Civil.

Carlos Henrique Machado (CHM). Eng. Civil.

Márian da Costa Rohn (MCR). Eng. Civil, M.Sc.

Nelson Padrón Sánchez (NPS). Eng. Civil, D.Sc.

Patrícia Barcelos e Silva (PBS). Eng. Civil, M.Sc.

Raphael Garcia da Silva Luiz Pereira (RGSLP). Eng. Ambiental.

Sabrina Robeck Luchetta (SRL). Eng. Civil, M.Sc.

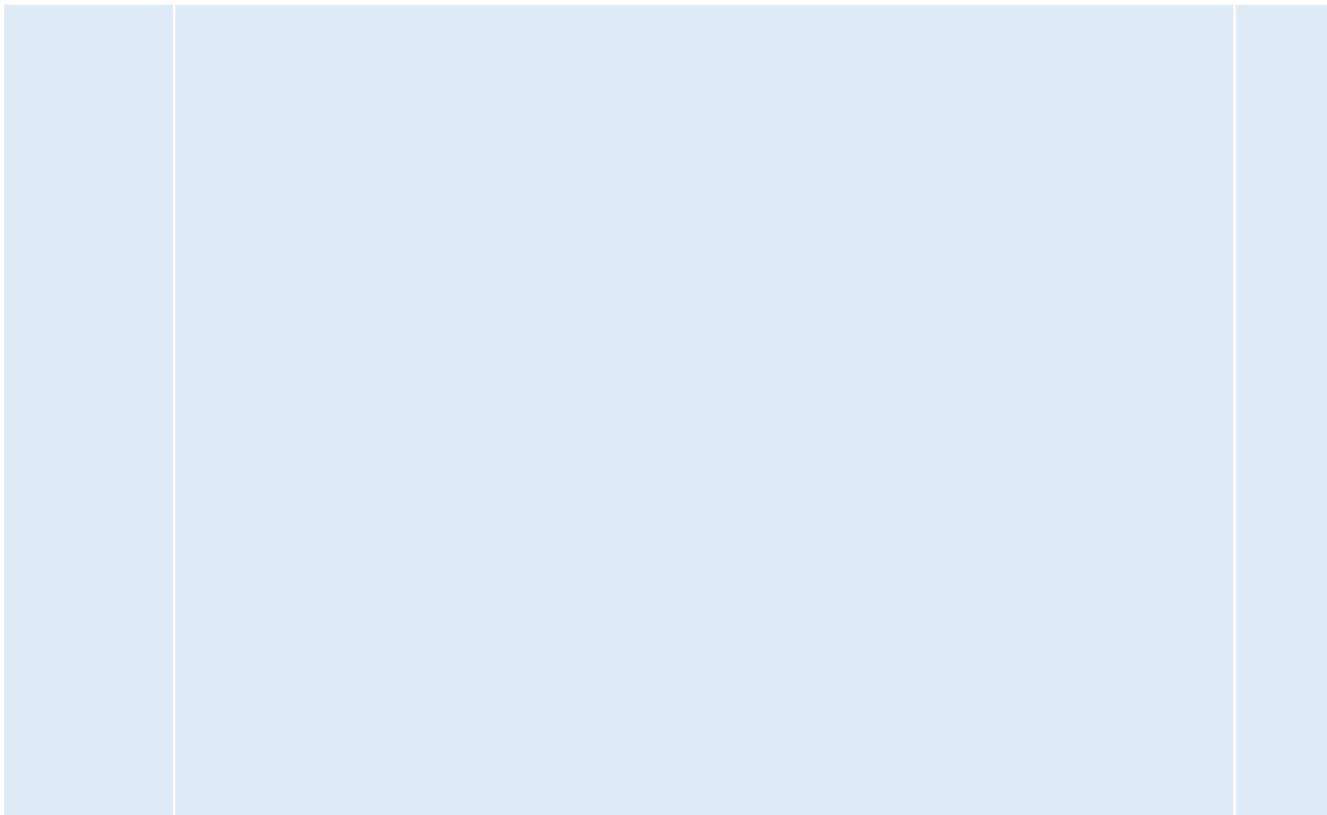
Wesley Leonel de Sousa (WLS). Eng. Civil.

## A1.3 – CONTATOS NOTIFICADOS



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

Lista de Contatos Notificados				
Instituição	Pessoa contatada	Hora inicial do contato	Duração da chamada	Contato realizado por
Administrações Regionais / Prefeituras / Governos / Órgãos / Agências				
Defesa Civil				





Lista de Contatos Notificados				
Instituição	Pessoa contatada	Hora inicial do contato	Duração da chamada	Contato realizado por
INEMA (Entidade Fiscalizadora)				
CODEVASF				

## ANEXO 2 – FORMULÁRIOS TIPO

### A2.1 – FORMULÁRIO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA

**PROPRIETÁRIO: CODEVASF**  
**BARRAGEM CERAÍMA**

Blank area for the emergency form content.



**DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA**

**DECLARAÇÃO DE EMERGÊNCIA**  
**SITUAÇÃO NÍVEL \_\_\_\_\_**

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

OBS.: Para quaisquer esclarecimentos favor contatar \_\_\_\_\_ pelo telefone \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ d  
\_\_\_\_\_, e \_\_\_\_\_ e  
(local) (dia) (mês) (ano)



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

<hr/> <p>(Nome / Assinatura)</p> <hr/> <p>(Cargo / RG)</p>
--

## A2.2 – FORMULÁRIO DE REGISTRO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

<p><b>Nome da Barragem:</b> <u>Ceraíma</u></p> <p><b>Cidade:</b> _____ <b>Estado:</b> _____</p> <p><b>País:</b> _____</p> <p><b>Data da ocorrência:</b> ___/___/___ <b>Horário da ocorrência:</b> __ h __ min</p> <p><b>Condições climáticas locais:</b> _____</p> <p><b>Descrição geral da situação de emergência:</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p><b>Área(s) da barragem afetada(s):</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p><b>Extensão dos danos na barragem:</b></p>
--



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

_____ _____ <b>Possível(is) causa(s):</b>	
_____ <b>Efeito(s) na operação da barragem:</b>	
<b>Elevação inicial do reservatório:</b> _____	<b>Hora:</b> ___ h ___ min
<b>Elevação máxima do reservatório:</b> _____	<b>Hora:</b> ___ h ___ min
<b>Elevação final do reservatório:</b> _____	<b>Hora:</b> ___ h ___ min
<b>Descrição da área inundada a jusante (danos / lesões / perdas de vida):</b>	
_____ _____ _____	
<b>Outros dados e comentários:</b>	
_____ _____	
<b>Nome e número de telefone de quem preencheu este formulário:</b>	
_____	
<b>Relatório elaborado por:</b> _____	<b>Data:</b> ___/___/___

### A2.3 – FORMULÁRIO DE DECLARAÇÃO ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA

<b>PROPRIETÁRIO:</b> CODEVASF <b>BARRAGEM:</b> CERAÍMA
---



**DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA**

Eu, \_\_\_\_\_ (nome e cargo), na condição de Coordenador do PAE da **Barragem Ceraíma** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da **Declaração de Encerramento da Emergência** para a **Barragem Ceraíma**, cuja situação:

O encerramento da emergência ocorre 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.: Para quaisquer esclarecimentos favor contatar \_\_\_\_\_ pelo telefone \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ d  
e \_\_\_\_\_  
(local) (dia) (mês) (ano)

\_\_\_\_\_  
(Nome / Assinatura)



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

(Cargo / RG)



## A2.4 - FORMULÁRIO DE NOTIFICAÇÃO - MODELOS DE MENSAGENS DE NOTIFICAÇÃO E ALERTA

### MODELO DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO URGENTE.

Esta mensagem derivada da aplicação do Plano de Ação Emergência da Barragem Ceraíma.

Estamos ativando o Nível de Resposta \_\_\_\_\_ do nosso Plano de Ação Emergencial da Barragem Ceraíma.

Esta é uma mensagem de (declaração/alteração) do Nível de Resposta, feita por \_\_\_\_\_, Coordenador do Plano de Ação Emergencial da Barragem Ceraíma às \_\_\_\_\_ (horas e minutos) do dia \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

A causa da declaração:

---

---

---

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente a

---

---



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

As ocorrências demandam que sejam aplicadas as ações constantes do Plano de Ação de Emergência da Barragem Ceraíma.

Favor comunicar o recebimento desta comunicação a \_\_\_\_\_  
pelo número de telefone \_\_\_\_\_ e/ou por meio do número de fax  
\_\_\_\_\_.

A CODEVASF os manterá atualizados da situação emergência. Tentaremos chamá-lo novamente dentro de \_\_\_\_\_ horas para mantê-lo atualizado.

Para outras informações, contate \_\_\_\_\_ no telefone  
\_\_\_\_\_.

Fim da mensagem.



### ANEXO 3 – MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Lista de Materiais para Situações de Emergência			
Material	Fornecedor	Endereço / Local de Depósito	Contato
-	-	-	-

Lista de Equipamentos e Veículos para Situações de Emergência		
Equipamento	Especificação	Placa
-	-	-



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS



## ANEXO 4 – CONTROLES DE REVISÃO E DISTRIBUIÇÃO

### A4.1 – REGISTRO DE CÓPIAS DISTRIBUIDAS

Nº	Data	Órgão/Setor	Protocolo
1		Barragem Ceraíma – Escritório Guanambi - BA	
2		Biblioteca Geraldo Rocha – Sede Codevasf Brasília - DF	
3		2ª SR – Escritório Bom Jesus da Lapa - BA	
4		Prefeitura de Bom Jesus da Lapa - BA	
5		Prefeitura de Guanambi - BA	
6		Prefeitura de Malhada - BA	
7		Prefeitura de Palmas de Monte Alto - BA	
8		Prefeitura de Riacho de Santana - BA	

### A4.2 – ACESSO A DOCUMENTAÇÃO DIGITAL

Versão final no servidor interno da CODEVASF: <\\drive\AD.Barragens\PSB\2SR\I.2.4.Ceraíma>

Servidor Externo: Não há.

### A4.3 – REGISTRO DE REVISÕES

Projeto:	<b>Plano de Segurança das Barragens da CODEVASF</b>	Brasília, 15/03/2021
Título:	<b>Volume III: Plano de Ação de Emergência</b>	
Código:	1912-CE-00-RT-005	Revisão: 00



HISTÓRICO DE REVISÕES				
No	Descrição	Prep.	Aprov.	Data
-	EMISSÃO INICIAL	WLS/CHM	SRL	MAR/21
00	REVISÃO PERSONOGRAMA, ART, CONTROLE DE REVISÃO	RGSLP	PBS	MAI/21

Elaborador	Verificador	Supervisor	Emissão Inicial	Gerente do Projeto	Resp. Técnico
RHA	SRL	LMC	MAR/21	Sabrina Robeck Luchetta	Laertes Munhoz da Cunha CREA 5124/D-PR
<b>ART N°</b>	<b>1720201401898</b>				

#### A4.4 – CONTROLE DE PÁGINAS REVISADAS

Plano de Ação de Emergência da Barragem de Ceraíma

FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
Capa							15							31							47						
i							16							32							48						

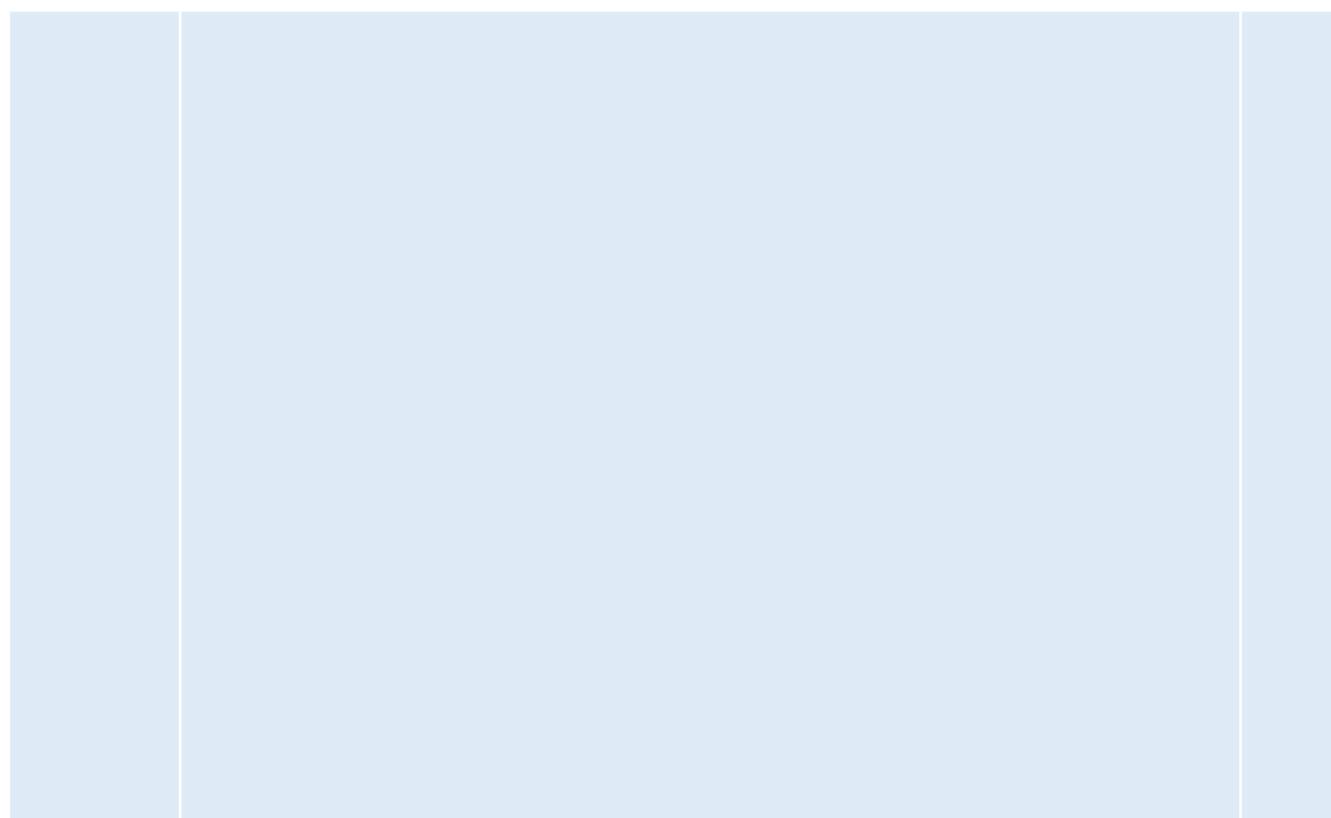






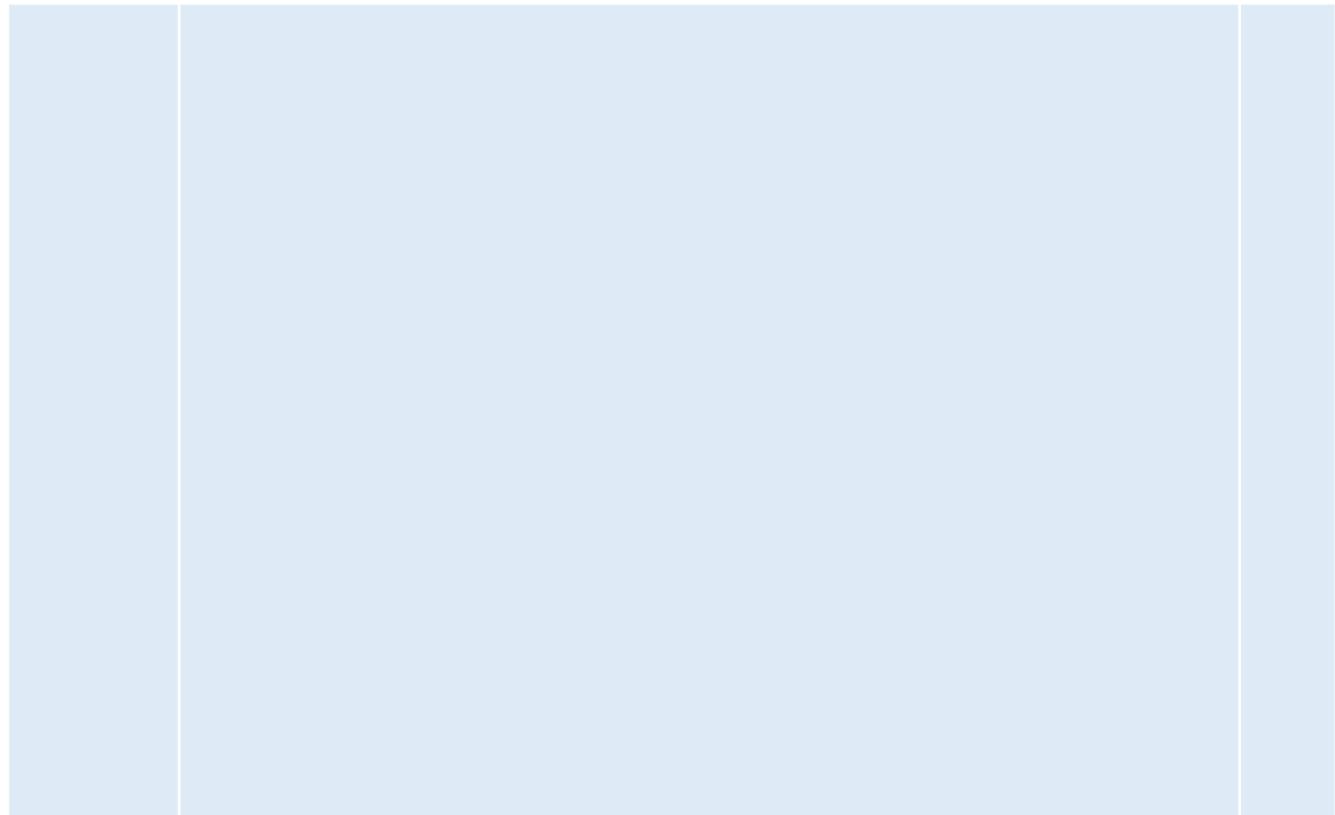
### ANEXO 5 – REGISTRO DOS TREINAMENTOS DO PAE

Tipo de Treinamento	Local da Realização	Data	Participantes	Observações





MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS



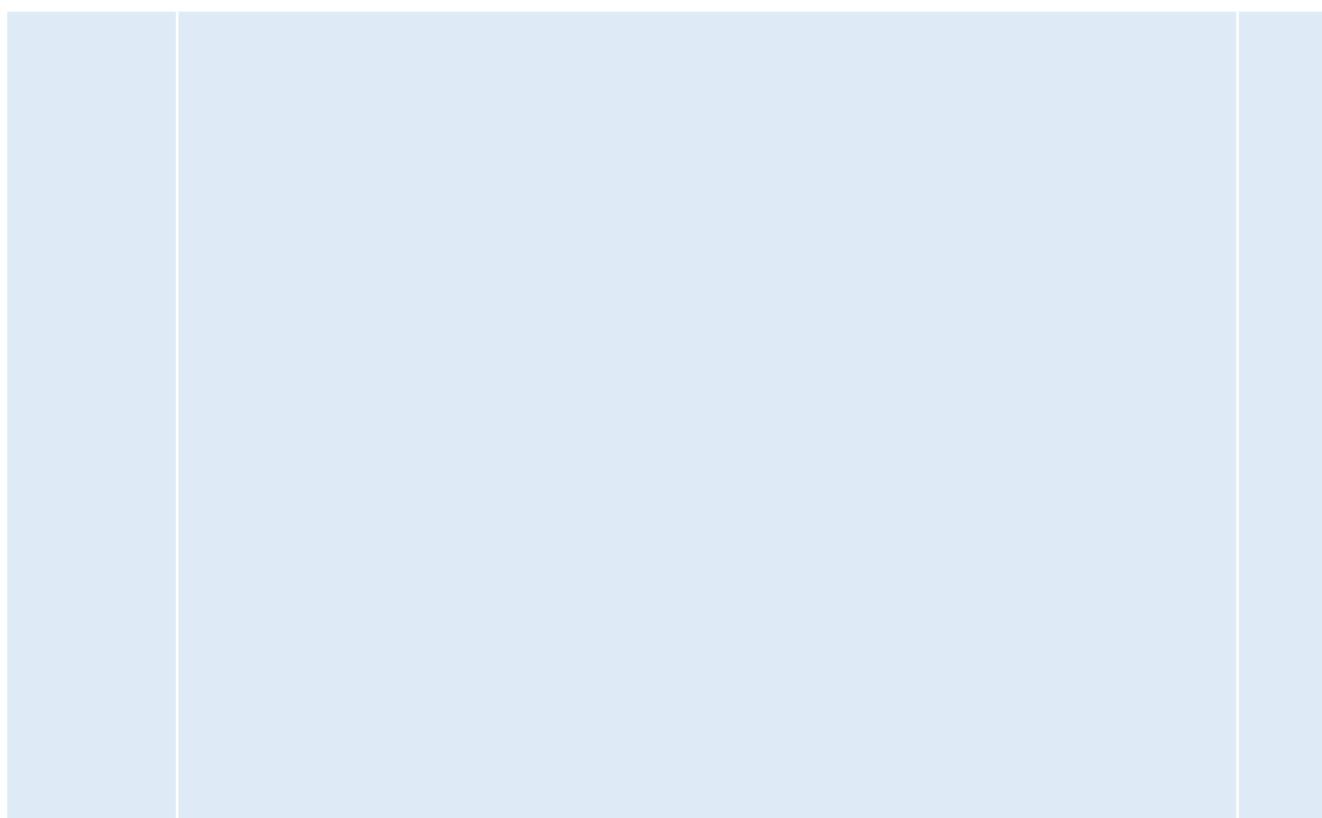
## **ANEXO 6 – METODOLOGIA PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, DA ZSS, DAS ROTAS DE FUGA E DOS PONTOS DE ENCONTRO**

O Mapa de Zona de Autossalvamento (Anexo 11) apresenta a delimitação da Zona de Autossalvamento as rotas de fuga sugeridas e outras informações de apoio aos procedimentos de resposta às situações emergenciais, como a representação cartográfica das infraestruturas afetadas e demais informações essenciais para conhecimento do território atingido. O Mapa de Zona de Autossalvamento, em escala 1:5.000, está sendo entregue em formato editável de MAP PACKAGES (\*.mpk), e em formato PORTABLE DOCUMENT FORMAT (.pdf).

Adicionalmente, o Mapa de Zona de Segurança Secundária (Anexo 11), apresenta a delimitação da Zona de Segurança Secundária, a infraestrutura de transporte impactada e as regiões dos municípios atingidas pela mancha de inundação. O Mapa de Zona de Segurança Secundária, em escala 1:150.000, está sendo entregue em formato editável de MAP PACKAGES (\*.mpk), e em formato PORTABLE DOCUMENT FORMAT (.pdf).

Para melhor compreensão do conteúdo dos mapas, os itens a seguir apresentam os conceitos e as metodologias aplicadas na consolidação das feições espaciais que compõe o mapa.

### **A6.1 – ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS) e ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)**





A Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como a região a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. A ZAS é delimitada pelos maiores níveis de água alcançados no percurso da onda de cheia pelo vale do rio, limitada a menor distância entre 10 km a jusante do eixo da barragem ou a distância percorrida pela onda de cheia em até 30 minutos (ANA, 2016). Por esse critério, a mancha foi delimitada pela seção em que o nível de água demora 30 minutos para se elevar em 1 metro, o que caracteriza a chegada da onda segundo o relatório “Estudos de Rompimento da Barragem” da Revisão Periódica das Barragens da CODEVASF (INTT, 2019d).

Por sua vez, a Zona de Segurança Secundária (ZSS) corresponde ao trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS, isto é, são as áreas atingidas pela mancha de inundação a jusante dos limites da ZAS.

A delimitação das áreas de inundação foi realizada com a ferramenta RAS Mapper, tecnologia SIG que é compatível com o HEC-RAS®. A ferramenta permite delimitar as manchas de inundação em níveis de detalhamento e precisão que são impraticáveis para os métodos manuais. As manchas permitem a visualização espacial de informações do escoamento. Após a geração, as manchas foram editadas para a produção do mapa da Zona de Autossalvamento (ZAS).

Em uma situação de emergência, acredita-se que o alerta de autossalvamento deverá ser acionado para a área do pior cenário de inundação induzida pelo rompimento. Devido ao improvável conhecimento da vazão afluyente associada ao evento de rompimento e ao baixo tempo de resposta nesta situação, a ZAS é definida para o cenário mais crítico da inundação induzida pelo rompimento.



## **A6.2 – ZONA DE CONCENTRAÇÃO LOCAL (ZCL)**

A Zona de Concentração Local corresponde a uma divisão de setores que serve para auxiliar, de forma ordenada, a fuga da população que se encontra dentro da ZAS.

A ZCL engloba um conjunto de edificações próximas, cujo ponto de encontro é o mesmo e a rota de fuga é semelhante. Para sua delimitação se observou as seguintes elementos: (i) presença ou não de aglomerados de edificações uniformes (edificações com destinação de uso semelhante); (ii) o agrupamento das edificações deve permitir a possibilidade de escoamento das populações abrangidas, através de uma via (ou mais) até um ponto de encontro; (iii) deverá considerar número de pessoas estimadas, as quais deveram escoar por uma ou mais vias, até um ponto de encontro; (iv) preferencialmente, a rota de fuga não deve cruzar por um rio, banhando ou outra impedância que impeça o escoamento das pessoas; (v) para uma ZCL pode haver mais de um ponto de encontro.

## **A6.3 – PONTOS DE ENCONTRO**

Os pontos de encontro são locais seguros, previamente informados, para os quais a população em risco deve se dirigir após o rompimento da barragem. Geralmente os pontos de encontro são locais públicos como pátios de igreja, campos de futebol, áreas de lazer e outros espaços abertos localizados em cotas mais elevadas (BALBI, 2008).



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

Para facilitar o conhecimento das comunidades afetadas, sugere-se a alocação de placas de indicação nos locais destinados a serem Pontos de Encontro, bem como, treinamento adequado para que essas pessoas procedam seu próprio salvamento.

Figura A6.1 – Exemplo de Identificação de um Ponto de Encontro.



Fonte: ANDRADE, SÍLVIO DE. (2019)

Para definir os pontos de encontro levou-se em consideração as seguintes características: (i) pontos bem identificáveis no terreno e de fácil acesso; (ii) evitar percursos muito longos, que obriguem pessoas a percorrerem grandes distâncias a pé<sup>1</sup>; (iii) preferência por locais com acesso rodoviário e/ou vias de maior hierarquia no sistema viário, para facilitar chegada do resgate; (iv) estar preferencialmente em altimetria mais elevada que a ZAS e a macha de inundação; (v) local com livre acesso.

Os pontos de encontro foram definidos por meio de interpretação visual de imagens de satélite (SAI, 2020 e World Imagery Basemap – DigitalGlobe) e vetorizados de forma manual,

<sup>1</sup> Para fugir da área de risco, o deslocamento deve ser feito a pé. Meios de transporte como os automóveis podem provocar congestionamentos e bloquear as passagens



em software de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Por terem sido avaliados somente através de base cartográfica, sugere-se a validação em campo desses locais em conjunto com a Defesa Civil, para averiguar a acessibilidade, estrutura e capacidade de acolhimento do contingente de população prevista ao local.

#### **A6.4 – ROTAS DE FUGA**

As rotas de fuga são os percursos indicados que as pessoas e os agentes devem utilizar para evacuação, sendo classificadas nos mapas em rotas primárias e secundárias.

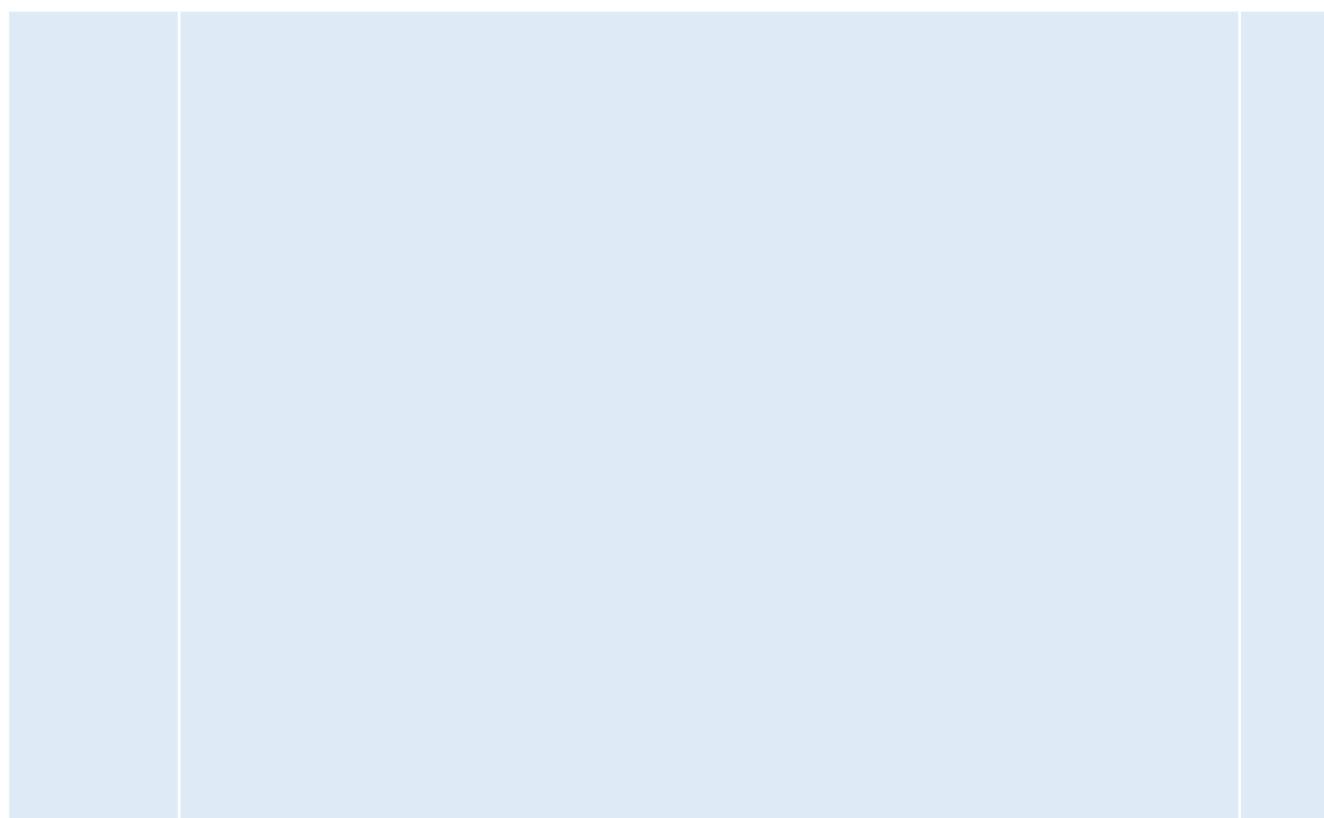
As rotas principais caracterizam-se por representarem as vias principais. Ou seja, vias de maior hierarquia no sistema viário e, portanto, com melhor estrutura para escoamento da população. As rotas secundárias (vicinais) são as vias que ligam as edificações às rotas principais.

Para cada ZCL foram elaboradas rotas de fuga principais, apontando o sentido do deslocamento até o ponto de encontro mais próximo.

Assim como os pontos de encontro, sugere-se a validação em campo dessas rotas em conjunto com a Defesa Civil, para averiguar as condições de acessibilidade e trafegabilidade das vias.

#### **A6.5 – EDIFICAÇÕES**

O levantamento das edificações considerou o recorte espacial do levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Ceraíma e Poço





do Magro (SAI, 2020). Complementarmente se utilizou da interpretação de imagens de satélite (World Imagery Basemap – DigitalGlobe).

A restituição do levantamento cartográfico, originalmente, representava as edificações em formato poligonal, sendo estas convertidas para o formato de ponto. A conversão baseou-se no centroide dos polígonos e foi processada automaticamente em software de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Complementarmente, utilizou-se a interpretação visual de imagens de satélite (SAI, 2020 e World Imagery Basemap – DigitalGlobe) para avaliar os pontos gerados e descartar edificações auxiliares (currais, garagens, área de lazer, caixas d'água). Durante esta rotina, constatou-se a ocorrência de edificações sem correspondência na restituição, sendo estas incluídas a informação final de edificações.

A classificação das edificações quanto à situação (urbana/rural) foi baseada na definição dos setores censitários delimitados no último Censo Demográfico do IBGE (2010).

Já a classificação quanto à tipologia residencial, industrial, comercial e equipamento social (escolas, igrejas, ginásio esportivo, posto de saúde e instituições públicas) foi estabelecida por meio da interpretação das imagens de satélite, consulta à bases secundárias (Googlemaps; OpenStreetMaps) e análise de contexto espacial, podendo desta forma conter erro de classificação. Sendo assim, sugere-se a verificação em campo.

O arquivo georreferenciados das edificações, em formato shapefile, ainda contém: (i) valores das manchas de tempo de chegada da onda e risco hidrodinâmico; (ii) coordenadas geográficas; (iii) código da edificação; (iv) código da ZCL relacionada; (v) código do ponto de encontro relacionado; (vi) tipo (urbano / rural / edificação / indústria / comercial)).

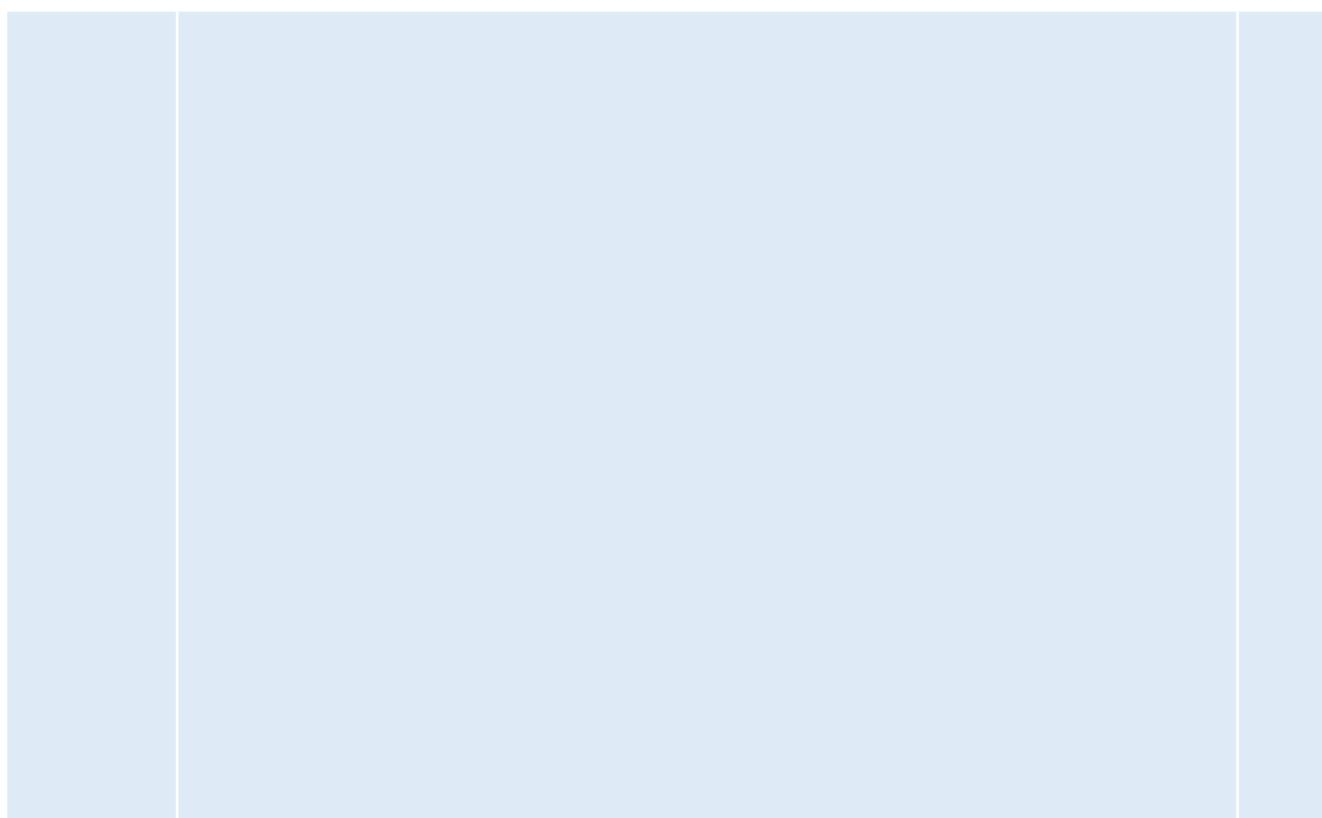
A atribuição das edificações com os valores de risco hidrodinâmico se justifica pela relevância desta informação expressar o nível de perigo para cada edificação mapeada. Neste contexto, é mister expor os conceitos compreendem esta temática.

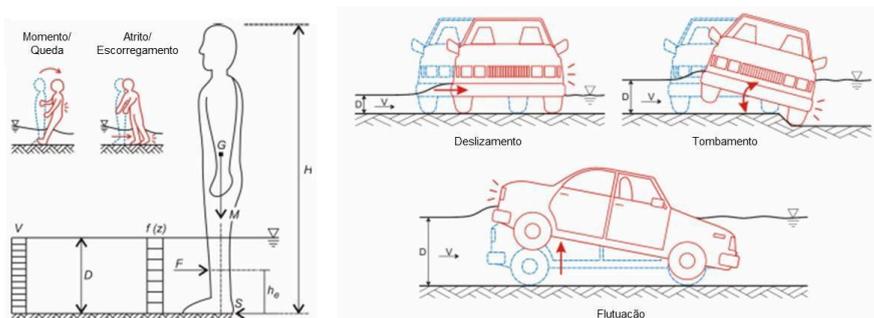
### **A6.5.1 – RISCO HIDRODINÂMICO**

A segurança das pessoas, veículos e edificações durante os eventos de inundação pode ser comprometida quando estes estão expostos a escoamentos que causem escorregamento/deslizamento, queda/tombamento ou flutuação. Estes mecanismos, ilustrados na Figura A6.2, podem levar a uma perda total da estabilidade, resultando no arraste para jusante.

Para a definição do grau de perigo da inundação, os principais parâmetros para a classificação dos danos provocados por uma cheia, induzida por reservatórios, são a profundidade da água na área inundada e a velocidade do escoamento da onda de enchente. Segundo Messner (2007), a avaliação do risco a vidas é influenciada pela velocidade do fluxo, enquanto os danos materiais são principalmente influenciados pela profundidade atingida durante a inundação. A ameaça provocada por esses fatores combinados corresponde ao risco hidrodinâmico, que é definido pelo produto entre a profundidade e a velocidade.

Figura A6.2 – Mecanismos de falha de estabilidade devido a inundações.





Fonte: COPEL, 2019.

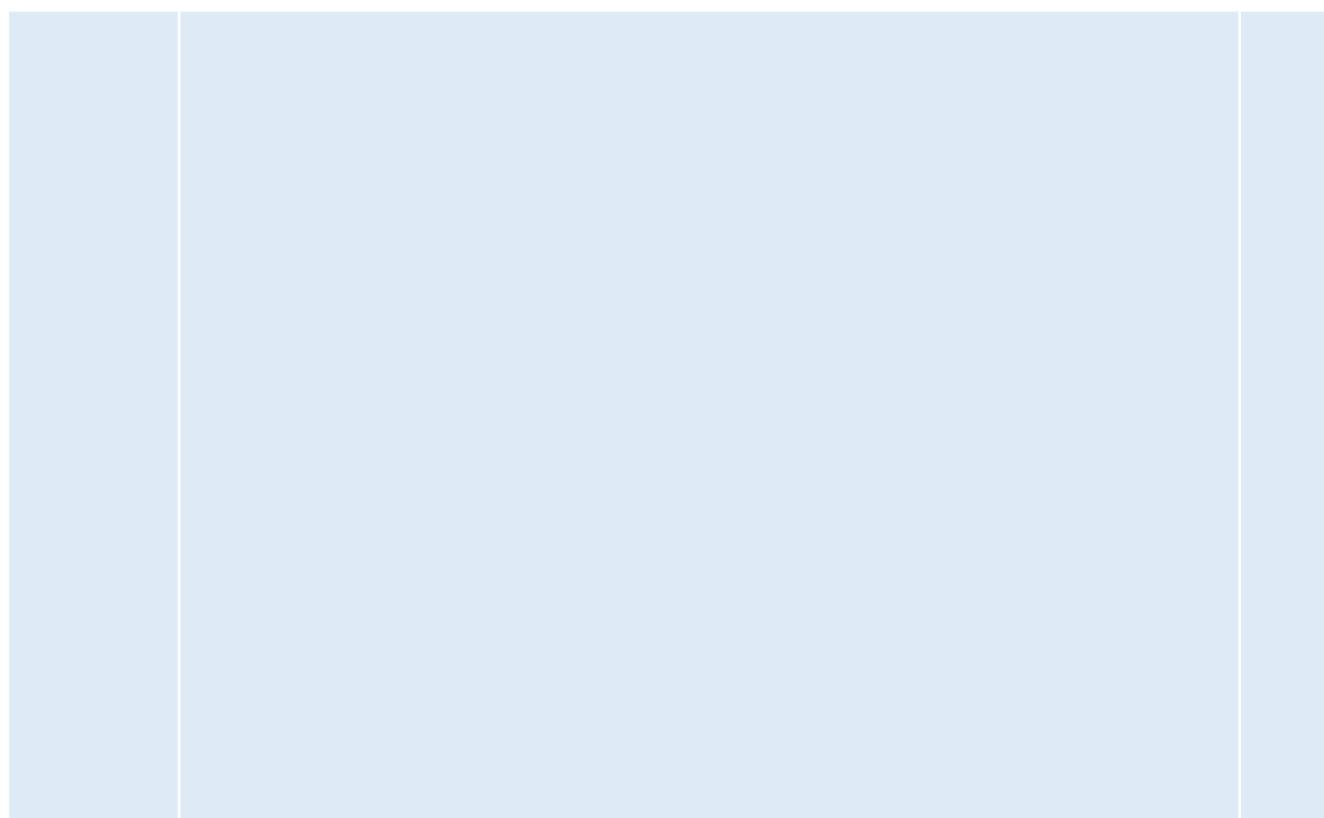
A Tabela A6.1 apresenta o critério para graduação do risco, estático e dinâmico, em função da profundidade e da velocidade (VISEU *et al.*, 1999).

Tabela A6.1 – Classificação do risco hidrodinâmico conforme sua magnitude.

Nível	Classe	Inundação estática (H)	Inundação dinâmica (HxV)	Consequências
Reduzido	Verde	$H < 1\text{ m}$	$HxV < 0,5\text{ m}^2/\text{s}$	Crianças são arrastadas
Médio	Amarelo	$1\text{ m} < H < 3\text{ m}$	$0,5\text{ m}^2/\text{s} < HxV < 0,75\text{ m}^2/\text{s}$	Adultos são arrastados
Importante	Laranja	$3\text{ m} < H < 6\text{ m}$	$0,75\text{ m}^2/\text{s} < HxV < 1,0\text{ m}^2/\text{s}$	Veículos são arrastados
Muito importante	Vermelho	$H > 6\text{ m}$	$HxV > 1,0\text{ m}^2/\text{s}$	Colapso em edificações

Fonte: (Viseu et al., 1999).

### A6.7 – PONTES DANIFICADAS





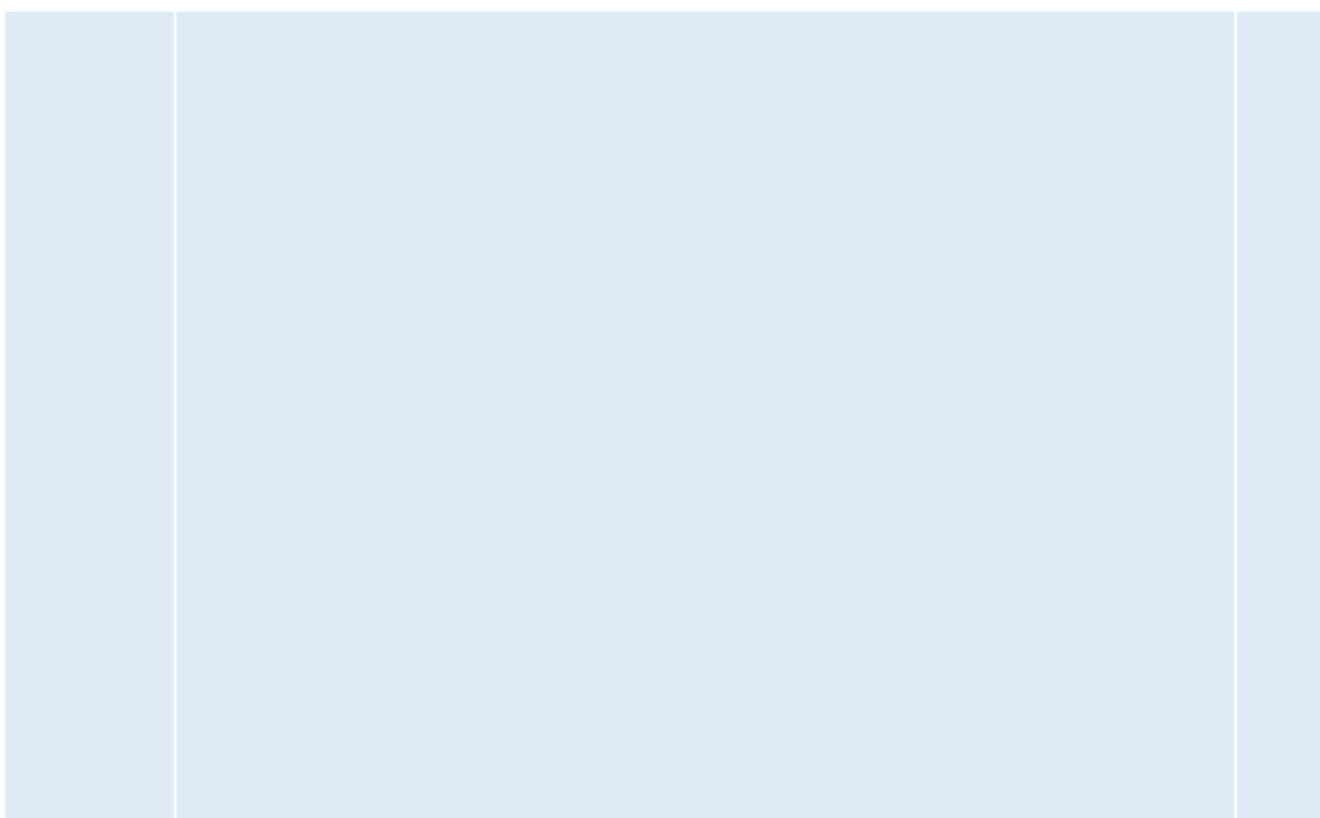
Para o mapeamento das pontes danificadas utilizou-se de software de Sistema de Informação Geográfica (GIS) para edição vetorial. O reconhecimento destas feições teve como base de informação, o levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Ceraíma e Poço do Magro (SAI, 2020). Complementarmente se utilizou da interpretação de imagens de satélite (World Imagery Basemap – DigitalGlobe), observando as interseções do sistema viário por corpos d'água.

### **A6.8 – SISTEMA VIÁRIO E HIDROGRAFIA**

O sistema viário se utilizou de duas fontes de informação, (i) do sistema viário oriundo do levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Ceraíma e Poço do Magro (SAI, 2020) e, (ii) do sistema viário do OpenStreetMap (OSM, 2020).

Os dados cartográficos produzidos pela SAI, sob contratação da CODEVASF, é resultante do levantamento de perfilamento laser e tomadas de fotografias aéreas, o qual produziu cartas planialtimétricas, em escala de 1:5.000, através do trabalho de restituição aerofotogramétrica. Este levantamento, contempla toda a região da mancha de inundação, no entanto, parte do recorte espacial representado no mapa de ZAS não está contemplado. Entendendo-se que o sistema viário é um dado fundamental para a logística das operações de resgate, para o recorte não contemplado, utilizou-se os dados do OpenStreetMap.

Os dados do OpenStreetMap foram adquiridos em formato vetorial do tipo linha, através do portal do OpenStreetMap (OSM, 2020). Estes dados estão organizados em diferentes categorias de atributos, como por exemplo, as rodovias principais correspondem ao atributo





“highway”, já as autos-estradas como “motorway”, as ligações de auto-estradas como “motorway\_link”, rodovias importantes “trunk”, as ligações de rodovia primária como “primary\_link”.

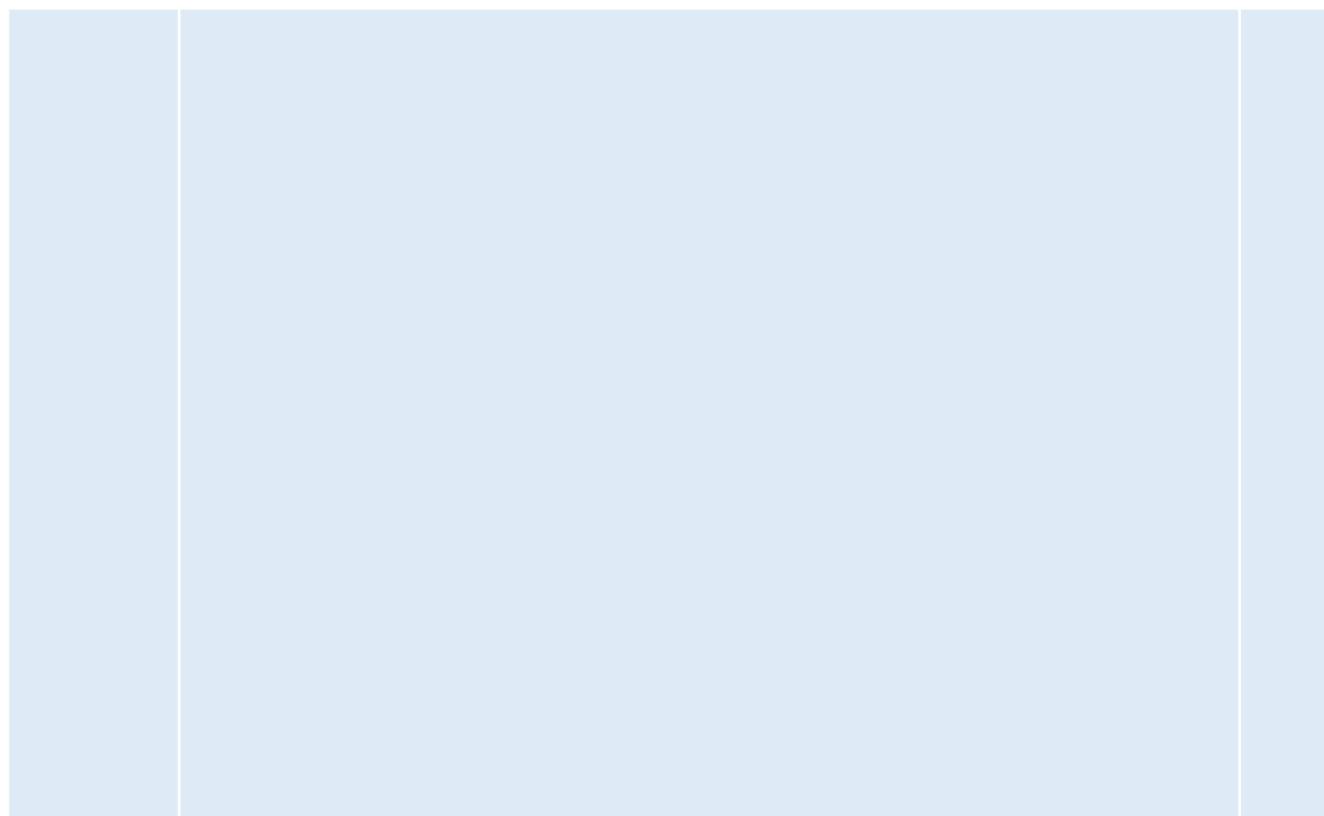
Assim, compatibilizar os dados de fontes diferentes, realizou-se a reclassificação dos dados de atributos do OSM para três categorias, sendo elas: (i) rodovia federal; (ii) rodovia estadual; (iii) estrada e via.

Por sua vez, a hidrografia utilizou-se dos arquivos vetoriais oriundos do levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Ceraíma e Poço do Magro (SAI, 2020). Complementarmente se utilizou da interpretação de imagens de satélite (SAI, 2020; World Imagery Basemap – DigitalGlobe), observando a cobertura do solo, vegetação e massas d’água representantes da drenagem.

## **A6.9 – BASE DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA A BARRAGEM CERAÍMA**

A conversão das informações para o meio digital, sob o formato padrão SIG, requer a utilização de informações espaciais mediante alguns padrões de organização básicos. Sendo assim, estes arquivos precisam: (i) estar organizados em layers; (ii) georreferenciados, e; (iii) em formato editável (vetorial ou raster).

Todos os dados geográficos, procedentes de várias fontes, utilizados na composição do mapa de ZAS foram organizados em uma única base de dados espaciais. Estes dados foram





armazenados em diferentes camadas temáticas, conhecidas como *layers*. Foi definido como padrão de formato vetorial da base de dados geográfica, o formato “*shapefile*”<sup>2</sup>.

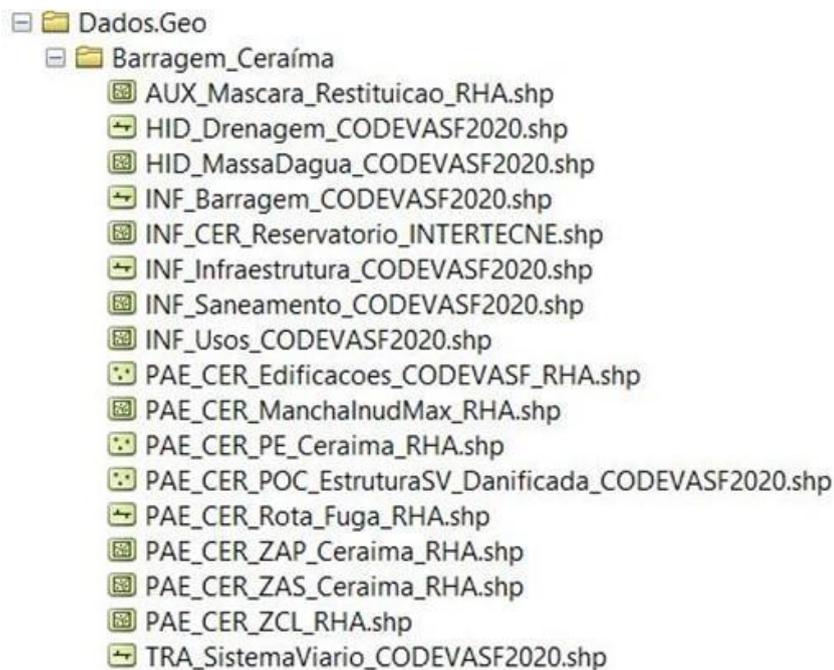
Os dados geográficos foram organizados em uma pasta geral denominada “Dados\_Geo”, que contém em sua raiz informações gerais competentes a todas as barragens e, em subpasta, as informações específicas da barragem Ceraíma.

Para facilitar a identificação dos arquivos e seu conteúdo, adotou-se como padrão a nomenclatura “TEMA\_Descrição\_FONTE”, exemplificado na figura a seguir:

Figura A6.3 - Exemplo da estrutura de pastas e nomenclatura adotada para nomear os arquivos.

---

<sup>2</sup> O “*shapefile*” é um conjunto de vários arquivos com estrutura vetorial capaz de caracterizar geometrias (sejam pontos, linhas ou polígonos) e incorporar atributos descritivos, como por exemplo: nome, profundidade, altitude, códigos, entre outros.



Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Todos os dados foram georreferenciados ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS-2000). Para os dados com recorte espacial regional (que engloba mais de um fuso UTM), optou-se em utilizar Sistemas de Coordenadas Geográficas. Já os dados com recorte menores, Sistemas de Coordenadas planas, UTM, Fuso 23.

Estando todos os dados no mesmo formato de arquivo e com a mesma referência espacial (SIRGAS-2000) foi possível, através de um software SIG, visualizar todas as informações em uma única base.

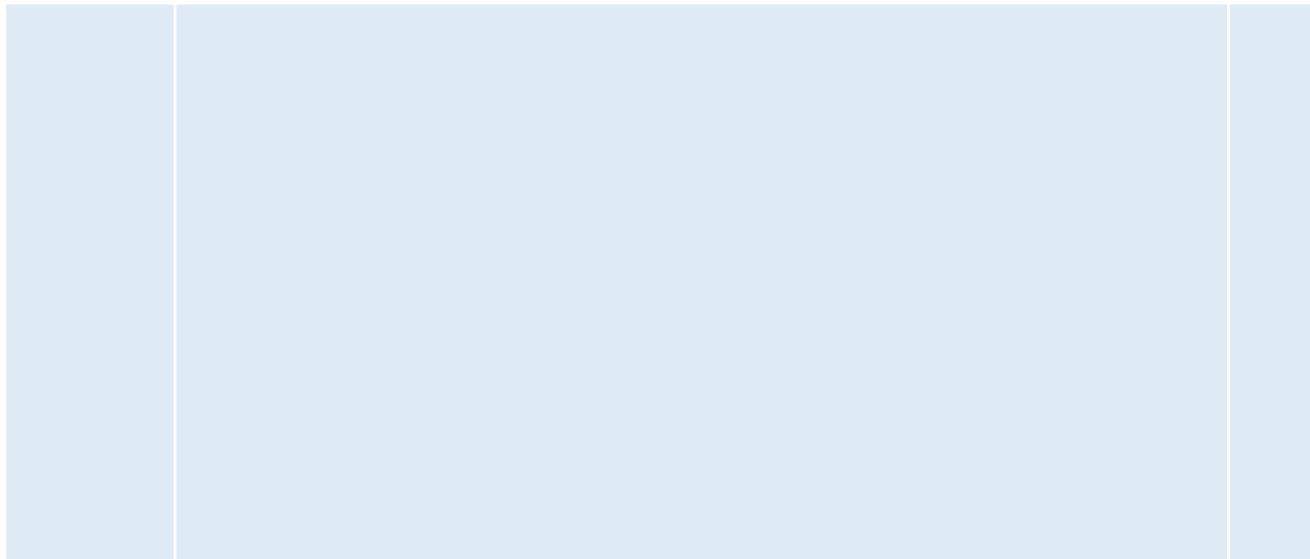


MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS



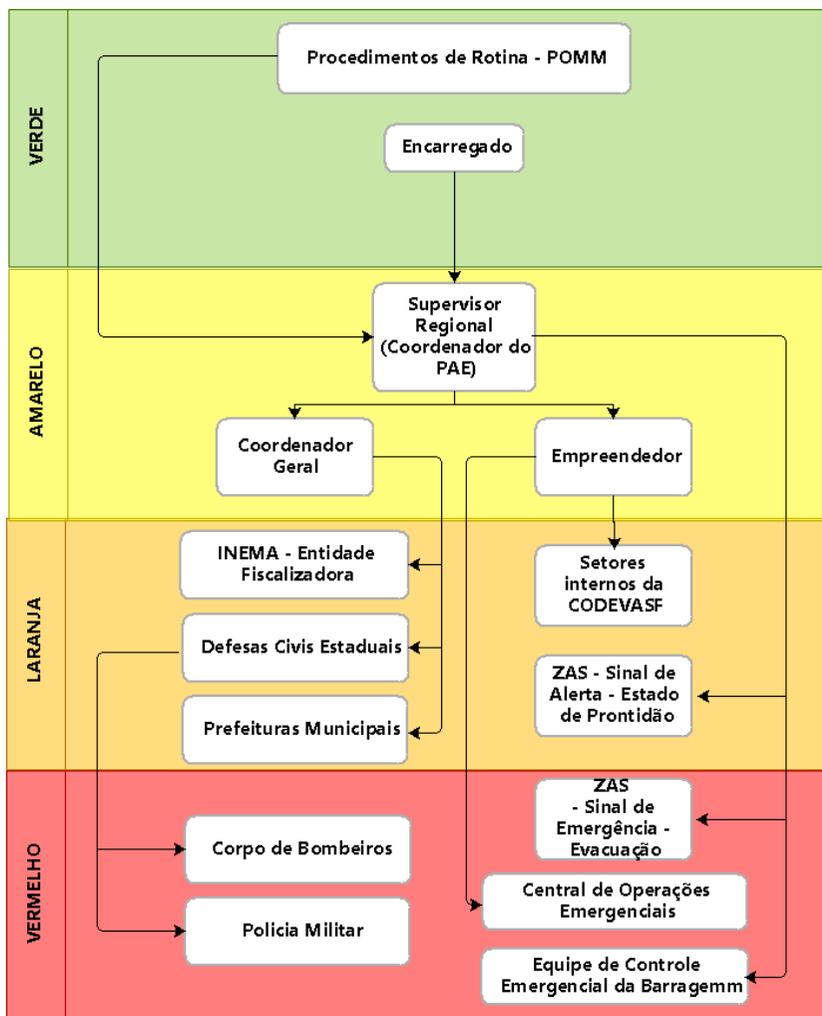
MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

## ANEXO 7 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO





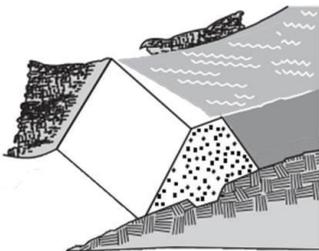
MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS



**DEFESA CIVIL**  
BAHIA  
(71) 3115-3000  
<http://www.defesacivil.ba.gov.br/>  
[paulo.sergio.luz@sudec.ba.gov.br](mailto:paulo.sergio.luz@sudec.ba.gov.br)  
**POLICIA CIVIL**  
BAHIA  
(71) 3117-6048  
<http://www.pm.ba.gov.br/>  
[cg.cmi@pm.ba.gov.br](mailto:cg.cmi@pm.ba.gov.br)  
**CORPO DE BOMBEIROS**  
BAHIA  
(71) 3116-6782  
<http://www.cbm.ba.gov.br/>  
[cg.gabinete@cbm.ba.gov.br](mailto:cg.gabinete@cbm.ba.gov.br)  
**PREFEITURAS MUNICIPAIS**  
**BOM JESUS DA LAPA - BA**  
(77) 3481-3374  
(77) 3481-5777  
(77) 3481-4211  
[prefeitura.lapa@gmail.com](mailto:prefeitura.lapa@gmail.com)  
**GUANAMBI - BA**  
(77) 3452-4306  
(77) 3452-4301  
[contato@sebastiaoaranjeiras.ba.gov.br](mailto:contato@sebastiaoaranjeiras.ba.gov.br)  
**MALHADA - BA**  
(77) 3691-2145  
(77) 3691-2149  
[contato@malhada.ba.gov.br](mailto:contato@malhada.ba.gov.br)  
**PALMAS DE MONTE ALTO - BA**  
(77) 3662-2113  
(77) 3662-2005  
(77) 3662-2114  
**RIACHO DE SANTANA - BA**  
(77) 3457-2121  
[contato@riachodesantana.ba.gov.br](mailto:contato@riachodesantana.ba.gov.br)

**ENTIDADE FISCALIZADORA - INEMA**  
(71) 3118-4133  
<http://www.inema.ba.gov.br/>  
**EMPREENDEDOR**  
PR - Presidência  
Marcelo Andrade Moreira Pinto  
Presidente  
(61) 96244-6100  
[marcelo.moreira@codevasf.gov.br](mailto:marcelo.moreira@codevasf.gov.br)  
**COORDENADOR GERAL**  
5ª/SR - 5ª Superintendência Regional  
Harley Xavier Nascimento  
Superintendente  
(077) 3481-8000  
[harley.nascimento@codevasf.gov.br](mailto:harley.nascimento@codevasf.gov.br)  
**COORDENADOR DO PAE (SUPERVISOR REGIONAL)**  
2ª/GRD - Gerência Regional de Infraestrutura  
Gerente  
Renato do Rosário Bittencourt Lopes  
Eng. Civil, MSc  
(077) 3481-8021  
[thaise.tojal@codevasf.gov.br](mailto:thaise.tojal@codevasf.gov.br)

**ANEXO 8 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA IMINENTE<sup>3</sup>**

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 01</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR- 3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<p><i>Nível do reservatório próximo ao da cota da crista da barragem. O galgamento da barragem é iminente com potencial evolução para o desenvolvimento de brecha.</i></p>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do talude de montante ou de jusante.</p>	

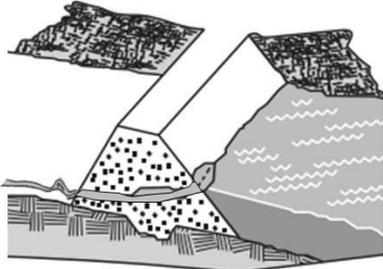
<sup>3</sup> As figuras que são apresentadas como “Croqui Típico da Anomalia” foram obtidas dos seguintes documentos:  
- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens - Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2002.  
- Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem – Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2010.

**PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO**

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;  
Rebaixar ponto específico da crista da barragem ou ombreira, empregando escavadeira ou equipamento similar, conforme plano desenvolvido anteriormente, para induzir o transbordamento por um ponto desejado;  
Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;  
Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;  
Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

**MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO**

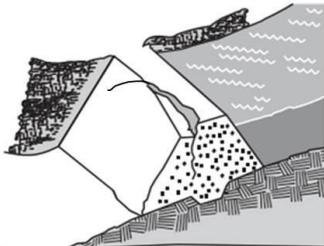
Inspeções visuais / Informações hidrometeorológicas.

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 02</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Erosão interna (piping) com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente.</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Ocorrência de entubamento ou <i>piping</i>.          Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras.          Instabilidade do talude ou ombreira.          Recalque da crista e galgamento da barragem.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;  
Abertura imediata das comportas dos descarregadores de fundo, para rebaixamento do reservatório;  
Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;  
Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;  
Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;  
Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

**MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO**

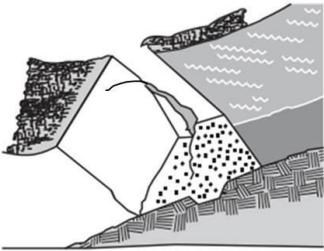
Inspeções visuais.

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 03</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Instabilização global com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Formação de superfície de ruptura no maciço ou ombreiras.          Instabilidade do talude.          Ruptura do maciço ou fundação.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;  
Abertura imediata das comportas dos descarregadores de fundo, para rebaixamento do reservatório;  
Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;  
Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;  
Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;  
Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

**MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO**

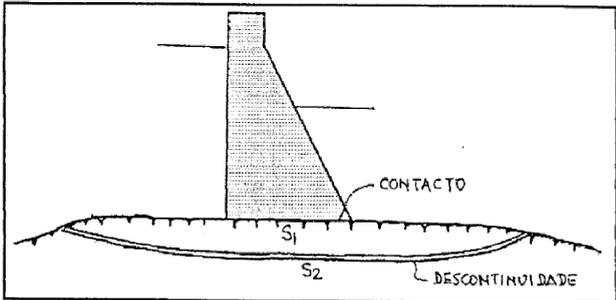
Inspeções visuais.

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 04</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Instabilização localizada com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Formação de superfície de ruptura localizada no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do maciço ou fundação.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;  
Abertura imediata das comportas dos descarregadores de fundo, para rebaixamento do reservatório;  
Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;  
Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;  
Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;  
Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

**MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO**

Inspeções visuais.

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 05</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Presença ou surgimento de plano de deslizamento preferencial no maciço de fundação ou no contato concreto-fundação que afetaram a estabilidade da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Deslizamento da estrutura de concreto para jusante.          Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto.          Ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;

Continuação da realização das inspeções das estruturas, fundações, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;

Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;

Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;

Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;

Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

**DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO**

Inspeção / avaliação visual

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 06</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<p><i>Falha do sistema de drenagem ou do sistema de bombeamento com aumento da subpressão levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i></p>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Aumento da subpressão.                  Inundaçao da galeria de drenagem.                  Reduçao dos coeficientes de seguranca da estrutura de concreto.                  Instabilizaçao/ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;

Continuação da realização das inspeções das estruturas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;

Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;

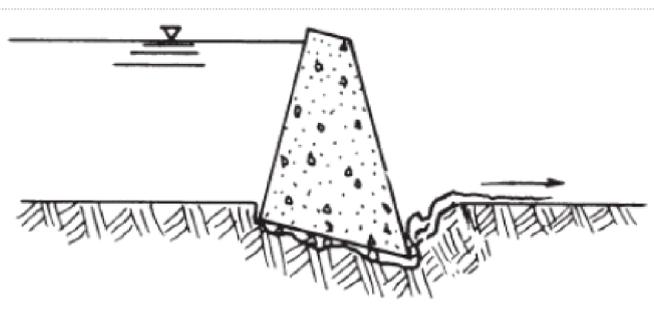
Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;

Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;

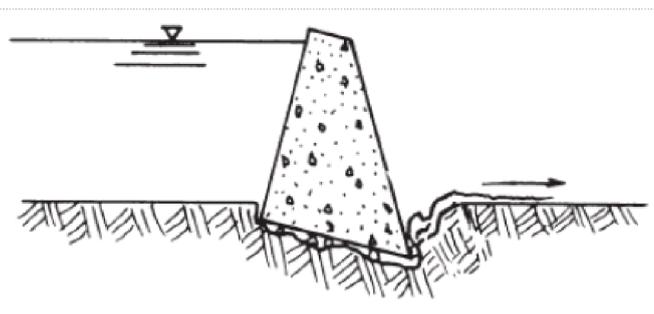
Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

**DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO**

Inspeção / avaliação visual

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 07</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o tombamento, levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Descolamento da estrutura de sua fundação.                      Redução da área de compressão na base da estrutura.                      Redução dos coeficientes de segurança ao tombamento.                      Instabilização/ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			

<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Continuação do monitoramento e acompanhamento das medições hidrométricas a montante da barragem e do NA do reservatório;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Abertura das comportas do vertedouro;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>	
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeção / avaliação visual

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 08</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Ocorrência de abalo sísmico nas proximidades ou no local da barragem, tendo-se identificado uma ou mais anomalias não extintas e/ou controladas, que levaram a uma situação adversa que afeta a estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Abalo da estrutura de concreto/terra ou da fundação.</p> <p>Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto.</p> <p>Anomalias às comportas dos órgãos extravasores.</p> <p>Instabilização/ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;

Continuação da realização das inspeções das estruturas, fundações e comportas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;

Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;

Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas logo após o sismo (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;

Abertura das comportas do vertedouro;

Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;

Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

**DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO**

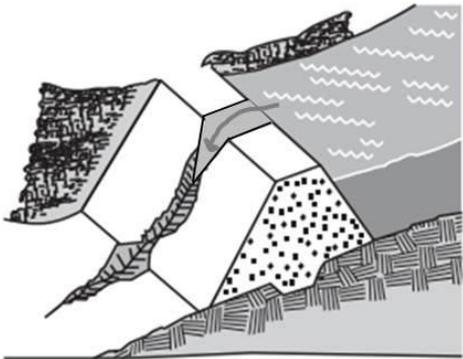
Inspeção / avaliação visual

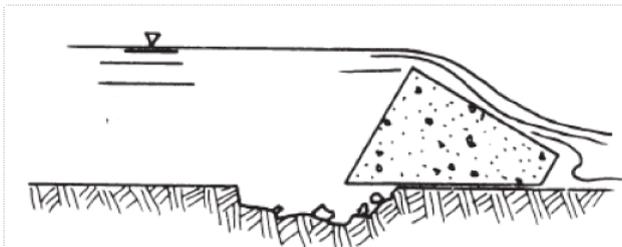
## ANEXO 9 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU<sup>4</sup>

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 09</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<p><i>Formação de brecha de ruptura. A ruptura está ocorrendo ou já ocorreu.</i></p>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	

<sup>4</sup> As figuras que são apresentadas como “Croqui Típico da Anomalia” foram obtidas dos seguintes documentos:

- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens - Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2002.
- Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem – Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2010.

	<p>Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem.</p> <p>Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante.</p> <p>Danos ambientais.</p> <p>Prejuízos financeiros e à imagem da empresa.</p> <p>Problemas de ordem legal e jurídica.</p>
<p><b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b></p>	
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Evacuar as instalações industriais afetadas, conforme rotas de fuga pré-estabelecidas;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos; e</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.</p>	
<p><b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b></p>	<p>Inspeções visuais periódicas</p>

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 10</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Ocorrência de abalo sísmico nas proximidades ou no local da barragem, tendo-se chegado a uma situação em que a ruptura já ocorreu ou está ocorrendo.</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem.</p> <p>Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante.</p> <p>Danos ambientais.</p> <p>Prejuízos financeiros e à imagem da empresa.</p> <p>Problemas de ordem legal e jurídica.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;  
Evacuar as instalações industriais afetadas, conforme rotas de fuga pré-estabelecidas;  
Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;  
Acompanhamento das ações dos órgãos externos; e  
Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.

<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Avaliação visual
--------------------------------------	------------------

## ANEXO 10 – GLOSSÁRIO

Glossário
<b>Acidente:</b> Comprometimento da integridade estrutural com liberação incontrolável do conteúdo do reservatório, ocasionado pelo colapso parcial ou total da barragem ou de estrutura anexa.
<b>Anomalia:</b> Qualquer deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa vir a afetar a segurança da barragem, tanto a curto como a longo prazo.
<b>Bacia Hidrográfica:</b> Espaço geográfico delimitado pelo divisor de águas cujo escoamento superficial converge para seu interior sendo captado pela rede de drenagem que lhe concerne.
<b>Barragem:</b> Qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.
<b>Brecha de Ruptura:</b> Abertura feita no corpo da barragem em caso de acidente, caracterizada pela sua configuração geométrica e o tempo de ruptura da barragem.
<b>Categoria de Risco:</b> Classificação da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente ou desastre.
<b>CODEVASF:</b>



Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.
<b>Cenário de Ruptura:</b> Situação hipotética plausível que pode originar um acidente.
<b>COMDEC:</b> Coordenadoria Municipal de Defesa Civil ou qualquer outro órgão equivalente devidamente instituído por legislação municipal e subordinadas aos respectivos prefeitos, são órgãos responsáveis pelo planejamento, coordenação, execução e controle de ações de defesa civil no âmbito dos respectivos municípios. Na ausência de um órgão devidamente instituído cabe ao prefeito, ou algum indicado, responder pelas atribuições de proteção e defesa civil atribuídos legalmente ao município.
<b>Coordenador do PAE:</b> Responsável por coordenar as ações descritas no PAE, devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência em potencial da barragem.
<b>Dano Potencial Associado da Barragem:</b> Dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais.

<b>Glossário (continuação)</b>
<b>Declaração de Encerramento:</b> Declaração emitida pelo Empreendedor para as autoridades públicas competentes declarando o fim da situação de emergência.
<b>Desastre:</b>

<p>Resultado de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis, que causa significativos danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais.</p>
<p><b>Emergência:</b></p> <p>Quando as anomalias representem risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.</p>
<p><b>Empreendedor:</b></p> <p>Pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente.</p>
<p><b>Erosão:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>(1) Remoção de partículas do terreno, causada por um ou vários fatores de natureza física, química ou biológica, responsável pelo modelado do relevo terrestre. Ver erosão superficial.</li><li>(2) Desgaste e transporte de elementos do solo pela ação da água, glaciares, ventos e ondas.</li></ol>
<p><b>Erosão Interna:</b></p> <p>Movimento das partículas de solo no interior do corpo terroso da barragem, carregadas pela percolação d'água.</p>
<p><b>Erosão Interna Regressiva:</b></p> <p>Erosão interna no interior do corpo da barragem, fundação ou ombreira, em sentido contrário ao fluxo d'água.</p>
<p><b>Erosão Superficial:</b></p>

Situação que provoca a remoção pela água ou vento do material numa zona superficial da barragem, das ombreiras ou das encostas do reservatório.
<b>Evento:</b> Incidente que prejudica a operacionalidade e/ou confiabilidade das estruturas podendo vir a gerar eventuais acidentes, se não for corrigido a tempo.
<b>Exercício Livex:</b> Exercício em escala real (simulação), para testar plano municipal de contingência.
<b>Exercício Tabletop:</b> Exercício de situações hipotéticas envolvendo ruptura de barragem realizados com equipes em sala.

<b>Glossário (continuação)</b>
<b>Galgamento:</b> Fenômeno que ocorre quando a água ultrapassa a cota do coroamento da barragem, em geral devido à ocorrência de cheias excepcionais e não previstas no projeto, devido a insuficiência temporária ou permanente de vazão do vertedouro, à falha de mecanismos de abertura de comportas, devido a sismos ou a ondas que se formem no reservatório.
<b>Gestão de risco:</b> Ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos
<b>Incidente:</b>

<p>Ocorrência que afeta o comportamento da barragem ou de estrutura anexa que, se não controlada, pode causar um acidente.</p>
<p><b>Mapa de Inundação:</b></p> <p>Produto do estudo de inundação que compreende a delimitação geográfica georreferenciada das áreas potencialmente afetadas por eventual vazamento ou ruptura da barragem e seus possíveis cenários associados e que objetiva facilitar a notificação eficiente e a evacuação de áreas afetadas por essa situação.</p>
<p><b>Nível de Resposta da Barragem e de Emergência:</b></p> <p>Gradação das situações que podem comprometer a segurança da barragem e ocupações a jusante e ativar um processo de emergência na barragem.</p>
<p><b>Ocorrência excepcional:</b></p> <p>Um evento que possui uma probabilidade anual muito pequena.</p>
<p><b>Órgão fiscalizador:</b></p> <p>Autoridade do poder público responsável pelas ações de fiscalização da segurança da barragem de sua competência.</p>
<p><b>Percolação:</b></p> <p>Movimento da água através de um solo ou maciço rochoso.</p>
<p><b>Reservatório:</b></p> <p>Acumulação não natural de água, de substâncias líquidas ou de mistura de líquidos e sólidos.</p>
<p><b>Segurança de Barragem:</b></p> <p>Condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente.</p>
<p><b>Zona de Autossalvamento (ZAS):</b></p>

Trecho do vale a jusante da barragem em que não haja tempo suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência, conforme mapa de inundação

**Zona de Segurança Secundária (ZSS):**

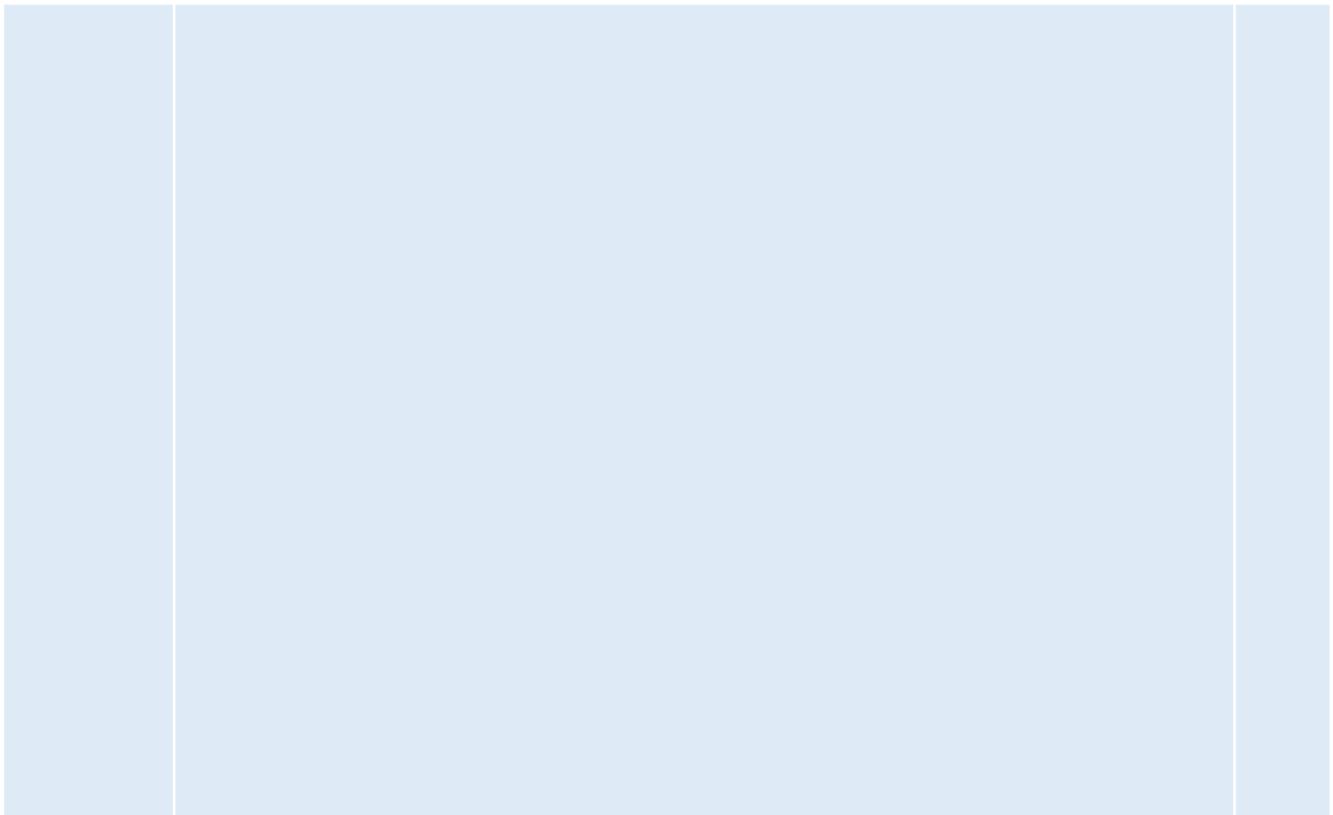
Trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS.

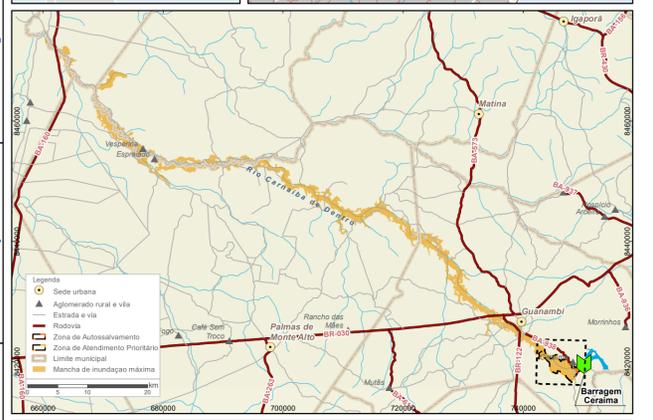
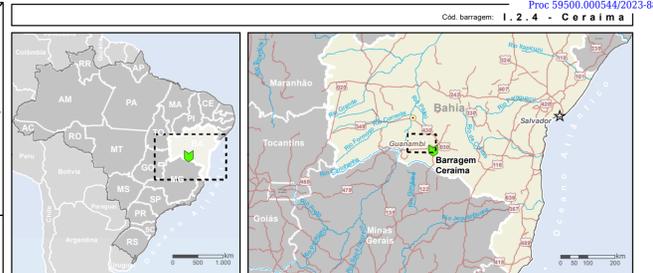
## ANEXO 11 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

- Mapa da Zona de Autossalvamento;
- Mapa da Zona de Segurança Secundária.



MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA  
AD/GEF/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS





**LEGENDA**

			<b>Text</b>	<b>Text</b>																													

Mancha de Inunda o Máxima: resultante da simula o hidrodinâmica para rompimento por galgamento hipotético da barragem de Cerai ma.

Zona de Atendimento Prioritário - ZAP: região compreendida entre a barragem e 10 km, percorridos pela calha do rio. Há tempo suficiente para que pessoas com treinamento adequado procedam seu próprio salvamento e retirada em dire o aos pontos de encontro onde acontece o resgate.

Zona de Autossalvamento - ZAS: zona do vale a jusante da barragem que está até 30 minutos de chegada da onda desde o porto de rompimento da barragem. Nesta zona considera-se não haver tempo suficiente para uma interven o das autoridades competentes em caso de acidente, devendo as pessoas, com treinamento adequado, proceder seu próprio salvamento e retirada em dire o aos pontos de encontro.

Rotas de Fuga: percurso indicado que as pessoas em risco devem utilizar para evacua o.

Zona de Concentra o Local - ZCL: conjunto de edifica es próximas, cuja o ponto de encontro   o mesmo e a rota de fuga   semelhante.

Ponto de Encontro: local seguro, previamente informado, para os quais a popula o em risco deve se dirigir após o rompimento da barragem.

Tema	Descri�o	Mancha de inunda�o	ZAS	ZAP
Bom Jesus da Lapa (BA)		5,6 km <sup>2</sup> 0,1%	-	-
Guanambi (BA)		50,7 km <sup>2</sup> 4%	0,8 km <sup>2</sup> 0,07%	12,8 km <sup>2</sup> 1%
�rea do município no recorte de estudo		5,8 km <sup>2</sup> 0,3%	-	-
Palmas de Monte Alto (BA)		86,1 km <sup>2</sup> 3%	-	-
Racho de Santana (BA)		30,0 km <sup>2</sup> 1%	-	-
<b>�rea total atingida (km<sup>2</sup>)</b>		<b>158,15 km<sup>2</sup></b>	<b>0,8 km<sup>2</sup></b>	<b>12,8 km<sup>2</sup></b>
<b>Popula�o atingida</b>		<b>8.924 habitantes</b>	<b>88 habitantes</b>	<b>2496 habitantes</b>
<b>Edifica�es - Domicílio</b>		<b>2288 unidades</b>	<b>23 unidades</b>	<b>653 unidades</b>
<b>Edifica�es - Equipamento social</b>		<b>3 unidades</b>	-	<b>3 unidades</b>
<b>Edifica�es - Indústrias</b>		<b>7 unidades</b>	-	<b>2 unidades</b>
<b>Edifica�es - Comércio</b>		<b>25 unidades</b>	-	<b>7 unidades</b>
<b>Quadras esportivas</b>		<b>3 unidades</b>	-	<b>1 unidade</b>
<b>Cemit�rios</b>		<b>6 unidades</b>	-	-
<b>Rodovias</b>		<b>4 km</b>	-	-
<b>Estradas</b>		<b>96 km</b>	<b>1</b>	<b>20 km</b>
<b>Vias primárias</b>		<b>11 km</b>	-	<b>5 km</b>
<b>Vias secundárias</b>		<b>146 km</b>	<b>3 km</b>	<b>27 km</b>
<b>Caminhos e trilhas</b>		<b>76 km</b>	<b>1 km</b>	<b>13 km</b>
<b>Ferrovias</b>		<b>1 km</b>	-	-
<b>Sistema Viário</b>		<b>Total (quil�metros)</b>	<b>334 km</b>	<b>4 km</b>
<b>Pontes sujeitas a danos</b>		<b>29 unidades</b>	-	<b>6 unidades</b>
<b>Energia e Saneamento</b>		<b>Linha de transmissão</b>	<b>170 km</b>	<b>5 unidades</b>
		<b>Esta�o de tratamento de esgoto</b>	<b>1 unidade</b>	<b>3 km</b>

Fontes:  
 ZAS, ZAP, ZCL, PE e rotas de fuga (RHA, 2020)  
 Mancha de inunda o e Reservatório (INTERTECNE, 2017)  
 Aglomerado rural (IBGE, 2015)  
 Limites estaduais e municipais (IBGE, 2015)  
 Residências e edifica es (SAI, 2020; RHA, 2020; GoogleMaps, 2020; OSM, 2020)  
 Sistema viário, linha de transmissão de energia, pontes, cemitérios, quadras esportivas, pista de pouso, hidrografia (SAI, 2020)  
 Imagens de satélite (World Imagery Basemap - DigitalGlobe, 2017)

Revisão:

N�	Descri�o	Prep.	Apov.	Data

**RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA**

Contratada:	Contratante:
Elaborador: Raphael Pereira	Gestor de Contrato: Igor Soriano
Verificador: Karline Kunin	Gerente: Enillo Santos
Supervisor: M�rian da Costa Rohm	Fiscal:
Responsável Técnico: Laertes Munhoz da Cunha - CREA PR-5124/D	Fiscal:
ART 1726201380807	

**CODEVASF**

**PLANO DE AÇO DE EMERGÊNCIA**

**BARRAGEM CERAÍMA**

**MAPA DE ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)**  
 CENÁRIO DE RUPTURA EXTREMA  
 TR = 10.000 ANOS

Mapa	Folha	Código Cliente	Código RHA	Revisão
1	1 de 1	I.2.4.PSB.1.0.v00	CE-PSB-V.1-r00	A



TABELA DE COORDENADAS				TABELA DE COORDENADAS			
SEÇÃO	PONTOS	COORDENADAS		SEÇÃO	PONTOS	COORDENADAS	
		N	E			N	E
SEÇÃO 1	P1	8.419.091	750.244	SEÇÃO 13	P1	8.427.545	734.105
	P2	8.419.809	749.836		P2	8.428.150	736.221
SEÇÃO 2	P1	8.418.352	749.755	SEÇÃO 14	P1	8.429.212	730.911
	P2	8.419.615	748.940		P2	8.430.623	732.204
SEÇÃO 3	P1	8.417.669	749.253	SEÇÃO 15	P1	8.432.562	728.176
	P2	8.419.587	748.835		P2	8.433.301	731.034
SEÇÃO 4	P1	8.417.100	748.296	SEÇÃO 16	P1	8.436.257	726.455
	P2	8.419.694	748.127		P2	8.437.964	728.141
SEÇÃO 5	P1	8.417.685	746.514	SEÇÃO 17	P1	8.440.345	720.337
	P2	8.420.242	747.729		P2	8.441.544	722.123
SEÇÃO 6	P1	8.418.251	745.875	SEÇÃO 18	P1	8.444.907	715.633
	P2	8.420.198	746.264		P2	8.446.765	715.100
SEÇÃO 7	P1	8.419.267	744.358	SEÇÃO 19	P1	8.448.161	703.275
	P2	8.420.614	745.814		P2	8.449.853	704.259
SEÇÃO 8	P1	8.420.404	743.339	SEÇÃO 20	P1	8.452.194	694.176
	P2	8.421.483	744.440		P2	8.454.451	693.049
SEÇÃO 9	P1	8.421.113	742.465	SEÇÃO 21	P1	8.451.840	682.295
	P2	8.422.023	743.779		P2	8.454.377	683.351
SEÇÃO 10	P1	8.422.688	740.639	SEÇÃO 22	P1	8.451.837	676.792
	P2	8.424.283	742.270		P2	8.454.801	680.069
SEÇÃO 11	P1	8.423.488	739.344	SEÇÃO 23	P1	8.464.042	667.970
	P2	8.425.369	741.160		P2	8.463.849	669.673
SEÇÃO 12	P1	8.424.839	737.684	SEÇÃO 24	P1	8.468.968	660.343
	P2	8.428.581	739.789		P2	8.473.890	662.531

**LEGENDA:**

- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- SETOR CENSITÁRIO URBANO
- RODOVIA ESTADUAL
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- FERROVIAS
- QUILOMBOLAS
- PRESERVAÇÃO AMBIENTAL
- ÁREA EDIFICADA
- PORTOS E TERMINAIS
- AEROPORTO PÚBLICOS
- AGLOMERADO RURAL
- OAE

- NOTAS:**
- 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
  - 2 - AS INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS DO ESCOAMENTO AO LONGO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS ESTÃO INDICADAS NO DOCUMENTO 1901-CE-0-GE-G00-00-C-13-DE-0015.
  - 3 - A LOCALIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA APRESENTADA BASEIA-SE NOS DADOS DISPONÍVEIS NO SITE DO DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES.

**SISTEMA DE REFERÊNCIA**  
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: WGS84

**SISTEMA DE PROJEÇÃO**  
UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
MC 39° WGr.



nº	revisão	descrição	preparado por	aprovado por	data
0	REVISÃO CONFORME OS COMENTÁRIOS CODEVASF RECEBIDOS EM 18/06/2020		NNFD	DHT	AGO/20

**Inter**techne CONSULTORES S.A.

elaborador: NNFD  
verificador: JRMA  
supervisor: CDGC

aprovador: Camilla de Goes Silva  
gerente de projeto  
responsável técnico: José F. P. Machado - CREA PR 20532/D



**REVISÃO PERIÓDICA DAS BARRAGENS DA CODEVASF**

titulo: **BARRAGEM CERAÍMA  
MAPA DE INUNDAÇÃO - PLANTA  
RUPTURA MAIS PROVÁVEL**

escala	folha	Código Cliente	revisão
INDICADA	1 de 1	1901-CE-0-GE-G00-00-C-13-DE-0005	0

**PLANTA**

Nº TDR:

# COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA

## BARRAGEM CERÁIMA

### PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

### VOLUME 3. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



Documento:  
I.2.4.PSB3.v01.PAE.Ceraíma

Revisão nº: 00

Versão nº: 01

**ART N° 1720201401898**

BRASÍLIA/DF  
2020

## SUMÁRIO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM CERAÍMA

- Volume 1** Resumo Geral: resumo técnico e executivo de todo conteúdo do Projeto da Barragem, do Plano de Segurança de Barragens e demais estudos técnicos associados.
- Volume 1.A** Documentação Técnica: compilação de toda documentação técnica e administrativa do empreendimento, incluindo, projetos, estudos, títulos de propriedade, licenças ambientais e outorgas de recursos hídricos.
- Volume 2** Plano de Operação, Manutenção e Monitoramento (POMM): manual técnico para normatizar e orientar as atividades de: 2.1. Inspeção (Regular e Especial), 2.2. Operação, 2.3. Manutenção, 2.4. Instrumentação.
- Volume 2.A** Registros do POMM: compilação das fichas e relatórios relativos as atividades normatizadas pelo Volume 2: 2.1. Inspeção (Regular e Especial), 2.2. Operação, 2.3. Manutenção, 2.4. Instrumentação.
- Volume 3** Plano de Ação de Emergência (PAE): manual técnico para normatizar e orientar as atividades de identificação, comunicação, prevenção e resposta a eventos de emergência.
- Volume 3.A** Registros do PAE: compilação das comunicações e relatórios relativos as situações de alerta e emergência.
- Volume 4** Revisão Periódica de Segurança da Barragem (RPS): relatório técnico cujo objetivo é revisar os conteúdos do PSB e diagnosticar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização de dados hidrológicos, as alterações das condições a montante e a jusante do empreendimento, e indicar as ações a serem adotadas pelo empreendedor para a manutenção da segurança.

### Acesso a documentação digital

Servidor Interno: <\\drive\AD.Barragens\PSB\5SR\I.2.4.Ceraima>

Servidor Externo: N/E

## VOLUME 3 – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM .....	1
1.1. APRESENTAÇÃO .....	1
1.2. OBJETIVO .....	2
1.1. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS .....	3
1.1.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM .....	3
1.1.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM .....	6
1.1.3. RESERVATÓRIO .....	7
1.1.4. ÓRGÃOS EXTRAVASORES .....	8
1.1.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS .....	10
1.1.6. INSTRUMENTAÇÃO .....	12
1.1.7. ACESSOS À BARRAGEM .....	13
1.1.8. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	14
1.2.1. SALA DE EMERGÊNCIA .....	14
1.2.2. RECURSOS MATERIAIS MOBILIZÁVEIS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....	14
2. IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA .....	15
2.1. CLASSES DOS NÍVEIS DE RESPOSTA .....	15
2.2. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO .....	16
2.3. PROCEDIMENTOS DE ATUAÇÃO .....	23
2.3.1. NÍVEL DE RESPOSTA 0 (NR-0) - VERDE .....	23
2.3.2. NÍVEL DE RESPOSTA 1 (NR-1) - AMARELO .....	23
2.3.3. NÍVEL DE RESPOSTA 2 (NR-2) - LARANJA .....	23
2.3.4. NÍVEL DE RESPOSTA 3 (NR-3) - VERMELHO .....	24
3. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÕES E SISTEMAS DE ALERTA .....	26
3.1. OBJETIVO .....	26
3.2. NOTIFICAÇÃO .....	26
3.3. SISTEMA DE ALERTA .....	26
3.4. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO .....	27
4. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE .....	28
4.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR (CODEVASF) .....	30
4.2. RESPONSABILIDADES DO SUPERVISOR REGIONAL (COORDENADOR DO PAE) .....	30
4.3. RESPONSABILIDADE DO COORDENADOR GERAL .....	31
4.4. RESPONSABILIDADES DO ENCARREGADO DA BARRAGEM .....	31
4.5. RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM .....	32
4.6. RESPONSABILIDADES DA CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS .....	32

4.7. RESPONSABILIDADES DO SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL E DEMAIS AUTORIDADES.....	32
5. SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO .....	34
6. IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS VULNERÁVEIS A JUSANTE DO BARRAMENTO .....	36
6.1. CARACTERIZAÇÃO DA ZAS, ZAP E DOS MEIOS DE EVACUAÇÃO .....	36
6.2. QUANTIFICAÇÃO DOS DANOS.....	38
7. ENCERRAMENTO, DIVULGAÇÃO, TREINAMENTO E ATUALIZAÇÃO DO PAE .....	41
7.1. ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA .....	41
7.2. DIVULGAÇÃO .....	41
7.3. TREINAMENTO.....	42
7.4. ATUALIZAÇÃO.....	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
9. ANEXOS.....	45
<b>ANEXO 1 – LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO DO PAE .....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 2 – FORMULÁRIOS TIPO.....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 3 – MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS.....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 4 – CONTROLES DE REVISÃO E DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 5 – PLANO E REGISTROS DOS TREINAMENTOS DO PAE .....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 6 – CONTEÚDO, CONCEITOS E METODOLOGIAS PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, ZAP E MEIOS DE EVACUAÇÃO.....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 7 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO .....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 8 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA IMINENTE .....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 9 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU.....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 10 – GLOSSÁRIO .....</b>	<b>a</b>
<b>ANEXO 11 – MAPA DE INUNDAÇÃO.....</b>	<b>a</b>

## 1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

### 1.1. APRESENTAÇÃO

O presente Plano de Ação de Emergência (PAE) foi elaborado para estabelecer as ações a serem executadas pela CODEVASF durante uma situação de emergência que ameace as estruturas da Barragem Ceraíma no sentido de reduzir o risco de perda de vida humana e minimizar os danos materiais bem como identificar os agentes a serem notificados dessa ocorrência. Este é um documento para suporte na elaboração dos planos de contingência municipais pelos respectivos órgãos de Defesa Civil.

A gestão de emergências aplicada a barragens é constituída por um conjunto de ações coordenadas que visam minimizar a magnitude dos possíveis danos devidos a incidentes e acidentes, assegurando a resposta mais adequada durante e após a ocorrência de um evento anômalo à operação da barragem.

Procedimentos internos de controle da barragem são mantidos pela CODEVASF, prevendo desde ações de monitoramento contínuo da barragem até a identificação e tratamento de anomalias que venham a ser diagnosticadas e que possam causar risco à segurança da barragem. Estes procedimentos são objeto do Plano de Segurança da Barragem (PSB).

O PAE é um documento operacional, destinado também aos órgãos e ao público externo, elaborado com informações suficientes para torná-lo eficaz em caso de emergência na barragem. E, por esse motivo, encontram-se informações úteis à gestão de emergência externa à barragem e estruturas associadas.

Foram utilizados como referência para a elaboração do presente PAE as seguintes legislações vigentes:

- Lei n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010, referente à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB);
- Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens (Volume IV) – Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência, publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA) do Ministério do Meio Ambiente em 2016;
- Portaria n.º 16.481, de 11 de julho de 2018, do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (INEMA). Estabelece o prazo de execução, a periodicidade de atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do PSB, da RPSB e do PAE; e
- Resolução n.º 236 da Agência Nacional de Águas (ANA), de janeiro de 2017.

## 1.2. OBJETIVO

O PAE da Barragem Ceraíma tem por objetivo principal estabelecer ações a serem executadas nas situações de emergência que ameacem a integridade física da barragem e estruturas associadas ou gerem riscos aos habitantes da região, buscando minimizar os danos sociais e econômicos previamente identificados.

O PAE contempla, seguindo as determinações do Artigo 12.º da Lei n.º 12.334/2010, os seguintes itens: identificação e análise das possíveis situações de emergência; procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento da estrutura; procedimentos para identificação e notificação de condições potenciais de ruptura da barragem; procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação dos responsáveis pelas ações; estratégia; meio de divulgação. O PAE também se baseia na Resolução 236/2017 da ANA, sem desconsiderar as particularidades da Portaria 16481/2018 do INEMA. O PAE está dividido nos seguintes itens:

- **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 das principais responsabilidades gerais do PAE;
- **Capítulo 5:** apresenta o resumo dos estudos de ruptura da barragem;
- **Capítulo 6:** apresenta a caracterização do vale de jusante e a descrição do mapa de inundação apresentado no Anexo 11; e
- **Capítulo 7:** apresenta os procedimentos para o encerramento de emergência, indicando os relatórios a serem emitidos no encerramento da situação de emergência; apresenta o método a ser aplicado para a divulgação do PAE, e apresenta os procedimentos de treinamento a serem realizados e a periodicidade da atualização do PAE; e
- **Capítulo 8:** Referências bibliográficas.

O PAE contém ainda os seguintes anexos:

- **Anexo 1:** Lista de contatos para notificação do PAE;
- **Anexo 2:** Formulários tipo;
- **Anexo 3:** Meios e recursos disponíveis;
- **Anexo 4:** Controle de revisão e distribuição;
- **Anexo 5:** Plano e registros dos treinamentos do PAE;
- **Anexo 6:** Metodologia para delimitação da ZAS, rotas de fuga e identificação dos pontos vulneráveis a jusante;
- **Anexo 7:** Fluxograma de notificação;
- **Anexo 8:** Fichas de emergência – Nível de Resposta 3 - ruptura iminente;
- **Anexo 9:** Fichas de emergência – Nível de Resposta 3 - ruptura está ocorrendo ou já ocorreu;
- **Anexo 10:** Glossário; e
- **Anexo 11:** Mapa de inundação.

## 1.1. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

O empreendimento é de propriedade da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF).

### 1.1.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

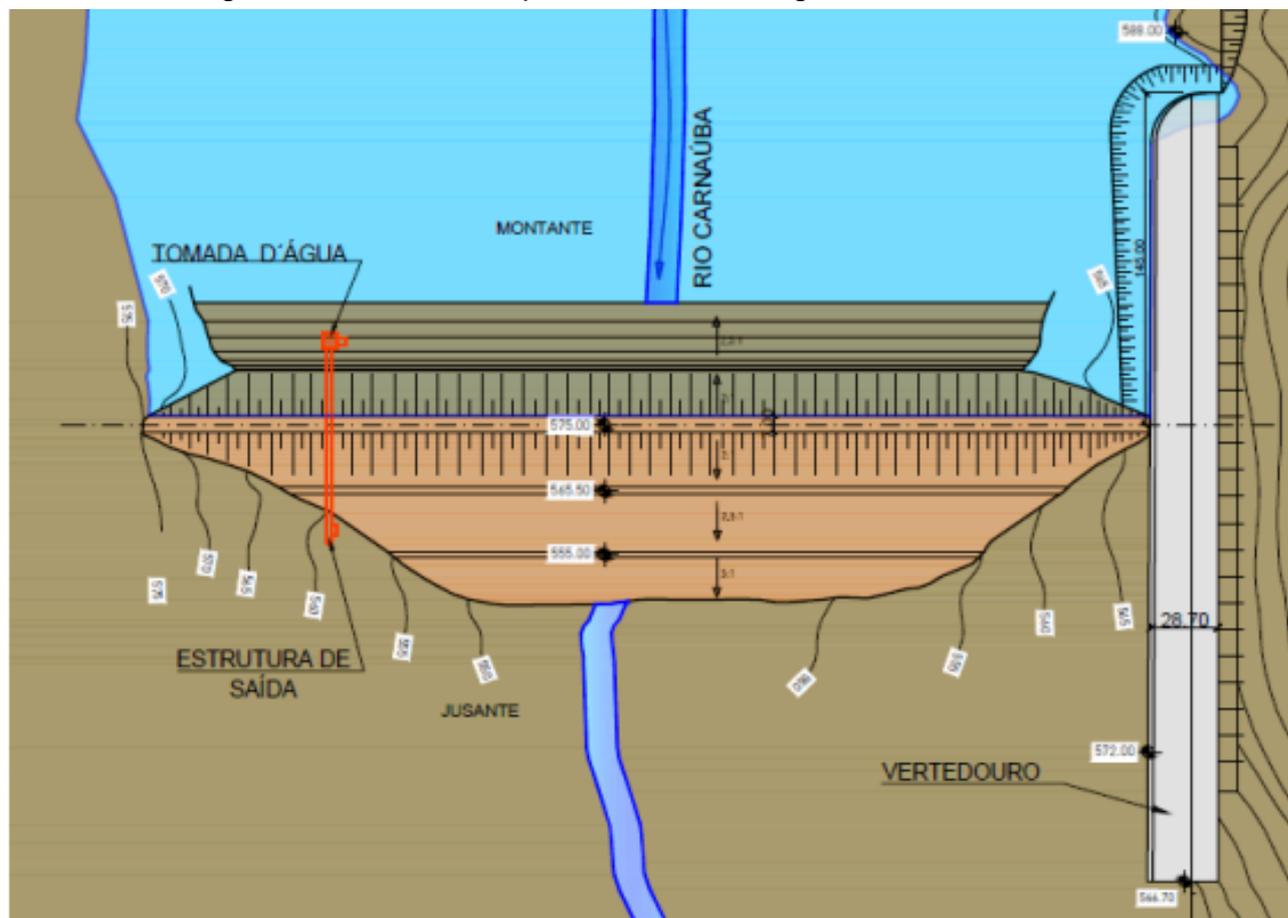
As Tabelas 1.1 e 1.2 apresentam as principais informações do empreendimento e a Figura 1.1 apresenta a planta esquemática da Barragem Ceraíma. A construção foi concluída em 1966. A barragem de CERAÍMA foi originalmente construída para abastecer o Perímetro de Irrigação de Ceraíma. Posteriormente se tornou uma fonte de abastecimento principal de água da cidade de Guanambi pela Embasa. Com a construção da Adução do Algodão, com fonte de captação diretamente no Rio São Francisco, a barragem se tornou uma fonte de abastecimento de água urbana secundária e emergencial.

Tabela 1.1 – Informações Gerais da Barragem

INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM	
<i>Denominação oficial</i>	Barragem Ceraíma
<i>Denominação popular</i>	Ceraíma
<i>Empreendedor</i>	Codevasf - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
<i>Fiscalizador</i>	INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
<i>SNISB</i>	

Fonte: RHA Engenharia, 2020.

Figura 1.1 – Planta Esquemática da Barragem e Estruturas Associadas



Fonte: RHA Engenharia, 2020.

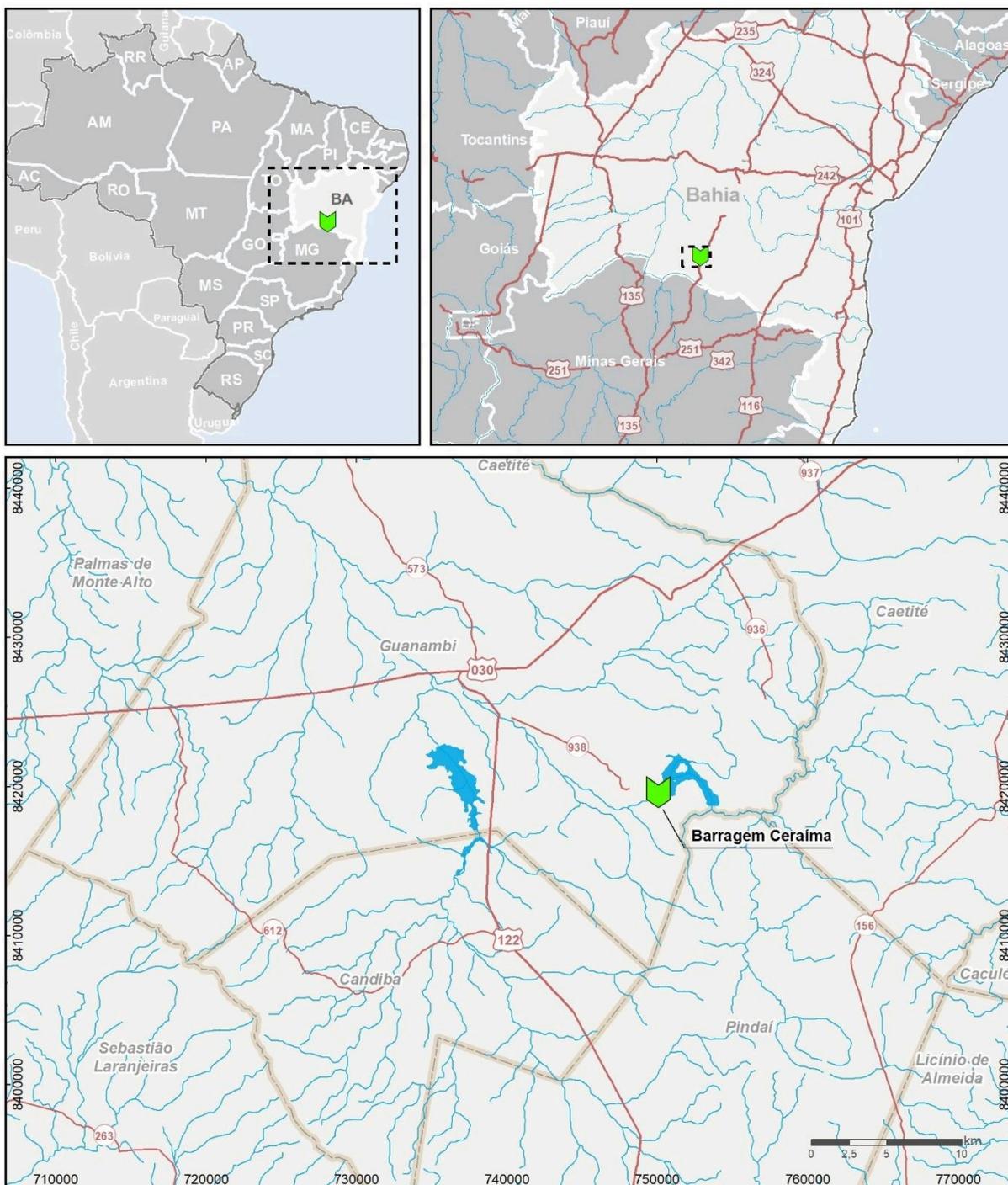
Tabela 1.2 – Informações da Localização do Empreendimento

LOCALIZAÇÃO			
	Informação	Referência	Pág.
Município	Guanambi	IBGE, 2019	-
UF	Bahia		-
Rio	Carnaíba de Dentro	ANA, 2018	-
Domínio	Estadual		-
Latitude	14°17'02" S	INTT, 2020b	a
Longitude	42°40'54" O		
Macro Bacia	São Francisco	ANA, 2018	-
Sub-Bacia	Carnaíba de Dentro, 45	ANA, 2018	-
Barragens (montante)	Não identificado	CODEVASF – Elaboração atual	-
Barragens (jusante)	UHE Sobradinho (dista 822 km, no rio São Francisco)	CODEVASF - Elaboração atual	-

Fonte: RHA Engenharia, 2020.

A Barragem Ceraíma está localizada no município de Guanambi, estado da Bahia, nas coordenadas aproximadas 14°17'02" S e 42°40'54" O, barrando o rio Carnaíba de Dentro (de domínio estadual).

Figura 1.2 – Localização Georreferenciada da Barragem Ceraíma



Fonte: RHA Engenharia, 2020.

### 1.1.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A tabela a seguir apresenta as informações do corpo da Barragem Ceraíma

Tabela 1.3 – Características do Corpo da Barragem

Informação		Referência	Pág.
<i>Tipo estrutural:</i>	Barragem de terra homogênea	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Comprimento do coroamento (m):</i>	518 m	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Cota do coroamento (m):</i>	575,1 m	ENGEFOTO (2019)	9
<i>Largura da coroamento (m):</i>	7,00 m 5,2 m	INTT (2020b) I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	a 15
<i>Altura máxima acima da fundação (m):</i>	30 m	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Borda livre (m):</i>	1,00 m*a confirmar	INTT (2020b)	a
<i>Paramento de montante Inclinação: Tipo de proteção:</i>	2H:1V; 2,5H:1V e 3H:1V RIP-RAP	INTT (2020b)	a
<i>Paramento de jusante Inclinação: Tipo de proteção:</i>	2H:1V; 2,5H:1V e 2,5H:1V Vegetal	INTT (2020b)	a
<i>Dispositivos de drenagem e filtragem:</i>	Tapete drenante, dreno de pé e drenos superficiais tipo meia-calha.	INTT (2020b)	a
<i>Volume total de aterro:</i>	Não informado	INTT (2020b)	a
<i>Tipo de materiais do aterro:</i>	Sílico Argiloso	INTT (2020b)	a
<i>Tipo de materiais dos filtros:</i>	Areia e brita	INTT (2020b)	a
<i>Tipo de materiais dos drenos:</i>	Enrocamento brita e areia	INTT (2020b)	a
<i>Fundações</i>	Possível cortina de impermeabilização (*a ser confirmado. Consta no Projeto de Recuperação da Hidroplan (2000), mas não se tem indício da implementação). Também é representada em PLANERB (2019)	INTT (2020b)	b
<i>Sismicidade adotada para cálculos de estabilidade</i>	Horizontal $a_{g,h} = 0,05 * g$ Vertical $a_{g,v} = 0,03 * g$	INTT, 2020v	16

Fonte: RHA Engenharia, 2020.

### 1.1.3. RESERVATÓRIO

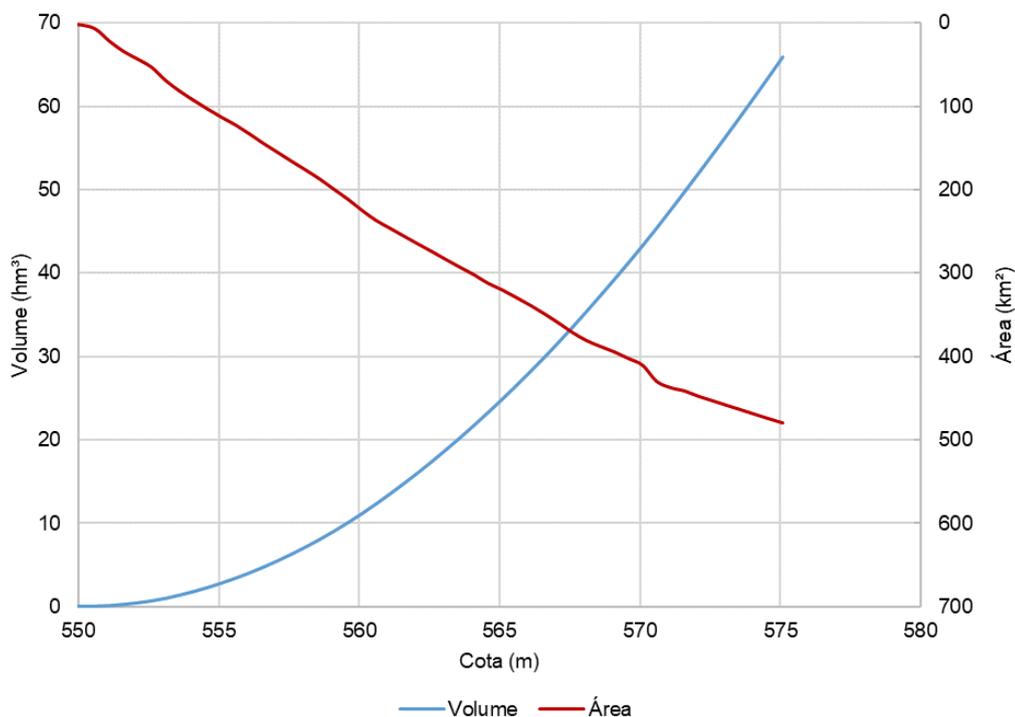
A Tabela 1.4 e a Figura 1.3 apresentam as informações do reservatório da Barragem Ceraíma.

Tabela 1.4 – Reservatório

Informação		Referência	Pág.
<i>Cota de coroamento da Barragem</i>	El. 575,10 m	ENGEFOTO (2019)	9
<i>Nível Máximo Maximorum (NMM)</i>	El. 573,62 m	ENGEFOTO (2019)	9
<i>Nível Máximo Normal (NMN)</i>	<b>El.571,73 m</b>	I.2.4.PSB1.0.v02.G eral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Nível Mínimo Operacional (NMO)</i>	553,22	INTT (2020c)	94
<i>Elevação a Soleira</i>	El. 571,65 m	ENGEFOTO (2019)	9
<i>Cota da Tomada de água</i>	Adotado igual a NMO	-	-
<i>Vazão Afluyente Máxima</i>	2.190 m³/s	INTT (2020c)	87
<i>Vazão Vertedouro Máxima</i>	1.979 m³/s	INTT (2020c)	87
<i>Vazão Tomada Máxima</i>	Não identificado	-	-
<i>Tempo de Recorrência de Projeto (TR)</i>	10.000 anos	I.2.4.PSB1.0.v02.G eral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Área alagada para NMM NMN NMO</i>	464,26 ha 443,07 ha 72,71 ha	ENGEFOTO (2019)	Planilha: Cálculos RHA
<i>Volume Total (NMM)</i>	58,87 hm³ - Determinado por RHA a partir de dados de ENGEFOTO (2019)	ENGEFOTO (2019)	Planilha: Cálculos RHA
<i>Volume Útil</i>	48,87 hm³ - Determinado por RHA a partir de dados de ENGEFOTO (2019) segundo resultados de INTT (2020c)	INTT (2020c)	94
<i>Volume Morto</i>	1,06 hm³ - Determinado por RHA a partir de dados de ENGEFOTO (2019) segundo resultados de INTT (2020c)	INTT (2020c)	94

Fonte: RHA Engenharia, 2020.

Figura 1.3 – Curva Cota-Área-Volume do Reservatório



Fonte: Engefoto, 2019.

#### 1.1.4. ÓRGÃOS EXTRAVASORES

O extravasamento de cheias é realizado por um vertedouro de concreto com soleira em formato “L” de perfil Creager disposto na ombreira esquerda da barragem, possui 145 m de largura na El. 571,65 m. A jusante da crista possui um plano de concreto com extensão de 320 m, muros laterais de concreto e bacia de dissipação escavadas em rocha. A vazão de projeto do vertedouro é de 975 m<sup>3</sup>/s, com tempo de recorrência decamilenar. A Tabela 1.5 apresenta os detalhes da estrutura.

Tabela 1.5 – Vertedouro da Barragem Ceraíma

Informação		Referência	Pág.
<i>Tipo</i>	Soleira Livre. Perfil Creager em “L”.	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Localização</i>	Maciço à esquerda	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Comprimento</i>	320 m	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Largura</i>	140 m (Frontal: 27 m Lateral: 113 m)	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15

continua

Tabela 1.5 – Vertedouro da Barragem Ceraíma (continuação)

Informação		Referência	Pág.
<i>Elevação a Soleira</i>	571,65 m	ENGEFOTO (2019)	9
<i>Cota de coroamento da Barragem</i>	575,10 m	ENGEFOTO (2019)	9
<i>Nível de Água Maximorum</i>	573,62 m	ENGEFOTO (2019)	9
<i>Comprimento Líquido da Soleira</i>	140 m	INTT (2020c)	83
<i>Altura do Paramento (P)</i>	1 m	INTT (2020c)	83
<i>Coefficiente de Descarga Adotado (Cd)</i>	2,084	INTT (2020c)	83
<i>Carga de Projeto (H<sub>0</sub>)</i>	2,34 m	INTT (2020c)	83
<i>Vazão Máxima do Vertedouro (Projeto)</i>	975 m <sup>3</sup> /s (NMM antigo 571,73 m)	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
	1.979,6 m <sup>3</sup> /s (Coroamento 575,1 m)	INTT (2020c)	84
<b>Descrição da entrada</b>	Canal de aproximação escavada em terreno natural	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<b>Descrição do canal</b>	Canal em laje de concreto com muro lateral direito em concreto e esquerdo escavado em rocha	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Comprimento</i>	320 m	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Largura (seção constante)</i>	27 m	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Declividade</i>	Não identificado	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<b>Dissipador de energia</b>	Bacia escavada em terreno natural rochoso	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15

Fonte: RHA Engenharia, 2020.

A tomada de adução e descarga é feita por torre de controle a montante, localizada na margem direita, com acesso por passarela e barrilete a jusante. A galeria tubular tem 1 m de diâmetro. A Tabela 1.6 apresenta os detalhes do dimensionamento.

Tabela 1.6 – Tomada d'água da Barragem Ceraíma

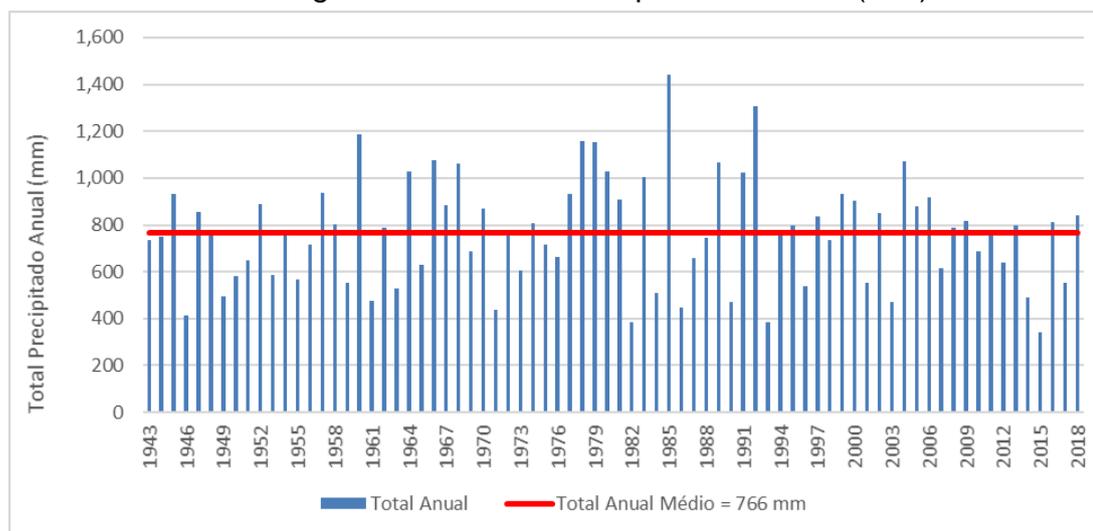
Informação		Referência	Pág.
<i>Tipo</i>	Uma. Galeria tubular com controle por torre a montante e por barrilete a jusante.	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.docx PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Localização</i>	Maciço à direita	INTT, 2020b	b
<i>Controle na entrada</i>	Torre com comportas	INTT, 2020b	b
<i>Diâmetro</i>	1 m	INTT, 2020b	b
<i>Manobra</i>	Manual, não há comando à distância	INTT, 2020b	b
<i>Acesso</i>	Por passarela a montante	INTT, 2020b	b
<i>Vazão</i>	Não identificado	-	-

Fonte: RHA Engenharia, 2020.

### 1.1.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS

O total anual precipitado médio sobre a bacia hidrográfica da Barragem Ceraíma é de 766 mm. A Figura 1.4 apresenta os totais precipitados anuais.

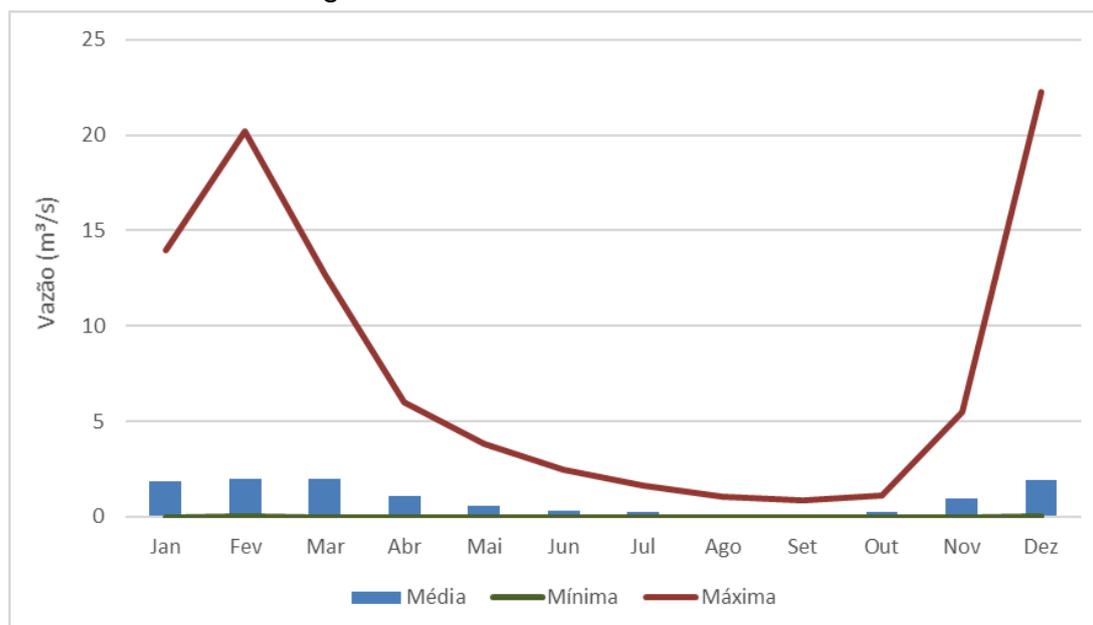
Figura 1.4 – Totais Precipitados Anuais (mm)



Fonte: Intertechne, 2019.

A série de vazões médias mensais afluentes ao reservatório de Ceraíma é apresentada na Figura 1.5.

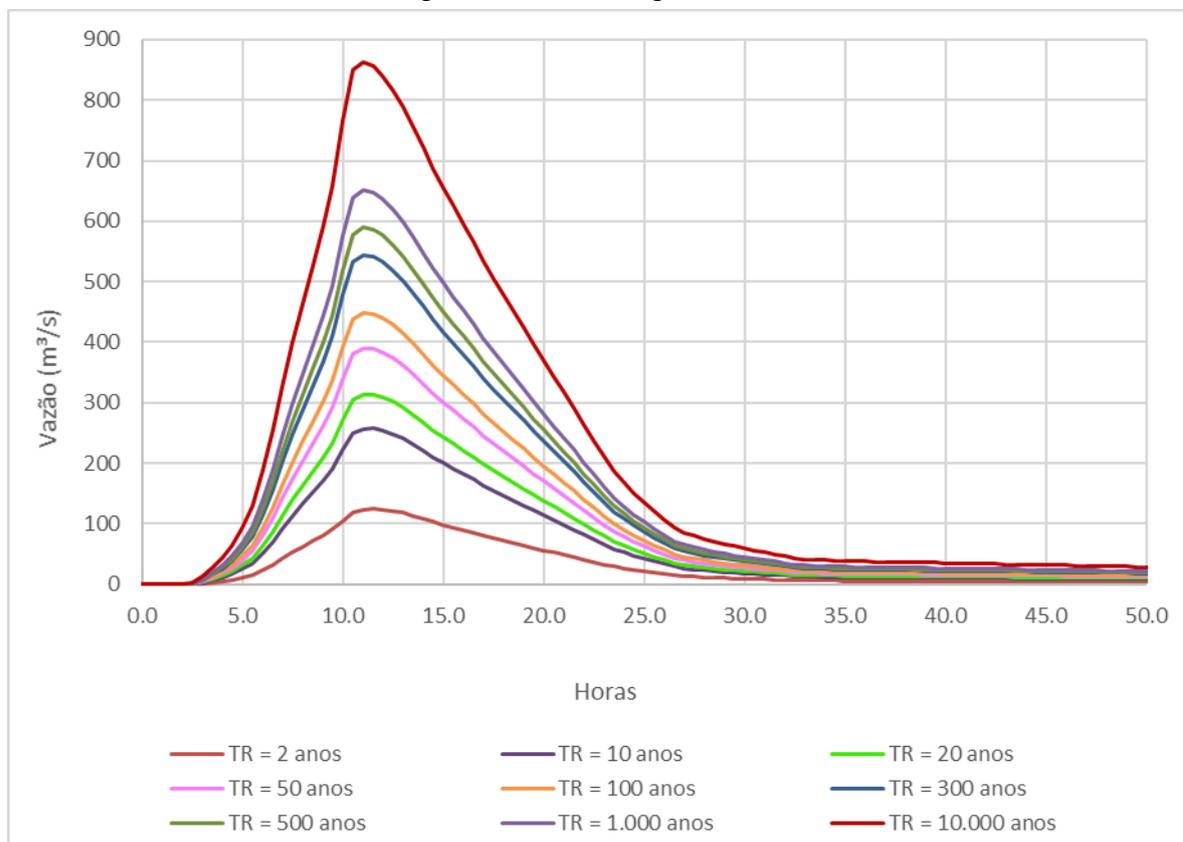
Figura 1.5 – Vazões Médias Características



Fonte: Intertechne, 2019.

As vazões de cheia, em função do tempo de recorrência, são apresentadas na Figura 1.6

Figura 1.6 – Hidrogramas de Cheias



Fonte: Intertechne, 2019.

Tabela 1.7 – Parâmetros Hidrológicos da Bacia do Rio na Seção do Barramento

Informação		Referência	Pág.
Área de drenagem da bacia	$A_t = 2.700 \text{ km}^2$	INTT, 2020c	17
Área de drenagem da bacia sendo controlada pela barragem	$A = 402 \text{ km}^2$	INTT, 2020c	18
Área de drenagem da bacia ficando a jusante	Não encontrado	INTT, 2020c	-
Comprimento do Talvegue Principal	$L = 39 \text{ km}$	INTT, 2020c	18
Perímetro	$P = 138 \text{ km}$	INTT, 2020c	18
Comprimento total dos cursos d'Água	$LT = 426,3 \text{ km}$	INTT, 2020c	18
Comprimento Reto entre a Nascente e a Exutória	$L_t = 23,9 \text{ km}$	INTT, 2020c	18
Elevação da Nascente	$H_n = 1.112 \text{ m}$	INTT, 2020c	18
Elevação no Barramento	$H_f = 565 \text{ m}$	INTT, 2020c	18
Evaporação potencial local	1708 mm	INTT, 2020c	25

continua

Tabela 1.7 – Parâmetros Hidrológicos da Bacia do Rio na Seção do Barramento  
(continuação)

<i>Índices fisiográficos e morfológicos:</i>			
○ Índice de Conformação ou Fator de Forma	$k_f = 0,26$	INTT, 2020c	18
○ Índice de Compacidade	$k_c = 1,93$		
○ Densidade de Drenagem (km/km <sup>2</sup> )	$D_d = 1,06$		
○ Extensão Média do Escoamento Superficial (km)	$l = 0,24$		
○ Sinuosidade do Curso D'Água	$SIN = 1,63$		
○ Declividade Média (m/km)	$i = 9,50$		
○ Tempo de Concentração (horas)	$t_c = 8,6$		
<i>Total médio anual de horas de insolação</i>	2.756 horas	INTT, 2020c	26
<i>Umidade relativa do ar média anual</i>	58%/ano	INTT, 2020c	27
<i>Pressão atmosférica média anual</i>	949 mb	INTT, 2020c	28
<i>Precipitação total anual média</i>	766 mm	INTT, 2020c	36
<i>Vazão Média Mensal</i>	0,95 m <sup>3</sup> /s	INTT, 2020c	48
<i>Vazão máxima decamilenar / vazão específica</i>	863,5 m <sup>3</sup> /s / 2.149 l/s/km <sup>2</sup> 740 m/s / 1.480 m <sup>3</sup> /s	INTT (2020c) HIDROPAN (2000)	80 -
<i>Vazão Mínima anual média (7dias/10 anos)</i>	$Q_{(7,10)} = 0,034$ m <sup>3</sup> /s	INTT (2020c)	82
<i>Coef de Escoamento Sup.</i>	0,66	INTT (2020c)	81

Fonte: RHA Engenharia, 2020.

Tabela 1.8 – Características Geológicas e Sísmicas Locais

Informação		Referência	Pág.
<i>Fundação</i>	Rocha alterada	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.doc x PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Suscetibilidade a escorregamento</i>	Não identificado	I.2.4.PSB1.0.v02.Geral.doc x PSB (Codevasf, 2018)	15
<i>Sismicidade potencial</i>	Zona 0, $a_g = 0,0-0,025$ m/s <sup>2</sup> - MM I-II	ABNT NBR 15421, 2006	6 e 7
<i>Tipo de formações</i>	Rocha moderadamente a muito alterada	INTT (2020b)	b
<i>Características de permeabilidade</i>	Permeabilidade alta ( $10^{-1}$ a $10^{-3}$ cm/s)	INTT (2020b)	b

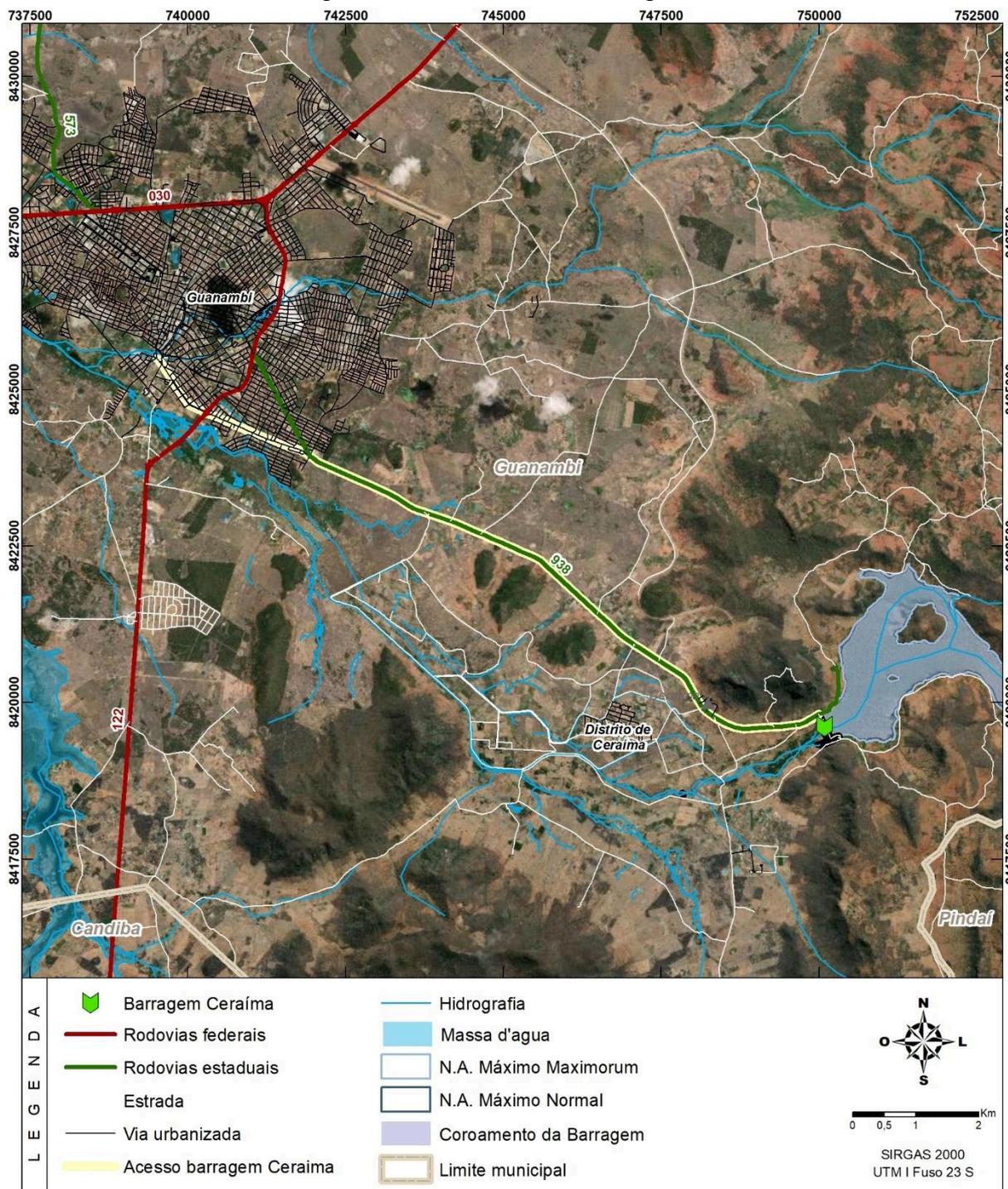
Fonte: RHA Engenharia, 2020.

### 1.1.6. INSTRUMENTAÇÃO

Não há instrumentos instalados na Barragem Ceraíma, sendo que, atualmente, o monitoramento do desempenho das estruturas é realizado de maneira visual, através de inspeções rotineiras. Recomenda-se executar o plano de monitoramento e instrumentação proposto em INTT (2020z).

### 1.1.7. ACESSOS À BARRAGEM

Figura 1.7 – Acessos à Barragem Ceraíma



Fonte: RHA Engenharia, 2020.

A barragem Ceraíma é, preferencialmente, acessada pelo Escritório de Apoio Técnico de Guanambi situado na cidade de Guanambi (BA). Partindo de Guanambi, o

acesso à Barragem é feito pela rodovia estadual BA-938 percorrida em direção ao distrito de Ceraíma (BA). Dentro da cidade de Guanambi, a BA-938 pode ser alcançada a partir do trevo rodoviário com a BR-122 ou pela Avenida Mato Grosso do Sul. Superado o trecho urbano da BA-938 (Figura 1.8), deve-se seguir pela mesma por mais 9,5 km até a barragem Ceraíma.

Figura 1.8 – Acessos à Barragem Ceraíma via Guanambi (BA)



Fonte: RHA Engenharia, 2020.

### 1.1.8. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A barragem não possui iluminação (Intertechne, 2019).

#### 1.2.1. SALA DE EMERGÊNCIA

Este item contempla a localização da Sala de Emergência (SE). A SE é o local onde o Coordenador do PAE e os recursos humanos irão permanecer em situação de alerta, e de onde se pode gerir o PAE dispo de boas condições topográficas e de visibilidade da barragem.

A Sala de Emergência da Barragem Ceraíma está localizada em (informação solicitada).

#### 1.2.2. RECURSOS MATERIAIS MOBILIZÁVEIS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Este item identifica a disponibilidade dos recursos materiais mobilizáveis no empreendimento ou possíveis de envio pela CODEVASF em situações de emergência. A lista completa dos recursos é apresentada no Anexo 3.

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

A situação de emergência em potencial da barragem, de acordo com a Resolução da ANA n.º 236/2017, é uma situação que pode causar dano à integridade estrutural e operacional da barragem, à preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente.

A gestão da situação de emergência é efetuada em função do Nível de Resposta (NR), 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.

O PAE realiza a descrição das possíveis situações de emergência para a barragem e o respectivo Nível de Resposta. As situações, contudo, apresentam características específicas em cada barragem. Devido a isso, o PAE deve considerar no mínimo as seguintes ocorrências:

- Ocorrências excepcionais naturais exteriores à barragem, como as tempestades, os sismos, as cheias provocadas por precipitações intensas ou por ruptura de barragens a montante;
- Ocorrências excepcionais provocadas pelo homem, exteriores à barragem;
- Circunstâncias anômalas de comportamento que derivam de deteriorações no corpo da barragem e/ou sua fundação, nos órgãos extravasores e seu equipamento de operação que são consequência das características da estrutura e do seu estado de manutenção; e
- Situações internas à barragem relacionadas com a operação da barragem que derivam da operação dos respectivos órgãos extravasores ou, situações que podem ocorrer nas instalações da barragem tais como incêndios, inundações e atos de vandalismo.

### 2.1. CLASSES DOS NÍVEIS DE RESPOSTA

A Tabela 2.1 caracteriza os quatros Níveis de Resposta definidos. Estes níveis são utilizados para graduar as situações de emergência que podem comprometer a segurança da barragem e ocupações a jusante e ativar um processo de emergência na barragem. A CODEVASF deve avaliá-la e classificá-la de acordo com o NR, conforme código de cores padrão e considerando a Seção IV do Capítulo VI da Resolução ANA n.º 236/2017.

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.

Tabela 2.1 – Níveis de Resposta com Respectivas Caracterizações

Níveis de Resposta	Caracterização
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 0 (NR-0) - NORMAL (Verde)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da barragem, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo.
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 1 (NR-1) - ATENÇÃO (Amarelo)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem não comprometerem à segurança da barragem no curto prazo, mas exigirem monitoramento, controle ou reparo ao decurso do tempo.
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 2 (NR-2) - ALERTA (Laranja)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, exigindo providências para manutenção das condições de segurança.
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 3 (NR-3) - EMERGÊNCIA (Vermelho)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais decorrentes do colapso da barragem.

Fonte: ANA, 2016.

## 2.2. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

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, com base na observação ou inspeção à barragem (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).

A Barragem Ceraíma não possui sistema de instrumentação. Portanto, não há indicadores quantitativos nesse aspecto para auxílio da definição do Nível de Resposta. Porém, para situações envolvendo cheias, a Tabela 2.2 dispõe indicadores quantitativos baseados no nível de água do reservatório e na precipitação média diária para classificação dos Níveis de Resposta do PAE.

A Barragem Ceraíma possui um encarregado pelo monitoramento diário da barragem e entorno. O encarregado, devidamente treinado pela CODEVASF por meio dos treinamentos dispostos no capítulo 9, poderá identificar possíveis ocorrências excepcionais nas estruturas do empreendimento, relatando o ocorrido via celular ao Coordenador do PAE e registrando no Livro de Ocorrências.

A inspeção de segurança regular (ISR) na Barragem Ceraíma é realizada anualmente. Nela uma equipe multidisciplinar avalia qualitativamente as condições da barragem e estruturas associadas. A classificação da ISR deve estar compatibilizada com

os Níveis de Resposta do PAE, de tal forma a proporcionar a integração e efetividade do Plano de Segurança da Barragem de Ceraíma.

Por fim, o último procedimento de identificação implantado pela CODEVASF corresponde as visitas mensais a serem realizadas pelo Coordenados do PAE da Barragem de Ceraíma. O Coordenador do PAE também é o Supervisor e Inspetor da barragem.

Outro aspecto a ser apresentado é que a partir do momento em que a anomalia ou eventos externos representem risco à segurança da barragem no curto prazo (NR-2), as autoridades de proteção e defesa civil já serão notificadas para se manterem em prontidão, assim como o alerta a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento (ZAS), sem prejuízo das demais ações previstas no PAE e das ações das autoridades públicas competentes, conforme Seção IV do Capítulo VI da Resolução ANA n.º 236/2017.

A Tabela 2.2 apresenta o resumo dos procedimentos de identificação das possíveis ocorrências excepcionais e circunstâncias anômalas na barragem e estruturas associadas.

Os Procedimentos de Atuação para cada Nível de Resposta estão expostos no Capítulo 2.3 e os Procedimentos de Notificação estão apresentados no Capítulo 3.

Tabela 2.2 – Resumo dos Procedimentos de Identificação

Quem	Análise Quantitativa	Análise Qualitativa	Periodicidade
Encarregado	Leitura da elevação do nível de água do reservatório	Monitoramento visual simplificado à barragem e estruturas associadas	Diária
Coordenador do PAE (Inspetor e Supervisor da Barragem)	Leitura da elevação do nível de água do reservatório	Monitoramento visual à barragem e estruturas associadas	Mensal
Equipe multidisciplinar (Inspeção de Segurança Regular)	Leitura da elevação do nível de água do reservatório	Inspeção visual técnica à barragem e estruturas associadas	Anual

Fonte: Os Autores, 2020.

Os Anexos 8 e 9 apresentam as Fichas de Emergências (NR-3) para situações de ruptura iminente ou nas quais a barragem já rompeu ou está rompendo, respectivamente.

A Tabela 2.3 apresenta a classificação das possíveis situações anômalas na barragem e estruturas associadas em Níveis de Resposta por meio de indicadores quantitativos. Para as leituras de precipitação diária, o encarregado e demais responsáveis deverão ser treinados para entrar em contato com os respectivos operadores das estações que foram utilizadas para o cálculo da precipitação média na bacia para possibilitar a classificação da cheia ao Nível de Resposta.

Tabela 2.3 – Indicadores Quantitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas

Situação Anômala	Cenários possíveis	Indicador	NR
		NA = Nível de Água (m) PLU = Precipitação diária (mm/dia) Bacia da Barragem Ceraíma	
Cheias	Operação normal	NA < NMN	0
	Vertimento projetado	NMM > NA > NMN E PLU < TR 100 = 108	1
		NMM > NA > NMN E PLU < TR 1000 = 137	2
	Vertimento acima do projetado com Risco de Galgamento	NA > NMM OU NMM > NA > NMN E PLU < TR 10000 = 167	Ficha nº 01

Fonte: Adaptado de Intertechne, 2019.

A Tabela 2.4 apresenta a classificação das possíveis situações anômalas na barragem e estruturas associadas em Níveis de Resposta por meio de indicadores qualitativos.

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
Tomada de água / descarga de fundo	Deterioração das paredes da galeria;	Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria;	Instabilidade estrutural da galeria;	1
	Deterioração do conduto; e	Reforço estrutural da galeria; Substituição dos trechos danificados; e	Perda de estanqueidade da galeria; e	
	Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água.	Observação.	Erosão interna.	1
	Falha dos órgãos extravasores ou de equipamento de operação	Manutenção; Reparos; e Observação.	Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório (fora da época de cheias)	2

continua

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas (continuação)

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
Tomada de água / descarga de fundo	Falha dos órgãos extravasores ou de equipamento de operação	Manutenção;  Reparos; e  Observação.	Galgamento da barragem iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Ruptura por Galgamento da barragem ocorreu ou ocorrendo	Ficha nº 09
Ombreiras da barragem	Ressurgências nas ombreiras	Impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante; e  Observação	Arrastamento de finos do trecho superficial da fundação, do aterro, do preenchimento de caixas de falha e/ou de fraturas.	1
Vertedouro	Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação.	Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outras obras;  Proteção do pé da barragem; e  Observação.	Potencial instabilidade estrutural; e  Erosão do pé da barragem.	1
			Alterações químicas do concreto;	0
	Movimentos, erosões, fissuras, fendas; e  Deposição de materiais/obturação.	Intervenções de reabilitação e de limpeza / reposição das condições de escoamento;  Reforço estrutural; e  Observação.	Modificação das condições de escoamento	1
			Danos estruturais no vertedouro	2
			Instabilização da estrutura	Ficha nº 05
Ruptura do vertedouro ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09			

continua

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas (continuação)

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
Corpo da barragem	Movimentos, fissuras, trincas e erosões; e  Zonas úmidas e/ou ressurgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação.	Rebaixamento do nível de água no reservatório;  Obras de reabilitação (por exemplo: alteamento da crista, rebaixamento da soleira, execução de bermas estabilizadoras e de drenagem a jusante, obras de impermeabilização a montante etc.); e  Reforço da observação.	Perda de borda livre; e  Erosão interna;	1
			Danos estruturais à barragem e estruturas associadas	2
			<i>Piping</i>	Ficha nº 02
			Instabilidade global	Ficha nº 03
			Instabilidade localizada	Ficha nº 04
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
Reservatório	Escorregamento de taludes / deslizamento de encostas.	Intervenções de estabilização de taludes;  Rebaixamento do nível de água no reservatório; e  Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos.	Obstrução dos órgãos extravasores	1
			Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	2
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09

continua

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas (continuação)

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
Reservatório	Impactos negativos para peixes ou vida selvagem.	Remover os eventuais animais mortos;  Identificar a origem dos impactos; e  Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental.	Possibilidade de afetar da qualidade da água.	1
	Sedimentos afluentes.	Descarga de fundo;  Melhorias a nível da conservação do solo da bacia; e  Valas perimetrais no reservatório.	Obstrução da entrada da descarga de fundo.	1
	Derrame de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes.	Determinar a dimensão, natureza e origem da descarga;  Avaliar os impactos da descarga;  Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental; e  Estimar o esforço e equipamento necessário para conter.	Possibilidade de afetar da qualidade da água; e  Possibilidade de poluição do ar ou do solo.	1
	Cheias	Rebaixamento do nível de água no reservatório; e  Observação.	Inundação a jusante; e  Galgamento.	Ver Tabela 2.3
Geral	Ação criminosa: sabotagem, ameaça de bomba e atos de guerra.	Contactar autoridades competentes;  Reparos;  Manter órgãos extravasores abertos; e  Observação.	Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório;  Perda de borda livre;  Danos à barragem e estruturas associadas	2

continua

Tabela 2.4 – Indicadores Qualitativos para Avaliação e Classificação das Possíveis Situações Anômalas na Barragem e Estruturas Associadas (continuação)

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
Geral	Ação criminosa: sabotagem, ameaça de bomba e atos de guerra.	Contactar autoridades competentes; Reparos; Manter órgãos extravasores abertos; e Observação.	Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Instabilidade localizada	Ficha nº 04
			Instabilidade global	Ficha nº 03
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
Geral	Falha dos sistemas de notificação e alerta	Manutenção e reparos; e Observação.	Impossibilidade de notificação e de alerta (fora da época de cheias)	1
			Impossibilidade de notificação e de alerta (época de cheias)	2
	Sismos	Inspeções na barragem e estruturas associadas.	Danos à barragem e estruturas associadas	2
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
Geral	Sismos	Inspeções na barragem e estruturas associadas	Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido ao galgamento	Ficha nº 09
			Instabilização da estrutura.	Ficha nº 08
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido à instabilidade gerada pela Sismicidade	Ficha nº 10

Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

## **2.3. PROCEDIMENTOS DE ATUAÇÃO**

### **2.3.1. NÍVEL DE RESPOSTA 0 (NR-0) - VERDE**

Corresponde à etapa em que os serviços rotineiros estão NORMAIS, não existindo risco à segurança das estruturas dos barramentos nem ao sistema operacional das barragens. Seguem-se os procedimentos de rotina conforme POMM – Plano de Operação Manutenção e Monitoramento.

### **2.3.2. NÍVEL DE RESPOSTA 1 (NR-1) - AMARELO**

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de ATENÇÃO na barragem e/ou no vale a jusante, devido a pequenos riscos estruturais ou hidrológicos, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluyente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente igual às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes).

As tarefas deste nível devem ser coordenadas pelo Supervisor Regional (Coordenador do PAE e Inspetor da Barragem Ceraíma) adotando as seguintes medidas:

- Informar a situação às unidades internas: O Supervisor Regional assim que confirmar a situação de atenção, deverá informar o fato, no prazo de 30 dias, ao Empreendedor e ao Coordenador Geral, contendo indicações das ações necessárias para garantia da normalidade.

O Empreendedor deverá solicitar ao setor competente a adoção das medidas indicadas.

O Coordenador Geral deverá atualizar a planilha de prioridade e verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários necessários.

### **2.3.3. NÍVEL DE RESPOSTA 2 (NR-2) - LARANJA**

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de ALERTA na barragem e/ou no vale a jusante, devido a consideráveis riscos estruturais ou hidrológicos, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias naturais com elevado período de retorno, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluyente 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 tarefas deste nível devem ser coordenadas pelo Supervisor Regional

(Coordenador do PAE e Inspetor da Barragem Ceraíma) adotando as seguintes medidas:

- Informar a situação às unidades internas: O Supervisor Regional assim que confirmar a situação de alerta, deverá informar o fato, no prazo de 15 dias, ao Empreendedor e ao Coordenador Geral, contendo indicações das ações necessárias para garantia da normalidade, principalmente o rebaixamento do volume do reservatório ou elaboração de projeto de recuperação da barragem.

O Empreendedor deverá solicitar ao setor interno competente a adoção das medidas indicadas com prioridade.

O Coordenador Geral deverá atualizar a planilha de prioridade e verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários e extraordinários necessários. O Coordenador Geral deverá analisar a necessidade de aumento na frequência do monitoramento hidrológico ou estrutural.

- Informar a situação às unidades externas especializadas: O Coordenador Geral deverá comunicar o estado da barragem e as condições de risco, bem como as medidas a serem adotadas nas unidades externas especializadas: INEMA (Entidade Fiscalizadora), Defesa Civil Estadual (Bahia) e Prefeituras Municipais.
- Alerta de inundação na Zona de Autossalvamento: Em caso de liberação de vazão efluente superior às condições de restrição a jusante, o Supervisor Regional deverá comunicar o risco de alagamento das Zona de Autossalvamento. Para as demais situações correspondentes ao Nível de Resposta 2, o Supervisor Regional deverá estabelecer sinal de alerta de estado de prontidão na ZAS. As Defesa Civas deverão dar prioridade à Zona de Atendimento Prioritário (ZAP), detalhada no Anexo 6.

#### **2.3.4. NÍVEL DE RESPOSTA 3 (NR-3) - VERMELHO**

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de EMERGÊNCIA na barragem e/ou no vale a jusante, devido a grandes e iminentes riscos estruturais ou hidrológicos, que pode acarretar em inundações naturais ou induzidas pelo rompimento/galgamento da barragem, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias com elevado período de retorno, 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 tarefas serão desenvolvidas por todos os participantes deste plano, sendo que a partir da decisão de retirada das populações o comando desta ação deverá passar para a Coordenação da Defesa Civil da Bahia. No entanto, as ações na Zona de Autossalvamento são responsabilidade da CODEVASF. As medidas a serem adotadas serão as seguintes:

- Informar a situação às unidades internas: O Supervisor Regional, confirmada a situação de emergência vermelho, deverá informar o fato imediatamente ao Empreendedor e ao Coordenador Geral solicitando mobilização de pessoal especializado para as ações emergenciais.

Sugere-se a criação da Equipe de Controle Emergencial da Barragem coordenada pelo Supervisor Regional composta por: eng. hidrólogo, eng. geotécnico, eng. de estruturas, eng. mecânico, bombeiro hidráulico, auxiliar de obra, motorista.

- Informar a situação às unidades externas especializadas: O Coordenador Geral deverá comunicar o estado da barragem e as condições de risco, bem como as medidas a serem adotadas nas unidades externas especializadas: INEMA-BA (entidade fiscalizadora), Defesa Civil Estadual (Bahia) e Prefeituras Municipais constantes no Anexo 1.

A Defesa Civil estadual deverá comunicar a situação de risco à Polícia Militar e ao Corpo de Bombeiros. A Defesa Civil deverá dar prioridade à Zona de Atendimento Prioritário (ZAP), detalhada no Anexo 6.

As Prefeituras Municipais deverão comunicar a população utilizando os meios de comunicação da cidade.

- Montar Central de Operações: O Empreendedor deve articular imediatamente um escritório com as Prefeituras Municipais para montar uma Central de Operações Emergenciais, que servirá de base para planejamento e execução dos serviços emergenciais, articulação com demais órgãos de proteção civil, e comunicação com autoridades e atingidos.
- Controle Emergencial da Barragem: A equipe coordenada pelo Supervisor Regional deverá intensificar o monitoramento estrutural e/ou hidrológico no barramento; elaborar e executar planejamento das intervenções imediatas na barragem, e auxiliar sempre que solicitado a Defesa Civil estadual sobre a necessidade de evacuação da população a jusante.
- Alertar a Zona de Autossalvamento: O Supervisor Regional deverá ativar o

sistema de alerta para emergência na Zona de Autossalvamento para evacuação da população.

A Central de Operações permanecerá em contato direto com os líderes destas localidades, com o INEMA, a Polícia Militar, o Corpo de Bombeiro, a Defesa Civil Estadual e as Prefeituras Municipais, colocando-os atualizados sobre a situação das populações atingidas.

### **3. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÕES E SISTEMAS DE ALERTA**

#### **3.1. OBJETIVO**

Os procedimentos de notificação visam garantir os seguintes pontos:

- Definir quem notifica e quem é notificado;
- Identificar os nomes dos intervenientes, das organizações responsáveis e principais tomadores de decisão das ações emergenciais, com respectivos números para contato e recursos alternativos de comunicação;
- Acionar o Sistema de Proteção e Defesa Civil para o NR-2 e NR-3;
- Definir os meios de comunicação entre o Coordenador do PAE (responsável por desencadear o alerta) e as entidades a alertar; e
- Definir os dispositivos de alerta sonoros para informar a população da ZAS da iminência ou ocorrência de um acidente na barragem para o NR-2 e NR-3.

#### **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 e Sistema de Defesa Civil). As entidades a serem obrigatoriamente notificadas são: CODEVASF, Entidade Fiscalizadora e o Sistema de Defesa Civil. Além da notificação da ZAS, sendo de responsabilidade da CODEVASF acionar a população da ZAS nos NR-2 e NR-3.

#### **3.3. SISTEMA DE ALERTA**

O sistema de alerta estabelecido, no caso do PAE, para a ZAS deve constar com sistema em funcionamento permanente e que possam ser facilmente acionados, de modo a garantir o alerta à população e aos ocupantes desta região. Além disso deve considerar

a delimitação de meios de comunicação para estabelecer contato com as autoridades de proteção e Defesa Civil. O sistema de alerta deve prevenir a ocorrência de falsos alarmes e manter um programa de manutenção para garantir seu pleno funcionamento.

As estratégias de alerta, comunicação e orientação à população potencialmente afetada na ZAS serão debatidas com as Prefeituras Municipais das cidades afetadas. Os avisos de situações de emergência para a população na ZAS poderão ser feitos por telefone (ligação ou mensagens), sinais sonoros ou luminosos tais como: buzinas, apitos, sirenes etc. Esses avisos somente serão acionados quando deflagrados uma situação de emergência correspondente ao NR-2 e NR-3 e que reúna circunstâncias necessárias para uma evacuação interna da barragem e na ZAS. Outros meios de comunicação também poderão ser utilizados.

O alerta a população da ZAS consiste em estabelecer estado de prontidão e emergência para o NR-2 e NR-3, respectivamente. Sendo necessário esclarecer a gravidade de cada situação para a população da ZAS.

A Lei n.º 12.608, de 10 de abril de 2012, atribuiu aos municípios a elaboração dos seus respectivos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil. Nos termos técnicos normativos aplicáveis ao tema de barragens, as ações para alerta e comunicação a serem implementadas pela CODEVASF se limita à ZAS, pois é apenas nesta área que se presume a impossibilidade de atuação das autoridades públicas de proteção e defesa civil por falta de tempo hábil (art. 3.º, XXIII, da resolução da ANA 236/2017). Assim, para as áreas potencialmente afetadas fora da ZAS, a CODEVASF apenas notificará as autoridades.

### 3.4. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

O Fluxograma de Notificação contém os responsáveis pelo acionamento do PAE em escala. A detecção das anomalias é identificada nos procedimentos internos da CODEVASF e apresentados no PAE no Capítulo 2.

O Anexo 1 apresenta uma lista de contatos externos para o auxílio na notificação de emergência e contatos da CODEVASF. O Anexo 1 deve ser preenchido com os respectivos registros. O Anexo 2 apresenta os modelos de mensagens de notificação.

O Anexo 7 apresenta o Fluxograma de Notificação do PAE.

Quanto à notificação serão adotadas ações, tais como:

- Afixar o Fluxograma de Notificação em locais apropriados e visíveis nas instalações da barragem para facilitar a consulta na eventualidade de uma emergência;
- Prover meio de alerta ou aviso para ser acionado em situações de ruptura da barragem;

- Estabelecer procedimento interno para gerenciamento da comunicação, no qual conste orientação aos funcionários de que é proibida toda e qualquer comunicação externa durante uma situação de emergência a não ser pela Assessoria de Comunicação da CODEVASF e/ou Coordenador do PAE;
- Em caso de emergência (NR-2 e NR-3), notificar o órgão público com função de defesa civil e demais órgãos externos preferencialmente por telefone, em função da urgência, e posteriormente para formalização obrigatória, por via escrita;
- Verificar e ajustar previamente com o(s) órgão(s) público(s) com função de defesa civil quais são os meios de comunicação alternativos que poderão ser utilizados durante uma situação de emergência. Todos os sistemas alternativos de comunicação deverão ser mantidos sempre em condições adequadas de operação, o que deverá ser checado periodicamente;
- Treinar a equipe interna participante do PAE de maneira a conscientizá-la para que nenhuma informação seja repassada externamente de forma prematura e/ou inexata, pois qualquer informação neste sentido poderá gerar uma situação indevida de pânico; e
- Repassar somente mensagens claras, diretas, de rápida compreensão e com texto/forma padronizada. As mensagens devem ser periódicas, de forma a manter os agentes externos atualizados quanto à evolução da ocorrência.

#### **4. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE**

As situações correspondentes ao NR-0 e NR-1 podem ser controladas internamente com a utilização de recursos já disponíveis no empreendimento ou mesmo com a mobilização de recursos externos, sejam da CODEVASF ou contratados.

No caso da eventual ocorrência do NR-2 e NR-3, passível de desencadear a ruptura da barragem, haverá necessidade de ações nas áreas situadas no entorno do empreendimento, principalmente na ZAS, de modo a minimizar o impacto aos moradores das propriedades afetadas e ao meio ambiente. Nessas situações, há necessidade da aplicação dos planos de contingência das Defesas Civas Municipais e a atuação de diferentes órgãos e autoridades públicas no estabelecimento de contato e nas providências junto aos moradores de propriedades afetadas.

Por força da Lei 12.608/2012, os municípios estão obrigados a elaborar os seus respectivos Planos de Contingência Municipais de Proteção e Defesa Civil (PLANCON) para favorecer a ação de proteção e defesa civil para toda e qualquer ameaça a qual o município está submetido. Para os municípios com áreas potencialmente inundadas por

uma hipotética ruptura de barragem, os seus respectivos PLANCON devem também considerar esta ameaça.

Portanto, os órgãos e as autoridades públicas já possuem a responsabilidade formal de atuar durante a ocorrência de situações de emergência nos municípios, pela ação coordenada entre estes nas diferentes esferas municipal, estadual e federal.

A ruptura ou a potencial ruptura de uma das estruturas da CODEVASF, por constituir uma situação de emergência de grande impacto, deve se inserir na sistemática já estabelecida pelos órgãos da administração pública para a mitigação dos efeitos das situações de emergência em geral. A CODEVASF deverá com eles contribuir, além de supri-los, permanentemente, de informações atualizadas relativas à barragem, acompanhando da atuação destes órgãos externos.

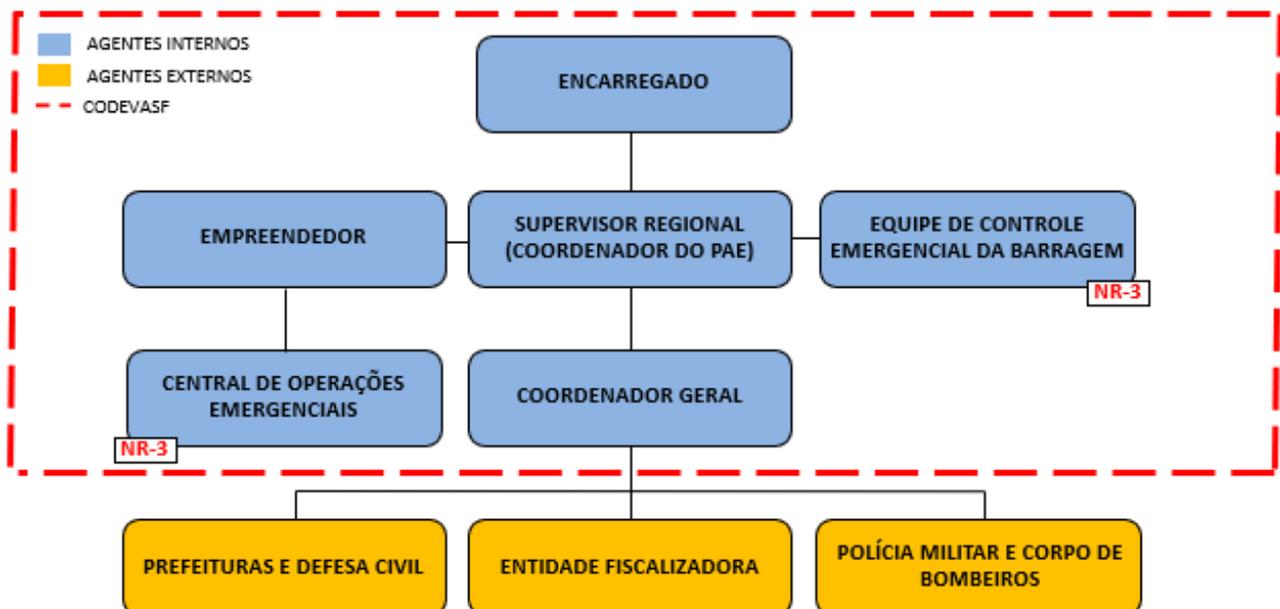
Para cada autoridade ou órgão público que receber uma cópia física do PAE, deve-se registrar, no Anexo 4, o órgão/empresa/instituição à qual pertence, data em que foi entregue e protocolo de recebimento.

Caracterizado o Nível de Resposta devem ser realizadas as atuações descritas no Capítulo 2.3.

A Figura 4.1 apresenta o organograma esquemático dos participantes do PAE.

O Fluxograma de Notificação está apresentado no Anexo 7 e apresenta a ordem de notificação dos participantes do PAE com seus respectivos contatos, também dispostos no Anexo 1.

Figura 4.1 – Organograma Esquemático dos Participantes do PAE



Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

Tendo por base a estrutura exposta na Figura 4.1, apresentam-se, nos subitens a seguir, as responsabilidades dos participantes do PAE.

#### **4.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR (CODEVASF)**

A CODEVASF possui as seguintes responsabilidades no PAE:

- Providenciar a elaboração e atualização do PAE;
- Promover treinamentos internos, no máximo a cada dois anos, e manter os respectivos registros de treinamento;
- Participar dos treinamentos organizados pelos organismos de Defesa Civil;
- Designar o Coordenador do PAE;
- Disponibilizar recursos quando a necessidade de recursos for além da autonomia do Coordenador do PAE;
- Protocolar o PAE nas autoridades públicas com funções na gestão da emergência, em especial nas prefeituras, autoridades de proteção e defesa civil dos municípios potencialmente afetados;
- Executar as ações previstas no Fluxograma de Notificação do PAE e no capítulo 2.3;
- Estabelecer a Central de Operações Emergenciais em caso de NR-3;
- Contactar os setores internos competentes da CODEVASF para auxílio ao Coordenador do PAE em caso de NR-2;
- Determinar os membros da Equipe de Controle Emergencial da Barragem em caso de NR-3;
- Autorizar a emissão da declaração de encerramento de emergência;
- Programar as reuniões de avaliação depois dos eventos de emergência;
- Estabelecer, em conjunto com a Defesa Civil, estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS sobre procedimentos a serem adotados nos Níveis de Resposta 2 e 3; e
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência com a ciência do responsável legal da barragem e das Defesas Civas.

#### **4.2. RESPONSABILIDADES DO SUPERVISOR REGIONAL (COORDENADOR DO PAE)**

O Supervisor Regional (Coordenador do PAE), por delegação da CODEVASF, possui as seguintes responsabilidades:

- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os Níveis de Resposta;
- Visitar mensalmente a Barragem Ceraíma, verificando a barragem e estruturas associadas;
- Estabelecer contatos com o Empreendedor e Coordenador Geral de acordo com o previsto no Capítulo 2.3;
- Emitir declaração de início e encerramento de emergência, obrigatoriamente para os Níveis de Resposta 2 e 3;
- Executar as ações previstas no Fluxograma de Notificação do PAE e no capítulo 2.3;
- Alertar a população potencialmente afetada na ZAS, caso se declare Nível de Resposta 2 e 3 (laranja e vermelho), sem prejuízo das demais ações previstas no PAE e das ações das autoridades públicas competentes;
- Coordenar a Equipe de Controle Emergencial da Barragem para NR-3; e
- Auxiliar na elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

#### **4.3. RESPONSABILIDADE DO COORDENADOR GERAL**

O Coordenador Geral, por delegação da CODEVASF, possui as seguintes responsabilidades:

- Estabelecer e manter contato com as Defesas Civas, Prefeituras Municipais e a Entidade Fiscalizadora;
- Executar as ações previstas no Fluxograma de Notificação do PAE e no capítulo 2.3;
- Verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários e extraordinários necessários para eventual Nível de Resposta;
- Verificar a necessidade do aumento de frequência no monitoramento hidrológico e estrutural do empreendimento; e
- Auxiliar na elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

#### **4.4. RESPONSABILIDADES DO ENCARREGADO DA BARRAGEM**

O Encarregado da Barragem Ceraíma, por delegação da CODEVASF, possui as seguintes responsabilidades:

- Monitorar diariamente a barragem e estruturas associadas; e

- Contactar o Supervisor Regional ao detectar alguma possível anomalia no empreendimento.

#### **4.5. RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM**

A Equipe de Controle Emergencial da Barragem será criada pela CODEVASF quando definida uma situação de Nível de Resposta 3. A Equipe será liderada pelo Supervisor Regional e possui as seguintes responsabilidades:

- Intensificar o monitoramento hidrológico e/ou estrutural no empreendimento;
- Elaborar e executar o planejamento das intervenções imediatas na barragem;
- Auxiliar sempre que solicitado a Defesa Civil Estadual e as Prefeituras Municipais.

#### **4.6. RESPONSABILIDADES DA CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS**

A Central de Operações Emergenciais será criada pela CODEVASF quando definida uma situação de Nível de Resposta 3. A Central de Operações possui as seguintes responsabilidades:

- Planejamento e execução dos serviços emergenciais;
- Articulação com as Defesas Civas; e
- Comunicação com autoridades e atingidos.

#### **4.7. RESPONSABILIDADES DO SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL E DEMAIS AUTORIDADES**

As Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC) dos municípios situados a jusante e que são atingidos devido a uma hipotética ruptura da barragem, devem alertar e conduzir ações de salvamento às populações, tendo o apoio da CODEVASF para as ações na ZAS, onde entende-se que, na emergência, não haverá tempo hábil para ações das autoridades de proteção e defesa civil dos municípios implantarem o previsto nos respectivos planos de contingências municipais. Não foram identificados os contatos das COMDECS dos municípios a jusante, desse modo o contato deverá ser direto com as Prefeituras Municipais.

Os procedimentos desse PAE consideram que, em uma situação de emergência, a coordenação das ações junto à população será de responsabilidade dos órgãos públicos, a partir do processo de comunicação da emergência pela CODEVASF.

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), que atua na redução de desastres em todo o território nacional, e, no que interessa a emergências em barragens, é constituído no nível estadual pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), órgão ligado ao gabinete do Governador, que comporta diversos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros) e 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).

A partir da comunicação da situação de emergência a defesa civil, tão logo seja possível, deverá tornar-se a responsável pelo acionamento e coordenação da atuação dos demais órgãos públicos, envolvidos no enfrentamento de uma situação de emergência.

A Defesa Civil deverá dar prioridade à Zona de Atendimento Prioritário, detalhada no Anexo 6.

A CODEVASF é responsável por alertar a população potencialmente afetada na ZAS, informando sobre a necessidade de saída daquela área.

A obrigação da CODEVASF na ZAS é de alertar, não lhe cabendo a responsabilidade de remoção da população cujo papel, a princípio, é da autoridade pública local.

A participação das autoridades de defesa civil na implantação do PAE é essencial para a efetividade das ações de emergência aqui estabelecidas; assim, entende-se que as responsabilidades das autoridades de proteção e defesa civil a serem desenvolvidas na ZAS devem concentrar em ações de planejamento contemplando, dentre outras, as seguintes atividades:

- Fornece informações sobre quais os meios de comunicação utilizado pelas autoridades de proteção e defesa civil envolvidas nas ações do PAE;
- Orientar a CODEVASF sobre quais os meios de comunicação são mais efetivos a serem adotados nas situações de emergência para alertar a população da ZAS;
- Proceder à execução e atualização de cadastro das populações potencialmente atingidas;
- Analisar e aprovar as rotas de fuga e pontos de encontro na ZAS, propostos pela CODEVASF;
- Proceder à determinação de rotas de fuga e pontos de encontro nas demais regiões potencialmente afetadas a jusante da ZAS; e
- Divulgar as ações de autossalvamento, organizar treinamentos e simulados externos, tanto na área da ZAS, quanto fora desta região.

## 5. SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO

A avaliação da propagação da onda de cheia e do mapa de inundação foi realizada a partir da utilização do modelo hidrodinâmico HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System), versão 5.0.7 do U.S. Army Corps of Engineers, de uso difundido e consolidado em estudos dessa natureza.

Em linhas gerais, o estudo contemplou a simulação de desenvolvimento da brecha de ruptura da barragem e do hidrograma efluente da mesma, bem como o processo de propagação da cheia ao longo do vale a jusante.

Em todos os cenários, o trecho bidimensional foi representado por uma malha ortogonal base com células de dimensões 100 m x 100 m. O valor do coeficiente de rugosidade foi selecionado a partir de valores de referência apresentados por Chow (1959). O valor único adotado foi de 0,035 m<sup>1/2</sup>s. Como condição de contorno de jusante, devido à falta de informações disponíveis, definiu-se a declividade da linha de energia na seção de saída como sendo igual a 0,05%. O passo de tempo do modelo foi mantido em 30 segundos para todas as simulações.

Os estudos de ruptura hipotética da Barragem Ceraíma basearam-se em diferentes cenários passíveis de ocasionarem danos a jusante do empreendimento (Tabela 5.1).

Relativo aos valores das características de brecha utilizados no modelo hidrodinâmico HEC-RAS 5.0.7 da Barragem Ceraíma, adotaram-se os valores apresentados na Tabela 5.2 (Froehlich, 2008).

Tabela 5.1 – Cenários Simulados

Cenário	Descrição do cenário	Vazão afluente		Largura média da brecha (m)	Tempo de ruptura (h)	Nível de água no reservatório no início da simulação (m)
		Critério	Vazão (m³/s)			
1	Cheias Naturais – sem considerar a existência da barragem	TR = 100 anos	449	-	-	-
2		TR = 1.000 anos	652			
3		TR = 10.000 anos	864			
4	Operação Hidráulica Extrema	Vertimento Máximo Efluente	797	-	-	572,58
5	Ruptura mais provável - <i>piping</i>	TR = 100 anos efluente	349	75,2	1,73	572,84
6	Ruptura extrema por galgamento	Vertimento Máximo Efluente	1979	101,7	1,81	575,10

Fonte: Intertechne, 2019.

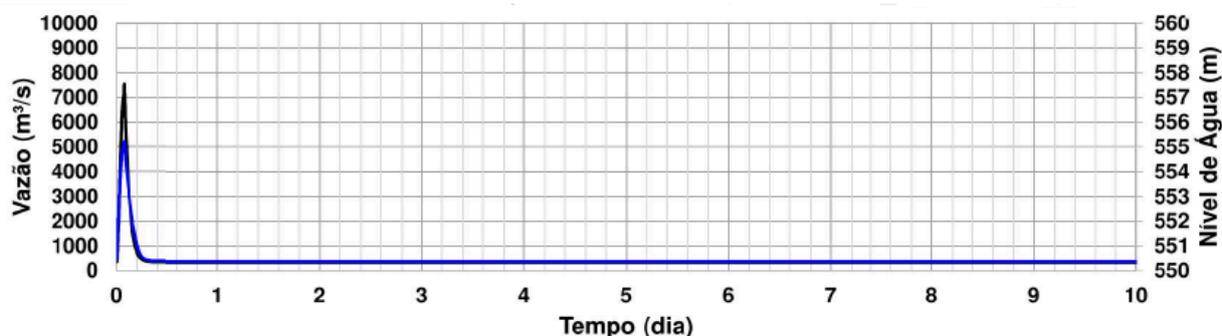
Tabela 5.2 – Características de Brecha de Ruptura

Cenário	Tipo de ruptura	NA de ruptura (m)	Cota de fundo (m)	Altura (m)	Inclinação dos taludes laterais (H:V)	Tempo de ruptura (h)	Largura média (m)
5	Mais Provável	572,84	551,00	25,10	0,70	1,73	92,10
6	Extrema	575,10	551,00	25,10	1,00	1,89	126,60

Fonte: Intertechne, 2019.

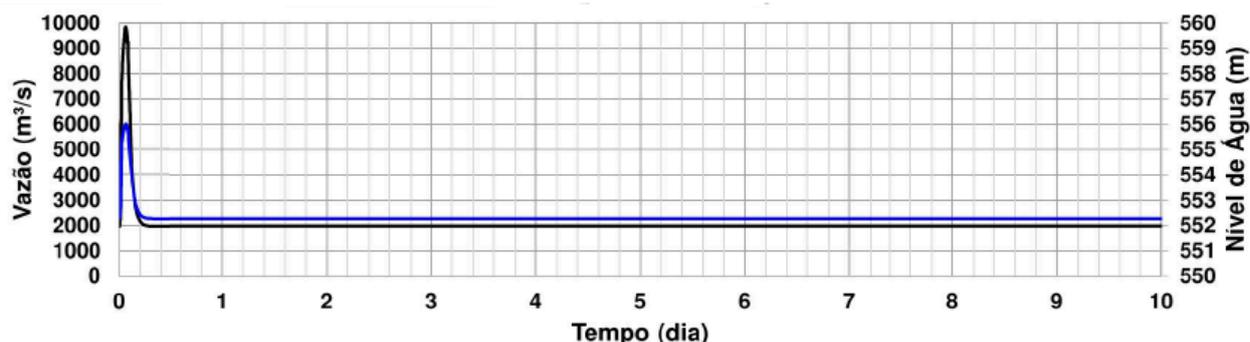
As Figuras 5.1 e 5.2 apresentam os hidrogramas (em preto) e cotogramas (em azul) de ruptura calculados a jusante da Barragem Ceraíma nos Cenário 5 e 6, respectivamente.

Figura 5.1 – Hidrograma e Cotograma de Ruptura – Cenário 5



Fonte: Intertechne, 2019.

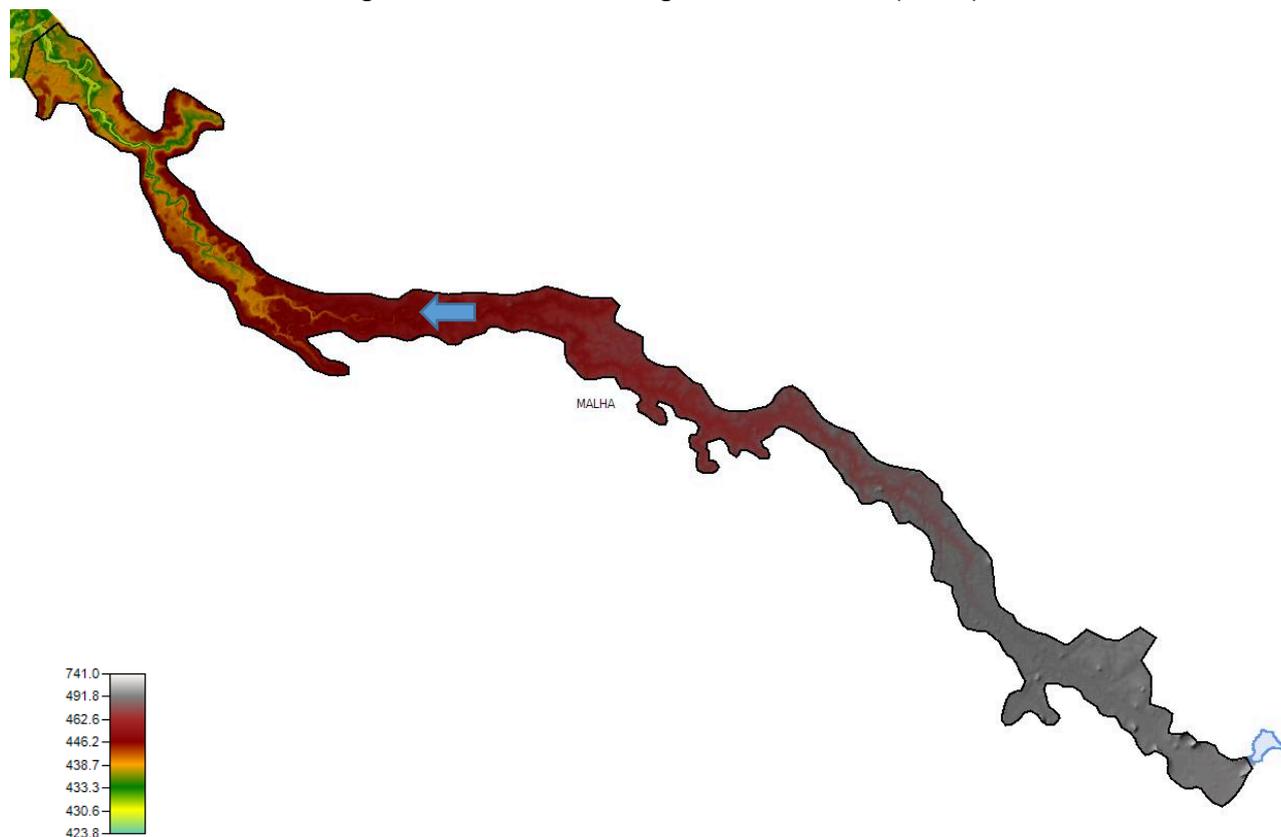
Figura 5.2 – Hidrograma e Cotograma de Ruptura – Cenário 6



Fonte: Intertechne, 2019.

A base cartográfica que gerou o modelo digital do terreno (MDT) foi desenvolvida a partir das informações da cobertura aerofotogramétrica, na escala 1:2000, executada pela empresa SAI - Serviços Aéreos Industriais em abril de 2019, contemplando uma área de aproximadamente 420 km<sup>2</sup>. O sistema de referência e projeção utilizados foram o SIRGAS2000 e UTM (Universal Transversa de Mercator), respectivamente. O MDT utilizado no estudo está apresentado na Figura 5.3.

Figura 5.3 – Modelo Digital de Terreno (MDT)



Fonte: Intertechne, 2019.

## 6. IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS VULNERÁVEIS A JUSANTE DO BARRAMENTO

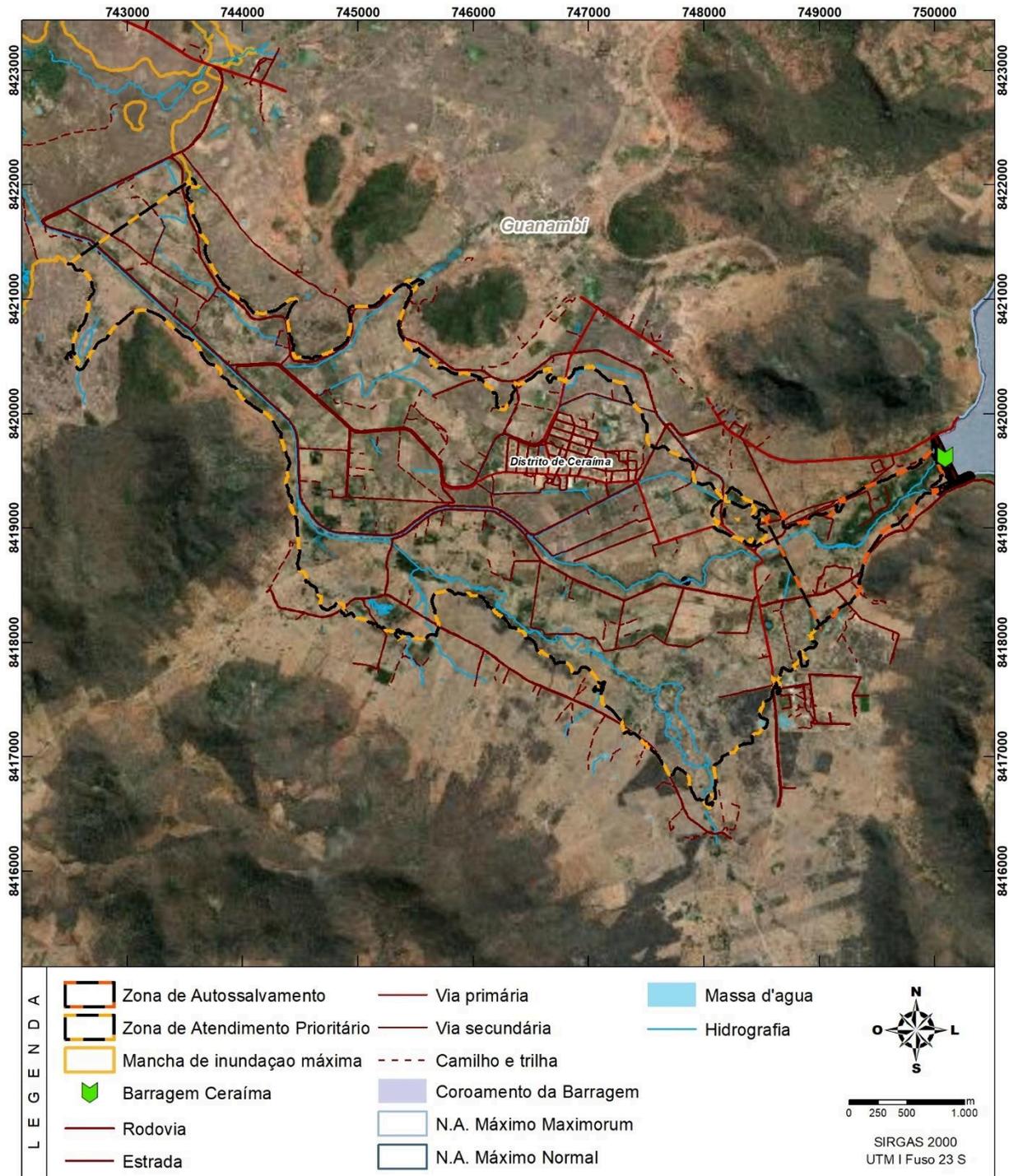
### 6.1. CARACTERIZAÇÃO DA ZAS, ZAP E DOS MEIOS DE EVACUAÇÃO

O Mapa de ZAS (Anexo 11) apresenta a delimitação da ZAS e da ZAP. Neste mapa também são apresentadas as Rotas de Fuga, os Pontos de Encontro e as Zonas de Concentração Local (ZCL) sugeridas e outras informações de apoio aos procedimentos de resposta às situações emergenciais, como a representação cartográfica das infraestruturas afetadas e demais informações essenciais para conhecimento do território atingido.

Para melhor compreensão do conteúdo dos mapas, o Anexo 6 apresenta os conceitos e as metodologias aplicadas na consolidação das feições espaciais que compõe o mapa.

A Figura 6.1 apresenta a ZAS da Barragem Ceraíma.

Figura 6.1 – Zona de Autossalvamento (ZAS)



Fonte: Os Autores, 2020.

## 6.2. QUANTIFICAÇÃO DOS DANOS

Com o objetivo de mitigar os estragos humanos e da infraestrutura em um cenário de desastre, a partir dados cartografados foram identificados e quantificados os danos no vale de jusante afetado pelo possível rompimento da Barragem Ceraíma, os quais incluem:

- Área total e percentual do(s) município(s);
- Estimativa da população atingida;
- Estimativa de domicílios atingidos;
- Quantificação do sistema viário atingido;
- Número de pontes atingidas; e
- Quantificação das infraestruturas de energia atingidas.

Os resultados desta quantificação são apresentados nas Tabelas 6.2, 6.3 e 6.4, tais tabelas trazem o cômputo dos danos tanto para o vale a jusante (mancha de inundação) quanto para a ZAS e ZAP, assim o arquivo “Tabela\_Sintese\_Danos\_Ceraíma” enviado à CODEVASF.

Embora tenha-se buscado retratar as circunstâncias do território com dados na melhor escala disponível, vale ressaltar que, o cômputo dos danos é susceptível a variação da escala utilizada, bem como, a fonte, atualidade e método de obtenção.

A metodologia adotada para a determinação da população atingida envolveu a análise espacial da interseção entre as manchas de inundação e os setores censitários delimitados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os quais foram atribuídos com os valores de população residente extraídos do Censo 2010 (IBGE, 2010).

As estimativas foram então atualizadas para o ano de 2019 por meio da taxa de crescimento populacional estimada pelo IBGE para cada município atingido, disponível no portal Brasil em Síntese/ IBGE Cidades (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 – Estimativa da População

Fonte: IBGE Cidades				Taxa de crescimento calculada	
UF	Município	População 2010	População 2019	Diferença	Taxa (%)
BA	Bom Jesus da Lapa	63.480	69.148	5.668	8,93
	Guanambi	78.833	84.481	5.648	7,17
	Malhada	16.014	16.845	831	5,19
	Palmas de Monte Alto	20.775	21.750	975	4,69
	Riacho de Santana	30.646	35.421	4.775	16,00

Fonte: IBGE, 2010.

Tabela 6.2 – Estimativa da População e das Edificações Atingidas pela Mancha de Inundação do Cenário Mais Crítico

UF	Município	Descrição	População Atingida		
			Urbano	Rural	Total
BA	Bom Jesus da Lapa	Pop. atingida (habitantes)	-	86	86
		Edifi. Atingidas (unidades)	-	19	19
	Guanambi	Pop. atingida (habitantes)	3944	3151	7095
		Edifi. Atingidas (unidades)	1034	826	1860
	Malhada	Pop. atingida (habitantes)	-	21	21
		Edifi. Atingidas (unidades)	-	5	5
	Palmas de Monte Alto	Pop. atingida (habitantes)	425	545	970
		Edifi. Atingidas (unidades)	113	140	253
	Riacho de Santana	Pop. atingida (habitantes)	-	794	794
		Edifi. Atingidas (unidades)	-	162	162
População total atingida (habitantes)			9143		
Edificações total atingidas (unidades)			2299		

Fonte: Os Autores, 2020.

Tabela 6.3 – Levantamento de danos na mancha máxima

Tema	Descrição	Quantificação	%	
Dados Gerais	Área do município de Bom Jesus da Lapa/BA	5,57	0,14	
	Área do município de Guanambi/BA	50,71	4,01	
	Área do município de Malhada/BA	5,77	0,29	
	Área do município de Palmas de Monte Alto/BA	66,11	2,58	
	Área do município de Riacho de Santana/BA	30,00	0,94	
	Área total atingida (km <sup>2</sup> )		158,15	
População e edificações	População atingida (habitantes)	8.966		
	Cemitérios (unidade)	6		
	Edificações - Domicílios (unidade)	2.299		
	Edificações - Equipamento social (unidade)	8		
	Edificações - Indústrias (unidade)	7		
	Edificações - Comércio (unidade)	14		
	Quadra Esportiva (unidade)	3		
	Total de Edificações atingidas (unidades)		2.337	
Sistema Viário	Rodovias (quilômetros)	4		
	Estradas (quilômetros)	96		
	Vias Primárias (quilômetros)	11		
	Vias Secundárias (quilômetros)	146		
	Caminho e Trilha (quilômetros)	76		
	Ferrovia (quilômetros)	1		
	Total (quilômetros)		334	
	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)		29	
Saneamento e Energia	Linha de transmissão (quilômetros)	170		
	Estação de Tratamento de Esgoto (unidade)	1		

Fonte: Os Autores, 2020.

Tabela 6.4 – Levantamento de Danos na ZAS e ZAP

Levantamento dos danos		Mancha de inundação		ZAS		ZAP	
Tema	Descrição	Quantificação					
Área do município no recorte de estudo	Bom Jesus da Lapa (BA)	5,6 km <sup>2</sup>	0,1%	-	-	-	-
	Guanambi (BA)	50,7 km <sup>2</sup>	4%	0,8 km <sup>2</sup>	0,07%	12,8 km <sup>2</sup>	1 %
	Malhada (BA)	5,8 km <sup>2</sup>	0,3%	-	-	-	-
	Palmas de Monte Alto (BA)	66,1 km <sup>2</sup>	3%	-	-	-	-
	Riacho de Santana (BA)	30,0 km <sup>2</sup>	1%	-	-	-	-
	Área total atingida (km <sup>2</sup> )	158,15 km <sup>2</sup>			0,8 km <sup>2</sup>		12,8 km <sup>2</sup>
População e edificações	População atingida	9.143 habitantes		88 habitantes		2523 habitantes	
	Edificações - Domicílio	2299 unidades		23 unidades		660 unidades	
	Edificações - Equipamento social	8 unidades		-		3 unidades	
	Edificações - Indústrias	7 unidades		-		2 unidades	
	Edificações - Comércio	14 unidades		-		-	
	Quadras esportivas	3 unidades		-		1 unidade	
	Cemitérios	6 unidades		-		-	
Sistema Viário	Rodovias	4 km		-		-	
	Estradas	96 km		1		20 km	
	Vias primárias	11 km		-		5 km	
	Vias secundárias	146 km		3 km		27 km	
	Caminhos e trilhas	76 km		1 km		13 km	
	Ferrovias	1 km		-		-	
	Total (quilômetros)	334 km		4 km		66 km	
	Pontes sujeita à danos	29 unidades		-		5 unidades	
Energia e Saneamento	Linha de transmissão	170 km		2 km		31 km	
	Estação de tratamento de esgoto	1 unidade		-		-	

Fonte: Os Autores, 2020.

## 7. ENCERRAMENTO, DIVULGAÇÃO, TREINAMENTO E ATUALIZAÇÃO DO PAE

### 7.1. ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA

O encerramento de uma emergência poderá ser determinado com base no tempo necessário ao restabelecimento das condições de plena operação e/ou na avaliação técnica da integridade da estrutura remanescente (medição/laudo técnico).

Terminada a situação de emergência, a CODEVASF deve providenciar a elaboração do Relatório de Encerramento de evento de emergência cujo conteúdo mínimo encontra-se apresentado e deve conter minimamente:

- Descrição detalhada do evento e possíveis causas;
- Relatório fotográfico;
- Descrição das ações realizadas durante o evento, inclusive cópia das declarações emitidas e registro dos contatos efetuados;
- Indicação de áreas afetadas com identificação dos níveis ou cotas altimétricas atingidas pela onda de cheia;
- Consequências do evento, inclusive danos materiais, à vida, à propriedade, ao meio ambiente e às atividades econômicas afetadas;
- Proposições de melhorias para revisão do PAE, caso seja necessário;
- Conclusões do evento;
- Proposta/projeto de recuperação da área afetada;
- Ciência do responsável legal pelo empreendimento;

Esse relatório deverá ser enviado ao INEMA assim que concluído.

### 7.2. DIVULGAÇÃO

A preparação da população é uma ação de mitigação de risco que deve ser concretizada através da sensibilização de sessões de esclarecimento, divulgação de informações relativa ao risco de habitar em vales a jusante de barragens e da existência de treinamentos constantes do PAE. Estas sessões devem ser conduzidas pelas autoridades de proteção e defesa civil e ocorrer nas instalações designadas pela(s) prefeitura(s), com apoio da CODEVASF e participação da população da ZAS e seus representantes.

Os protocolos das entregas às autoridades públicas devem ser registrados na ficha do Anexo 4. Quanto à disponibilidade, o PAE deverá estar disponível no próprio local da barragem, no escritório regional da CODEVASF, caso exista, bem como em sua sede. Além disso, o PAE deverá estar disponível na residência do Coordenador do PAE, nas prefeituras

dos municípios abrangidos pelo PAE e nos organismos de Defesa Civil dos municípios e estados abrangidos pelo PAE, além do órgão fiscalizador (INEMA).

A CODEVASF deve atender às solicitações de informações adicionais de autoridades públicas para fins de esclarecimento do conteúdo do PAE. Os protocolos das entregas às autoridades públicas devem ser registrados na ficha do Anexo 4.

### 7.3. TREINAMENTO

A avaliação da credibilidade do PAE, 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. Os dois primeiros níveis estão inclusos no treinamento interno, de competência da CODEVASF, e o último nível corresponde ao treinamento externo, de competência da Defesa Civil.

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.

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. O treinamento interno deverá ser realizado a cada 2 anos. Os treinamentos internos promovidos pela CODEVASF serão destinados ao público interno e poderão ser convidadas as autoridades da Defesa Civil e da Agência Fiscalizadora.

Por meio desses exercícios é possível:

- Esclarecer os papéis e as responsabilidades dos participantes;
- Identificar pontos de melhoria no PAE;
- Identificar falhas nos Níveis de Resposta;
- Melhorar a coordenação do PAE; e
- Aumentar a confiança dos participantes do PAE, promovendo o entrosamento da equipe, mostrando a importância das ações, conscientizando e motivando os funcionários.

Tabela 7.1 – Treinamento Interno do PAE

Dia	Tipo	Etapas
1	Seminário Interno (Anexo 5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Testar os n°s de telefone (Anexo 1);</li> <li>• Verificar a capacidade dos participantes do PAE de realizar as ações de resposta (Capítulo 2.3) e notificações no Fluxograma de Notificação (Anexo 7);</li> <li>• Determinar a eficácia dos procedimentos internos e, nomeadamente, das medidas operativas e corretivas que constam no PAE;</li> <li>• Testar a operacionalidade dos meios de alerta adotados no PAE e verificar a capacidade de notificar rapidamente a população da ZAS.</li> </ul>
	Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta	
2	Exercício de Nível Interno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar o nível de conhecimento dos participantes do PAE ao mesmo;</li> <li>• Análise das situações de emergência, assim como suas eventuais medidas de intervenção e classificação quanto ao Nível de Resposta (Tabelas 2.4);</li> <li>• Avaliar a adequação das instalações, equipamentos e materiais para eventuais situações de emergência (Anexo 3);</li> <li>• Testar a operacionalidade dos órgãos extravasores da barragem; e</li> <li>• Determinar o nível de cooperação e coordenação entre o Empreendedor, a Entidade Fiscalizadora, a Defesa Civil e as Prefeituras Municipais na resposta à emergência.</li> </ul>

Fonte: Os Autores, 2020.

O treinamento interno do segundo dia tem 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.

O treinamento externo é de responsabilidade das autoridades de Proteção e Defesa

Civil e deverá estar previsto nos respectivos Planos de Contingências Municipais elaborados por estas autoridades.

Este exercício, com a participação da CODEVASF, deverá simular um evento tão real quanto possível, tendo o objetivo de avaliar a capacidade operacional para gerir a emergência num ambiente de tensão elevada que simula as condições reais de resposta.

Este tipo de exercício poderá requerer a mobilização efetiva de meios e recursos através de:

- Evacuação de pessoas e bens;
- Emprego de meios de comunicação e alerta;
- Mobilização de equipamento; e
- Colocação real de pessoal e recursos.

Os treinamentos devem ser registrados no Anexo 5.

#### **7.4. ATUALIZAÇÃO**

A revisão do PAE deverá ser realizada sempre por ocasião de cada Revisão Periódica de Segurança da Barragem, ou seja, a cada 10 para barragens Classe A, correspondente a classificação da Barragem Ceraíma. O período de revisão é proveniente da Portaria N° 16.481, de 11 de julho de 2018, do INEMA. A revisão do PAE implica reavaliação da ocupação a jusante e da eventual necessidade de elaboração de novo mapa de inundação.

O PAE deverá ser atualizado anualmente nos seguintes aspectos: endereços, telefones e e-mails dos contatos contidos no Fluxograma de Notificação; responsabilidades gerais no PAE; listagem de recursos materiais e logísticos disponíveis a serem utilizados em situação de emergência; e outras informações que tenham se alterado no período. Os treinamentos também poderão gerar alterações no PAE, sempre que identificados pontos de dúvida ou que necessitem de melhoria.

É de responsabilidade da CODEVASF a divulgação da atualização do PAE e a substituição das versões disponibilizadas. Todas as revisões e atualizações deverão ser registradas na ficha existente no Anexo 4 contendo as justificativas para tal.

#### **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANA. Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE. Brasília, DF, 2016.

ANA. Resolução nº 236/2017, de 30 de janeiro de 2017. Seção 1 do D.O.U de 7 de

fevereiro de 2017.

Chow, V. Open-Channel Hydraulics. Auckland: McGraw-Hill Book Company. 1959.

CODEVASF. Plano de Segurança da Barragem Ceraíma. 2018.

INEMA. Portaria N° 16.481 de 11 de julho de 2018. D.O Secretaria do Meio Ambiente de 12 de julho de 2018.

Intertechne. Revisão Periódica da Barragem Ceraíma. 2019.

Froehlich, D. Embankment Dam Breach Parameters. Journal of Hydraulic Engineering 1708-1721. Dezembro, 2008.

Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Brasília, 2002.

Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica. Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem. Brasília, 2010.

Ministério de Integração Nacional. Plano de Ações Estratégicas para Reabilitação de 162 barragens da União. Brasília, 2018.

Planalto (2010). Lei n° 12.334/2010. Seção 1 do D.O.U de 21 de setembro de 2010.

Planalto (2012). Lei n.º 12.608/2012. Seção 1 do D.O.U de 11 de abril de 2012.

RHA Engenharia. Plano de Segurança da Barragem Ceraíma: Volume 1 – Resumo Geral. 2020.

## 9. ANEXOS

- **Anexo 1:** Lista de contatos para notificação do PAE;
- **Anexo 2:** Formulários tipo;
- **Anexo 3:** Meios e recursos disponíveis;
- **Anexo 4:** Controle de revisão e distribuição;
- **Anexo 5:** Plano e registros dos treinamentos do PAE;
- **Anexo 6:** Metodologia para delimitação da ZAS, rotas de fuga e identificação dos pontos vulneráveis a jusante;
- **Anexo 7:** Fluxograma de notificação;
- **Anexo 8:** Fichas de emergência – Nível de Resposta 3 - ruptura iminente;
- **Anexo 9:** Fichas de emergência – Nível de Resposta 3 - ruptura está ocorrendo ou já ocorreu;
- **Anexo 10:** Glossário; e
- **Anexo 11:** Mapa de inundação.

## ANEXO 1 – LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO DO PAE

## A1.1 – CONTATOS EXTERNOS

Órgãos Federais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>Secretaria Nacional de Defesa Civil Federal – SEDEC</b> Secretário: Renato Newton Ramlow	(61) 2034-5513	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a> sedec@mdr.gov.br
<b>Departamento de Operações de Socorro em Desastres</b> Diretor: Armin Augusto Braun Coord. Geral de Prevenção e Preparação: César da Silva Santana	(61) 2034-4513 (61) 2034-4215	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a>
<b>Departamento de Reabilitação e de Reconstrução</b> Diretor: Paulo Roberto Farias Falcão Coord. Geral de Reabilitação e Reconstrução: Rosilene Vaz Cavalcanti	(61) 2034-5584 (61) 2034-5862	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a>
<b>Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD</b> Diretor: Washington Cezar Duarte Coord. Geral de Operação e Monitoramento: Tarcísio de Souza Vasconcelos	(61) 2034-4600 (61) 2034-4612 (61) 2034-4620	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a> cenad@integracao.gov.br

Órgãos Estaduais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>SEMA – SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DA BAHIA</b> Secretário: João Carlos de Oliveira da Silva	(71) 3115-9802 (71) 3115-3804	<a href="http://www.meioambiente.ba.gov.br/">http://www.meioambiente.ba.gov.br/</a> gabinete.sema@sema.ba.gov.br
<b>SISTEMA DE DEFESA CIVIL DO ESTADO DA BAHIA (CEDEC)</b> Diretor: Paulo Sérgio Menezes Luiz	(71) 3115-3000 (71) 3371-9874	<a href="http://www.defesacivil.ba.gov.br/">http://www.defesacivil.ba.gov.br/</a> paulosergio.luz@sudec.ba.gov.br
<b>POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DA BAHIA</b> Comandante Geral: Coronel PM Anselmo Alves Brandão	(71) 3117-6048 (71) 3117-4802	<a href="http://www.pm.ba.gov.br/">http://www.pm.ba.gov.br/</a> cg.cmt@pm.ba.gov.br
<b>CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DA BAHIA</b> Comandante Geral: Francisco Luiz Telles de Macêdo	(71) 3116-6782	<a href="http://www.cbm.ba.gov.br/">http://www.cbm.ba.gov.br/</a> cg.gabinete@cbm.ba.gov.br

Órgãos Municipais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>PREFEITURA MUNICIPAL BOM JESUS DA LAPA- BA</b> Prefeito: Eures Ribeiro Pereira	(77) 3481-3374 (77) 3481-5777 (77) 3481-4211	<a href="http://www.bomjesusdalapa.ba.gov.br/">http://www.bomjesusdalapa.ba.gov.br/</a> prefeitura.lapa@gmail.com
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) BOM JESUS DA LAPA- BA</b> Coordenador: Sem informação	Sem informação	Sem informação
<b>PREFEITURA MUNICIPAL GUANAMBI- BA</b> Prefeito: Jairo Silveira Magalhães	(77) 3452-4306 (77) 3452-4301	<a href="http://www.guanambi.ba.gov.br/">http://www.guanambi.ba.gov.br/</a>
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) GUANAMBI - BA</b> Coordenador: Sem informação	Sem informação	Sem informação
<b>PREFEITURA MUNICIPAL MALHADA - BA</b> Prefeito: Valdemar Lacerda Silva Filho	(77) 3691-2145 (77) 3691-2149	<a href="http://www.malhada.ba.gov.br">www.malhada.ba.gov.br</a> contato@malhada.ba.gov.br
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) MALHADA - BA</b> Coordenador: Sem informação	Sem informação	Sem informação
<b>PREFEITURA MUNICIPAL PALMAS DE MONTE ALTO – BA</b> Prefeito: Manoel Rubens	(77) 3662-2113 (77) 3662-2005 (77) 3662-2114	<a href="https://www.palmasdemontealto.ba.gov.br">https://www.palmasdemontealto.ba.gov.br</a> br sac@palmasdemontealto.ba.gov.br
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) PALMAS DE MONTE ALTO - BA</b> Coordenador: Sem informação	Sem informação	Sem informação
<b>PREFEITURA MUNICIPAL RIACHO DE SANTANA - BA</b> Prefeito: Alan Antônio Vieira	(77) 3457-2121	<a href="https://www.riachodesantana.gov.br/">https://www.riachodesantana.gov.br/</a> contato@riachodesantana.ba.gov.br
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) RIACHO DE SANTANA - BA</b> Coordenador: Sem informação	Sem informação	Sem informação

Outras Agências		
Agência	Contato	Site / E-mail
<b>AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) - COORDENAÇÃO DE FISCALIZAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS - COFIS</b>  Diretora Presidente: Christianne Dias	(61) 2109-5400 (61) 2109-5252	<a href="http://www.ana.gov.br/">http://www.ana.gov.br/</a> <a href="mailto:cofis@ana.gov.br">cofis@ana.gov.br</a>

## A1.2 – CONTATOS INTERNOS

Empreendedor			
<b>Resp. Legal:</b>	PR - Presidência		
<b>Representante:</b>	Marcelo Andrade Moreira Pinto		
<b>Cargo:</b>	Presidente		
<b>Telefone:</b>	(61) 98244-6100	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:marcelo.moreira@codevasf.gov.br">marcelo.moreira@codevasf.gov.br</a>

Coordenador Geral			
<b>Resp. Regional:</b>	2ª/SR - 2ª Superintendência Regional		
<b>Representante:</b>	Harley Xavier Nascimento		
<b>Cargo:</b>	Superintendente		
<b>Telefone:</b>	(077) 3481-8000	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:harley.nascimento@codevasf.gov.br">harley.nascimento@codevasf.gov.br</a>

Coordenador do PAE e Supervisor Regional			
<b>Resp. Regional:</b>	2ª/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura		
<b>Cargo:</b>	Gerente		
<b>Resp. Técnico:</b>	Renato do Rosário Bittencourt Lopes		
<b>Formação:</b>	Eng. Civil, MSc		
<b>Telefone:</b>	(077) 3481-8021	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:renato.lopes@codevasf.gov.br">renato.lopes@codevasf.gov.br</a>

### A1.3 – CONTATOS NOTIFICADOS

Lista de Contatos Notificados				
Instituição	Pessoa contatada	Hora inicial do contato	Duração da chamada	Contato realizado por
Administrações Regionais / Prefeituras / Governos / Órgãos / Agências				
Defesa Civil				
INEMA (Entidade Fiscalizadora)				
CODEVASF				

## ANEXO 2 – FORMULÁRIOS TIPO

### A2.1 – FORMULÁRIO DE INIÇÃO DE EMERGÊNCIA

**PROPRIETÁRIO: CODEVASF**  
**BARRAGEM CERAÍMA**

#### DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

**DECLARAÇÃO DE EMERGÊNCIA**  
**SITUAÇÃO NÍVEL \_\_\_\_\_**

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

---

---

---

OBS.: Para quaisquer esclarecimentos favor contatar \_\_\_\_\_ pelo telefone \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
(*local*)                      (*dia*)                      (*mês*)                      (*ano*)

\_\_\_\_\_  
(*Nome / Assinatura*)

\_\_\_\_\_  
(*Cargo / RG*)



## A2.2 – FORMULÁRIO DE REGISTRO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Nome da Barragem: Ceraíma

Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

País: \_\_\_\_\_

Data da ocorrência: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Horário da ocorrência: \_\_ h \_\_ min

Condições climáticas locais:

\_\_\_\_\_

Descrição geral da situação de emergência:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Área(s) da barragem afetada(s):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Extensão dos danos na barragem:

\_\_\_\_\_

Possível(is) causa(s):

\_\_\_\_\_

Efeito(s) na operação da barragem:

\_\_\_\_\_

Elevação inicial do reservatório: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_ h \_\_ min

Elevação máxima do reservatório: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_ h \_\_ min

Elevação final do reservatório: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_ h \_\_ min

Descrição da área inundada a jusante (danos / lesões / perdas de vida):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Outros dados e comentários:

\_\_\_\_\_

Nome e número de telefone de quem preencheu este formulário:

\_\_\_\_\_

Relatório elaborado por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## A2.3 – FORMULÁRIO DE DECLARAÇÃO ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA

**PROPRIETÁRIO:** CODEVASF

**BARRAGEM:** CERAÍMA

### DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA

Eu, \_\_\_\_\_ (*nome e cargo*), na condição de Coordenador do **PAE** da **Barragem Ceraíma** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da **Declaração de Encerramento da Emergência** para a **Barragem Ceraíma**, cuja situação:

---

---

---

O encerramento da emergência ocorre 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.: Para quaisquer esclarecimentos favor contatar \_\_\_\_\_ pelo telefone \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
(*local*)                      (*dia*)                      (*mês*)                      (*ano*)

\_\_\_\_\_  
(*Nome / Assinatura*)

\_\_\_\_\_  
(*Cargo / RG*)

## A2.4 - FORMULÁRIO DE NOTIFICAÇÃO - MODELOS DE MENSAGENS DE NOTIFICAÇÃO E ALERTA

### MODELO DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO URGENTE.

Esta mensagem derivada da aplicação do Plano de Ação Emergência da Barragem Ceraíma.

Estamos ativando o Nível de Resposta \_\_\_\_\_ do nosso Plano de Ação Emergencial da Barragem Ceraíma

Esta é uma mensagem de (declaração/alteração) do Nível de Resposta, feita por \_\_\_\_\_, Coordenador do Plano de Ação Emergencial da Barragem Ceraíma às \_\_\_\_\_ (horas e minutos) do dia \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

A causa da declaração:

---

---

---

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente a

---

---

As ocorrências demandam que sejam aplicadas as ações constantes do Plano de Ação de Emergência da Barragem Ceraíma.

Favor comunicar o recebimento desta comunicação a \_\_\_\_\_ pelo número de telefone \_\_\_\_\_ e/ou por meio do número de fax \_\_\_\_\_.

A CODEVASF os manterá atualizados da situação emergência. Tentaremos chamá-lo novamente dentro de \_\_\_\_\_ horas para mantê-lo atualizado.

Para outras informações, contate \_\_\_\_\_ no telefone \_\_\_\_\_.

Fim da mensagem.

**ANEXO 3 – MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS**

Lista de Materiais e Fornecedores para Situações de Emergência			
Material	Fornecedor	Endereço / Local de Depósito	Contato
Areia			
Gravilha			
Enrocamento			
Lona			
Saco de Ráfia			
Tijolos			
Cal Virgem			
Combustível			
Outros			



## ANEXO 4 – CONTROLES DE REVISÃO E DISTRIBUIÇÃO

### A4.1 – REGISTRO DE CÓPIAS DISTRIBUIDAS

Nº	Data	Órgão/Setor	Protocolo
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
9			

### A4.2 – ACESSO A DOCUMENTAÇÃO DIGITAL

Versão final no servidor interno da CODEVASF:

<\\drive\AD.Barragens\PSB\2SR\I.2.3.Ceraíma>

Servidor Externo: Não há.

### A4.3 – REGISTRO DE REVISÕES

Projeto:	<b>Plano de Segurança das Barragens da CODEVASF</b>	Brasília, 11/08/2020
Título:	<b>Volume III: Plano de Ação de Emergência</b>	
Código - CODEVASF:	I.2.4.PSB3.v01.PAE. Ceraíma	Revisão. CODEVASF: 0
Código - RHA:	CER-PSB-V-III-r01	Revisão. RHA: 0

HISTÓRICO DE REVISÕES				
No	Descrição	Prep.	Aprov.	Data
0	EMISSÃO INICIAL	WLS	MCR	AGO/20

Elaborador	Verificador	Supervisor	Emissão Inicial	Gerente do Projeto	Resp. Técnico
RHA	MCR	LMC	AGO/20	Márian da Costa Rohn	Laertes Munhoz da Cunha CREA 5124/D-PR
ART N°	<b>1720201401898</b>				

## A4.4 – CONTROLE DE PÁGINAS REVISADAS

### Plano de Ação de Emergência da Barragem de Ceraíma

FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
1	x						14	x						27	x						40	x					
2	x						15	x						28	x						41	x					
3	x						16	x						29	x						42	x					
4	x						17	x						30	x						43	x					
5	x						18	x						31	x						44	x					
6	x						19	x						32	x						45	x					
7	x						20	x						33	x						46						
8	x						21	x						34	x						47						
9	x						22	x						35	x						48						
10	x						23	x						36	x						49						
11	x						24	x						37	x						50						
12	x						25	x						38	x						51						
13	x						26	x						39	x						52						

### Anexos do PAE

Anexo 1						Anexo 2						Anexo 3						Anexo 4									
FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
a	x						a	x						a	x						a	x					
b	x						b	x						b	x						b	x					
c	x						c	x						c							c						
d	x						d	x						d							d						
e							e							e							e						

Anexo 5						Anexo 6						Anexo 7						Anexo 8									
FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
a	x						a	x						a	x						a	x					
b							b	x						b							b	x					
c							c	x						c							c	x					
d							d	x						d							d	x					
e							e	x						e							e	x					
f							f	x						f							f	x					
g							g	x						g							g	x					
h							h	x						h							h	x					

Anexo 9						Anexo 10						Anexo 11						Anexo 12 (não há)									
FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
a	x						a	x						a	x						a						
b	x						b	x						b							b						
c							c	x						c							c						
d							d							d							d						
e							e							e							e						
j							j							j							j						



## **ANEXO 6 – CONTEÚDO, CONCEITOS E METODOLOGIAS PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, ZAP E MEIOS DE EVACUAÇÃO**

O Mapa de Zona de Autossalvamento, Anexo 11 apresenta a delimitação da Zona de Autossalvamento e da Zona de Atendimento Prioritário. Neste mapa também são apresentadas as rotas de fuga sugeridas e outras informações de apoio aos procedimentos de resposta às situações emergenciais, como a representação cartográfica das infraestruturas afetadas e demais informações essenciais para conhecimento do território atingido.

O mapa, em escala 1:13.000, está sendo entregue em formato editável de MAP DOCUMENT (\*.mxd), e em formato PORTABLE DOCUMENT FORMAT (.pdf).

Para melhor compreensão do conteúdo dos mapas, os itens a seguir apresentam os conceitos e as metodologias aplicadas na consolidação das feições espaciais que compõe o mapa.

### **A6.1 – ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)**

A Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como a região a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. A ZAS é delimitada pelos maiores níveis de água alcançados no percurso da onda de cheia pelo vale do rio, limitada a menor distância entre 10 km a jusante do eixo da barragem ou a distância percorrida pela onda de cheia em até 30 minutos (ANA, 2016). Por esse critério, a mancha foi delimitada pela seção em que o nível de água demora 30 minutos para se elevar em 1 metro, o que caracteriza a chegada da onda segundo o relatório “Estudos de Rompimento da Barragem” da Revisão Periódica das Barragens da CODEVASF.

A delimitação das áreas de inundação foi realizada com a ferramenta RAS Mapper, tecnologia SIG que é compatível com o HEC-RAS®. A ferramenta permite delimitar as manchas de inundação em níveis de detalhamento e precisão que são impraticáveis para os métodos manuais. As manchas permitem a visualização espacial de informações do escoamento. Após a geração, as manchas foram editadas para a produção do mapa da Zona de Autossalvamento (ZAS).

Em uma situação de emergência, acredita-se que o alerta de autossalvamento deverá ser acionado para a área do pior cenário de inundação induzida pelo rompimento. Devido ao improvável conhecimento da vazão afluente associada ao evento de rompimento e ao baixo tempo de resposta nesta situação, a ZAS é definida para o cenário mais crítico da inundação induzida pelo rompimento.

## **A6.1 – ZONA DE ATENDIMENTO PRIORITÁRIO (ZAP)**

A Zona de Atendimento Prioritário (ZAP) caracteriza-se como a região a jusante da barragem, com tempo hábil para intervenção das autoridades competentes em caso de acidente.

Conforme aponta os estudos de ruptura, a mancha de inundação para o tempo de chegada da onda para 30 minutos engloba uma pequena região, definida neste escopo, como ZAS. Desta forma, a ZAP foi concebida como item integrante do mapa de ZAS, sendo justificada pela proximidade desta região com a barragem. No entanto, destaca-se que somente a ZAS é de responsabilidade do empreendedor. A ZAP, assim como a região inundada pela mancha a jusante da barragem, é de responsabilidade da Defesa Civil.

Para a população que se encontra na ZAP é necessário apenas o treinamento, conscientização e a realização do simulado. Pois, considera-se haver tempo suficiente para que as pessoas possam cumprir os procedimentos e garantir sua segurança.

Buscando dar subsídios aos agentes responsáveis pelas operações de resgate, produziu-se para a ZAP informações que podem colaborar com as medidas de proteção da população vulnerável. Para tanto, foram sugeridas as rotas de fuga e os pontos de encontros, para a qual população deverá ser instruída a como proceder em caso de evacuação. Contudo, destaca-se a importância do trabalho de validação em campo, em conjunto com os agentes responsáveis.

A mesma metodologia desenvolvida para definição da ZAS foi aplicada para determinação da Zona de Atendimento Prioritário (ZAP). Contudo, esta zona foi delimitada pela seção em que o nível de água demora, contudo, esta zona foi delimitada pela seção traçada a partir de ponto situado a 10 km a jusante do eixo da barragem, percorridos pela calha do rio.

## **A6.3 – ZONA DE CONCENTRAÇÃO LOCAL (ZCL)**

A Zona de Concentração Local corresponde a uma divisão de setores que serve para auxiliar, de forma ordenada, a fuga da população que se encontra dentro da ZAS.

A ZCL engloba um conjunto de edificações próximas, cujo ponto de encontro é o mesmo e a rota de fuga é semelhante. Para sua delimitação se observou as seguintes elementos: (i) presença ou não de aglomerados de edificações uniformes (edificações com destinação de uso semelhante); (ii) o agrupamento das edificações deve permitir a possibilidade de escoamento das populações abrangidas, através de uma via (ou mais) até um ponto de encontro; (iii) deverá considerar número de pessoas estimadas, as quais deveram escoar por uma ou mais vias, até um ponto de encontro; (iv) preferencialmente, a rota de fuga não deve cruzar por um rio, banhando ou outra impedância que impeça o

escoamento das pessoas; (v) para uma ZCL pode haver mais de um ponto de encontro.

#### A6.4 – PONTOS DE ENCONTRO

Os pontos de encontro são locais seguros, previamente informados, para os quais a população em risco deve se dirigir após o rompimento da barragem. Geralmente os pontos de encontro são locais públicos como pátios de igreja, campos de futebol, áreas de lazer e outros espaços abertos localizados em cotas mais elevadas (BALBI, 2008).

Para facilitar o conhecimento das comunidades afetadas, sugere-se a alocação de placas de indicação nos locais destinados a serem Pontos de Encontro, bem como, treinamento adequado para que essas pessoas procedam seu próprio salvamento.

Figura A6.1 – Exemplo de Identificação de um Ponto de Encontro



Fonte: ANDRADE, SÍLVIO DE. (2019)

Para definir os pontos de encontro levou-se em consideração as seguintes características: (i) pontos bem identificáveis no terreno e de fácil acesso; (ii) evitar percursos muito longos, que obriguem pessoas a percorrerem grandes distâncias a pé<sup>1</sup>; (iii) preferência por locais com acesso rodoviário e/ou vias de maior hierarquia no sistema viário, para facilitar chegada do resgate; (iv) estar preferencialmente em altimetria mais elevada que a ZAS e a macha de inundação; (v) local com livre acesso.

Os pontos de encontro foram definidos por meio de interpretação visual de imagens de satélite (World Imagery Basemap – DigitalGlobe) e vetorizados de forma manual, em *software* de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Por terem sido avaliados somente

<sup>1</sup> Para fugir da área de risco, o deslocamento deve ser feito a pé. Meios de transporte como os automóveis podem provocar congestionamentos e bloquear as passagens.

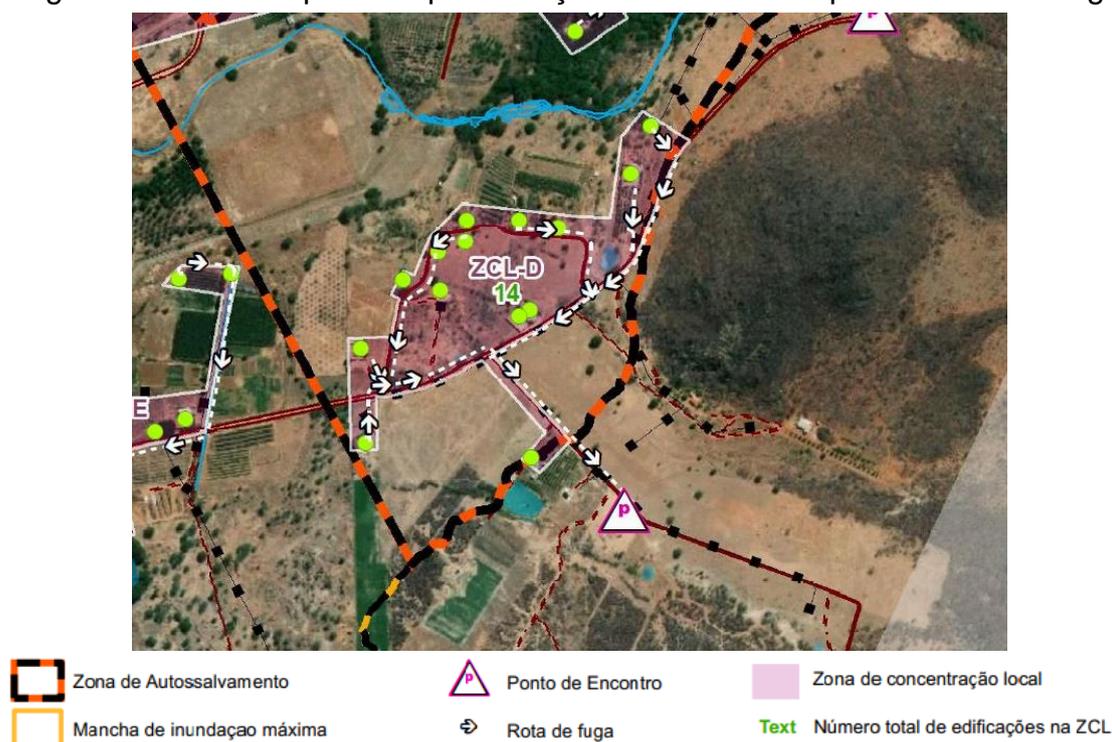
através de base cartográfica, sugere-se a validação em campo desses locais em conjunto com a Defesa Civil, para averiguar a acessibilidade, estrutura e capacidade de acolhimento do contingente de população prevista ao local.

### A6.5 – ROTAS DE FUGA

As rotas de fuga são os percursos indicados que as pessoas e os agentes devem utilizar para evacuação, sendo classificadas nos mapas em rotas primárias e secundárias.

As rotas principais caracterizam-se por representarem as vias principais. Ou seja, vias de maior hierarquia no sistema viário e, portanto, com melhor estrutura para escoamento da população. As rotas secundárias (vicinais) são as vias que ligam as edificações às rotas principais.

Figura A6.2 – Exemplo de representação utilizado no mapa das rotas de fuga



Fonte: Os Autores, 2020.

Para cada ZCL foram elaboradas rotas de fuga principais, apontando o sentido do deslocamento até o ponto de encontro mais próximo.

Assim como os pontos de encontro, sugere-se a validação em campo dessas rotas em conjunto com a Defesa Civil, para averiguar as condições de acessibilidade e trafegabilidade das vias.

## A6.6 – EDIFICAÇÕES

O levantamento das edificações considerou o recorte espacial do levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios (SAI, 2020). Complementarmente se utilizou da interpretação de imagens de satélite (World Imagery Basemap – DigitalGlobe).

A restituição do levantamento cartográfico, originalmente, representava as edificações em formato poligonal, sendo estas convertidas para o formato de ponto por meio de vetorização manual, em software de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Durante esta rotina, por meio da interpretação visual de imagens de satélite (WORLD IMAGERY BASEMAP – DIGITALGLOBE), constatou-se a ocorrência de edificações sem correspondência na restituição, sendo estas incluídas a informação final de edificações.

A classificação das edificações quanto à situação (urbana/rural) foi baseada na definição dos setores censitários delimitados no último Censo Demográfico do IBGE (2010).

Já a classificação quanto à tipologia industrial foi estabelecida por meio da interpretação das imagens de satélite, análise de contexto espacial, podendo desta forma conter erro de classificação. Sendo assim, sugere-se a verificação em campo.

O arquivo georreferenciados das edificações, em formato shapefile, ainda contém: (i) valores das manchas de tempo de chegada da onda e risco hidrodinâmico; (ii) coordenadas geográficas; (iii) código da edificação; (iv) código da ZCL relacionada; (v) código do ponto de encontro relacionado; (vi) tipo (urbano / rural / edificação / indústria (não encontrada no recorte de estudo)).

A atribuição das edificações com os valores de risco hidrodinâmico se justifica pela relevância desta informação expressar o nível de perigo para cada edificação mapeada. Neste contexto, é mister expor os conceitos compreendem esta temática.

A tabela com a localização, o risco hidrodinâmico e o tempo de chegada da onda de inundação para as edificações atingidas foram disponibilizados à CODEVASF e está disponível em meio digital apresentado no Anexo 4.

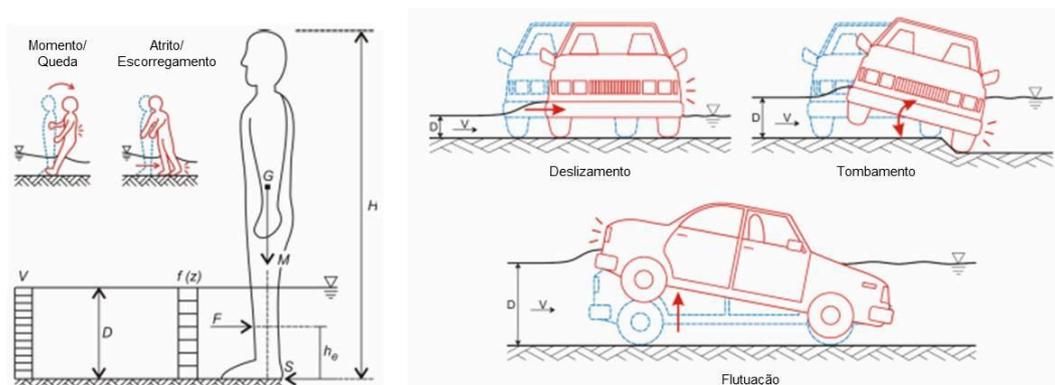
### A6.6.1 – RISCO HIDRODINÂMICO

A segurança das pessoas, veículos e edificações durante os eventos de inundação pode ser comprometida quando estes estão expostos a escoamentos que causem escorregamento/deslizamento, queda/tombamento ou flutuação. Estes mecanismos, ilustrados na Figura A6.3, podem levar a uma perda total da estabilidade, resultando no arraste para jusante.

Para a definição do grau de perigo da inundação, os principais parâmetros para a classificação dos danos provocados por uma cheia, induzida por reservatórios, são a

profundidade da água na área inundada e a velocidade do escoamento da onda de enchente. Segundo Messner (2007), a avaliação do risco a vidas é influenciada pela velocidade do fluxo, enquanto os danos materiais são principalmente influenciados pela profundidade atingida durante a inundação. A ameaça provocada por esses fatores combinados corresponde ao risco hidrodinâmico, que é definido pelo produto entre a profundidade e a velocidade.

Figura A6.3 – Mecanismos de falha de estabilidade devido a inundações



Fonte: COPEL, 2019.

A Tabela A6.1 apresenta o critério para graduação do risco, estático e dinâmico, em função da profundidade e da velocidade (VISEU *et al.*, 1999).

Tabela A6.1 – Classificação do risco hidrodinâmico conforme sua magnitude

Nível	Classe	Inundação estática (H)	Inundação dinâmica (HxV)	Consequências
Reduzido	Verde	$H < 1 \text{ m}$	$HxV < 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$	Crianças são arrastadas
Médio	Amarelo	$1 \text{ m} < H < 3 \text{ m}$	$0,5 \text{ m}^2/\text{s} < HxV < 0,75 \text{ m}^2/\text{s}$	Adultos são arrastados
Importante	Laranja	$3 \text{ m} < H < 6 \text{ m}$	$0,75 \text{ m}^2/\text{s} < HxV < 1,0 \text{ m}^2/\text{s}$	Veículos são arrastados
Muito importante	Vermelho	$H > 6 \text{ m}$	$HxV > 1,0 \text{ m}^2/\text{s}$	Colapso em edificações

Fonte: (Viseu et al., 1999).

## **A6.7 – PONTES DANIFICADAS**

Para o mapeamento das pontes danificadas utilizou-se de software de Sistema de Informação Geográfica (GIS) para edição vetorial. O reconhecimento destas feições teve como base de informação, o levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Ceraíma e Poço do Magro (SAI, 2020).

## **A6.8 – SISTEMA VIÁRIO E HIDROGRAFIA**

O sistema viário utilizado é oriundo do levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Ceraíma e Poço do Magro (SAI, 2020). Os dados cartográficos produzidos pela SAI, sob contratação da CODEVASF, é resultante do levantamento de perfilamento laser e tomadas de fotografias aéreas, o qual produziu cartas planialtimétricas, em escala de 1:5.000, através do trabalho de restituição aerofotogramétrica.

Utilizou-se dos arquivos vetoriais oriundos do levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Ceraíma e Poço do Magro (SAI, 2020).

## **A6.9 – BASE DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA A BARRAGEM CERAÍMA**

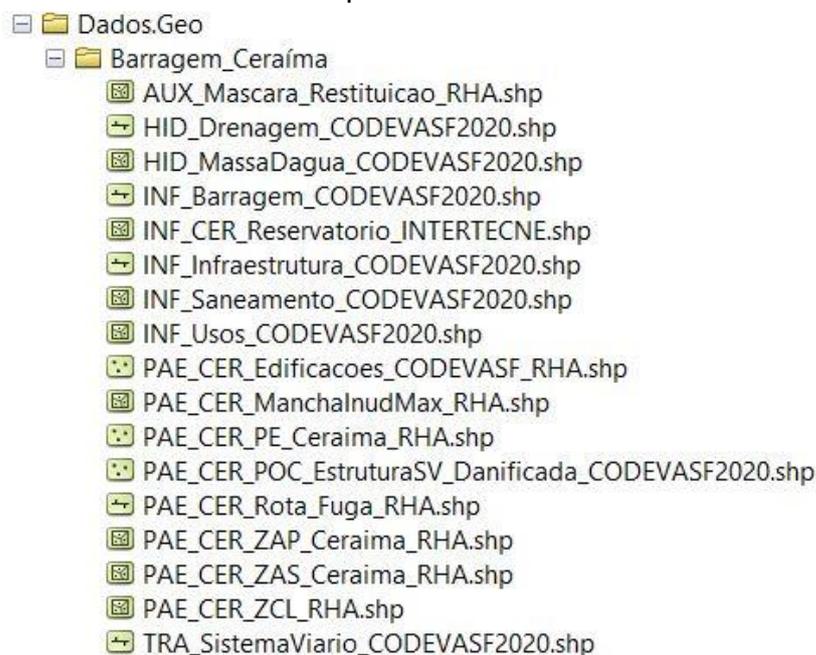
A conversão das informações para o meio digital, sob o formato padrão SIG, requer a utilização de informações espaciais mediante alguns padrões de organização básicos. Sendo assim, estes arquivos precisam: (i) estar organizados em layers; (ii) georreferenciados, e; (iii) em formato editável (vetorial ou raster).

Todos os dados geográficos, procedentes de várias fontes, utilizados na composição do mapa de ZAS foram organizados em uma única base de dados espaciais. Estes dados foram armazenados em diferentes camadas temáticas, conhecidas como layers. Foi definido como padrão de formato vetorial da base de dados geográfica, o formato “shapefile”.

Os dados geográficos foram organizados em uma pasta geral denominada “Dados\_Geo”, que contém em sua raiz informações gerais competentes a todas as barragens e, em subpasta, as informações específicas da barragem Ceraíma.

Para facilitar a identificação dos arquivos e seu conteúdo, adotou-se como padrão a nomenclatura “TEMA\_Descricao\_FONTA”, exemplificado na figura a seguir:

Figura A6.4 - Exemplo da estrutura de pastas e nomenclatura adotada para nomear os arquivos



Fonte: Os Autores, 2020.

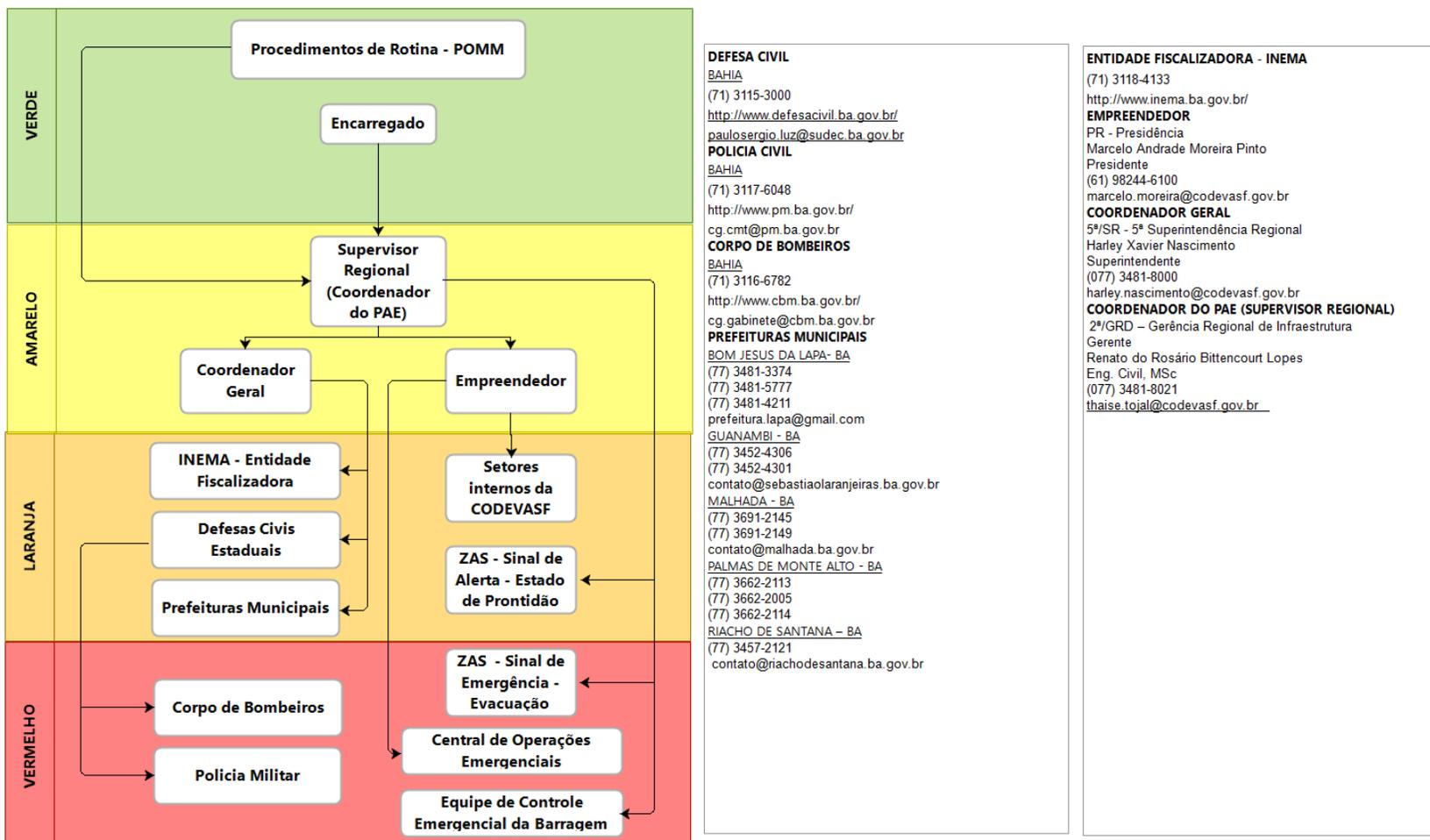
Todos os dados foram georreferenciados ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS-2000). Para os dados com recorte espacial regional (que engloba mais de um fuso UTM), optou-se em utilizar Sistemas de Coordenadas Geográficas. Já os dados com recorte menores, Sistemas de Coordenadas planas, UTM, Fuso 23.

Estando todos os dados no mesmo formato de arquivo e com a mesma referência espacial (SIRGAS-2000) foi possível, através de um *software* SIG, visualizar todas as informações em uma única base.

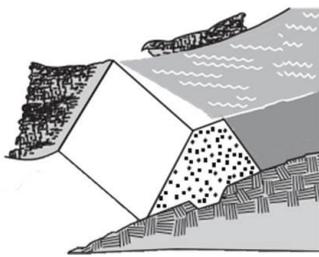
Os dados mencionados foram disponibilizados à CODEVASF em meio digital apresentado no Anexo 4.



### ANEXO 7 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

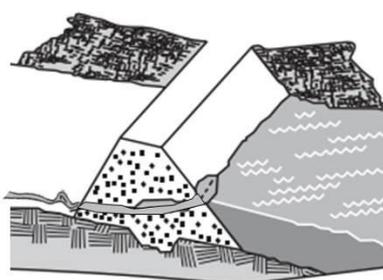


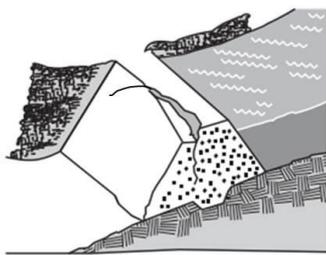
## ANEXO 8 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA IMINENTE<sup>2</sup>

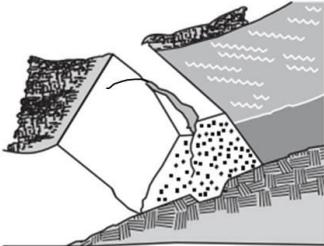
<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 01</b>
<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR- 3</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>	
<p><i>Nível do reservatório próximo ao da cota da crista da barragem. O galgamento da barragem é iminente com potencial evolução para o desenvolvimento de brecha.</i></p>	
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>
	<p>Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do talude de montante ou de jusante.</p>
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>	
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>; Rebaixar ponto específico da crista da barragem ou ombreira, empregando escavadeira ou equipamento similar, conforme plano desenvolvido anteriormente, para induzir o transbordamento por um ponto desejado; Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura; Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos; Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>	
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeções visuais / Informações hidrometeorológicas.

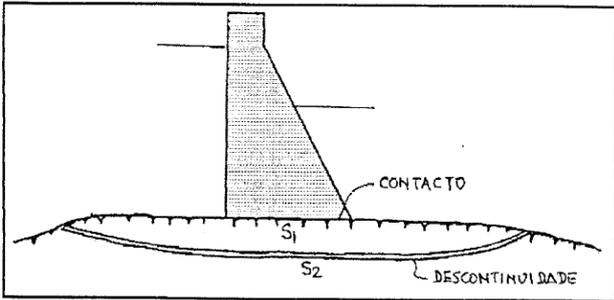
<sup>2</sup> As figuras que são apresentadas como “Croqui Típico da Anomalia” foram obtidas dos seguintes documentos:

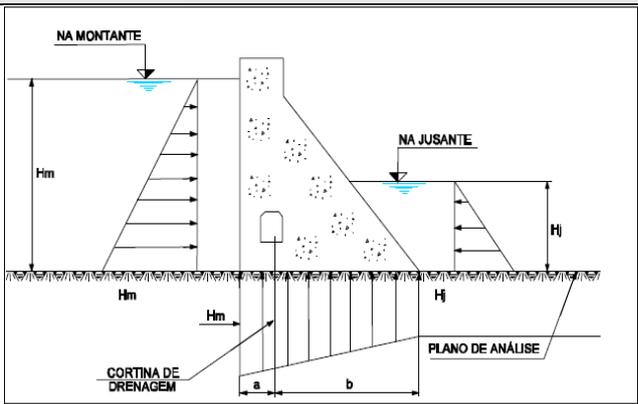
- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens - Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2002.
- Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem – Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2010.

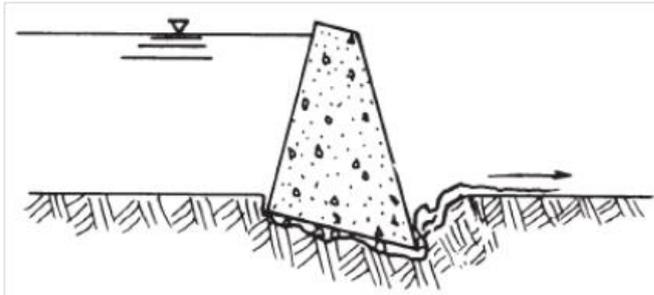
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 02</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<b>Erosão interna (piping) com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente.</b>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Ocorrência de entubamento ou <i>piping</i>. Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude ou ombreira. Recalque da crista e galgamento da barragem.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Abertura imediata das comportas dos descarregadores de fundo, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeções visuais.	

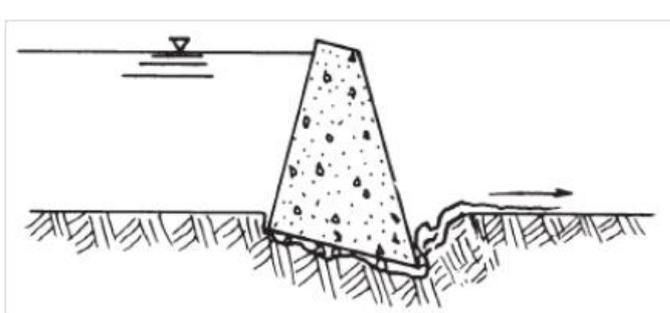
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 03</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Instabilização global com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		Formação de superfície de ruptura no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do maciço ou fundação.	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Abertura imediata das comportas dos descarregadores de fundo, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeções visuais.	

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 04</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Instabilização localizada com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		Formação de superfície de ruptura localizada no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do maciço ou fundação.	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Abertura imediata das comportas dos descarregadores de fundo, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeções visuais.	

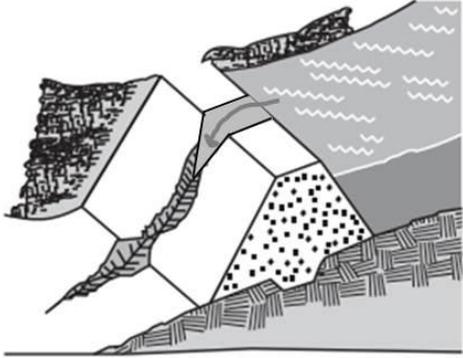
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 05</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Presença ou surgimento de plano de deslizamento preferencial no maciço de fundação ou no contato concreto-fundação que afetaram a estabilidade da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Deslizamento da estrutura de concreto para jusante.</p> <p>Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto.</p> <p>Ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, fundações, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeção / avaliação visual	

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 06</b>
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
<b>Falha do sistema de drenagem ou do sistema de bombeamento com aumento da subpressão levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</b>		
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<p>Aumento da subpressão. Inundação da galeria de drenagem. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Instabilização/ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>		
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>		
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeção / avaliação visual	

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 07</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o tombamento, levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Descolamento da estrutura de sua fundação. Redução da área de compressão na base da estrutura. Redução dos coeficientes de segurança ao tombamento. Instabilização/ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Continuação do monitoramento e acompanhamento das medições hidrométricas a montante da barragem e do NA do reservatório;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Abertura das comportas do vertedouro;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeção / avaliação visual	

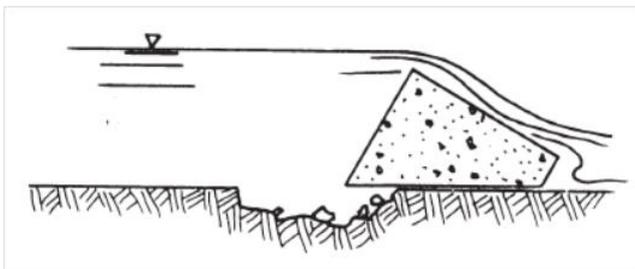
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 08</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Ocorrência de abalo sísmico nas proximidades ou no local da barragem, tendo-se identificado uma ou mais anomalias não extintas e/ou controladas, que levaram a uma situação adversa que afeta a estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Abalo da estrutura de concreto/terra ou da fundação.</p> <p>Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto.</p> <p>Anomalias às comportas dos órgãos extravasores.</p> <p>Instabilização/ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, fundações e comportas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas logo após o sismo (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Abertura das comportas do vertedouro;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeção / avaliação visual	

## ANEXO 9 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU<sup>3</sup>

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 09</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Formação de brecha de ruptura. A ruptura está ocorrendo ou já ocorreu.</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem.</p> <p>Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante.</p> <p>Danos ambientais.</p> <p>Prejuízos financeiros e à imagem da empresa.</p> <p>Problemas de ordem legal e jurídica.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Evacuar as instalações industriais afetadas, conforme rotas de fuga pré-estabelecidas;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos; e</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.</p>			
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeções visuais periódicas	

<sup>3</sup> As figuras que são apresentadas como “Croqui Típico da Anomalia” foram obtidas dos seguintes documentos:

- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens - Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2002.
- Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem – Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2010.

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 10</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Ocorrência de abalo sísmico nas proximidades ou no local da barragem, tendo-se chegado a uma situação em que a ruptura já ocorreu ou está ocorrendo.</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem.</p> <p>Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante.</p> <p>Danos ambientais.</p> <p>Prejuízos financeiros e à imagem da empresa.</p> <p>Problemas de ordem legal e jurídica.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Evacuar as instalações industriais afetadas, conforme rotas de fuga pré-estabelecidas;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos; e</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.</p>			
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Avaliação visual	

## ANEXO 10 – GLOSSÁRIO

Glossário	
<b>Acidente:</b>	Comprometimento da integridade estrutural com liberação incontrolável do conteúdo de um reservatório ocasionado pelo colapso parcial ou total da barragem ou estrutura anexa.
<b>Anomalia:</b>	Qualquer deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa vir a afetar a segurança da barragem, tanto a curto como a longo prazo.
<b>Bacia Hidrográfica:</b>	Espaço geográfico delimitado pelo divisor de águas cujo escoamento superficial converge para seu interior sendo captado pela rede de drenagem que lhe concerne.
<b>Barragem:</b>	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.
<b>Brecha de Ruptura:</b>	Abertura feita no corpo da barragem em caso de acidente, caracterizada pela sua configuração geométrica e o tempo de ruptura da barragem.
<b>CODEVASF:</b>	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.
<b>Cenário de Ruptura:</b>	Situação hipotética plausível que pode originar um acidente.
<b>COMDEC:</b>	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil ou qualquer outro órgão equivalente devidamente instituído por legislação municipal e subordinadas aos respectivos prefeitos, são órgãos responsáveis pelo planejamento, coordenação, execução e controle de ações de defesa civil no âmbito dos respectivos municípios. Na ausência de um órgão devidamente instituído cabe ao prefeito, ou algum indicado, responder pelas atribuições de proteção e defesa civil atribuídos legalmente ao município.
<b>Coordenador do PAE:</b>	Responsável por coordenar as ações descritas no PAE, devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência em potencial da barragem.
<b>Declaração de Encerramento:</b>	Declaração emitida pelo Empreendedor para as autoridades públicas competentes declarando o fim da situação de emergência.
<b>Emergência:</b>	Quando as anomalias representem risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.

**Glossário (continuação)****Empreendedor:**

Agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localiza a barragem e o reservatório, ou que explore a barragem para o benefício próprio ou da coletividade, sendo também o responsável legal pela segurança da barragem e cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la.

**Erosão:**

- (1) Remoção de partículas do terreno, causada por um ou vários fatores de natureza física, química ou biológica, responsável pelo modelado do relevo terrestre. Ver erosão superficial.
- (2) Desgaste e transporte de elementos do solo pela ação da água, glaciares, ventos e ondas.

**Erosão Interna:**

Movimento das partículas de solo no interior do corpo terroso da barragem, carregadas pela percolação d'água.

**Erosão Interna Regressiva:**

Erosão interna no interior do corpo da barragem, fundação ou ombreira, em sentido contrário ao fluxo d'água.

**Erosão Superficial:**

Situação que provoca a remoção pela água ou vento do material numa zona superficial da barragem, das ombreiras ou das encostas do reservatório.

**Evento:**

Incidente que prejudica a operacionalidade e/ou confiabilidade das estruturas podendo vir a gerar eventuais acidentes, se não for corrigido a tempo.

**Exercício Tabletop:**

Exercício de situações hipotéticas envolvendo ruptura de barragem realizados com equipes em sala.

**Galgamento:**

Fenômeno que ocorre quando a água ultrapassa a cota do coroamento da barragem, em geral devido à ocorrência de cheias excepcionais e não previstas no projeto, devido a insuficiência temporária ou permanente de vazão do vertedouro, à falha de mecanismos de abertura de comportas, devido a sismos ou a ondas que se formem no reservatório.

**Incidente:**

Qualquer ocorrência que afete o comportamento da barragem ou estrutura anexa que, se não for controlada, pode causar um acidente.

**Mapa de Inundação:**

Mapa relativo a um cenário de inundação, indicando para cada aglomerado populacional ou bem material ou ambiental a preservar, os instantes de chegada da onda, os níveis máximos que serão atingidos, em termos de cota e de altura de onda, a velocidade máxima e o tempo de duração da fase crítica da inundação.

**Glossário (continuação)**

**Nível de Resposta da Barragem e de Emergência:**

Gradação das situações que podem comprometer a segurança da barragem e ocupações a jusante e ativar um processo de emergência na barragem.

**Ocorrência excepcional:**

Um evento que possui uma probabilidade anual muito pequena.

**Percolação:**

Movimento da água através de um solo ou maciço rochoso.

## ANEXO 11 – MAPA DE INUNDAÇÃO

# COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA

## PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

### BARRAGEM BICO DA PEDRA

## VOLUME VI. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



Documento:  
1912-BI-00-RT-006

Revisão nº:  
0i

## SUMÁRIO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM BICO DA PEDRA

- Volume I Informações Gerais: resumo técnico e executivo de todo conteúdo do Projeto da Barragem, do Plano de Segurança de Barragens e demais estudos técnicos associados.
- Volume II Documentação Técnica do Empreendimento: compilação de toda documentação técnica e administrativa do empreendimento, incluindo, projetos, estudos, títulos de propriedade, licenças ambientais e outorgas de recursos hídricos.
- Volume III Planos e Procedimentos: manual técnico para normatizar e orientar as atividades de: Operação, Manutenção, Recuperação, Melhoria, Inspeção (Regular e Especial), Monitoramento e Instrumentação.
- Volume IV Registros e Controles: compilação das fichas e relatórios relativos às atividades normatizadas pelo Volume III.
- Volume V Revisão Periódica de Segurança da Barragem (RPSB): relatório técnico cujo objetivo é revisar os conteúdos do PSB e diagnosticar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização de dados hidrológicos, as alterações das condições a montante e a jusante do empreendimento, e indicar as ações a serem adotadas pelo empreendedor para a manutenção da segurança.
- Volume VI Plano de Ação de Emergência (PAE): manual técnico para normatizar e orientar as atividades de identificação, comunicação, prevenção e resposta a eventos de emergência. Registros do PAE: compilação das comunicações e relatórios relativos às situações de alerta e emergência.**

### Acesso à documentação digital

Servidor Interno: <\\drive\AD.Barragens\PSB\1SR\1.1.Bico.da.Pedra>

Servidor Externo: N/E

## VOLUME VI – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

<b>1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM.....</b>	<b>1</b>
1.1. APRESENTAÇÃO DO PAE .....	1
1.2. OBJETIVO.....	3
1.3. IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO .....	4
1.3.1. CONTATOS INTERNOS.....	5
1.3.2. CONTATOS EXTERNOS .....	5
<b>HOSPITAL.....</b>	<b>8</b>
1.4. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS .....	9
1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM.....	10
1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM.....	12
1.4.3. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS.....	16
1.4.4. RESERVATÓRIO.....	23
1.4.5. ÓRGÃOS EXTRAVASORES .....	25
1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO .....	35
1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM.....	35
1.5. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	37
<b>2. DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA.....</b>	<b>39</b>
2.1. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES .....	40
2.2. AÇÕES ESPERADAS.....	46
2.2.1. NÍVEL VERDE.....	46
2.2.2. NÍVEL AMARELO .....	46
2.2.3. NÍVEL LARANJA.....	47
2.2.4. NÍVEL VERMELHO.....	48
<b>3. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÕES E SISTEMAS DE ALERTA.....</b>	<b>51</b>
3.1. OBJETIVO.....	51
3.2. NOTIFICAÇÃO.....	51
3.3. SISTEMA DE ALERTA .....	52
3.4. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO .....	52
<b>4. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE .....</b>	<b>55</b>
4.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR .....	55
4.2. RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE .....	56
4.3. RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE DO PAE.....	57
4.3.1. INTRODUÇÃO .....	57

4.3.2. COORDENADOR GERAL .....	58
4.3.3. ENCARREGADO DA BARRAGEM .....	58
4.3.4. EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM .....	59
4.3.5. CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS .....	59
4.4. SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC) .....	59
<b>5. SÍNTESE DO ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM E MAPA DE INUNDAÇÃO .....</b>	<b>61</b>
5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO .....	61
5.1.1. MODELO HIDRODINÂMICO .....	61
5.1.2. MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA BRECHA DE RUPTURA.....	64
5.1.3. CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA .....	66
5.1.4. RESULTADOS DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO .....	71
5.2. DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA.....	72
5.3. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO .....	73
5.4. LEVANTAMENTO CADASTRAL E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO DA ZAS, INCLUINDO A IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADES SOCIAIS.....	75
5.4.1. MAPEAMENTO DE DANOS NA MANCHA DE INUNDAÇÃO .....	75
5.4.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS .....	80
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO 1 – PLANO DE TREINAMENTO DO PAE.....</b>	<b>A</b>
<b>ANEXO 2 – MEIOS E RECURSOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....</b>	<b>A</b>
<b>ANEXO 3 – FORMULÁRIOS DE NOTIFICAÇÃO.....</b>	<b>A</b>
<b>ANEXO 4 – COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS E ZSS .....</b>	<b>A</b>
<b>ANEXO 5 – PERSONOGRAMA .....</b>	<b>A</b>
<b>ANEXO 6 – REGISTROS.....</b>	<b>A</b>
<b>ANEXO 7 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 .....</b>	<b>A</b>
<b>ANEXO 8 – METODOLOGIA PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, DA ZSS, DAS ROTAS DE FUGA E DOS PONTOS DE ENCONTRO.....</b>	<b>A</b>
<b>ANEXO 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO.....</b>	<b>A</b>

## 1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

### 1.1. APRESENTAÇÃO DO PAE

A Revisão Periódica de Segurança da Barragem Bico da Pedra (RPSB) é apresentada no Volume V do Plano de Segurança da Barragem Bico da Pedra (PSB). Conforme apresentado na RPSB, a barragem Bico da Pedra 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 Bico da Pedra é um documento formal em que estão estabelecidas as ações a serem executadas pela Codevasf durante uma situação de emergência que ameace as estruturas da barragem Bico da Pedra no sentido de reduzir o risco de perda de vida humana e minimizar os danos materiais bem como identificar os agentes a serem notificados dessa ocorrência. Este é um documento para suporte na elaboração dos planos de contingência municipais pelos respectivos órgãos de Defesa Civil (Art. 12 da Lei nº 12.334/2010).

A gestão de emergências aplicada a barragens é constituída por um conjunto de ações coordenadas que visam minimizar a magnitude dos possíveis danos devidos a incidentes e acidentes, assegurando a resposta mais adequada durante e após a ocorrência de um evento anômalo à operação da barragem.

Procedimentos internos de controle da barragem são mantidos pela Codevasf, prevendo desde ações de monitoramento contínuo da barragem até a identificação e tratamento de anomalias que venham a ser diagnosticadas e que possam causar risco à segurança da barragem. Estes procedimentos são objeto do Plano de Segurança da Barragem Bico da Pedra (PSB).

O PAE da barragem Bico da Pedra é um documento operacional, destinado também aos órgãos e ao público externo, elaborado com informações suficientes para torná-lo eficaz em caso de emergência na barragem. E, por esse motivo, encontram-se informações úteis à gestão de emergência externa à barragem e estruturas associadas.

Foram utilizados como referência para a elaboração do presente PAE as seguintes legislações vigentes:

- Lei n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010, referente à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB);
- Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, altera a Lei nº 12.334, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB);
- Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens (Volume IV) – Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência, publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA) do Ministério do Meio Ambiente em 2016; e

- Resolução n.º 236 da Agência Nacional de Águas (ANA), de janeiro de 2017. Estabelecendo a periodicidade e conteúdo a ser apresentado nos Planos de Segurança de Barragens, Revisões Periódicas de Segurança de Barragens, Inspeções de Segurança e Planos de Ação de Emergência.
- Resolução n.º 143 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de 10 de julho de 2012. Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, em atendimento ao art. 7º da Lei n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010.
- Resolução n.º 132 da Agência Nacional de Águas (ANA), de 22 de fevereiro de 2016. Estabelece critérios complementares de classificação de barragens reguladas pela Agência Nacional de Águas – ANA, quanto ao Dano Potencial Associado - DPA, com fundamento no art. 5º, §3º, da Resolução CNRH n.º 143, de 2012, e art. 7º da Lei n.º 12.334, de 2010.
- Lei IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) n.º 23.291, de fevereiro de 2019. Institui a política estadual de segurança de barragens.

O PAE está dividido nos seguintes itens:

- Capítulo 1: apresenta informações gerais sobre o PAE e a caracterização da barragem, sendo que as referências de caracterização foram obtidas do Volume V do Plano de Segurança da Barragem Bico da Pedra.
- 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; e
- Capítulo 5: caracteriza a cheia induzida pela ruptura da barragem, incluindo os mapas de inundação e o correspondente zoneamento de risco a jusante.

O PAE contém ainda os seguintes anexos:

- Anexo 1: Plano de Treinamento PAE
- Anexo 2: Meios e Recursos em Situação de Emergência;
- Anexo 3: Formulários Tipo;
- Anexo 4: Coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis nas ZAS.

- Anexo 5: Personograma
- Anexo 6: Controle de Revisão e Distribuição
- Anexo 7: Fichas de Emergência - NR3
- Anexo 8: Delimitação ZAS, ZSS, rotas de fuga, pontos de encontro
- Anexo 9: Mapas de Inundação

O presente PAE da barragem Bico da Pedra deverá ser atualizado anualmente, sendo incluídas as novas informações, e com remoção dos dados tornados desatualizados e/ou incorretos (Anexo 6). 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.

## 1.2. OBJETIVO

O PAE da barragem Bico da Pedra tem por objetivo principal estabelecer ações a serem executadas nas situações de emergência que ameacem a integridade física da barragem e estruturas associadas ou gerem riscos aos habitantes da região, buscando minimizar os danos sociais e econômicos previamente identificados.

O PAE da barragem Bico da Pedra contempla, seguindo as determinações do Artigo 12.º da Lei n.º 12.334/2010, alterada pela Lei n.º 14.066/2020, os seguintes tópicos:

- I. Descrição das instalações da barragem e das possíveis situações de emergência;
- II. Procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura da barragem ou de outras ocorrências anormais;
- III. Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais;
- IV. Programas de treinamento e divulgação para os envolvidos e para as comunidades potencialmente afetadas, com a realização de exercícios simulados periódicos;
- V. Atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento;
- VI. Medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural;
- VII. Dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários para resposta ao pior cenário identificado;
- VIII. Delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e da Zona de Segurança Secundária (ZSS), a partir do mapa de inundação referido no inciso XI do caput do art. 8º desta Lei;

- IX. Levantamento cadastral e mapeamento atualizado da população existente na ZAS, incluindo a identificação de vulnerabilidades sociais;
- X. Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais;
- XI. Plano de comunicação, incluindo contatos dos responsáveis pelo PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e de proteção e defesa civil, das unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas;
- XII. Previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, com alcance definido pelo órgão fiscalizador;
- XIII. Planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização.

O Anexo 4 apresenta as coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na Zona de Autossalvamento, 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 Plano de Ação de Emergência da barragem Bico da Pedra será realizado por meio de exercícios de simulação, bem como de ações de sensibilização da população como descritos no Anexo 1.

### **1.3. 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 a seguir e no Fluxograma de Notificação que consta na Figura 23 (Capítulo 3 – Procedimentos de notificação e sistema de alerta).

### 1.3.1. CONTATOS INTERNOS

Empreendedor			
<b>Resp. Legal:</b>	PR - Presidência		
<b>Representante:</b>	Marcelo Andrade Moreira Pinto		
<b>Cargo:</b>	Presidente		
<b>Telefone:</b>	(61) 2028-4660	<b>E-mail:</b>	marcelo.moreira@codevasf.gov.br

Coordenador Geral			
<b>Resp. Regional:</b>	2ª/SR - 2ª Superintendência Regional		
<b>Representante:</b>	Harley Xavier Nascimento		
<b>Cargo:</b>	Superintendente		
<b>Telefone:</b>	(077) 3481-8000	<b>E-mail:</b>	harley.nascimento@codevasf.gov.br

Coordenador do PAE e Supervisor Regional			
<b>Resp. Regional:</b>	2ª/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura		
<b>Cargo:</b>	Gerente		
<b>Resp. Técnico:</b>	Renato do Rosário Bittencourt Lopes		
<b>Formação:</b>	Eng. Civil, MSc		
<b>Telefone:</b>	(077) 3481-8021	<b>E-mail:</b>	renato.lopes@codevasf.gov.br

### 1.3.2. CONTATOS EXTERNOS

Órgãos Federais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>Secretaria Nacional de Defesa Civil Federal – SEDEC</b> Secretário: Renato Newton Ramlow	(61) 2034-5513	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a> sedec@mdr.gov.br
<b>Departamento de Operações de Socorro em Desastres</b> Diretor: Armin Augusto Braun Coord. Geral de Prevenção e Preparação: César da Silva Santana	(61) 2034-4513 (61) 2034-4215	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a>
<b>Departamento de Reabilitação e de Reconstrução</b> Diretor: Paulo Roberto Farias Falcão Coord. Geral de Reabilitação e Reconstrução: Rosilene Vaz Cavalcanti	(61) 2034-5584 (61) 2034-5862	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a>
<b>Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD</b> Diretor: Washington Cezar Duarte Coord. Geral de Operação e Monitoramento: Tarcísio de Souza Vasconcelos	(61) 2034-4600 (61) 2034-4612 (61) 2034-4620	<a href="http://www.mi.gov.br/sedec">http://www.mi.gov.br/sedec</a> cenad@integracao.gov.br

Órgãos Estaduais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>SEMAD – SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS</b> Secretário: Marília Carvalho de Melo	(31) 3915-1905	<a href="http://www.meioambiente.mg.gov.br/">http://www.meioambiente.mg.gov.br/</a> secretario.semad@meioambiente.mg.gov.br
<b>SISTEMA DE DEFESA CIVIL DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CEDEC)</b> Diretor: Cor. PM Rodrigo Sousa Rodrigues	(31) 99818-2400 (31) 3915-0199	<a href="http://www.defesacivil.mg.gov.br/">http://www.defesacivil.mg.gov.br/</a>
<b>POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS</b> Comandante Geral: Coronel Giovanna Gomes da Silva	(31) 3071-2540 (31) 3071-2608	<a href="https://www.policiamilitar.mg.gov.br/">https://www.policiamilitar.mg.gov.br/</a>
<b>CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE MINAS GERAIS</b> Comandante Geral: Coronel BM Edgard Estevo da Silva	(31) 3915-7525 (31) 3915-7510	<a href="http://www.bombeiros.mg.gov.br/">http://www.bombeiros.mg.gov.br/</a>

Órgãos Municipais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>PREFEITURA MUNICIPAL JANAÚBA - MG</b> Prefeito: José Aparecido Mendes Santos	(38) 3821-4973 (38) 3821-4009 (38) 99161-1480	<a href="mailto:prefeitura@janauba.mg.gov.br">prefeitura@janauba.mg.gov.br</a> <a href="mailto:gabinete@janauba.mg.gov.br">gabinete@janauba.mg.gov.br</a> <a href="https://janauba.mg.gov.br/">https://janauba.mg.gov.br/</a>
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) JANAÚBA - MG</b> Coordenador: --	Sem informação*	Sem informação*
<b>PREFEITURA MUNICIPAL NOVA PORTEIRINHA - MG</b> Prefeito: Regina Antônia de Souza Freitas	(38) 3834-1748	<a href="https://www.novaporteirinha.mg.gov.br/">https://www.novaporteirinha.mg.gov.br/</a> <a href="mailto:prefeito@novaporteirinha.mg.gov.br">prefeito@novaporteirinha.mg.gov.br</a>
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) NOVA PORTEIRINHA - MG</b> Coordenador: --	Sem informação*	Sem informação*
<b>PREFEITURA MUNICIPAL PORTEIRINHA - MG</b> Prefeito: Juracy Freire Martins	(38) 3831-1297	<a href="https://porteirinha.mg.gov.br/">https://porteirinha.mg.gov.br/</a>
<b>DEFESA CIVIL – POLÍCIA MILITAR PORTEIRINHA - MG</b> Coordenador: --	(38) 3831-1463 190	Sem informação*
<b>PREFEITURA MUNICIPAL PAI PEDRO - MG</b> Prefeito: Joaquim Rodrigues Junior	(38) 9831-8104	<a href="http://www.paipedro.mg.gov.br/">http://www.paipedro.mg.gov.br/</a> adm@paipedro.mg.gov.br
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) PAI PEDRO - MG</b> Coordenador: --	(38) 99877-8308	Sem informação

Órgãos Municipais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
<b>PREFEITURA MUNICIPAL JAÍBA - MG</b> Prefeito: Reginaldo Silva	(38) 3833-1271 (38) 3833-1590	<a href="https://www.jaiba.mg.gov.br/">https://www.jaiba.mg.gov.br/</a>
<b>DEFESA CIVIL JAÍBA - MG</b> Coordenador: --	(38) 98825-4369	Sem informação
<b>PREFEITURA MUNICIPAL MONTE AZUL - MG</b> Prefeito: Paulo Dias Moreira	(38) 3811-1059	<a href="https://www.montezul.mg.gov.br/">https://www.montezul.mg.gov.br/</a>
<b>DEFESA CIVIL (COMPDEC) MONTE AZUL - MG</b> Coordenador: --	(38) 3361-2789	Sem informação
<b>PREFEITURA MUNICIPAL GAMELEIRAS - MG</b> Prefeito: Gilmar Rodrigues de Oliveira	(38) 3811-9104	<a href="https://www.gameleiras.mg.gov.br/administracao@gameleiras.mg.gov.br">https://www.gameleiras.mg.gov.br/administracao@gameleiras.mg.gov.br</a>
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) GAMELEIRAS - MG</b> Coordenador: --	(38) 3821-2692	<a href="mailto:auccon@auccon.net.br">auccon@auccon.net.br</a>
<b>PREFEITURA MUNICIPAL MATIAS CARDOSO - MG</b> Prefeito:	(32) 3273-1344	<a href="https://www.matiascardoso.mg.gov.br/">https://www.matiascardoso.mg.gov.br/</a>
<b>DEFESA CIVIL (COMDEC) MATIAS CARDOSO - MG</b> Coordenador: --	Sem informação	Sem informação

\* Sugere-se novas tentativas de contato para complementação da tabela em versões futuras do PSB.

Outras Agências		
Agência	Contato	Site / E-mail
<b>AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) - COORDENAÇÃO DE FISCALIZAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS E SEGURANÇA DE BARRAGENS - COFIS</b> Diretora Presidente: Christianne Dias	(61) 2109-5400 (61) 2109-5252	<a href="http://www.ana.gov.br/">http://www.ana.gov.br/</a> <a href="mailto:cofis@ana.gov.br">cofis@ana.gov.br</a>
Rede de Saúde Regional		
Unidade	Contato	Endereço
<b>HOSPITAL</b>	Sem informação	R. Lagoa, 216 - Riacho dos Machados, MG, 39529-000
<b>HOSPITAL E MATERNIDADE PORTERINHA LTDA.</b>	(38) 3831-1358	R. Olegário Maciel, 71 - Porteirinha, MG, 39520- 000

O PAE da barragem Bico da Pedra deve estar disponível conforme apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Tabela 1 - Disponibilidade do PAE

Local	Meio
Site do Empreendedor	Digital
SNISB	Digital
Entidade Fiscalizadora	Digital
Residência do Coordenador do PAE	Físico
Empreendimento	Físico
Escritório Regional, caso exista	Físico
Sede	Físico
Prefeituras Municipais	Físico
Defesas Cíveis Estaduais e Municipais	Físico

Fonte: Lei nº 12.334/2020. Lei nº 14.066/2020. Res. ANA nº 236/2017.

O PAE deverá ser atualizado anualmente nos seguintes aspectos: endereços, telefones e e-mails dos contatos contidos no Fluxograma de Acionamento; responsabilidades gerais no PAE; listagem de recursos materiais e logísticos disponíveis a serem utilizados em situação de emergência; e outras informações que tenham se alterado no período (ANA nº 236/2017).

O PAE deve ser revisado nas seguintes ocasiões (Lei nº 14.066/2020): i) Quando o relatório de inspeção ou a Revisão Periódica de Segurança de Barragem assim o recomendar; ii) Sempre que a instalação sofrer modificações físicas, operacionais ou organizacionais capazes de influenciar no risco de acidente ou desastre; iii) Quando a execução do PAE em exercício simulado, acidente ou desastre indicar a sua necessidade; iv) Em outras situações, a critério do órgão fiscalizador.

A periodicidade da RPSB para barragens Classe A é de 5 anos e o PAE deve ser revisado por ocasião da realização da RPSB. (ANA nº 236/2017).

A revisão do PAE implica na reavaliação da ocupação a jusante e da eventual necessidade de elaboração de novo mapa de inundação (ANA nº 236/2017).

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 (Anexo 6).

#### 1.4. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

O empreendimento é de propriedade da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf). Não foram encontrados projetos executivos ou “como construído”. De acordo com relatório da Intertechne, a barragem foi concluída em 1979.

A Resolução n.º 143/2013 do CNRH, complementada pela Resolução n.º 132/2016 da ANA, apresenta parâmetros para cálculo dos itens que compõem a Matriz de Classificação das Barragens segundo Categoria de Risco e Dano Potencial Associado. Para a barragem em questão, a classificação resultou em **CLASSE A**, devido à Categoria de Risco **MÉDIO** e ao Dano Potencial Associado **ALTO**. Classificação segundo o Volume V do Plano de Segurança da Barragem Bico da Pedra.

Em função das divergências de elevações existentes na documentação referente à barragem Bico da Pedra, as elevações apresentadas nesse relatório baseiam-se no Relatório Final de Atividades Executadas | Codevasf | Serviços Complementares de Análise de Área e Volume das Barragens: Bico de Pedra, Ceraíma, Cova da Mandioca, Estreito e Zabumbão, datado de fevereiro de 2019, elaborado pela Engefoto – Engenharia e Aerolevantamentos S.A., que consolida as elevações em sua

Tabela 2, reproduzida a seguir:

Tabela 2 – Definição dos níveis a serem considerados para a barragem Bico da Pedra

	Coroamento (m)		Maximorum (m)		Vertedouro (m)	
	Verificado	TR	Verificado	TR	Verificado	TR
<i>Bico de pedra</i>	576,00	558,80	574,17	557,00	570,10	553,00
<i>Cova da Mandioca</i>	550,50	498,00	550,01	497,57	548,20	496,00
<i>Estreito</i>	550,80	500,00	549,50	498,00	548,20	496,00
<i>Ceraíma</i>	575,10	518,50	573,62	517,00	571,65	515,00
<i>Zabumbão</i>	640,75	675,00	639,25	673,50	635,75	670,00

Fonte: Engefoto, 2019.

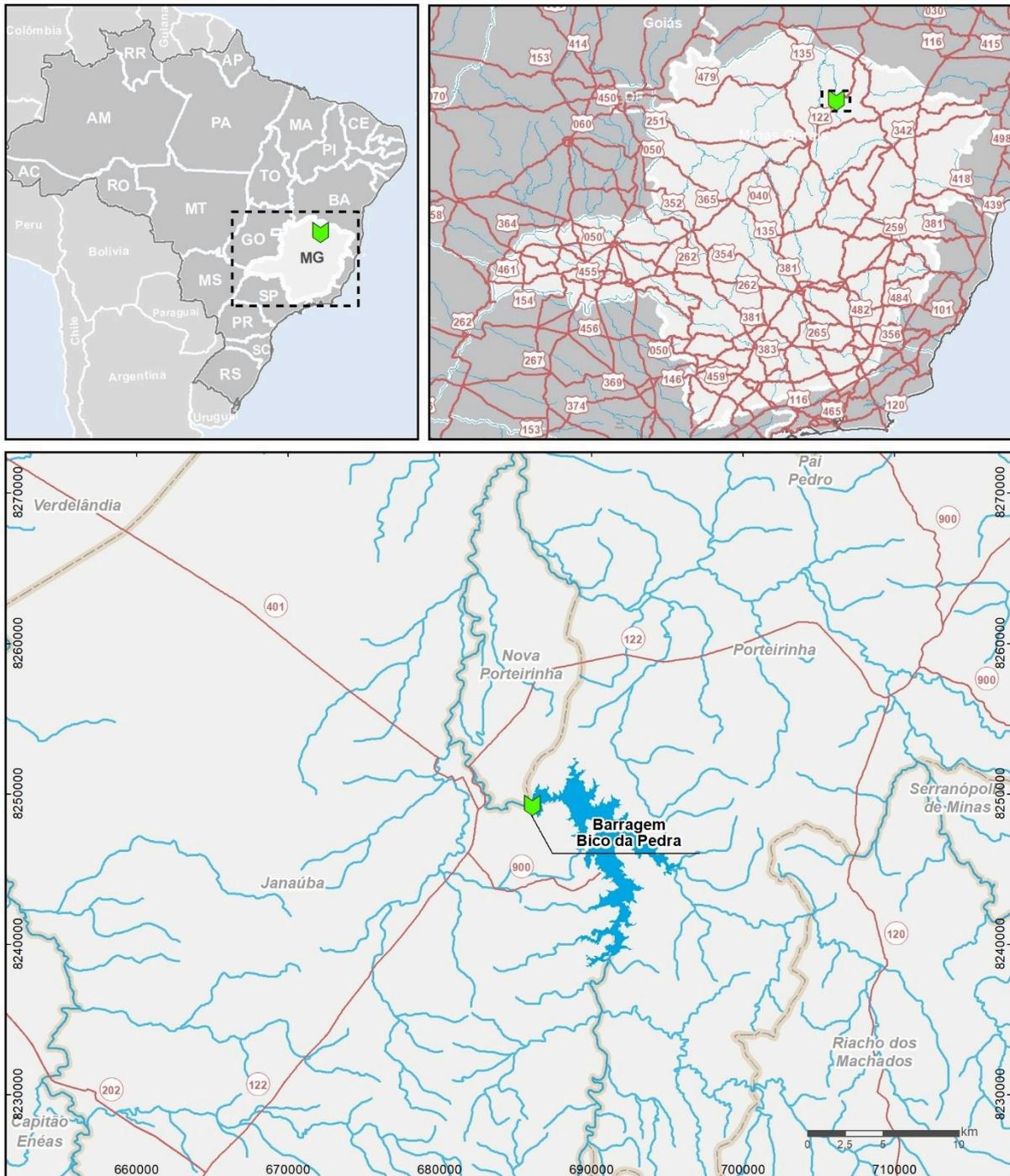
Complementarmente, ressalta-se que as elevações constantes em figuras, tabelas e textos obtidos de documentos elaborados por terceiros e reproduzidos no presente relatório não foram modificadas para adequação às definições do relatório da Engefoto.

Todas as informações relacionadas a barragem de Bico da Pedra foram obtidas do PSB, especificamente o Volume V, que corresponde à Revisão Periódica de Segurança da Barragem Bico da Pedra.

#### 1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

A Barragem Bico da Pedra está localizada entre os municípios de Janaúba e Nova Porteirinha, no estado de Minas Gerais, nas coordenadas aproximadas 15°49'45''S e 43°15'45'' O, barrando o rio Gorutuba pertencente à Bacia do rio São Francisco. A Figura 1 apresenta uma planta da localização deste empreendimento.

Figura 1 - Localização Georreferenciada da Barragem Bico da Pedra



Fonte: RHA Engenharia, 2021.

## 1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A barragem é de Terra Homogênea, com cerca de 45 m de altura máxima e comprimento total da crista da ordem de 325 m e largura de 9 m, instrumentada. A crista da barragem situa-se na El. 576,00 m, sendo que o nível máximo normal se situa na El. 570,10 m. O volume acumulado em seu reservatório é da ordem de 515,90 hm<sup>3</sup> e a área alagada é de 43,84 km<sup>2</sup>, para o nível de água máximo normal.

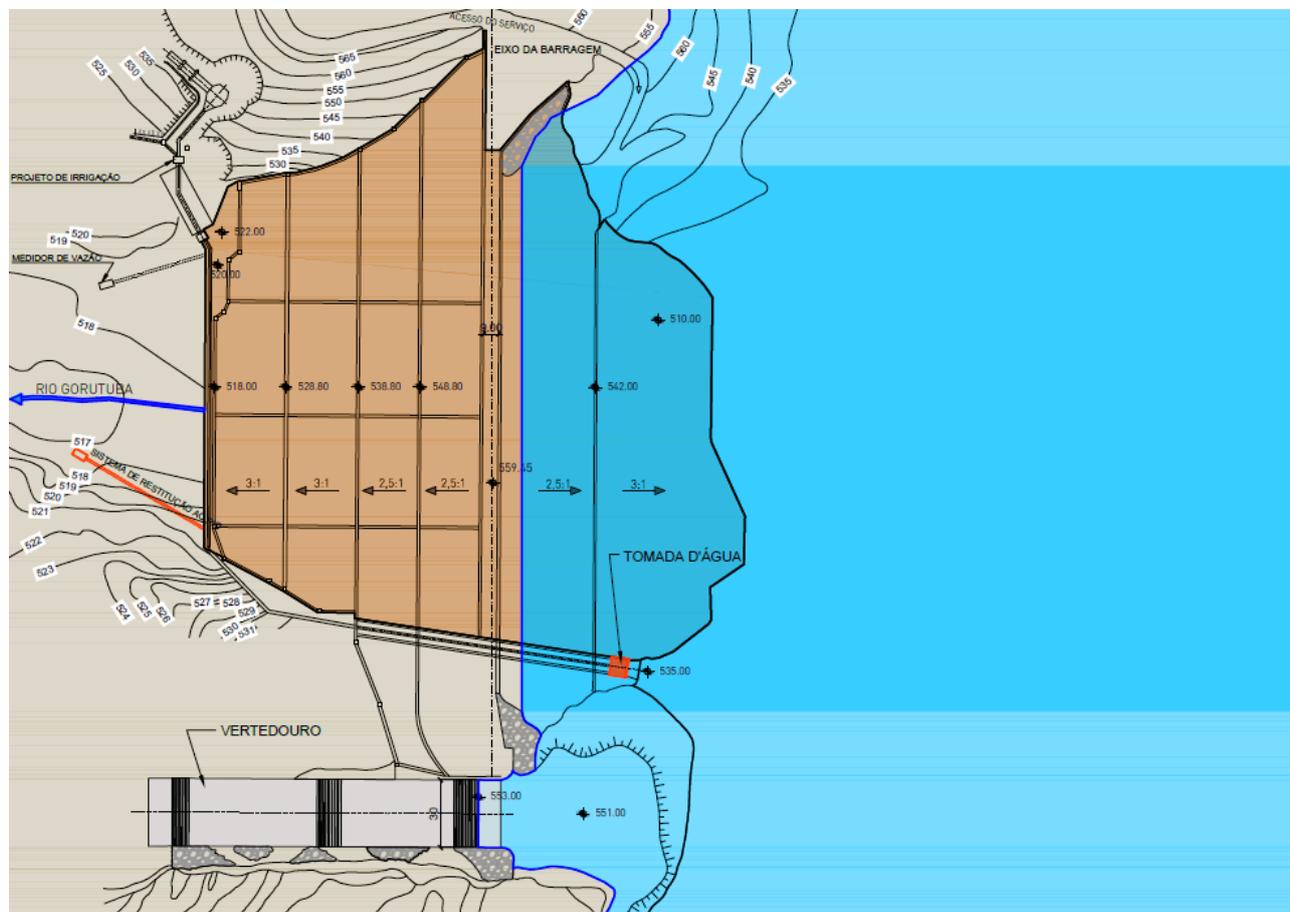
O extravasamento de cheias é realizado por um vertedouro de concreto do tipo soleira livre, disposto na margem esquerda do barramento. O vertedouro é constituído por uma soleira livre com largura de 30 m e comprimento de 134,90 m, com crista na El. 570,10 m. A vazão de projeto do vertedouro adotada é de 500 m<sup>3</sup>/s.

A barragem Bico da Pedra é constituída por:

- vertedouro de concreto do tipo soleira livre, disposto na margem esquerda do barramento;
- tomada d'água, localizada na ombreira esquerda é composta por duas partes principais: a torre e a galeria;
- sistema interno de drenagem e dreno de pé.

A Figura 2 apresenta a planta geral da barragem Bico da Pedra e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra a seção tipo da barragem.

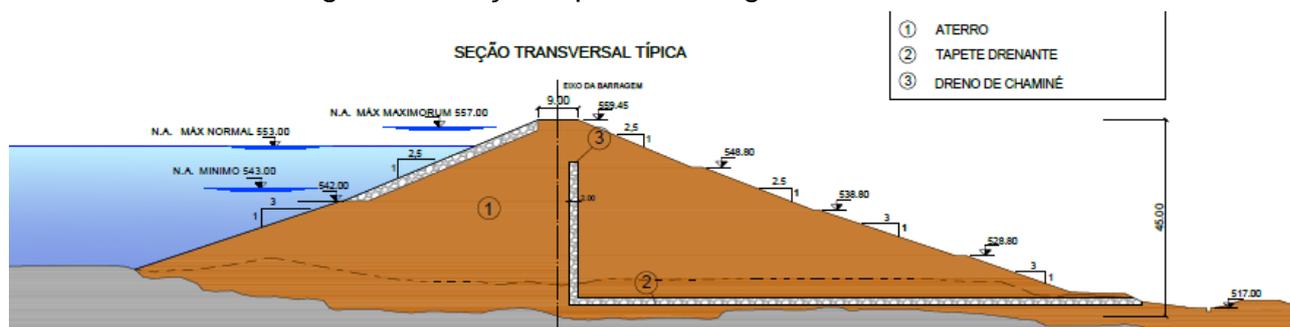
Figura 2 – Planta Esquemática da Barragem e Estruturas Associadas



Fonte: PSB GNF, 2018.

\*Para as elevações apresentadas nesta figura, ver o item 1.4 do presente documento.

Figura 3 – Seção Tipo da Barragem Bico da Pedra



Fonte: PSB GNF, 2018.

\*Para as elevações apresentadas nesta figura, ver o item 1.4 do presente documento.

A Tabela 3 apresenta uma síntese das principais características da barragem Bico da Pedra.

Tabela 3 – Principais características da barragem Bico da Pedra

Principais características da barragem Bico da Pedra	
Denominação Oficial	Barragem Bico da Pedra
Empreendedor:	Codevasf / 1ªSR
Entidade Fiscalizadora:	IGAM
SNIBS	Não cadastrada

Localização	
Rio:	Rio Gorutuba afluente pela margem direita do rio Verde Grande que, por sua vez, é afluente pela margem direita do rio São Francisco
Município:	Janaúba e Nova Porteirinha
Unidade da Federação:	Minas Gerais
Coordenadas:	15°49'45''S e 43°15'45''(DATUM WGS-84)
Macro Bacia:	São Francisco
Sub-Bacia:	Sem informação
Existência de barragens a montante: e a jusante:	Não Não

Barragem		Fonte	Pag.
Tipo:	Terra homogênea	PSB - Volume V 2021b ANEXO 1	a
Altura máxima acima da fundação:	45 m		a
Cota do coroamento:	El.576 m		a
Comprimento do coroamento:	325 m		a
Largura do coroamento:	9 m		a
Inclinação do paramento de montante:	2,5H:1V / 3H;1V		a
Inclinação do paramento de jusante:	2,5H;1V / 3H:1V		a

Bacia Hidrográfica		Fonte	Pag.
Área:	A = 1.628 km <sup>2</sup>	PSB - Volume V, 2019c	9
Precipitação total anual na bacia:	875 mm		24
Volume anual médio afluente:	590 hm <sup>3</sup> (TR=10.000 anos)		41
Vazões máximas	3.520 m <sup>3</sup> /s (TR 10.000 anos)		41

Características geológicas regionais		Fonte	Pag.
Fundação:	A fundação da barragem na região do leito do rio foi assente em quartzito são, sendo removidos os depósitos aluvionares e o quartzito alterado. Nas ombreiras foram retirados os solos moles, os detritos vegetais e os seixos rolados. Na área de fundação em rocha foi executado um programa de injeção de consolidação no contato do aterro com a fundação em rocha das ombreiras esquerda e direita	PSB - Volume V, 2019u	5 e 6

Susceptibilidade a escorregamento de taludes do reservatório	Somente as informações encontradas não são suficientes para verificação da estabilidade da estrutura frente aos critérios de projetos atuais. Desta forma, recomenda-se a realização de uma campanha de ensaios de laboratório e de campo a fim de se determinar as características / propriedades dos materiais principais da barragem.	PSB, Volume V, 2021v	11
Sismicidade potencial:	Entre os anos de 1972 a 2013, não houveram registros de sismos num raio de 26 km do eixo da barragem.	PSB, Volume V 2021t	11 e 12
Reservatório		Fonte	Pag.
Nível Máximo Normal (NMN):	El.570,10 m	PSB, Volume V, 2021c	55 e 56
Nível Máximo Maximorum (NMM):	El.574,17 m		
Nível de máxima cheia (T = 10.000 anos):	Para a condição de cheia afluente com 10.000 anos recorrência ocorre o galgamento da barragem		
Capacidade total do reservatório (NMN):	515,90 hm <sup>3</sup>	PSB, Volume V, 2021b ANEXO 1	a
Área inundada (NMN)	43,84 km <sup>2</sup>		

Vertedouro / Descarregador de Cheias		Fonte	Pag.
Solução:	Vertedouro de concreto tipo soleira livre de 30 metros de largura e 134,90 m de comprimento	PSB, Volume V 2021b	5
Localização:	Ombreira esquerda		5
Vazão de projeto:	500 m <sup>3</sup> /s		5
Controle:	Sem controle, soleira livre.		5
Tipo:	Soleira livre		b
Modalidade de dissipação de energia:	Salto esqui e bacia de tranquilização (lagoa natural)		b

Tomada d'água		Fonte	Pag.
Solução:	Torre com duas câmaras retangulares 2,6 x 4,0 m. Altura interna de 23,65m Galeria da tomada d'água com seção transversal de 3,4m de altura e 6,6m de largura e 117,6m de comprimento total que acomoda duas tubulações de captação	PSB, Volume V 2021b	6
Localização:	Ombreira esquerda da barragem		6
Vazão (sob o NMN):	Vazão máxima 20 m <sup>3</sup> /s	PSB, Volume V 2021w	14
Cota Entrada da tomada 'água:	El. 535,0 m		13
Equipamentos hidromecânicos	Não foram encontradas características dos equipamentos hidromecânicos. Tubulações de diâmetro interno de 2.200mm e declividade de 0,01 m/m.		13

Ressalta-se que a RPSB realizada pela empresa Intertechne em 2021, corresponde ao Volume V do PSB elaborado pela RHA.

### 1.4.3. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS

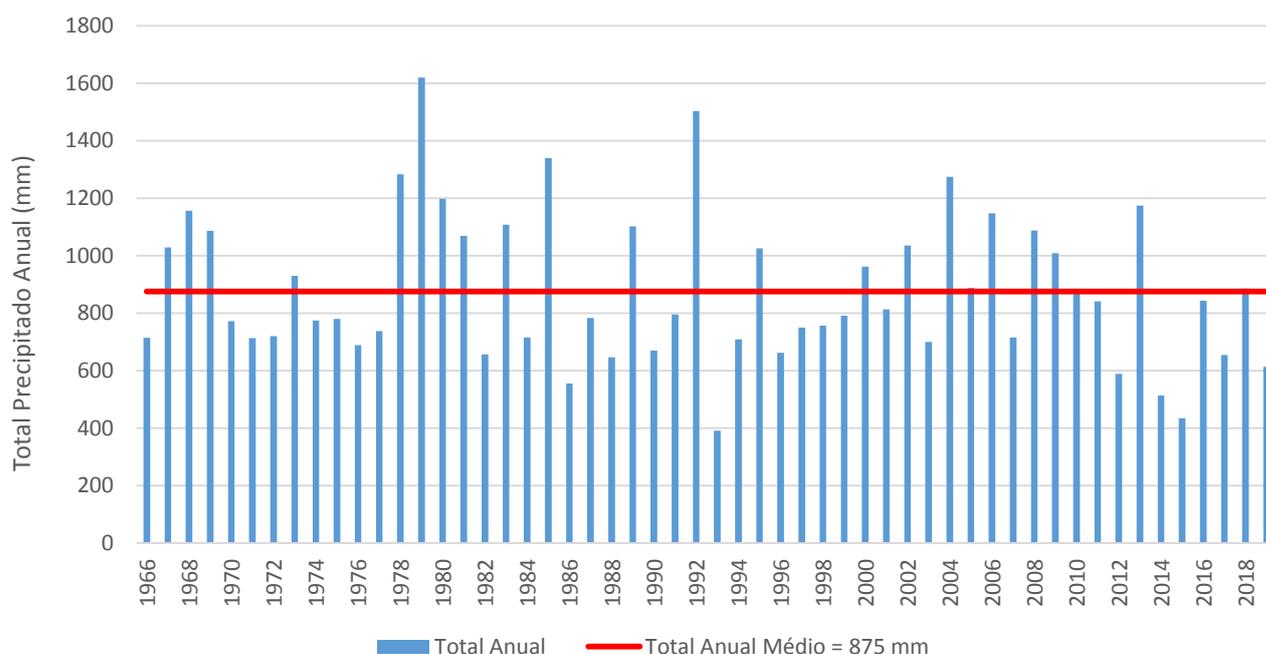
#### • HIDROLOGIA

Para a determinação da série de totais precipitados mensais sobre a bacia da Barragem Bico da Pedra, inicialmente foram verificadas quais seriam as estações pluviométricas básicas, ou seja, quais as estações com influência direta na bacia de drenagem. Essas estações são Riacho dos Machados, Janaúba e Pensão Caveiras, e os percentuais da área de influência dessas três estações, estimados por Thiessen, correspondem respectivamente a 46%, 12% e 42%.

As séries de totais precipitados mensais das estações básicas foram estendidas e tiveram suas falhas preenchidas a partir dos totais mensais disponíveis nas demais estações através do Método das Vizinhanças, que se baseia na ponderação dos postos vizinhos. No presente estudo, a ponderação foi efetuada a partir do total precipitado anual médio de cada estação.

O total anual precipitado médio sobre a bacia hidrográfica da barragem Bico da Pedra resultou em 875 mm, com valores variando de 391 mm, em 1993, a 1.620 mm, em 1979. A Figura 4 apresenta os totais precipitados anuais.

Figura 4 – Totais Precipitados Anuais (mm)



Fonte: PSB Volume V, 2021c.

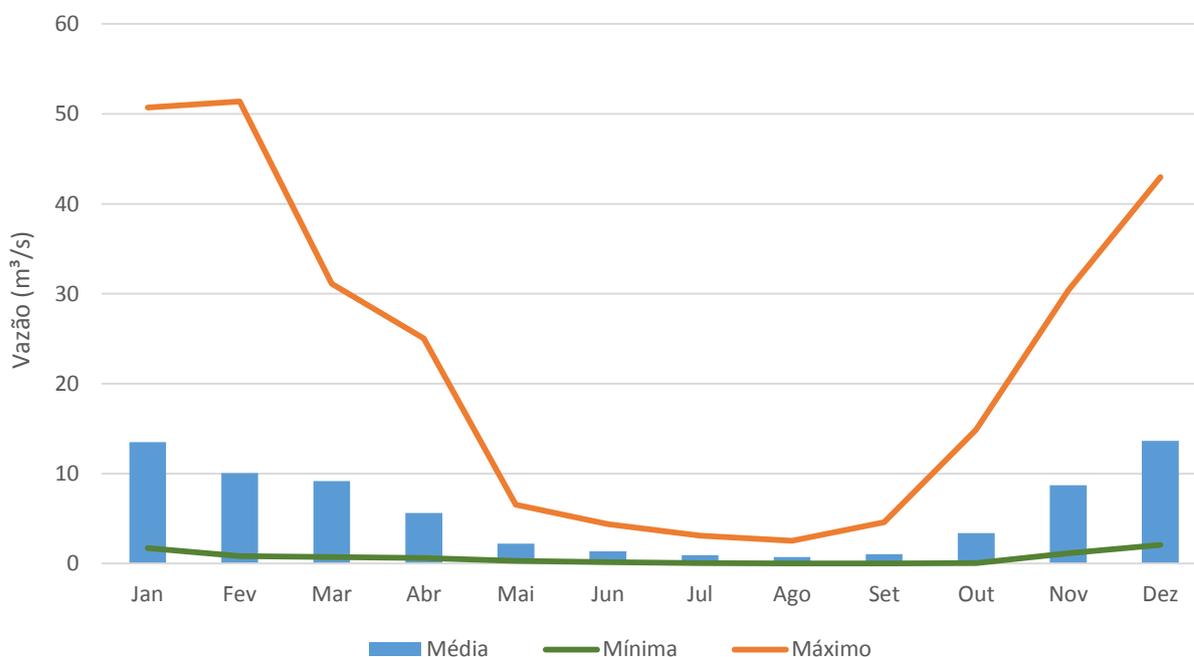
Das estações fluviométricas selecionadas para o desenvolvimento dos estudos, a estação Barreiro da Raiz foi adotada como estação básica, por se encontrar no rio Gorutuba, relativamente próxima com o local de interesse.

A estação Barreiro da Raiz localiza-se a montante da Barragem Bico da Pedra, com área de 735 km<sup>2</sup> e apresenta registros desde o fim de 2002 até início de 2020; entretanto, devido a existência de inúmeras vazões diárias nulas, em dias para o qual não há registro de cotas, nas análises foi considerado apenas o período consistido dos registros, ou seja, até 2014.

A série de vazões médias mensais do posto Barreira da Raiz, complementada e preenchida com outras regressões apresentadas na RPSB (Volume V do PSB de Bico da Pedra), foi transferida por relação entre vazões médias mensais para o local da Barragem Bico da Pedra. Para determinar a vazão média de longo termo junto ao barramento, foi estabelecida uma regressão linear entre as vazões específicas e áreas de drenagem das estações básica e de apoio. A partir dessa regressão obteve-se uma vazão específica média de 3,61 l/s/km<sup>2</sup> para o local da Barragem Bico da Pedra, e uma correspondente vazão de 5,88 m<sup>3</sup>/s.

A série de vazões médias mensais características de Bico da Pedra é apresentada na Figura 5.

Figura 5 – Vazões Médias Características



Fonte: PSB Volume V, 2021c.

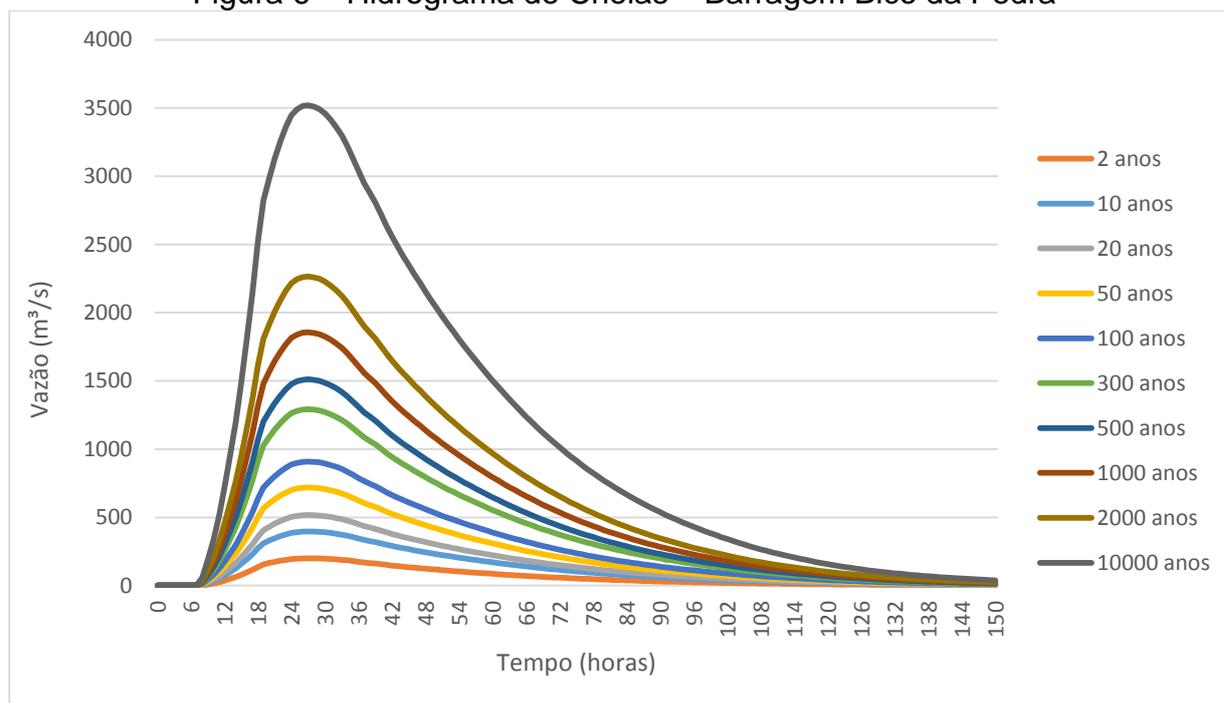
A Tabela 4 apresenta, para os diferentes tempos de recorrência, as vazões máximas resultantes na seção da barragem Bico da Pedra, bem como o volume total do hidrograma nessa seção. A Figura 6 apresenta os hidrogramas resultantes.

Tabela 4 - Vazões Máximas e Volumes dos Hidrogramas de Cheias – Barragem Bico da Pedra

TR (anos)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Volume (hm <sup>3</sup> )
2	200	34
10	396	66
20	517	87
50	718	120
100	909	152
300	1.293	217
500	1.511	253
1000	1.857	311
10000	3.520	590

Fonte: PSB Volume V, 2021c.

Figura 6 – Hidrograma de Cheias – Barragem Bico da Pedra



Fonte: PSB Volume V, 2021c.

Tabela 5 – Parâmetros Hidrológicos da Bacia do Rio na Seção do Barramento

Informação		Referência	Pág.
Área de drenagem da bacia:	$A_b = 10.000 \text{ km}^2$	PSB - Volume V, 2019c	8
Área de drenagem da bacia sendo controlada pela barragem:	$A_{bm} = 1.628 \text{ km}^2$		8

Comprimento do Talvegue Principal	L = 96,05 km	9
Perímetro	P = 325,84 km	9
Comprimento total dos cursos d'Água	LT = 1.138,73 km	9
Comprimento Reto entre a Nascente e a Exutória	L <sub>r</sub> = 64,02 km	9
Elevação da Nascente	H <sub>n</sub> = 1.064 m	9
Elevação no Barramento	H <sub>f</sub> = 569 m	9
Declividade Média (i)	2,63 m/km	9
Tempo de concentração	25,39 horas	9
Evapotranspiração potencial média anual	1911 mm	18
Precipitação total anual média	2.059 mm	18
Vazão Média Mensal	5,88 m <sup>3</sup> /s	32
Coefficiente de distribuição espacial	0,7	2
Vazões máximas do Vertedouro	500 m <sup>3</sup> /s	51

- **GEOLOGIA REGIONAL**

A barragem Bico da Pedra está inserida no contexto geotectônico da Formação Serra do Catuni, pertencente ao Grupo Macaúbas, sendo estas unidades associadas a Província Mantiqueira. Tal formação é caracterizada por metadiamictitos, quartzitos, filitos e metassiltitos, todos de idade Neoproterozoica. A região é marcada por lineamentos estruturais de regime tectônico compressional, de direção aproximada NS, assim como a orientação geral das rochas da área.

Outra unidade presente na região, também do Neoproterozoico, são as rochas da Formação Lagoa do Jacaré, localizadas a oeste da barragem. Esta formação pertence ao Grupo Bambuí, inserido no contexto geotectônico do Cráton São Francisco, sendo composta por calcários, calcarenitos, margas e siltitos.

Já a leste do empreendimento, ocorrem rochas do Complexo Porteirinha, de idade Mesoarqueana, caracterizado por ortognaisses, migmatitos e anfibolitos. Associados a estas litologias, ocorrem as unidades da Suíte Paciência, do Paleoproterozoico, composta por tonalitos, gabros, monzodioritos e monzonitos, e do Riacho dos Machados, formada por anfibolitos, xistos e metaultramafitos que vão do Neoarqueano ao Paleoproterozoico.

Sobrepondo-se a estas unidades, há depósitos Cenozoicos formados por coberturas detrito lateríticas, compostas por areias com níveis de argila e cascalho laterizados, assim como depósitos aluvionares recentes, constituídos por areia com intercalações de argila e cascalho, além de restos de matéria orgânica.

- **GEOLOGIA LOCAL**

De acordo com o Relatório Final das Obras desenvolvido pela Geotécnica S.A. (1978), no sítio da Barragem Bico da Pedra são encontrados quartzitos arcoseanos friáveis, quartzitos silicificados e filitos. Na região das ombreiras, ocorrem quartzitos silicificados, com acamamentos próximos à direção NS e mergulhos altos, da ordem de 70° para leste, cujas camadas possuem espessuras que variam de 1 a 6 m. Foram observados na ombreira esquerda afloramentos de quartzitos duros com fraturas espaçadas de 30 a 80 cm, geralmente fechadas e, quando raramente abertas, apresentam abertura de 1 a 3 mm. Também se verificou a presença de intercalações de pequenas camadas de quartzito duro (menores que 1 cm) e quartzito friável, com espessura de 5 a 10 cm.

O quartzito encontrado na região do barramento é pouco alterado a são, intensamente fraturado e fragmentado, de permeabilidade entre 10<sup>-3</sup> a 10<sup>-4</sup> cm/s, desde o topo rochoso até cerca de 9,0 m de profundidade. Abaixo desse horizonte, foram encontradas permeabilidades de 10<sup>-5</sup> cm/s até impermeável.

Sobrepondo essa litologia, ocorrem solos coluvionares constituídos por silte-argiloso a arenoso, com matações de quartzitos dispersos. Os depósitos aluvionares são encontrados ao longo do rio Gorutuba, e são compostos por areia média e grossa. Na área

do barramento, têm espessura da ordem de 20 m na margem direita, não ocorrendo na margem esquerda.

A permeabilidade dos solos de fundação foi verificada por meio de ensaios de permeabilidade “in-situ”, realizados concomitantemente com as sondagens a percussão, tendo-se encontrado valores entre  $7,5 \times 10^{-2}$  e  $1 \times 10^{-5}$  cm/s. Assim, para fins de estudo de percolação pela fundação, consideram-se os valores de  $5,66 \times 10^{-3}$  cm/s para permeabilidade média dos solos da fundação e  $1 \times 10^{-2}$  cm/s para permeabilidade da areia do leito do rio.

O mapa geológico local não foi apresentado na documentação disponibilizada.

- **CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA**

- Região da Barragem

No Relatório Final das Obras apresentado pela Geotécnica S.A. (1978), a caracterização geotécnica da região da barragem refere-se aos dados apresentados no tópico referente à geologia local do presente documento, sendo que o perfil geológico do eixo da barragem não foi apresentado na documentação disponibilizada, assim como não há informações a respeito de investigações realizadas nessa área.

Conforme o referido documento, a fundação da barragem na região do leito do rio foi assente em quartzito são, sendo removidos os depósitos aluvionares e o quartzito alterado. Nas ombreiras foram retirados os solos moles, os detritos vegetais e os seixos rolados.

- Vertedouro

Conforme apresentado pela Geotécnica S.A. no relatório Barragem do Rio Gorutuba – Projeto do Sangradouro de 1976, o subsolo da área do vertedouro foi investigado por meio de 8 poços de inspeção a céu aberto, sendo que a escavação de todos foi interrompida por ter sido encontrado quartzito duro em profundidades que variam de 2,00 a 5,35 m. O solo coluvionar encontrado é constituído por areia fina com pedregulhos e matações de quartzito friável.

De acordo com o Relatório Final das Obras desenvolvido pela Geotécnica S.A. (1978), foi encontrado na região do vertedouro quartzito friável, muito alterado, sendo este material removido e a fundação do vertedouro assente em quartzito são a pouco alterado.

O perfil geológico do vertedouro não foi apresentado na documentação disponibilizada, assim como não há informações a respeito de investigações profundas realizadas nessa área.

- Materiais de Construção

As informações acerca dos materiais de construção são descritas no Relatório Final das Obras (Geotécnica S.A., 1978). Durante a obra, foram exploradas duas áreas de empréstimos argilosos, denominadas empréstimos D e E, situadas na margem direita e esquerda do Rio Gorutuba, respectivamente.

O empréstimo D foi o principal a ser utilizado na construção do maciço e fica a cerca de 2 km do local das obras. O solo é homogêneo, composto por, predominantemente, areia argilosa marrom ou amarela, possuindo capeamento de solo vegetal variando de 10 a 20 cm. Já o empréstimo E, considerado alternativo, fica a 3,5 km do local das obras, sendo caracterizado por solo constituído por argila silto-arenosa, de coloração vermelha.

Além disso, como aflora areia em toda a calha do rio, este material também foi explorado em área situada a cerca de 1,6 km à jusante da barragem. Já os quartzitos provenientes das escavações das ombreiras foram utilizados na construção do dreno de pé e do rip-rap de proteção do talude de montante, tendo sido usados, também, como agregado de concreto. Entretanto, como a quantidade de rocha estocada não foi suficiente para consumo total da obra, foi necessária a exploração de uma pedreira de quartzito, situada à jusante da barragem, aproximadamente a 200 m à esquerda da bacia de dissipação do vertedouro.

#### • ANÁLISES DE ESTABILIDADE

Conforme exposto no RPSB da Intertechne, para elaboração das análises de estabilidade dos taludes do reservatório, faz-se necessário o recebimento da descrição litológica do maciço, realizada através de investigações geológicas de campo e ensaios de laboratório, bem como dos dados brutos que a subsidiaram. Neste sentido, com a informação disponibilizada, não é possível realizar esta análise.

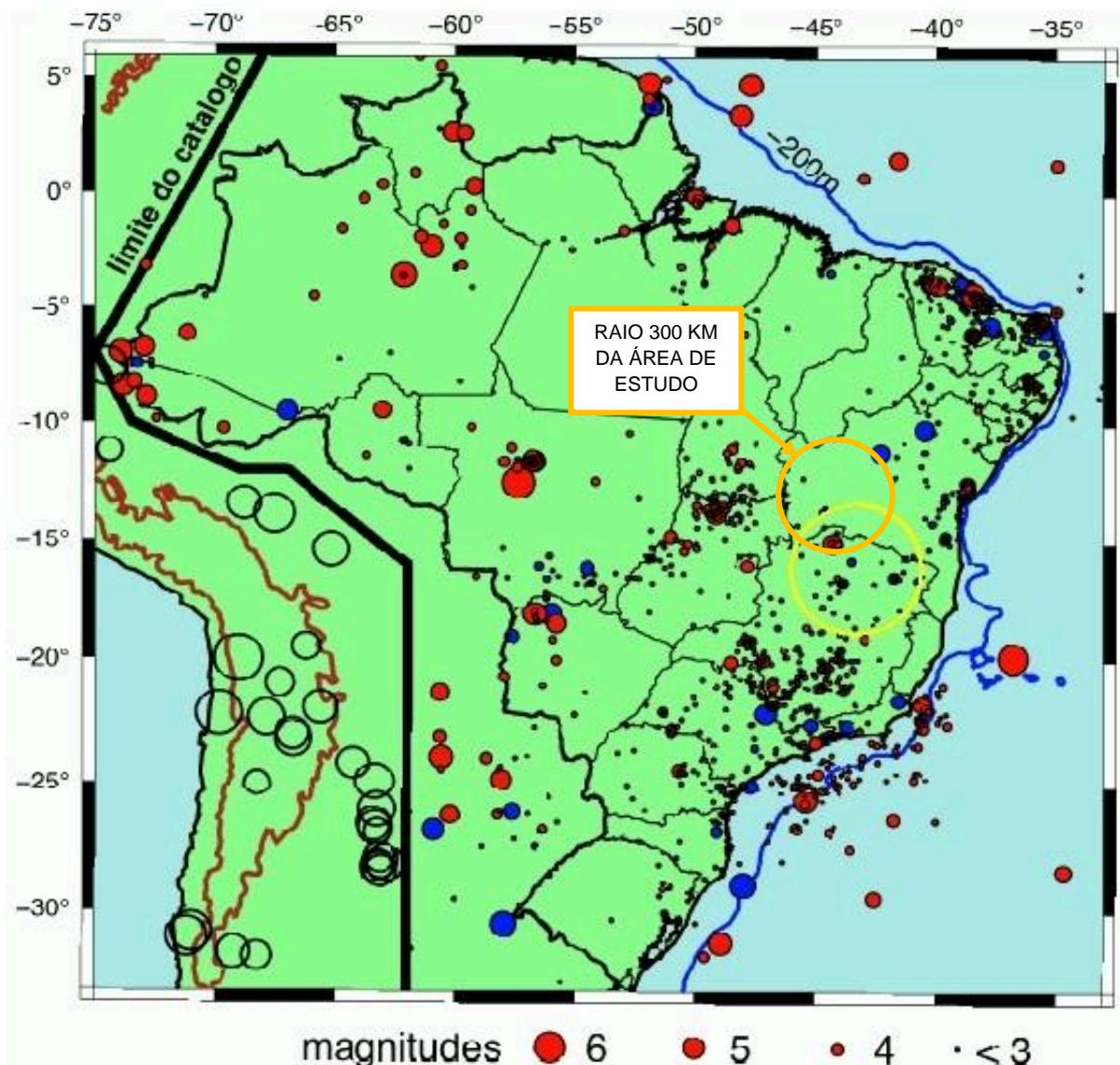
Destaca-se que, em inspeção realizada nos taludes do reservatório mais próximos à barragem, não foram identificadas instabilidades nos taludes observados. A inspeção ao reservatório ocorreu apenas a partir da crista do barramento, não sendo possível percorrer o reservatório.

#### • CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

No sítio da barragem Bico da Pedra a Intertechne realizou um levantamento dos sismos ocorridos em um raio de 300 km do entorno do eixo do barramento, entre os anos de 1972 e 2013, período em que há registros disponibilizados no catálogo sísmico brasileiro.

Na figura abaixo pode ser visualizado os epicentros dos sismos ocorridos no raio de estudo, onde os círculos em vermelho são eventos com magnitude Richter instrumental, e os círculos azuis são eventos antigos com magnitudes estimadas com dados macrossísmicos.

Figura 7 – Epicentros do catálogo sísmico brasileiro



Fonte: PSB Volume V, 2021t.

Nesse período foram registrados 72 sismos com magnitude acima de 3 na escala Richter. Entre esses, o evento de maior magnitude ocorreu em 2007 nas proximidades do município de Itacarambi, localizado a cerca de 142 km da área de interesse, com magnitude de 4.9 na escala Richter. Não houve registros de sismos num raio de 26 km do eixo.

#### 1.4.4. RESERVATÓRIO

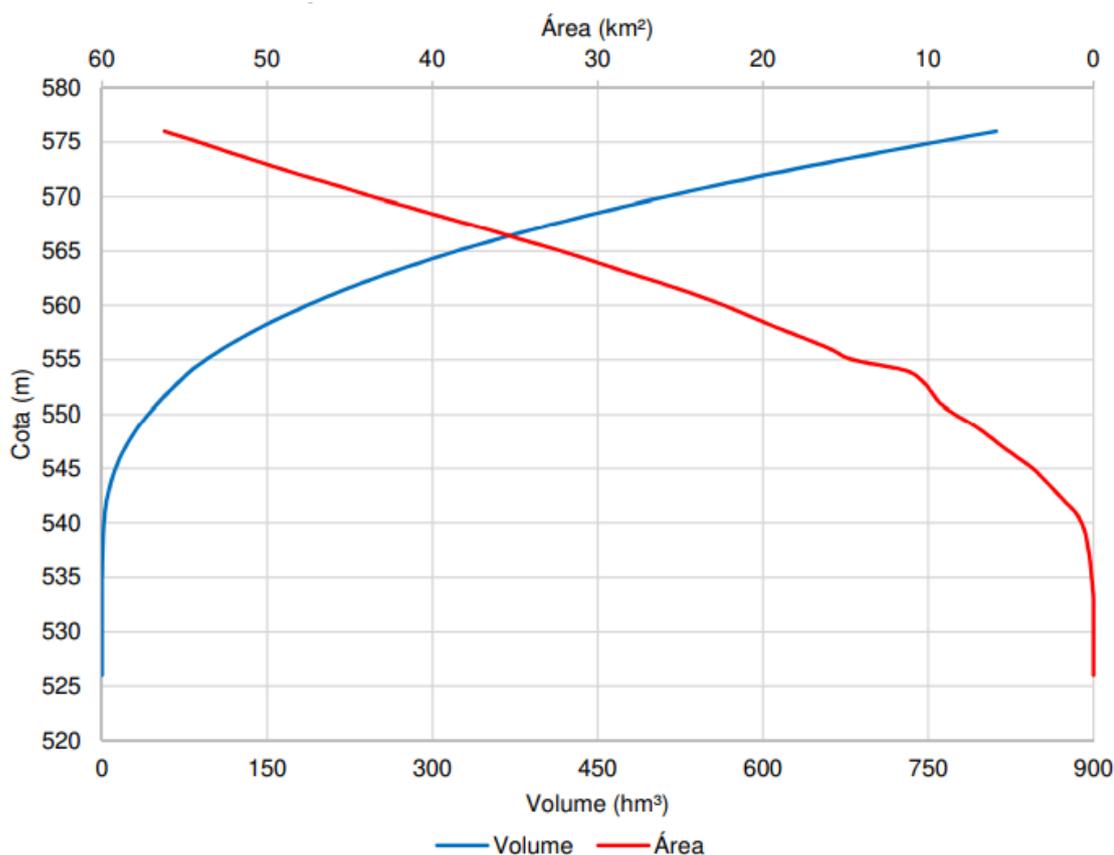
O reservatório da barragem Bico da Pedra tem seu nível normal de operação na elevação 570,10 m, quando então inunda uma área de 43,84 km<sup>2</sup>. A capacidade total do reservatório (NMM) é de 515,90 hm<sup>3</sup>. Mais detalhes estão especificados na Tabela 6

Tabela 6 – Reservatório barragem Bico da Pedra

Reservatório		Fonte	Pag.
Nível Máximo Maximorum (NMM)	EI.574,17 m	PSB, Volume V, 2021c	51
Nível Máximo Normal (NMN)	EI.570,10 m		55
Nível Mínimo Operacional (NMO)	Sem informação	-	-
Área alagada para NMN	43,84 km <sup>2</sup>	PSB, Volume V, 2021b ANEXO 1	a
Volume para NMN	515,90 hm <sup>3</sup>		
Amortecimento de cheias	Vertedouro na ombreira esquerda	PSB, Volume V, 2021c	67

A Figura 8 indica a curva Cota x Área x Volume da barragem de Bico da Pedra, respectivamente.

Figura 8 – Curva CAV da Barragem Bico da Pedra



Fonte: Engefoto, 2019.

### 1.4.5. ÓRGÃOS EXTRAVASORES

- **VERTEDOIRO, DESCARREGADOR DE CHEIAS**

O extravasamento de cheias é realizado por um vertedouro de concreto do tipo soleira livre, disposto na margem esquerda do barramento. O vertedouro é constituído por uma soleira livre com largura de 30 m e comprimento de 134,90 m, com crista na El. 570,10 m. A vazão de projeto do vertedouro adotada é de 500 m<sup>3</sup>/s.

Figura 9 – Vistas do Vertedouro Barragem Bico da Pedra



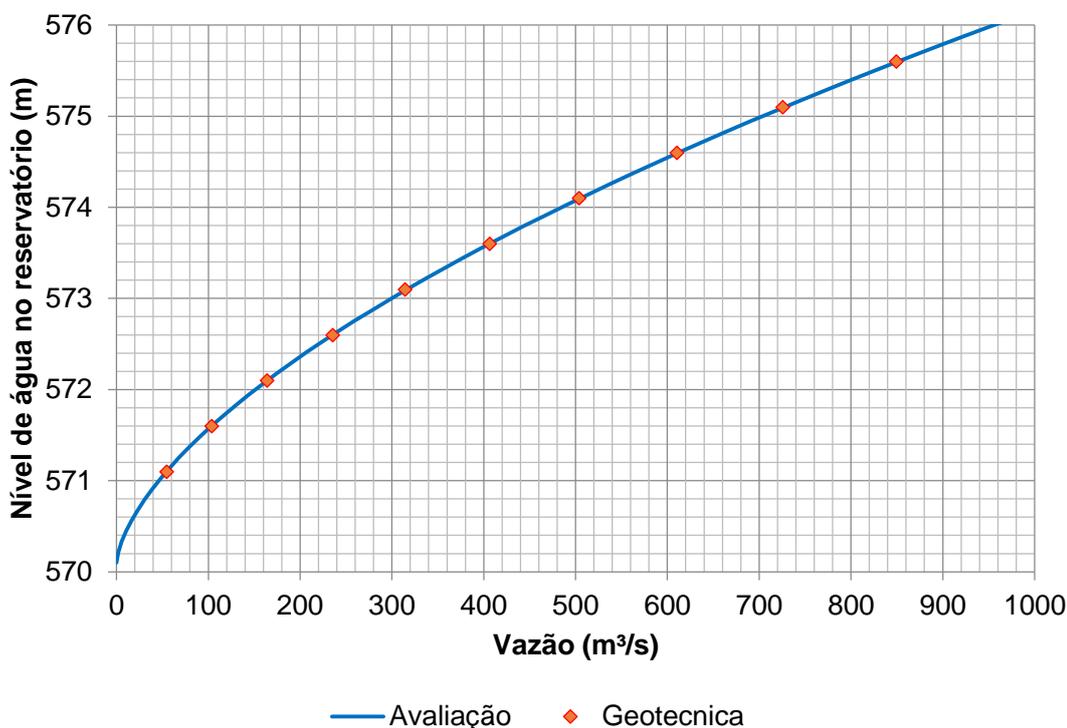
Fonte: PSB Volume V, 2021b.

Na indisponibilidade da curva de descarga do vertedouro definida na ocasião do Projeto Executivo, estimou-se uma curva de descarga com base nas características geométricas disponíveis da soleira na etapa de projeto básico, realizado pela Geotecnia no ano de 1976. Na memória de cálculo, a metodologia utilizada no dimensionamento foi a preconizada pelo *Bureau of Reclamation – USBR* (1960), a mesma utilizada nesta avaliação.

Para este estudo adotou-se as elevações revisadas conforme indicado pela Engefoto, em 2019. A curva de descarga do vertedouro da barragem de Bico da Pedra é apresentada na Figura 10. As características do vertedouro e dados utilizados para a elaboração da curva de descarga são apresentadas na sequência.

- Tipo do Vertedouro ..... Soleira Livre
- Elevação a Soleira ..... 570,10 m
- Cota de coroamento da Barragem ..... 576,00 m
- Nível de Água Maximorum ..... 574,17 m
- Comprimento Líquido da Soleira ..... 30 m
- Altura do Paramento (P) ..... 2 m
- Carga de Projeto ( $H_0$ ) ..... 4,00 m
- Vazão Máxima do Vertedouro (Projeto) ..... 500 m<sup>3</sup>/s

Figura 10 - Curva de Descarga do Vertedouro



Fonte: PSB Volume V, 2021c.

De acordo com os documentos analisados, na ocasião do projeto básico, o vertedouro foi dimensionado para descarregar a vazão com tempo de recorrência de 2.000 anos considerando o nível máximo do reservatório na El. 574,86 m. Segundo os critérios da Agência Nacional de Águas (ANA), através do Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens<sup>1</sup> (2016), que regulamenta as Diretrizes para a Elaboração de Projeto de Barragens em todo o território nacional, para barragens acima de 30 m de altura é necessário que o empreendimento seja dimensionado para a cheia máxima provável (CMP) considerando uma borda livre mínima de 1,0 m.

De acordo com os critérios estabelecidos pelo ICOLD<sup>2</sup> (1992) e pela Eletrobrás<sup>3</sup> (2003), para barragens dessa magnitude e com risco a vidas humanas, deve-se considerar a cheia decamilenar ou a cheia máxima provável para o dimensionamento dos órgãos extravasores. Para as condições atuais, a barragem sofre galgamento para a cheia decamilenar. Logo, sugere-se o aumento da capacidade de descarga, seguindo critérios dos agentes mencionados.

A Tabela 7 e Figura 11 a Figura 20 apresentam os resultados do estudo de amortecimento de cheias no reservatório de Bico da Pedra, considerando a hidrologia

<sup>1</sup> Agência Nacional de Águas. (2016). Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens.

<sup>2</sup> ICOLD. (1992). Bulletin 82 - Selection of Design Flood - Current methods. Paris.

<sup>3</sup> Eletrobrás. (2003). Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidroelétricas.

revisada. Como é possível notar, considerando o estudo atualizado de máximas anuais, o reservatório apresenta capacidade para descarregar uma cheia afluyente com tempo de recorrência de 1.000 anos no nível máximo maximorum.

Tabela 7 – Resumo dos Resultados do Amortecimento de Cheias no Reservatório

TR (anos)	Vazão Afluyente	Vazão Efluyente	Nível de Água Inicial	Nível de Água Máximo	Amortecimento
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	
2	200	25	570,10	570,70	88%
10	396	64	570,10	571,21	84%
20	517	93	570,10	571,50	82%
50	718	147	570,10	571,96	80%
100	909	201	570,10	572,37	78%
300	1.293	323	570,10	573,14	75%
500	1.511	396	570,10	573,55	74%
1.000	1.857	519	570,10	574,17	72%
2.000	2.265	671	570,10	574,86	70%
10.000*	3.520	-	570,10	-	-
Nível maximorum	1.856	519	570,10	574,17	72%
Coroamento	2.983	956	570,10	576,00	68%

\*NOTA: Para a condição de cheia afluyente com 10.000 anos recorrência ocorre o galgamento da barragem.

Fonte: PSB Volume V, 2021c.

Figura 11 – Amortecimento para a cheia de 2 anos de recorrência

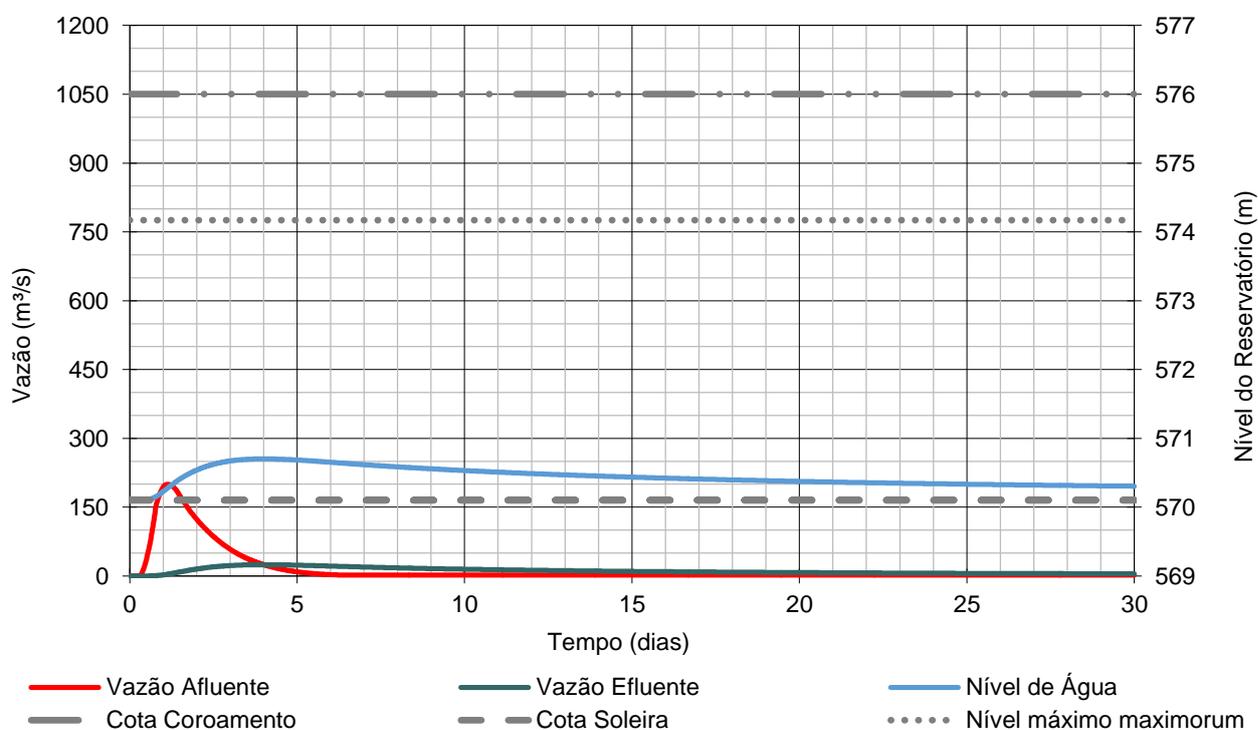


Figura 12 – Amortecimento para a cheia de 10 anos de recorrência

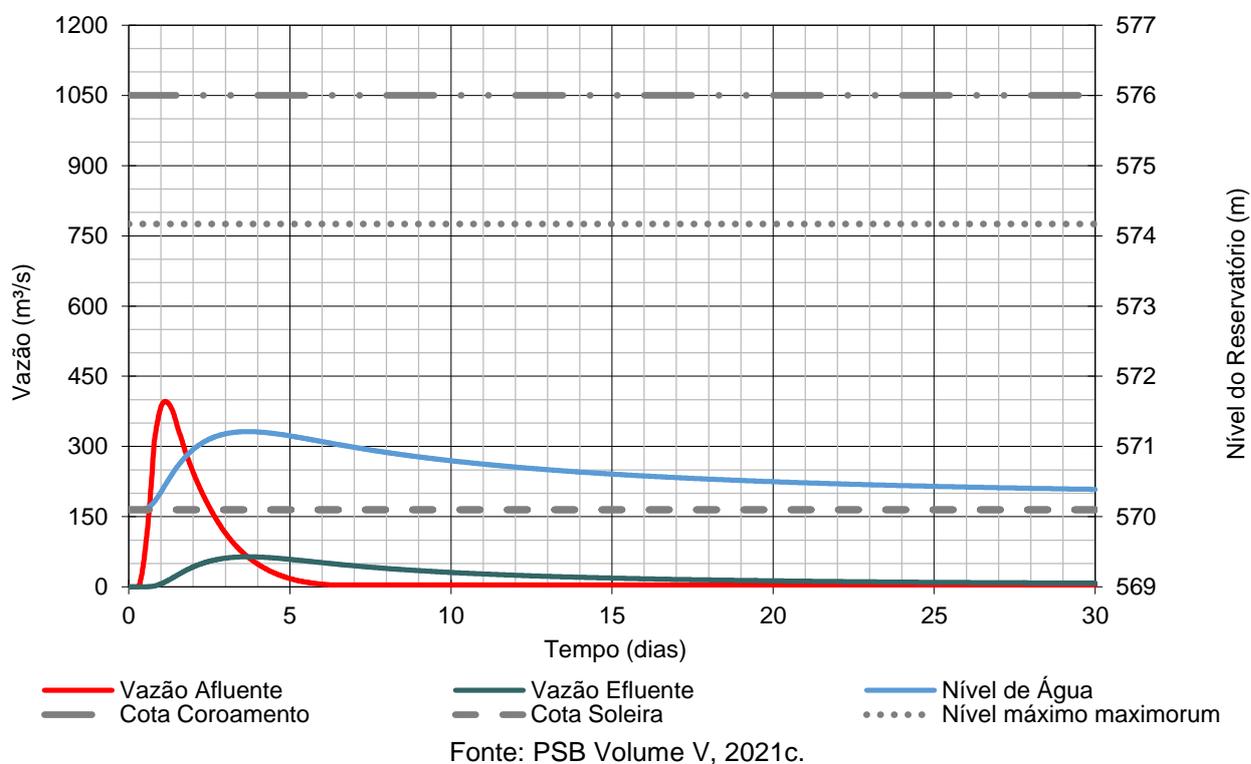


Figura 13 – Amortecimento para a cheia de 20 anos de recorrência

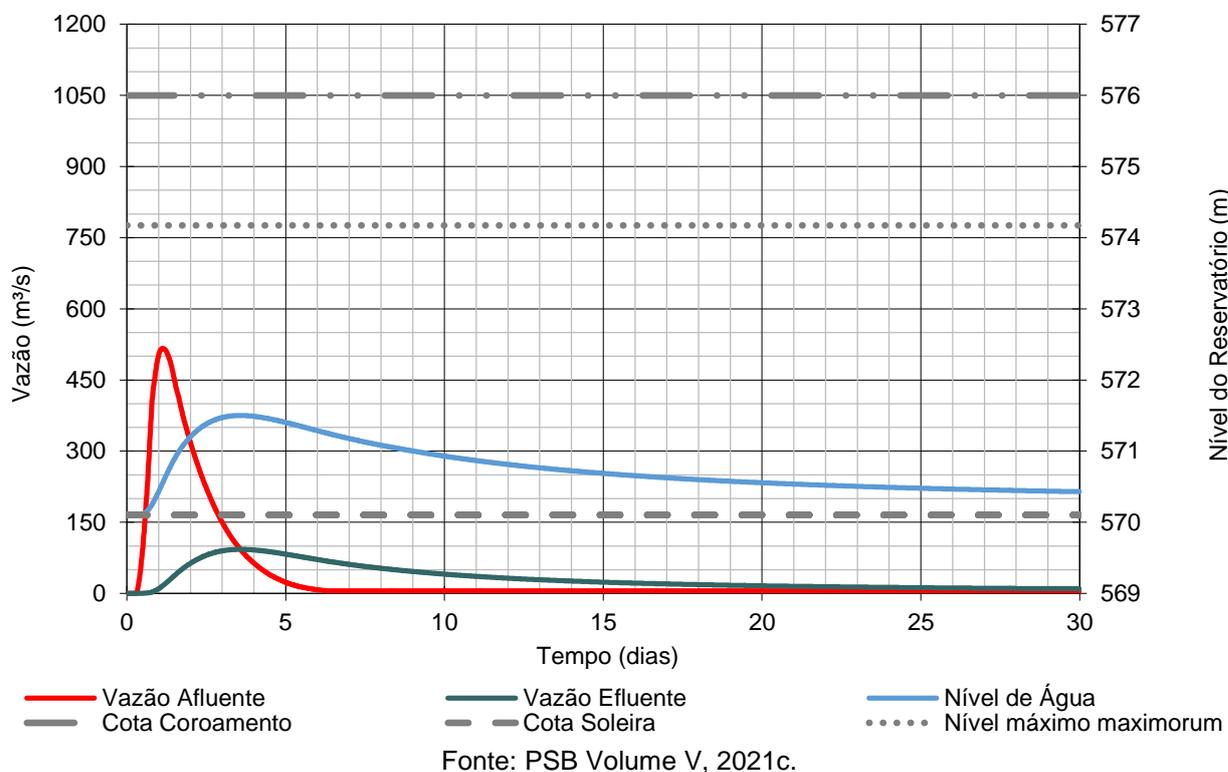


Figura 14 – Amortecimento para a cheia de 50 anos de recorrência

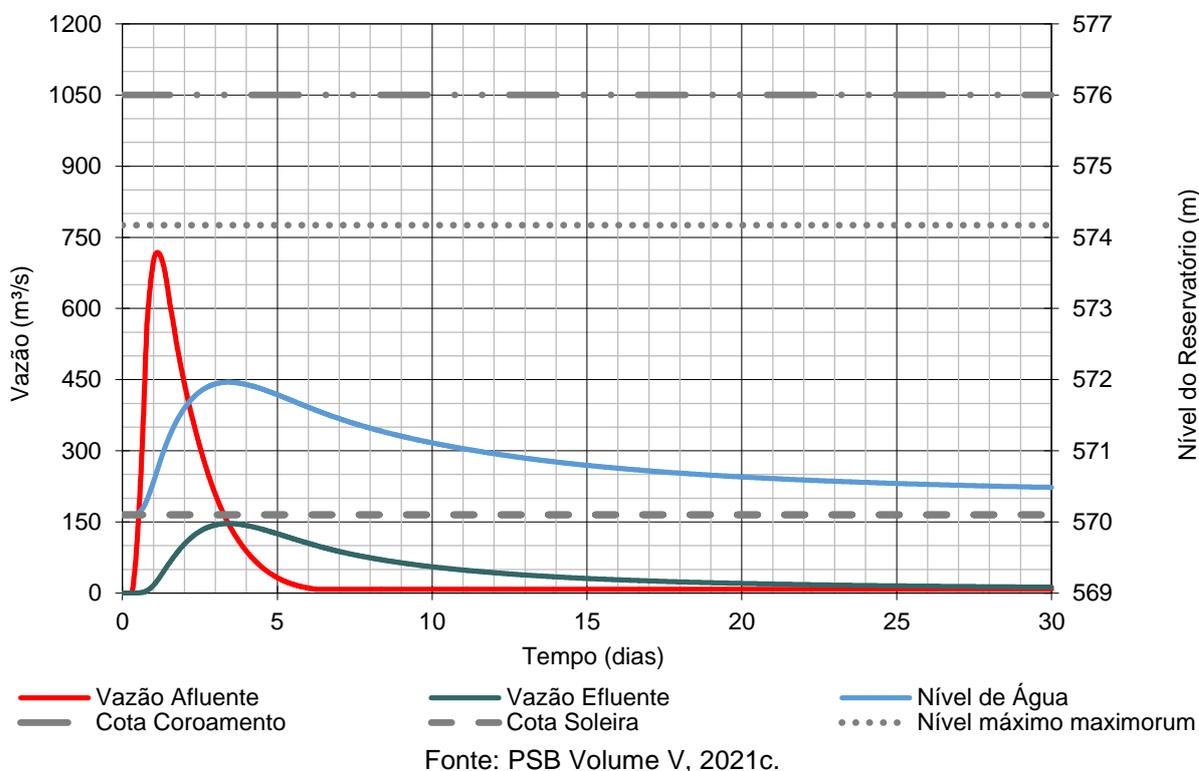


Figura 15 – Amortecimento para a cheia de 100 anos de recorrência

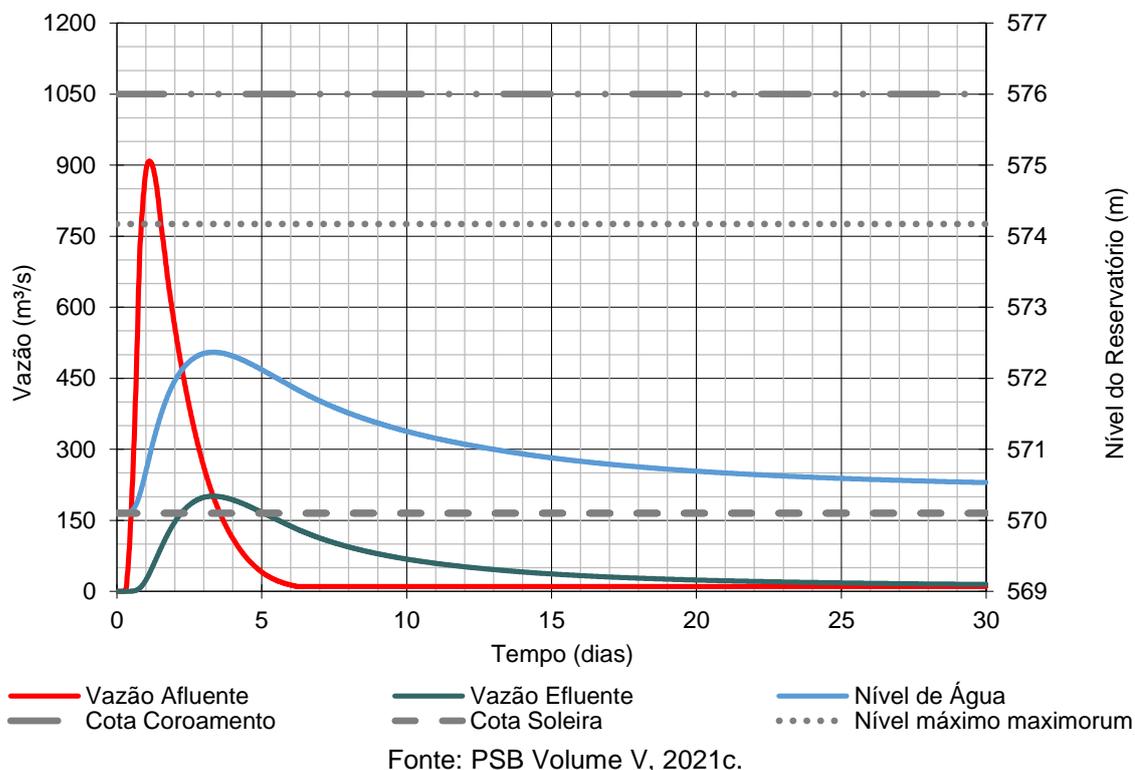


Figura 16 – Amortecimento para a cheia de 300 anos de recorrência

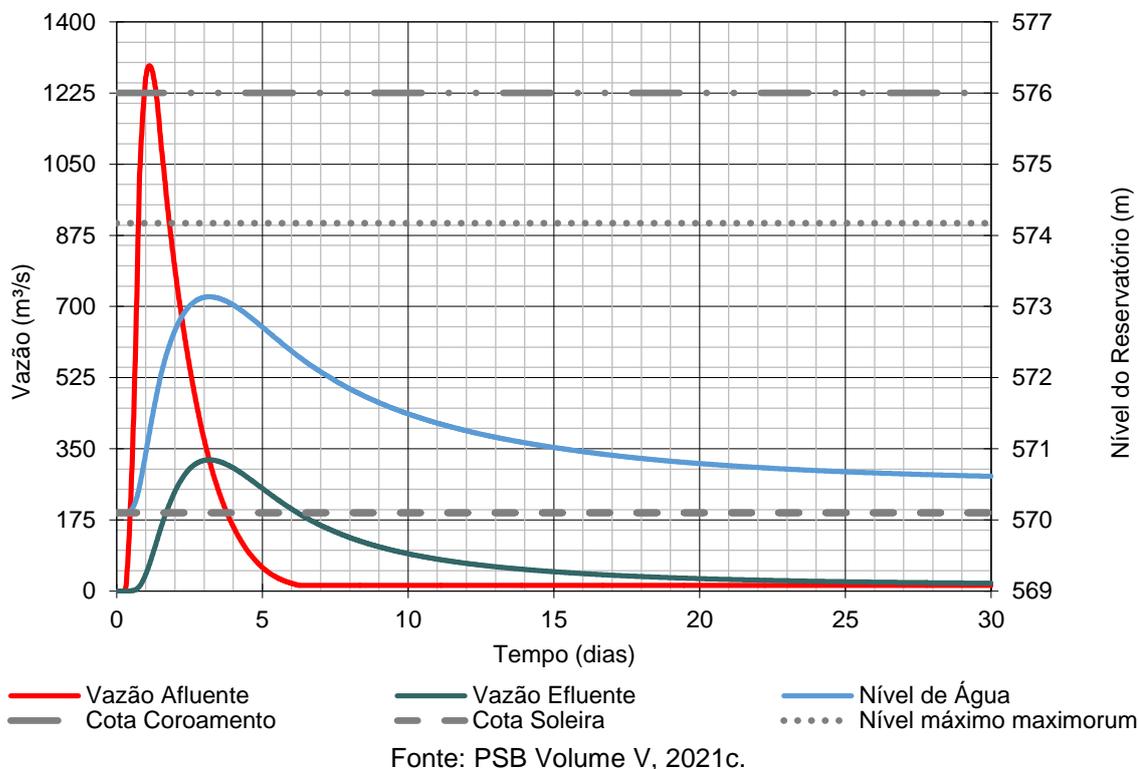


Figura 17 – Amortecimento para a cheia de 500 anos de recorrência

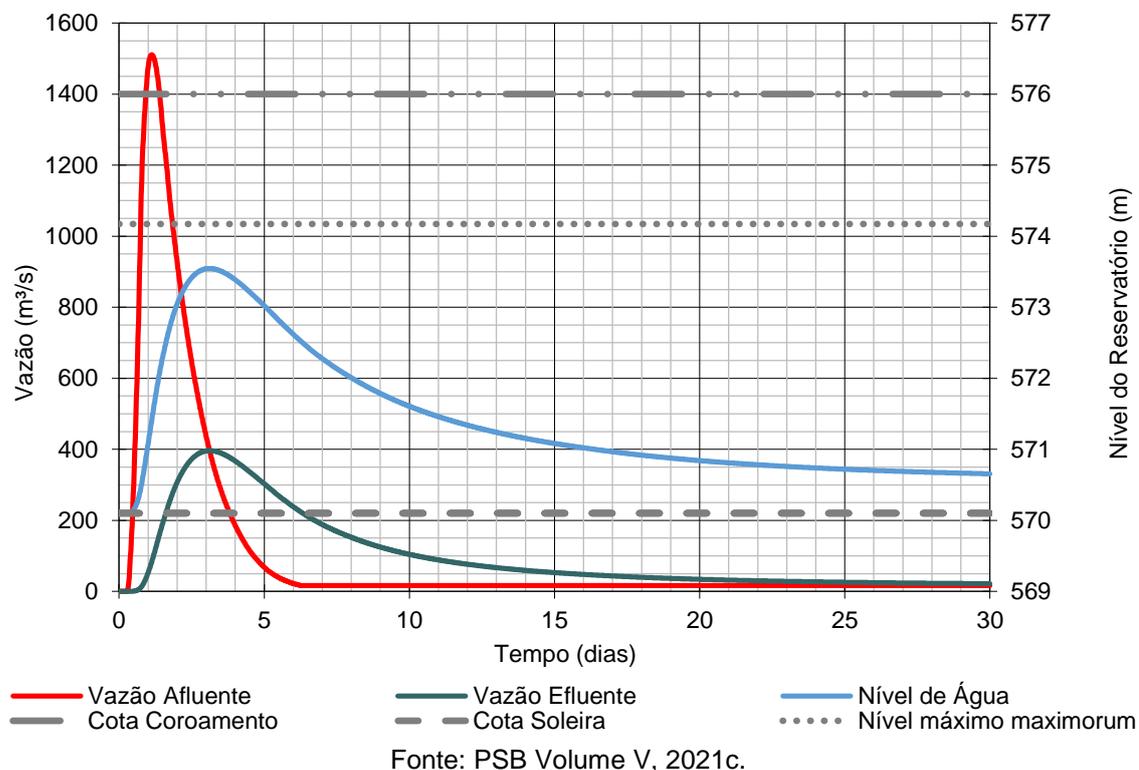


Figura 18 – Amortecimento para a cheia de 1.000 anos de recorrência

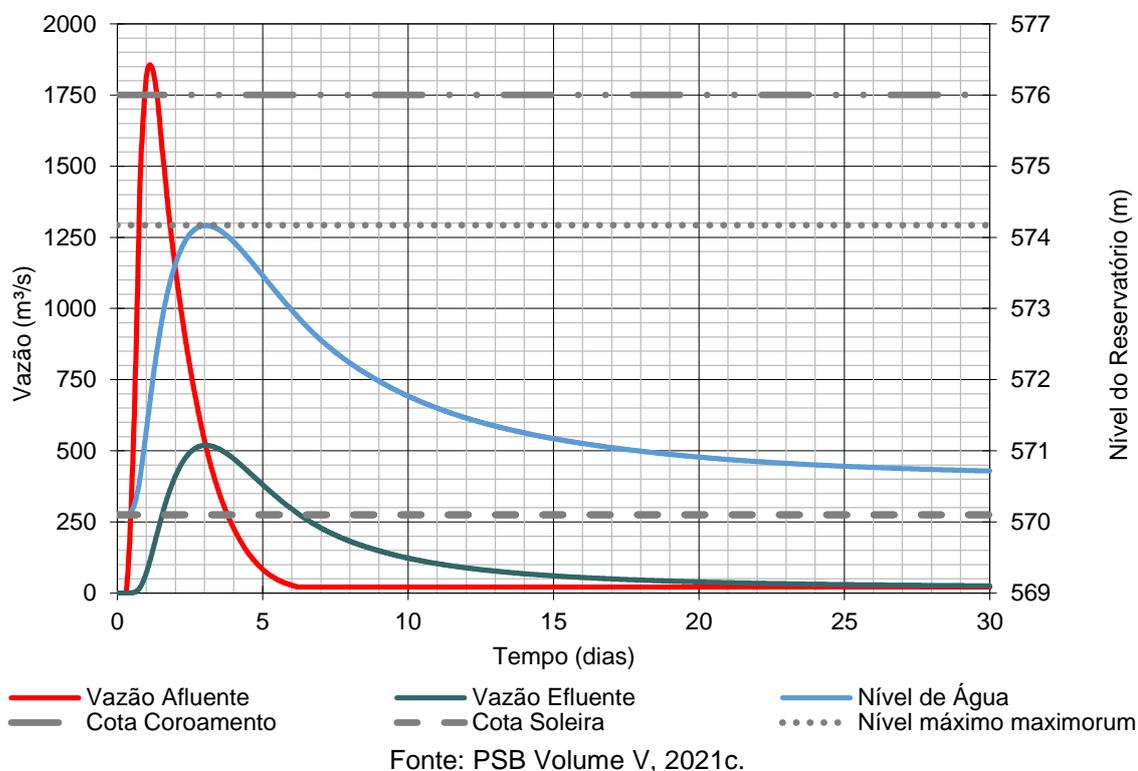


Figura 19 – Amortecimento para a cheia de 2.000 anos de recorrência

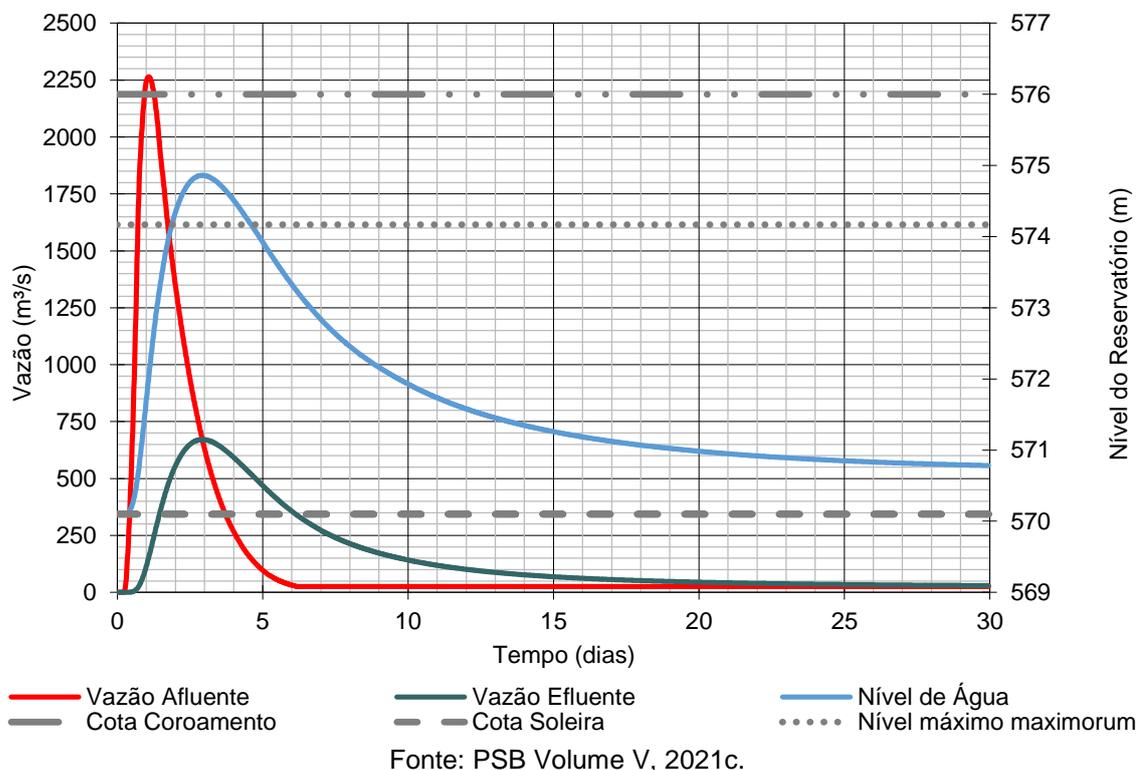
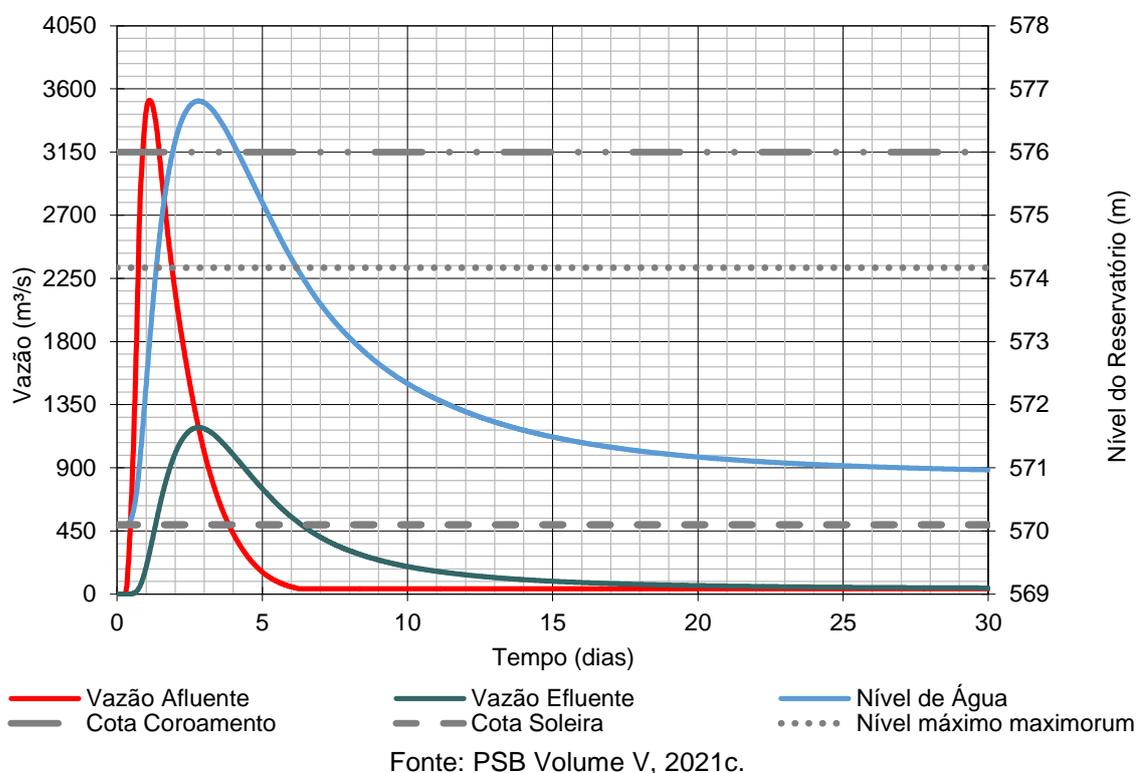


Figura 20 – Amortecimento para a cheia de 10.000 anos de recorrência



## • TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água está localizada na ombreira esquerda da barragem e subdivide-se em 2 partes fundamentais: torre da tomada d'água e galeria da tomada d'água. A torre da tomada d'água é composta por duas câmaras retangulares contíguas, com dimensões internas de 2,6m x 4,0m, tem altura interna de 23,65 m e está assentada na cota 534m, com a soleira na cota 535 m.

Figura 21 – Tomada d'água barragem Bico da Pedra



Fonte: PSB Volume V, 2021b.

Não são apresentadas características dos equipamentos hidromecânicos, as únicas características das tubulações são que possuem diâmetro interno de 2.200mm e declividade de 0,01 m/m.

Conforme o volume do projeto básico de estudos de alternativas, a vazão máxima de efluência ficaria na ordem de 20 m<sup>3</sup>/s.

No entanto, não foram encontradas informações atualizadas a respeito do dimensionamento hidráulico da tomada durante o projeto executivo. Com isso, não é possível verificar o critério de dimensionamento, as características hidráulicas ou a capacidade de escoamento, pois não são apresentados detalhamentos de projetos das estruturas da tomada d'água e tubulações de adução.

Tabela 8 - Principais Características da Tomada d'água

Tomada de água		Fonte	Pág.
Tipo	Uma torre com 2 câmaras retangulares contíguas e uma galeria	PSB, Volume V, 2021b	6
Localização	Ombreira esquerda	PSB, Volume V, 2021b ANEXO 1	b
Controle	Manual	PSB, Volume V, 2021b ANEXO 1	b
Vazão máxima de projeto da comporta	4.5 m <sup>3</sup> /s	PSB, Volume V, 2019b	b

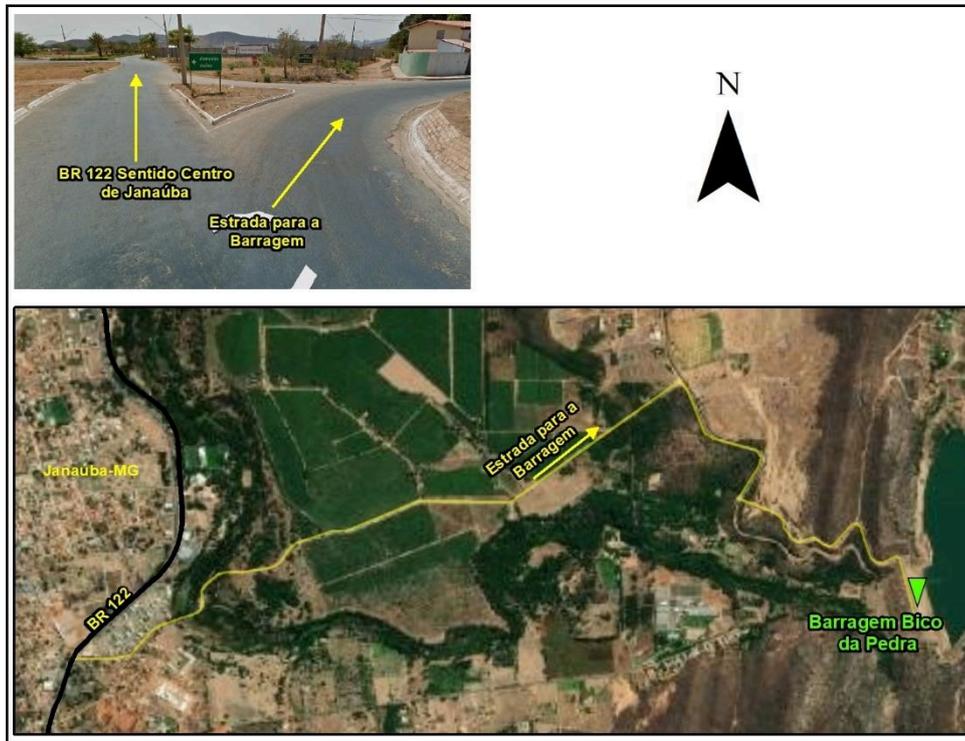
#### 1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO

Segundo o RPSB da Intertechne, a Barragem Bico da Pedra possui instrumentação, porém, grande parte delas encontra-se obsoleta ou abandonada. Os instrumentos em operação são piezômetros que tem suas leituras feitas rotineiramente, porém sem valores de controle.

#### 1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM

O acesso ao município de Janaúba é feito pelas rodovias BR-122 ou MG-401, e para acesso ao barramento segue-se pela Estrada da Barragem.

Figura 22 - Acesso à Barragem Bico da Pedra



Fonte: RHA Engenharia e Consultoria (GoogleMaps, 2020).

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

A Codevasf está em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil municipais e estaduais, de tal forma a promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes no PAE da barragem Bico da Pedra, conforme indicado na Lei nº 12.334/2010, alterada pela Lei nº 14.066/2020. Nessa fase, a Codevasf, em consonância com o poder público, estabelecerá as medidas específicas para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural. Deste modo, o PAE deverá ser revisado após conclusão dessa etapa.

A resposta ao pior cenário identificado na barragem Bico da Pedra, sendo tal cenário caracterizado como o rompimento dessa estrutura, deve ter subsídio de recursos humanos e materiais suficientes para gerir a situação com eficiência.

Os recursos humanos correspondem tanto a Equipe de Controle Emergencial da Barragem, quanto aos demais envolvidos no PAE da Codevasf.

A Equipe de Controle Emergencial deverá ser composta, no mínimo, por:

- Eng. Hidrólogo;
- Eng. Geotécnico;
- Eng. de Estruturas;
- Eng. Mecânico;
- Bombeiro Hidráulico;
- Auxiliar de Obra; e
- Motorista.

Para fazer face à situação de emergência devem existir recursos materiais fixos, mobilizáveis e renováveis, 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:

- Sistema de alimentação de energia elétrica;
- Central de Operações; e
- Sistema de comunicações, instalado na Central de Operações, e o sistema de alerta constituído por unidades dispersas na ZAS.

A Central de Operações é 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,
- Mobilizar e gerir recursos;
- Manter e arquivar registros do desenrolar da situação 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 e Entidades Fiscalizadoras).

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.

Em relação aos recursos materiais mobilizáveis, incluem-se os seguintes:

- Equipamentos diversos (gruas, caminhões, retroescavadeiras, 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.

A Codevasf está implantando em seus empreendimentos os recursos humanos e materiais necessários conforme dimensionamento apresentado nesse capítulo. Deste modo, o PAE da barragem Bico da Pedra deverá ser revisado após conclusão dessa etapa.

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

A barragem Bico da Pedra deve possuir um encarregado pelo monitoramento diário da barragem e entorno. O encarregado, devidamente treinado pela Codevasf por meio dos treinamentos dispostos no ANEXO 1 – PLANO DE TREINAMENTO DO PAE, poderá identificar possíveis ocorrências excepcionais nas estruturas do empreendimento, relatando o ocorrido via celular ao Coordenador do PAE (Supervisor Regional) e registrando no Livro de Ocorrências.

A Inspeção de Segurança Regular (ISR) da barragem Bico da Pedra é realizada anualmente. Nela uma equipe multidisciplinar avalia qualitativamente as condições da barragem e estruturas associadas. A classificação da ISR deve estar compatibilizada com os NRs do PAE, de tal forma a proporcionar a integração e efetividade do Plano de Segurança da Barragem Bico da Pedra.

Por fim, o último procedimento de identificação implantado pela Codevasf corresponde às visitas mensais a serem realizadas pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) da barragem Bico da Pedra.

A Tabela 9 apresenta o resumo dos procedimentos de identificação das possíveis ocorrências excepcionais e circunstâncias anômalas na barragem e estruturas associadas.

As notificações devem ser realizadas conforme Plano de Comunicação e Fluxograma de Acionamento estabelecidos no Capítulo 3, de tal forma a propiciar o início da aplicação das Ações de Resposta e Medidas Mitigadoras, apresentadas neste Capítulo, sendo que cada participante do PAE deve estar ciente de suas responsabilidades instituídas no Capítulo 4.

Tabela 9 – Resumo dos Procedimentos de Identificação

Quem	Análise Quantitativa	Análise Qualitativa	Periodicidade
Encarregado	Leitura da elevação do nível de água do reservatório	Monitoramento visual simplificado à barragem e estruturas associadas	Diária
Coordenador do PAE (Supervisor Regional)	Leitura da elevação do nível de água do reservatório	Monitoramento visual à barragem e estruturas associadas	Mensal
Equipe multidisciplinar (Inspeção de Segurança Regular)	Leitura da elevação do nível de água do reservatório	Inspeção visual técnica à barragem e estruturas associadas	Anual

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

## 2.1. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

Considera-se uma situação anômala 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.

Deste modo, são necessários procedimentos para gerir tais situações de forma a garantir a segurança da barragem ou de atenuar os efeitos de um possível rompimento da estrutura.

O PAE realiza a descrição das possíveis situações anômalas no empreendimento, considerando no mínimo as seguintes ocorrências:

- Ocorrências excepcionais naturais exteriores à barragem, como as tempestades, os sismos, as cheias provocadas por precipitações intensas ou por ruptura de barragens a montante;
- Ocorrências excepcionais provocadas pelo homem, exteriores à barragem;
- Circunstâncias anômalas de comportamento que derivam de deteriorações no corpo da barragem e/ou sua fundação, nos órgãos extravasores e seu equipamento de operação que são consequência das características da estrutura e do seu estado de manutenção; e
- Situações internas à barragem relacionadas com a operação da barragem que derivam da operação dos respectivos órgãos extravasores ou, situações que podem ocorrer nas instalações da barragem tais como incêndios, inundações e atos de vandalismo.

As situações devem ser classificadas em quatro Níveis de Resposta (NR), conforme caracterização apresentada na Tabela 10, com base na observação ou inspeção à barragem (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).

Após a identificação de qualquer anomalia, a primeira ação do Coordenador do PAE (Supervisor Regional) é a classificação do NR. Posteriormente, consoante a classificação estabelecida, este deve seguir as ações predefinidas para cada NR.

Tabela 10 - Níveis de Resposta com Respectivas Caracterizações

Níveis de Resposta	Caracterização
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 0 (NR-0) – NORMAL (Verde)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da barragem, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo.
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 1 (NR-1) – ATENÇÃO (Amarelo)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem não comprometerem à segurança da barragem no curto prazo, mas exigirem monitoramento, controle ou reparo ao decurso do tempo.
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 2 (NR-2) – ALERTA (Laranja)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, exigindo providências para manutenção das condições de segurança.
<b>NÍVEL DE RESPOSTA 3 (NR-3) – EMERGÊNCIA (Vermelho)</b>	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais decorrentes do colapso da barragem.

Fonte: ANA, 2016.

A instrumentação é uma ferramenta importante na identificação de possíveis situações anômalas que possam estar ocorrendo nas estruturas, possibilitando intervenções corretivas ou preventivas, minimizando o risco de acidentes e preservando a segurança da estrutura.

A barragem Bico da Pedra possui sistema de instrumentação para monitoramento e controle de estabilidade, porém, boa parte se encontra obsoleta, há apenas 5 piezômetros operantes, os quais são verificados com certa frequência. No entanto não há uma definição dos valores de atenção e alerta, como indicado na última Revisão Periódica de Segurança de Barragem (Volume V do PSB da barragem Bico da Pedra).

Para as situações classificadas em NR-3, o Anexo 7 apresenta as Fichas de Emergência para situações de ruptura iminente ou nas quais a barragem já rompeu ou está rompendo, respectivamente. As fichas apresentam tanto uma descrição geral da situação de emergência, quanto os procedimentos preventivos e corretivos.

A Tabela 11 apresenta a classificação das possíveis situações anômalas na barragem e estruturas associadas em Níveis de Resposta por meio de indicadores qualitativos. As fichas de respostas de emergência estão apresentadas no Anexo 8.

Tabela 11 – Indicadores qualitativos para avaliação e classificação das possíveis situações anômalas na barragem e estruturas associadas.

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
Tomada de água / descarga de fundo	Deterioração das paredes da galeria; Deterioração do conduto; e Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água.	Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria; Reforço estrutural da galeria; Substituição dos trechos danificados; e Observação.	Instabilidade estrutural da galeria; Perda de estanqueidade da galeria; e Erosão interna.	1
	Falha dos órgãos extravasores ou de equipamento de operação	Manutenção; Reparos; e Observação.	Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório (fora da época de cheias)	1
			Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório (época de cheias)	2
			Galgamento da barragem iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
Ruptura por Galgamento da barragem ocorreu ou ocorrendo	Ficha nº 09			
Ombreiras da barragem	Ressurgências nas ombreiras	Impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante; e Observação	Arrastamento de finos do trecho superficial da fundação, do aterro, do preenchimento de caixas de falha e/ou de fraturas.	1
Vertedouro	Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação.	Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outras obras; Proteção do pé da barragem; e Observação.	Potencial instabilidade estrutural; e Erosão do pé da barragem.	1

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
	Movimentos, erosões, fissuras, fendas; e  Deposição de materiais/obturação.	Intervenções de reabilitação e de limpeza / reposição das condições de escoamento;  Reforço estrutural; e  Observação.	Alterações químicas do concreto;	0
			Modificação das condições de escoamento	1
			Danos estruturais no vertedouro	2
			Instabilização da estrutura	Ficha nº 05
			Ruptura do vertedouro ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
Corpo da barragem	Movimentos, fissuras, trincas e erosões; e  Zonas úmidas e/ou ressurgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação.	Rebaixamento do nível de água no reservatório;  Obras de reabilitação (por exemplo: alteamento da crista, rebaixamento da soleira, execução de bermas estabilizadoras e de drenagem a jusante, obras de impermeabilização a montante, etc.); e  Reforço da observação.	Perda de borda livre; e  Erosão interna;	1
			Danos estruturais à barragem e estruturas associadas	2
			<i>Piping</i>	Ficha nº 02
			Instabilidade global	Ficha nº 03
			Instabilidade localizada	Ficha nº 04
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
Reservatório	Escorregamento de taludes / deslizamento de encostas.	Intervenções de estabilização de taludes;	Obstrução dos órgãos extravasores	1

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
		Rebaixamento do nível de água no reservatório; e  Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos.	Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	2
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
	Impactos negativos para peixes ou vida selvagem.	Remover os eventuais animais mortos;  Identificar a origem dos impactos; e  Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental.	Possibilidade de afetar a qualidade da água.	1
	Sedimentos afluentes.	Descarga de fundo;  Melhorias a nível da conservação do solo da bacia; e  Valas perimetrais no reservatório.	Obstrução da entrada da descarga de fundo.	1
Derrame de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes.	Determinar a dimensão, natureza e origem da descarga;  Avaliar os impactos da descarga;  Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental; e  Estimar o esforço e equipamento necessário para conter.	Possibilidade de afetar a qualidade da água; e  Possibilidade de poluição do ar ou do solo.	1	
Cheias	Rebaixamento do nível de água no reservatório; e  Observação.	Inundação a jusante; e  Galgamento.	Ver <b>Erro!</b> <b>Fonte de referência não encontrada.</b>	

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR			
Geral	Ação criminosa: sabotagem, ameaça de bomba e atos de guerra.	Contactar autoridades competentes;  Reparos;  Manter órgãos extravasores abertos; e  Observação.	Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório;	2			
			Perda de borda livre;				
			Danos à barragem e estruturas associadas				
						Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
						Instabilidade localizada	Ficha nº 04
						Instabilidade global	Ficha nº 03
				Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09		
	Falha dos sistemas de notificação e alerta	Manutenção e reparos; e  Observação.		Impossibilidade de notificação e de alerta (fora da época de cheias)	1		
				Impossibilidade de notificação e de alerta (época de cheias)	2		
	Sismos	Inspeções na barragem e estruturas associadas.		Danos à barragem e estruturas associadas	2		
				Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01		
				Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido ao galgamento	Ficha nº 09		
				Instabilização da estrutura.	Ficha nº 08		

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido à instabilidade gerada pela Sismicidade	Ficha nº 10

Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

## 2.2. AÇÕES ESPERADAS

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, deve-se seguir as ações indicadas nos itens seguintes, para cada nível de resposta.

Os contatos para notificação de entidades com responsabilidades instituídas, em particular do Empreendedor, do Coordenador do PAE, do Sistema de Defesa Civil são apresentados a seguir e no Fluxograma de Notificação que consta na Figura 23 (Capítulo 3 – Procedimentos de notificação e sistema de alerta).

### 2.2.1. NÍVEL VERDE

Corresponde à etapa em que os serviços rotineiros estão **NORMAIS**, não existindo risco à segurança das estruturas dos barramentos nem ao sistema operacional das barragens. Seguem-se os procedimentos de rotina conforme o Volume III - Planos e Procedimentos.

### 2.2.2. NÍVEL AMARELO

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de **ATENÇÃO** na barragem e/ou no vale a jusante, devido a pequenos riscos estruturais ou hidrológicos, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente igual às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes).

As tarefas deste nível devem ser coordenadas pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) adotando as seguintes medidas:

- Informar a situação às unidades internas: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) assim que confirmar a situação de atenção, deverá informar o fato, no prazo de 30 dias, ao Empreendedor (Codevasf) e ao Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR), contendo indicações das ações necessárias para garantia da normalidade.

O Empreendedor (Codevasf) deverá solicitar ao setor competente a adoção das medidas indicadas.

O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá atualizar a planilha de prioridade e verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários necessários.

### 2.2.3. NÍVEL LARANJA

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de **ALERTA** na barragem e/ou no vale a jusante, devido a consideráveis riscos estruturais ou hidrológicos, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias naturais com elevado período de retorno, 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 tarefas deste nível devem ser coordenadas pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) adotando as seguintes medidas:

- Informar a situação às unidades internas: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) assim que confirmar a situação de alerta, deverá informar o fato, no prazo de 15 dias, ao Empreendedor (Codevasf) e ao Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR), contendo indicações das ações necessárias para garantia da normalidade, principalmente o rebaixamento do volume do reservatório ou elaboração de projeto de recuperação da barragem.
- Informar o alerta de inundação na Zona de Autossalvamento: Em caso de liberação de vazão efluente superior às condições de restrição a jusante, o Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá comunicar o risco de alagamento das Zona de Autossalvamento. Para as demais situações correspondentes ao Nível de Resposta 2, o Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá estabelecer sinal de alerta de estado de prontidão na ZAS.

O Empreendedor (Codevasf) deverá solicitar ao setor interno competente a adoção das medidas indicadas com prioridade.

O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá atualizar a planilha de prioridade e verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários e extraordinários necessários. O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá analisar a necessidade de aumento na frequência do monitoramento hidrológico ou estrutural. O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá adotar a seguinte medida:

- Informar a situação às unidades externas especializadas: O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá comunicar o estado da barragem e as condições de risco, bem como as medidas a serem adotadas nas unidades externas especializadas: ANA (Entidade Fiscalizadora), Defesas Cívicas Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cívicas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) o contato dos responsáveis consta no Capítulo 1.

Defesas Cívicas Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cívicas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) deverão atuar na Zona de Segurança Secundária.

#### 2.2.4. NÍVEL VERMELHO

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de **EMERGÊNCIA** na barragem e/ou no vale a jusante, devido a grandes e iminentes riscos estruturais ou hidrológicos, que pode acarretar em inundações naturais ou induzidas pelo rompimento/galgamento da barragem, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias com elevado período de retorno, 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 tarefas serão desenvolvidas por todos os participantes deste plano, sendo que a partir da decisão de retirada das populações o comando desta ação deverá passar para a Coordenação da Defesas Cívicas Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cívicas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais). No entanto, as ações na Zona de Autossalvamento são responsabilidade do Empreendedor (Codevasf).

As medidas a serem adotadas pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) serão as seguintes:

- Informar a situação às unidades internas: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional), confirmada a situação de emergência, deverá informar o fato imediatamente ao Empreendedor (Codevasf) e ao Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) solicitando mobilização de pessoal especializado para as ações emergenciais.
- Alertar a Zona de Autossalvamento: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá ativar o sistema de alerta para emergência na Zona de Autossalvamento para evacuação da população.

O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá adotar a seguinte medida:

- Informar a situação às unidades externas especializadas: O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá comunicar o estado da barragem e as condições de risco, bem como as medidas a serem adotadas nas unidades externas especializadas: ANA (Entidade Fiscalizadora), Defesas Cíveis Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais), o contato dos responsáveis consta no Capítulo 1.

O Empreendedor (Codevasf) deverá criar a Equipe de Controle Emergencial da Barragem, sob coordenação do Coordenador do PAE (Supervisor Regional), assim como estabelecer a Central de Operações. A seguir são apresentadas demais informações em relação às medidas citadas.

- Controle Emergencial da Barragem: A equipe coordenada pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá intensificar o monitoramento estrutural e/ou hidrológico no barramento; elaborar e executar planejamento das intervenções imediatas na barragem, e auxiliar sempre que solicitado as Defesas Cíveis Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) sobre a necessidade de evacuação da população a jusante.
- Montar Central de Operações: O Empreendedor (Codevasf) deve articular imediatamente um escritório com as Prefeituras Municipais para montar uma Central de Operações Emergenciais, que servirá de base para planejamento e execução dos serviços emergenciais, articulação com demais órgãos de proteção civil, e comunicação com autoridades e atingidos.

A Central de Operações corresponde a uma sala de situação para encaminhamento das ações de emergência e para comunicação transparente com a sociedade, com participação do Empreendedor (Codevasf), de representantes dos órgãos de proteção e defesa civil, da autoridade licenciadora do SISNAMA, dos órgãos fiscalizadores e das comunidades e Municípios afetados (Lei nº 14.066/2020).

As Defesas Cíveis Estaduais e Municipais (na falta dessas, as Prefeituras Municipais) deverão comunicar a situação de risco à Polícia Militar e ao Corpo de Bombeiros, assim como atuar na Zona de Segurança Secundária.

Terminada a situação de emergência, o Empreendedor (Codevasf) deve providenciar a elaboração do Relatório de Encerramento de evento de emergência, cujo conteúdo mínimo encontra-se apresentado e recomenda-se minimamente que contenha os seguintes itens (Res. ANA nº 236/2017):

- Descrição detalhada do evento e possíveis causas;

- Relatório fotográfico;
- Descrição das ações realizadas durante o evento, inclusive cópia das declarações emitidas e registro dos contatos efetuados;
- Indicação de áreas afetadas com identificação dos níveis ou cotas altimétricas atingidas pela onda de cheia;
- Consequências do evento, inclusive danos materiais, à vida, à propriedade, ao meio ambiente e às atividades econômicas afetadas;
- Proposições de melhorias para revisão do PAE, caso seja necessário;
- Conclusões do evento;
- Proposta/projeto de recuperação da área afetada; e
- Ciência do responsável legal pelo empreendimento.

Esse relatório deverá ser enviado ao órgão fiscalizador (ANA - Agência Nacional de Águas) assim que concluído.

### 3. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÕES E SISTEMAS DE ALERTA

#### 3.1. OBJETIVO

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 procedimentos de comunicação visam garantir os seguintes pontos:

- Definir quem notifica e quem é notificado;
- Identificar os nomes dos intervenientes, das organizações responsáveis e principais tomadores de decisão das ações emergenciais, com respectivos números para contato e recursos alternativos de comunicação;
- Definir os meios de comunicação entre o Coordenador do PAE (responsável por desencadear o alerta) e as entidades a alertar;
- Definir os dispositivos de alerta sonoros para informar a população da ZAS da iminência ou ocorrência de um acidente na barragem; e
- Acionar o Sistema de Proteção e Defesa Civil.

#### 3.2. NOTIFICAÇÃO

A comunicação 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 (ANA e Sistema de Defesa Civil), conforme Figura 26.

O Capítulo 1 apresenta os contatos dos responsáveis do PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e defesa civil, das unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas é apresentado no Subcapítulo 1.3.

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

O Fluxograma de Acionamento está apresentado no Fluxograma de Notificação que consta na Figura 23 (Capítulo 3 – Procedimentos de notificação e sistema de alerta).

### 3.3. SISTEMA DE ALERTA

O sistema de alerta estabelecido para a ZAS deve contar com sistemas em funcionamento permanente e que possam ser facilmente acionados, de modo a garantir o alerta à população e aos ocupantes desta região. Além disso, deve considerar a delimitação de meios de comunicação para estabelecer contato com as autoridades de proteção e Defesa Civil. O sistema de alerta deve prevenir a ocorrência de falsos alarmes e manter um programa de manutenção para garantir seu pleno funcionamento.

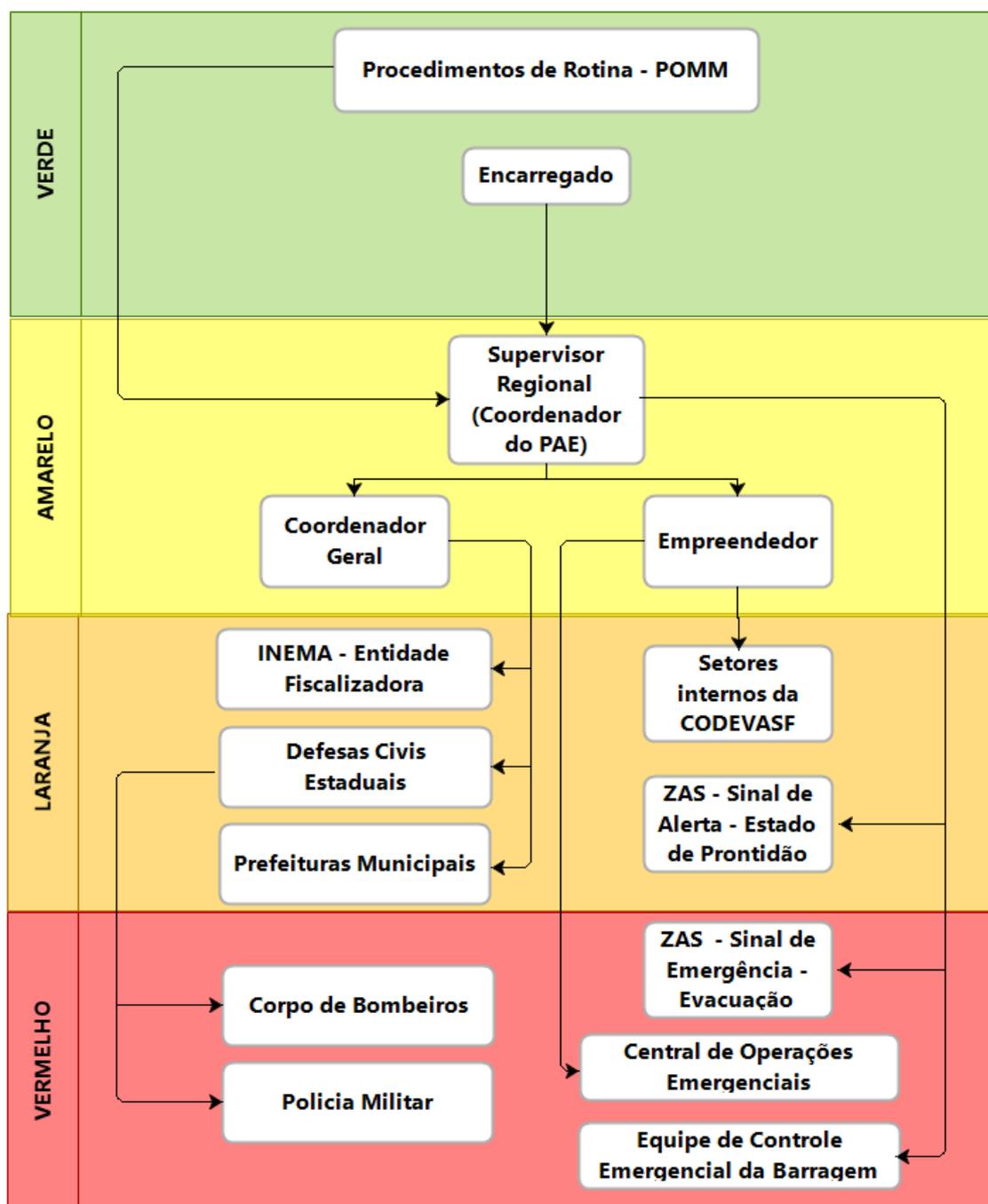
As estratégias de alerta, comunicação e orientação à população potencialmente afetada na ZAS serão debatidas com as Defesas Civas e as Prefeituras Municipais. Os avisos de situações de emergência para a população na ZAS poderão ser feitos por telefone (ligação ou mensagens), sinais sonoros ou luminosos tais como: buzinas, apitos, sirenes etc. Esses avisos somente serão acionados quando deflagrados uma situação de emergência correspondente ao NR-2 e NR-3 e que reúna circunstâncias necessárias para uma evacuação interna da barragem e na ZAS. Outros meios de comunicação também poderão ser utilizados, por exemplo, rádio e televisão.

O alerta à população da ZAS consiste em estabelecer estado de prontidão e emergência para o NR-2 e NR-3, respectivamente. Sendo necessário esclarecer a gravidade de cada situação a população da ZAS.

### 3.4. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Em caso de emergência, deve-se seguir o Fluxograma de Notificação apresentado na Figura 23, para a notificação dos indivíduos e das entidades e o alerta da população em risco. A Figura 24 apresenta um resumo dos contatos presentes no Fluxograma de Notificação.

Figura 23 – Fluxograma de Notificação.



Fonte: RHA, 2021.

Figura 24 – Contatos do Fluxograma de Notificação

<p><b>DEFESA CIVIL</b> <b>MINAS GERAIS</b> (31) 3915-0199 <a href="http://www.defesacivil.mg.gov.br/">http://www.defesacivil.mg.gov.br/</a> <b>BAHIA</b> (71) 3115-3000 <a href="http://www.defesacivil.ba.gov.br/">http://www.defesacivil.ba.gov.br/</a> <a href="mailto:paulosergio.luz@sudec.ba.gov.br">paulosergio.luz@sudec.ba.gov.br</a> <b>POLICIA CIVIL</b> <b>MINAS GERAIS</b> (31) 3071-2540 <a href="https://www.policiamilitar.mg.gov.br/">https://www.policiamilitar.mg.gov.br/</a> <b>BAHIA</b> (71) 3117-6048 <a href="http://www.pm.ba.gov.br/">http://www.pm.ba.gov.br/</a> <a href="mailto:cg.cmt@pm.ba.gov.br">cg.cmt@pm.ba.gov.br</a> <b>CORPO DE BOMBEIROS</b> <b>MINAS GERAIS</b> (31) 3915-7525 <a href="http://www.bombeiros.mg.gov.br/">http://www.bombeiros.mg.gov.br/</a> <b>BAHIA</b> (71) 3116-6782 <a href="http://www.cbm.ba.gov.br/">http://www.cbm.ba.gov.br/</a> <a href="mailto:cg.gabinete@cbm.ba.gov.br">cg.gabinete@cbm.ba.gov.br</a> <b>PREFEITURAS MUNICIPAIS</b> <b>URANDI - BA</b> (77) 3456-2127 <a href="http://www.urandi.ba.gov.br/">http://www.urandi.ba.gov.br/</a> <a href="mailto:prefeitura.urandi@urandi.ba.gov.br">prefeitura.urandi@urandi.ba.gov.br</a> <b>SEBASTIÃO LARANJEIRAS - BA</b> (77) 3668-2243 <a href="mailto:contato@sebastiaolaranjeiras.ba.gov.br">contato@sebastiaolaranjeiras.ba.gov.br</a> <b>IUIU - BA</b> (77) 3682-2122 (77) 3682-2009 <a href="http://www.iuiu.ba.gov.br/">http://www.iuiu.ba.gov.br/</a> <a href="mailto:pmiuiugp@hotmail.com">pmiuiugp@hotmail.com</a> <b>MALHADA - BA</b> (77) 3691-2145 <a href="http://www.malhada.ba.gov.br">www.malhada.ba.gov.br</a> <a href="mailto:contato@malhada.ba.gov.br">contato@malhada.ba.gov.br</a></p>	<p><b>ESPINOSA - MG</b> (38) 3812-2000 <a href="http://espinosa.mg.gov.br/">http://espinosa.mg.gov.br/</a> <a href="mailto:prefeituraespinosa@yahoo.com.br">prefeituraespinosa@yahoo.com.br</a> <b>GAMELEIRAS - MG</b> (38) 3811-9104 <a href="https://www.gameleiras.mg.gov.br/">https://www.gameleiras.mg.gov.br/</a> <a href="mailto:contato@gameleiras.mg.gov.br">contato@gameleiras.mg.gov.br</a> <b>MATIAS CARDOSO - MG</b> (38) 3616-3151 <a href="https://www.matiascardoso.mg.gov.br/">https://www.matiascardoso.mg.gov.br/</a> <a href="mailto:prefeitura@matiascardoso.mg.gov.br">prefeitura@matiascardoso.mg.gov.br</a> <b>MANGA - MG</b> (38) 3615-2112 <a href="https://www.manga.mg.gov.br/">https://www.manga.mg.gov.br/</a> <a href="mailto:gabinetemanga@gmail.com">gabinetemanga@gmail.com</a> <b>DEFESAS CIVIS MUNICIPAIS EXISTENTES</b> <b>ESPINOSA - MG</b> (38) 99222-2425 Sr. João Carlos Boa-Sorte <b>ENTIDADE FISCALIZADORA - INEMA</b> (71) 3118-4133 <a href="http://www.inema.ba.gov.br/">http://www.inema.ba.gov.br/</a> <b>EMPREENDEDOR</b> PR - Presidência Marcelo Andrade Moreira Pinto Presidente (61) 98244-6100 <a href="mailto:marcelo.moreira@codevasf.gov.br">marcelo.moreira@codevasf.gov.br</a> <b>COORDENADOR GERAL</b> 2º/SR - 2ª Superintendência Regional Harley Xavier Nascimento Superintendente (077) 3481-8000 <a href="mailto:harley.nascimento@codevasf.gov.br">harley.nascimento@codevasf.gov.br</a> <b>COORDENADOR DO PAE (SUPERVISOR REGIONAL)</b> 2º/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura Gerente Renato do Rosário Bittencourt Lopes Eng. Civil, MSc (077) 3481-8021 <a href="mailto:renato.lopes@codevasf.gov.br">renato.lopes@codevasf.gov.br</a></p>
---	---

Fonte: RHA, 2021.

## 4. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE

### 4.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

A Codevasf, representada pelo contato do empreendedor apresentado no Capítulo 1, de acordo com a (Lei nº12.334/2010, alterada pela Lei nº 14.066/2020), deve:

- Articular com o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) para promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes do PAE;
- Ouvir o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) na fase de elaboração do PAE quanto às medidas de segurança e aos procedimentos de evacuação em caso de emergência;
- Realizar, juntamente o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais), em periodicidade a ser definida pelo órgão fiscalizador (ANA), exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem;
- Estender os elementos de autoproteção existentes na ZAS aos locais habitados da ZSS nos quais o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais), não possam atuar tempestivamente em caso de vazamento ou rompimento da barragem;

Ademais, a Codevasf possui as seguintes responsabilidades.

- Providenciar a elaboração e atualização do PAE;
- Promover treinamentos internos, no máximo a cada dois anos, e manter os respectivos registros de treinamento;
- Participar dos treinamentos organizados pelos organismos de Defesas Cíveis Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais);
- Designar o Coordenador do PAE (Supervisor Regional);
- Disponibilizar recursos quando a necessidade desses for além da autonomia do Coordenador do PAE (Supervisor Regional);
- Protocolar o PAE nas autoridades públicas com funções na gestão da emergência, em especial Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis

Estaduais (Minas Gerais) e Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais);

- Estabelecer a Central de Operações Emergenciais em caso de NR-3;
- Contactar os setores internos competentes da Codevasf para auxílio ao Coordenador do PAE quando necessário;
- Determinar os membros da Equipe de Controle Emergencial da barragem Bico da Pedra;
- Autorizar a emissão da declaração de encerramento de emergência;
- Programar as reuniões de avaliação depois dos eventos de emergência;
- Ter pleno conhecimento das Ações de Resposta do PAE e do Plano de Comunicação;
- Estabelecer, em conjunto com as Defesas Civas Estaduais (Minas Gerais) e as Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais), estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS sobre procedimentos a serem adotados nos Níveis de Resposta 2 e 3; e
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de emergência com a ciência do responsável legal da barragem e das Defesas Civas Estaduais (Minas Gerais) e as Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais).

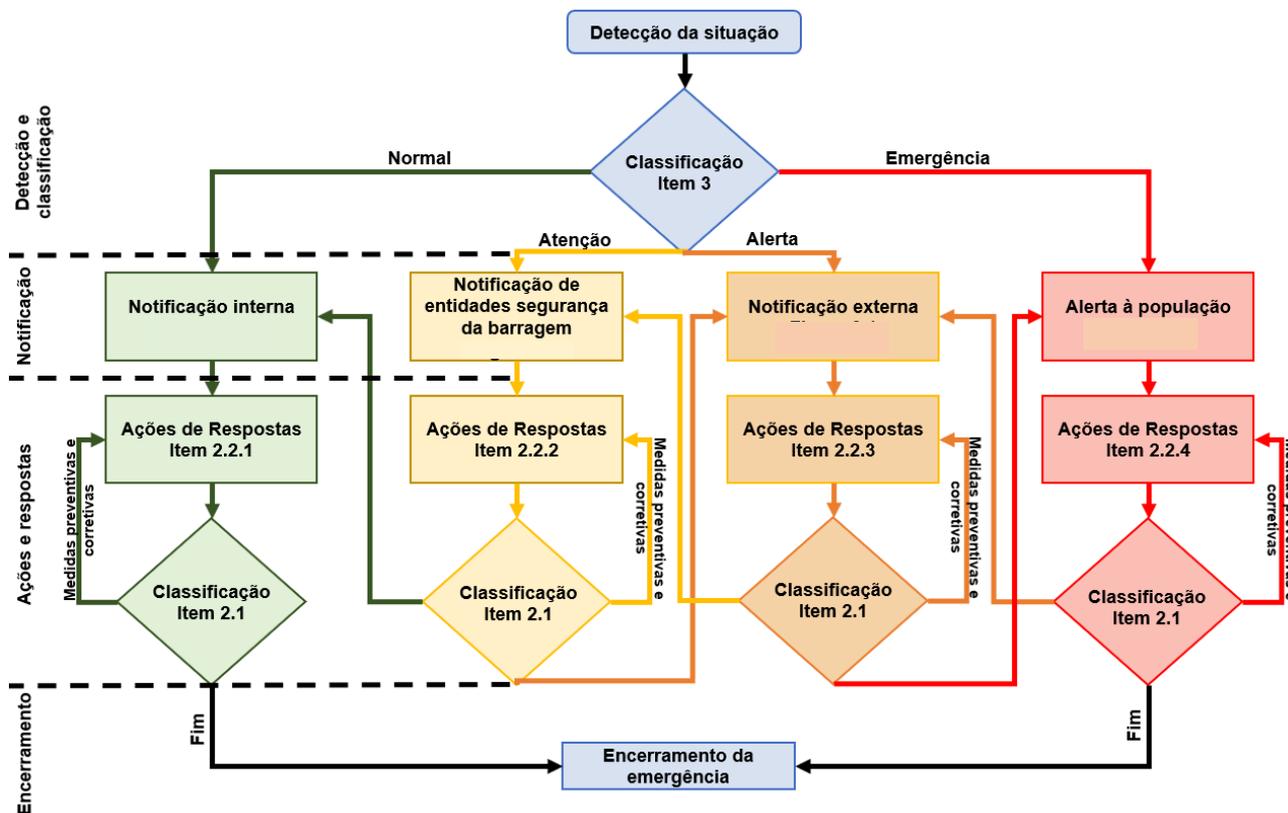
#### **4.2. RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE**

O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) por delegação da Codevasf, possui as seguintes responsabilidades:

- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os Níveis de Resposta;
- Visitar mensalmente a barragem Bico da Pedra;
- Estabelecer contatos com o Empreendedor (Codevasf) e Coordenador Geral;
- Emitir declaração de início e encerramento de situação de emergência;
- Ter pleno conhecimento das Ações de Resposta do PAE e do Plano de Comunicação;
- Coordenar a Equipe de Controle Emergencial da barragem Bico da Pedra; e
- Auxiliar na elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

O Coordenador do PAE, é, assim, o responsável por coordenar as ações descritas no PAE (vide Figura 25), devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência em potencial da barragem

Figura 25 – Ações a Implementar pelo Coordenador PAE



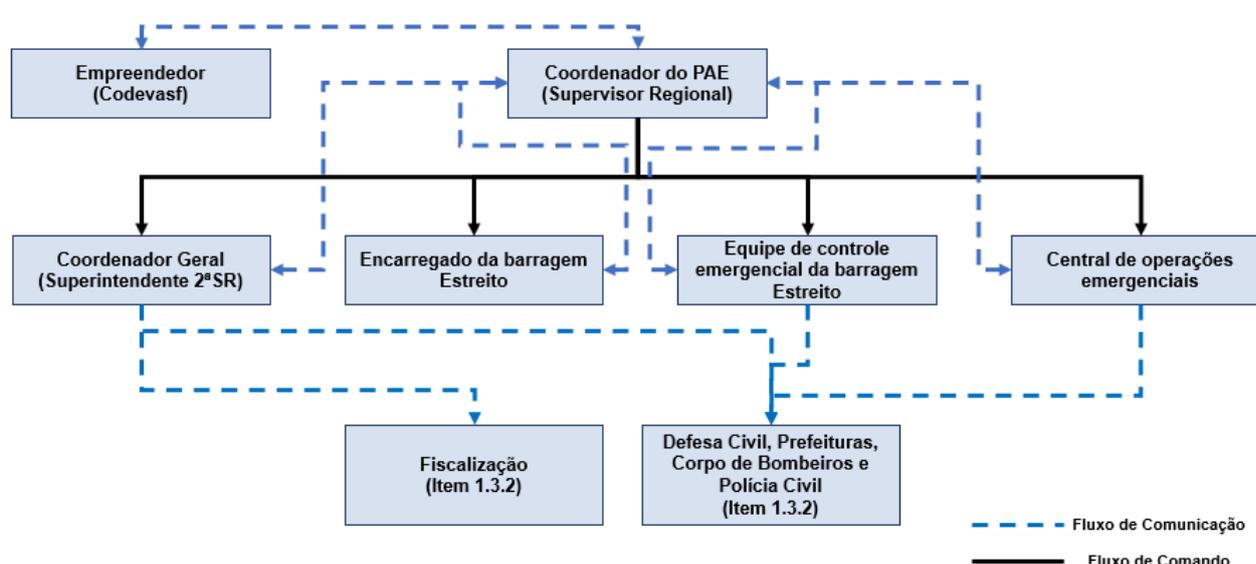
Fonte: adaptado ANA, 2021

### 4.3. RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE DO PAE

#### 4.3.1. INTRODUÇÃO

A Figura 26 apresenta a organização da equipe do PAE da barragem Bico da Pedra, em que o fluxo de comando e comunicação estão ilustrados. As responsabilidades e organização da equipe do PAE estão descritas a seguir.

Figura 26 – Organização a nível de Barragem



Fonte: adaptado ANA, 2021

#### 4.3.2. COORDENADOR GERAL

O Coordenador Geral (Superintendente 2ª SR), por delegação da Codevasf, possui as seguintes responsabilidades:

- Estabelecer e manter contato com as Defesas Civas Estaduais (Minas Gerais) e as Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) e a Entidade Fiscalizadora (ANA);
- Ter pleno conhecimento das Ações de Resposta do PAE e do Plano de Comunicação;
- Verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários e extraordinários necessários para eventuais situações anômalas;
- Verificar a necessidade do aumento de frequência no monitoramento hidrológico e estrutural do empreendimento; e
- Auxiliar na elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

#### 4.3.3. ENCARREGADO DA BARRAGEM

O Encarregado da Barragem Bico da Pedra, por delegação da Codevasf, possui as seguintes responsabilidades:

- Monitorar diariamente a barragem e estruturas associadas; e
- Contatar o Coordenador do PAE ao detectar alguma possível anomalia no empreendimento.

#### **4.3.4. EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM**

A Equipe de Controle Emergencial da barragem Bico da Pedra será criada pela Codevasf quando definida uma situação de Nível de Resposta 3. A Equipe será liderada pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) e possui as seguintes responsabilidades:

- Intensificar o monitoramento hidrológico e/ou estrutural no empreendimento;
- Elaborar e executar o planejamento das intervenções imediatas na barragem; e
- Auxiliar sempre que solicitado as Defesas Civas Estaduais (Minas Gerais) e as Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais).

#### **4.3.5. CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS**

A Central de Operações Emergenciais da barragem Bico da Pedra será criada pela Codevasf quando definida uma situação de NR-3. A Central de Operações possui as seguintes responsabilidades:

- Planejamento e execução dos serviços emergenciais;
- Articulação com as Defesas Civas Estaduais (Minas Gerais) e as Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais); e
- Comunicação com demais autoridades e atingidos.

#### **4.4. SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC)**

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), que atua na redução de desastres em todo o território nacional, e, no que interessa a emergências em barragens, é constituído no nível estadual pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), órgão ligado ao gabinete do Governador, que comporta diversos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros) e 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).

Por força da Lei nº 12.608/2012, os municípios estão obrigados a elaborar os seus respectivos Planos de Contingência Municipais de Proteção e Defesa Civil (PLANCON) para favorecer a ação de proteção e defesa civil para toda e qualquer ameaça a qual o município esteja submetido.

Portanto, os órgãos e as autoridades públicas já possuem a responsabilidade formal de atuar durante a ocorrência de situações de emergência nos municípios, pela ação

coordenada entre estes nas diferentes esferas municipal, estadual e federal.

As COMDECs dos municípios situados a jusante e que são atingidos devido a uma hipotética ruptura da barragem, devem alertar e conduzir ações de salvamento às populações, tendo o apoio da Codevasf para as ações na ZAS, onde entende-se que, na emergência, não haverá tempo hábil para ações das autoridades de proteção e defesa civil dos municípios implantarem o previsto nos respectivos planos de contingências.

A participação das autoridades de defesa civil na implantação do PAE é essencial para a efetividade das ações de emergência aqui estabelecidas; assim, entende-se que as responsabilidades das autoridades de proteção e defesa civil devem concentrar em ações de planejamento contemplando, dentre outras, as seguintes atividades:

- Fornecer informações sobre quais os meios de comunicação utilizado pelas autoridades de proteção e defesa civil envolvidas nas ações do PAE;
- Orientar a Codevasf sobre quais os meios de comunicação são mais efetivos a serem adotados nas situações de emergência para alertar a população da ZAS;
- Analisar e aprovar as rotas de fuga e pontos de encontro na ZAS, propostos pela Codevasf;
- Proceder à determinação de rotas de fuga e pontos de encontro na ZSS; e
- Divulgar as ações de autossalvamento, organizar treinamentos e simulados externos, com apoio da Codevasf.

## 5. SÍNTESE DO ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM E MAPA DE INUNDAÇÃO

### 5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO

Para avaliação dos danos provocados pela hipotética ruptura da barragem Bico da Pedra ao vale a jusante é necessário determinar as zonas potencialmente inundadas pela cheia provocada pela hipotética ruptura da barragem, que afetariam a população, instalações, infraestruturas e ambiente. Para tanto, utiliza-se do estudo de inundação, que por sua vez, se baseia na simulação da cheia induzida.

Os critérios definidos para este estudo seguiram principalmente as diretrizes do “Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens – Volume IV: Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE” da Agência Nacional de Águas (ANA) e as condições de verificação previstas no Termo de Referência do contrato.

#### 5.1.1. MODELO HIDRODINÂMICO

A representação da hipotética ruptura da barragem de Bico da Pedra e definição dos respectivos mapas de inundação foram realizados utilizando a modelagem bidimensional do software HEC-RAS 5.0.7 (USACE, 2008). Foram realizadas simulações para a barragem Bico da Pedra para alguns cenários de ruptura hipotética, a fim de determinar a mancha de inundação considerando o deságue no rio São Francisco a jusante.

Em linhas gerais, o estudo contemplou a simulação de desenvolvimento da brecha de ruptura da barragem e do hidrograma efluente da mesma, bem como o processo de propagação da cheia ao longo do vale a jusante.

Para efetuar a simulação do processo de formação da brecha, o HEC-RAS exige a definição da metodologia para a determinação da geometria da brecha, o tempo de ruptura, bem como a evolução da brecha ao longo do tempo.

A condição hidrodinâmica do rio Gorutuba a jusante da barragem principal no instante de sua hipotética ruptura será correspondente ao pico da vazão afluente, em condição previamente estabilizada (regime permanente) à simulação da hipotética ruptura.

As simulações foram realizadas utilizando a metodologia de cálculo de escoamento em regime não permanente, sendo que, para os cenários de operação hidráulica extrema, sem a ocorrência de rompimento da barragem, as vazões ao longo do tempo serão constantes e, para as simulações de ruptura hipotética, as vazões efluentes serão variáveis ao longo do tempo, correspondentes à formação da brecha.

- **EXTENSÃO DO CÁLCULO**

Conforme orientações do documento “*Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens*” da Agência Nacional de Águas (ANA), o domínio de estudo deve incidir entre a seção de início do reservatório da barragem em ruptura, a montante, e uma determinada seção a jusante.

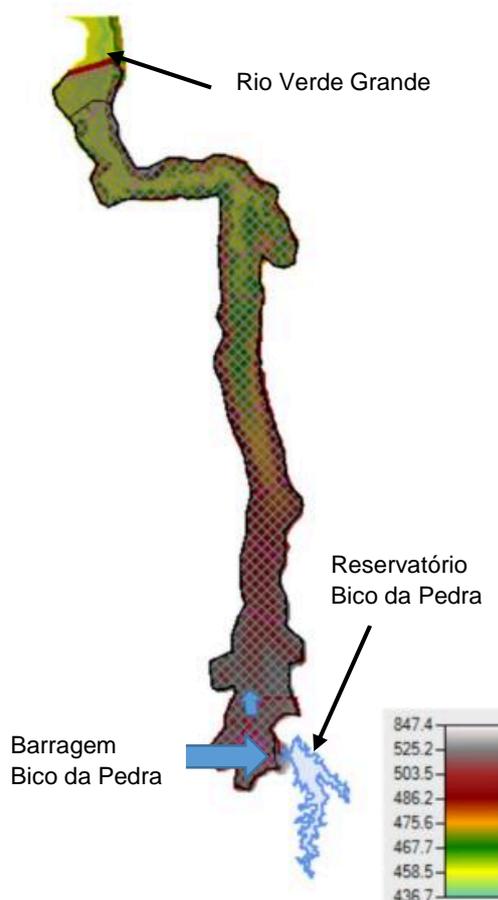
Segundo este documento, os critérios mais adequados para a fixação do limite de jusante são os que se baseiam em fronteiras físicas, ou seja, a foz do rio no oceano, a seção de confluência com outro rio de maior dimensão ou um reservatório a jusante. Também é possível adotar uma seção a partir da qual se estabeleça um grau de risco que seja considerado aceitável. Sendo este o caso, é necessário considerar uma seção onde os níveis de água atinjam uma ordem de grandeza correspondente a determinada cheia característica.

Dessa forma, para o estudo da hipotética ruptura da barragem Bico da Pedra foram definidos os limites:

- Limite de Montante: Barragem de Bico da Pedra;
- Limite de Jusante: Embocadura do Rio Gortuba no Rio Verde Grande

A base cartográfica que gerou o Modelo Digital do Terreno (MDT) foi desenvolvida a partir de duas informações Perfilamento laser aerotransportado e Imagens SRTM. A base cartográfica completa utilizada nas simulações computacionais está indicada na Figura 27 com os reservatórios delimitados em cor azul e o limite computacional delimitado em cor preta.

Figura 27 – Base Cartográfica de Interesse



Fonte: PSB, Volume 5, 2021d

- **CONDIÇÕES DE CONTORNO A JUSANTE**

Como condição de contorno de jusante, devido à falta de informações disponíveis, definiu-se a declividade da linha de energia na seção de saída como sendo igual a 0,1%.

- **DEFINIÇÃO DO COEFICIENTE DE RUGOSIDADE**

Para a reprodução da perda de energia decorrente do atrito do fluxo com os contornos sólidos foi adotada a equação de Manning. Os valores do coeficiente de Manning sugeridos por Chow (1959) para planícies de inundação e canais naturais semelhantes ao observado na região de interesse está indicada na Tabela 12.

Tabela 12 – Valores de coeficiente de rugosidade de Manning

Tipo de Canal e descrição	Valor do coeficiente ( $m^{-1/3}s$ )		
	Mínimo	Normal	Máximo
Pastagens, sem arbustos e com grama alta	0.030	0.035	0.050
Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050
Arbustos pequenos e arvores no inverno	0.035	0.050	0.060

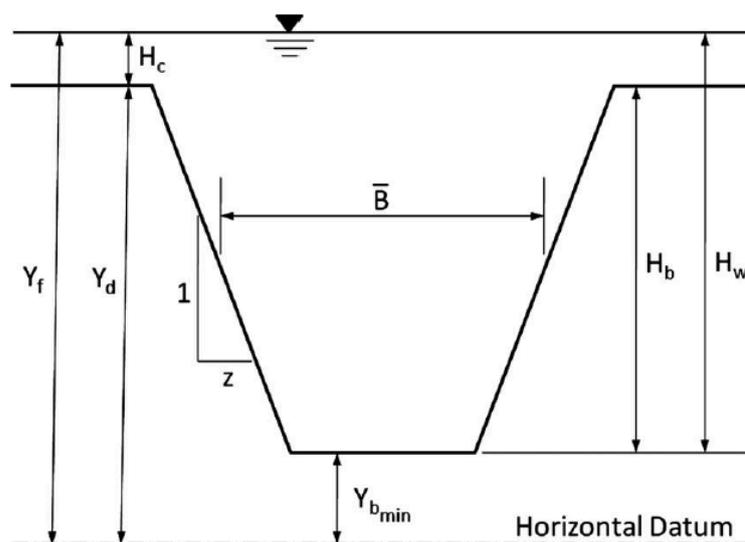
Fonte: PSB, Volume 5, 2019d

A região a jusante da barragem de Bico da Pedra é predominantemente ocupada por plantações e vegetações nativas. Portanto, o coeficiente de rugosidade de Manning adotado para o rio Verde Pequeno para os estudos de ruptura é igual a  $0,035 m^{-1/3}s$ .

### 5.1.2. MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA BRECHA DE RUPTURA

O modelo de desenvolvimento de brecha utilizado neste estudo foi o de Froehlich (2008). Os principais parâmetros utilizados neste modelo para a caracterização da brecha de ruptura são apresentados na Figura 28.

Figura 28 – Parâmetros para Definição da Brecha



Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

As características da brecha foram determinadas conforme indicado a seguir:

$$\bar{B} = 0,27 K_0 V_W^{0,32} H_b^{0,04} \quad \text{Equação 5-1}$$

$$t_f = 63,2 \sqrt{\frac{V_W}{gH_b^2}} \quad \text{Equação 5-2}$$

$$B_b = \bar{B} - z H_b \quad \text{Equação 5-3}$$

Onde,

- $\bar{B}$ : Largura média da brecha final (m);
- $K_0$ : Coeficiente do modo da ruptura ( $K_0 = 1,3$  para galgamento ou  $K_0 = 1,0$  para erosão interna - piping);
- $V_W$ : Volume do reservatório acima da cota final do fundo da brecha (m<sup>3</sup>);
- $t_f$ : Tempo de formação da brecha (s);
- $g$ : Aceleração da gravidade = 9,81 m/s<sup>2</sup>;
- $B_b$ : Largura final do fundo da brecha (m);
- $z$ : Declividade do talude ( $z = 1,0$  para galgamento ou  $z = 0,7$  para piping);
- $Z_b$ : Elevação do fundo da brecha (m).

A brecha inicialmente obtida pelo modelo de Froehlich não ficou bem representada no vale onde a barragem está encaixada. Nesse caso, a Intertechne adotou um modelo simplificado em que se definiu a largura da brecha (correspondente a uma fração da barragem) e se arbitrou o tempo de ruptura. Na sequência são apresentadas as características da brecha de ruptura determinada para a barragem Bico da Pedra (Tabela 13).

Tabela 13 – Descrição das brechas simuladas

Cenário	Tipo de ruptura	Z <sub>crista</sub> (m)	NA (m)	Z <sub>b</sub> (m)	H <sub>b</sub> (m)	V <sub>w</sub> (hm <sup>3</sup> )	K <sub>0</sub> (-)	Z <sub>D</sub> /Z <sub>E</sub> (H:V)	T (h)	$\bar{B}$ (m)	B <sub>b</sub> (m)
5	Mais Provável	576,00	572,37	544,00	32	612,42	1,0	1.0/7.0	3,63	518,0	390,0
6	Extrema	576,00	576,00	544,00	32	802,78	1,3	1.0/7.0	4,96	518,0	390,0

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

### 5.1.3. CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

O “Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens” determina que se deve optar por construir o menor número possível de cenários. Assim, para garantir uma adequada segurança associada aos diferentes tipos de barragem, o referido manual define dois tipos de cenários: o cenário de operação hidráulica extrema, que pode dar origem a descargas importantes, que, sem conduzir à ruptura, pode colocar em risco pessoas e bens no vale a jusante, e o cenário de ruptura propriamente dita. Estes dois cenários serão detalhados na sequência em itens específicos.

Os critérios e cenários simulados foram determinados a partir das considerações do “Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens” e do Termo de Referência, que deu origem ao contrato cujo objeto se constitui na elaboração do presente estudo. Os cenários simulados são descritos na Tabela 14.

Tabela 14 – Descrição dos cenários simulados

Cenário	Descrição do cenário	Vazão afluente
1	Cheias naturais – Sem considerar a existência da barragem	TR = 100 anos
2		TR = 1.000 anos
3		TR = 10.000 anos
4	Operação hidráulica extrema Vertimento máximo (nível de água na El. 552,25 m)	Vertimento Máximo
5	Ruptura com volume mais provável	TR = 100 anos
6	Ruptura extrema	Vertimento Máximo

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.



- **CENÁRIO DE CHEIAS NATURAIS**

Foram simulados 3 cenários de cheias naturais, ou seja, sem considerar a existência da barragem. Os cenários de cheias naturais simulados foram as recorrências de 100, 1.000 e 10.000 anos. Nestes cenários considerou-se sempre o pico dos hidrogramas afluentes como vazão constante.

- **CENÁRIO DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA EXTREMA**

Estes são os cenários de ocorrência de eventos hidrológicos extremos que geram vertimentos importantes. Vale ressaltar que, no caso da Barragem Bico da Pedra, esses casos sempre resultarão em inundações a jusante iguais ou menores que aquelas que ocorreriam em caso de inexistência da barragem. Isso ocorre uma vez que o vertedouro é de superfície livre e seu funcionamento é independente de decisões de equipes de operação, o que impede a existência de casos de aberturas abruptas de comportas.

Para o cenário de Operação Hidráulica Extrema foi realizada uma simulação considerando vertimento máximo, ou seja, aquela que ocorreria em caso do nível de água estivesse na cota do coroamento da barragem (El. 576,00 m).

- **CENÁRIOS DE RUPTURA**

Para as simulações de ruptura da barragem foram considerados dois cenários: um com ruptura por mecanismo estrutural (Piping) com o nível de água em volume mais provável e outro de ruptura extrema, que considera a ocorrência de galgamento.

A seguir são apresentados detalhadamente as premissas adotadas em cada cenário.

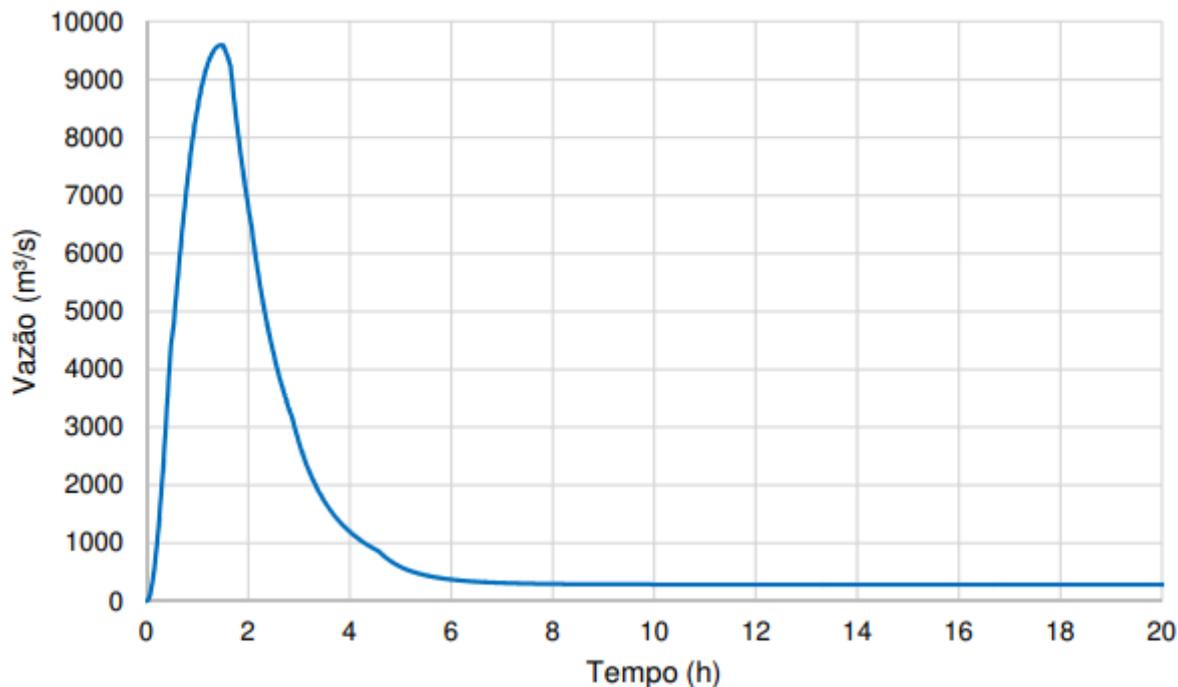
- Cenário de Ruptura Mais Provável

Para o cenário de ruptura mais provável considerou-se a ruptura por mecanismo estrutural (Piping) que pode ser considerado um cenário de ruptura em dia de sol – sem influência da precipitação. Neste cenário, foram consideradas as seguintes premissas:

- Condição inicial: Vale a jusante estabilizado com a passagem da vazão efluente correspondente ao pico da vazão de 100 anos de recorrência;
- Vazão efluente correspondente ao pico da vazão de 100 anos de recorrência;
- Nível do reservatório no instante inicial correspondente ao nível máximo decorrente da passagem da cheia de 100 anos pelo reservatório (El. 572,37 m);
- Características da brecha de ruptura conforme Froehlich (2008)
- Coeficiente de piping: 0,5;
- Elevação inicial do piping: 545,00 m.

O hidrograma efluente pela brecha encontra-se indicado na Figura 29.

Figura 29 – Hidrograma da Brecha de Ruptura – Cenário 5



Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

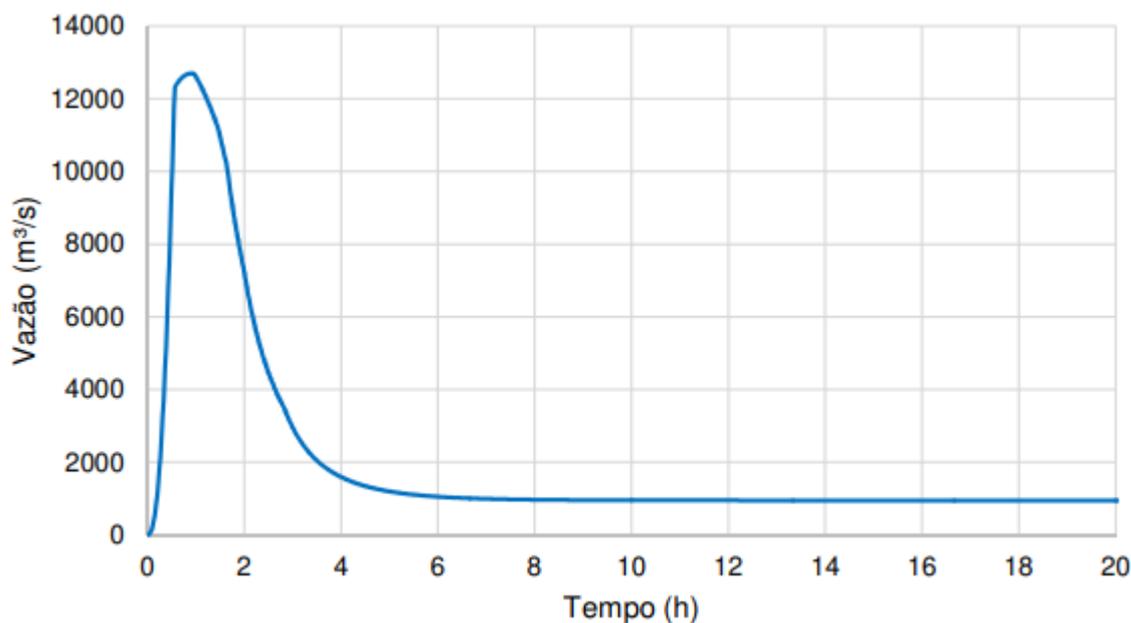
o Cenário de Ruptura Extrema

Para o cenário de ruptura por galgamento, foram consideradas as seguintes premissas:

- Condição inicial: Vale a jusante estabilizado com a passagem da vazão efluente correspondente ao pico do hidrograma de máximo vertimento;
- Vazão efluente correspondente ao pico do hidrograma de máximo vertimento;
- Nível do reservatório no início da formação da brecha na elevação 576,0 m, ou seja, na cota de coroamento da barragem;
- Características da brecha de ruptura conforme Froehlich (2008).

O hidrograma efluente pela brecha encontra-se indicado na Figura 30.

Figura 30 – Hidrograma da Brecha de Ruptura – Cenário 6



Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

### • CENÁRIOS DETALHADOS A SIMULAR

Estão apresentados de maneira detalhada na Tabela 15 os cenários objeto deste estudo hidráulico.

Tabela 15 - Descrição detalhada dos cenários a serem simulados

Cenário	Descrição do cenário	Critério	Vazão afluente (m³/s)	Vazão efluente (m³/s)	Largura média da brecha (m)	Tempo de formação da brecha	Nível de água no reservatório no início da simulação (m)
1	Cheias Naturais	TR = 100 anos	909	909	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
2		TR = 1.000 anos	1.857	1.875			
3		TR = 10.000 anos	3520	3520			
4	Operação Hidráulica Extrema Vertimento máximo	Vertimento Máximo Efluente	2.983	956	Não se aplica	Não se aplica	576,00
5	Ruptura mais provável por mecanismo estrutural (piping)	TR = 100 anos efluente	909	201	518,0 m Froehlich (2008)	3,63 horas Froehlich (2008)	572,37
6	Ruptura extrema por galgamento	Vertimento Máximo Efluente	2.983	956	518,0 m Froehlich (2008)	4,96 horas Froehlich (2008)	576,00

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

#### 5.1.4. RESULTADOS DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO

Para a apresentação dos resultados do estudo de inundação, foram elaborados mapas de inundação. Esses mapas são apresentados no Anexo 9.

Complementarmente, foram traçadas seções transversais no rio Gortuba, atendendo à recomendação da ANA de apresentar os resultados do cálculo do mapa de inundação com intervalos de pelo menos 1 km nos primeiros cinco quilômetros a jusante da barragem, prosseguindo depois com uma cadência de intervalos maiores, garantindo informação mais detalhada nas zonas singulares, que coincidam com elementos em risco.

Para cada perfil foram coletadas as seguintes informações:

- A velocidade máxima da onda de inundação (m/s);
- A vazão máxima atingida (m<sup>3</sup>/s);
- O nível máximo da cheia atingido (altura e cota);
- A altura máxima da onda de inundação (m);
- O hidrograma com a representação gráfica do comportamento hidrodinâmico (vazão e altura da água) da onda de inundação em função do tempo.

Essas informações são apresentadas de maneira resumida na Tabela 16 e na Tabela 17 e apresentadas detalhadamente no Anexo 9.

Tabela 16 – Características Hidráulicas – Cenário de Ruptura Mais Provável

Características Hidráulicas	Tempo de chegada da frente de onda (h):	Tempo de chegada do pico da onda (h)	Velocidade máxima (m/s):	Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	Nível máximo (m):	Duração da onda (h):
Seção 1	00:05	02:35	15,1	47629	552,04	10:50
Seção 2	00:15	02:40	11,8	47622	544,80	06:35
Seção 3	00:15	02:40	7,3	47622	543,16	09:15
Seção 4	00:20	02:45	6,4	47363	538,83	09:45
Seção 5	00:30	02:45	5,2	47150	537,34	10:00
Seção 6	00:30	02:50	4,8	46269	536,71	11:20
Seção 7	00:30	02:50	5,2	45995	535,33	11:55
Seção 8	00:35	02:55	4,6	45567	533,49	11:20
Seção 9	01:05	03:15	5,5	45434	530,47	07:15
Seção 10	01:30	03:30	4,1	45155	524,75	06:15
Seção 11	03:00	04:55	3,6	38406	506,94	11:35
Seção 12	04:10	05:40	3,4	36753	493,90	10:20
Seção 13	05:25	06:50	3,3	32067	485,81	12:25
Seção 14	06:45	08:25	2,6	28273	477,86	13:05
Seção 15	09:00	11:35	2,9	21096	469,01	18:40
Seção 16	09:55	12:50	3,6	17636	467,28	23:55

Características Hidráulicas	Tempo de chegada da frente de onda (h):	Tempo de chegada do pico da onda (h)	Velocidade máxima (m/s):	Vazão máxima (m³/s)	Nível máximo (m):	Duração da onda (h):
Seção 17	11:25	15:40	2,4	11847	464,48	63:10
Seção 18	12:35	17:30	3,3	10929	462,48	65:10
Seção 19	14:40	19:25	2,1	10316	458,81	28:15
Seção 20	18:45	24:10	2,7	8213	452,74	46:55

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

Tabela 17 – Características Hidráulicas – Cenário de Ruptura Extrema

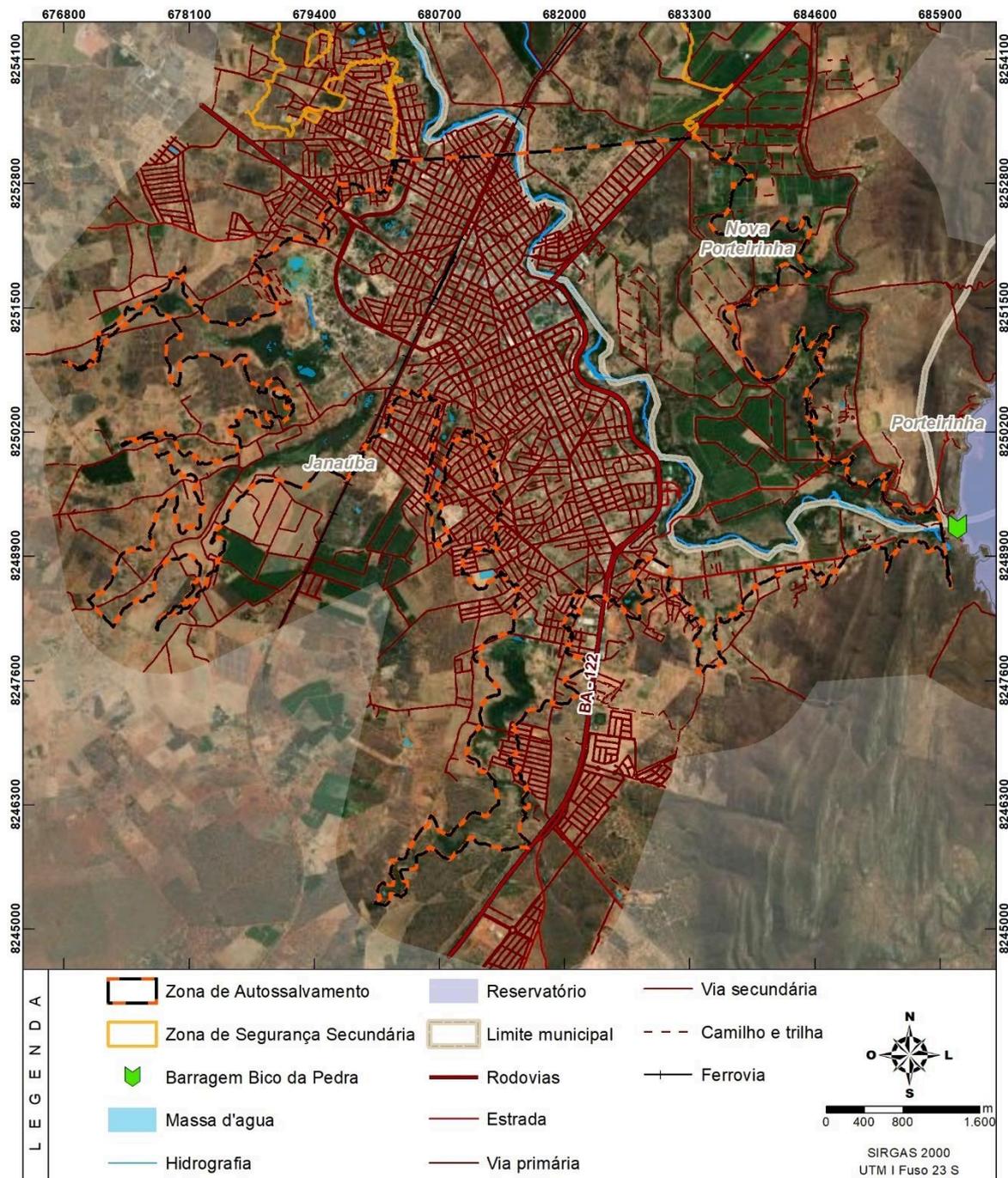
Características Hidráulicas	Tempo de chegada da frente de onda (h):	Tempo de chegada do pico da onda (h)	Velocidade máxima (m/s):	Vazão máxima (m³/s)	Nível máximo (m):	Duração da onda (h):
Seção 1	00:10	02:20	15,4	49530	552,31	09:10
Seção 2	00:15	02:25	11,9	49531	544,97	07:20
Seção 3	00:15	02:25	7,4	49531	543,26	09:00
Seção 4	00:25	02:30	6,9	49419	538,97	07:00
Seção 5	00:25	02:35	5,4	49317	537,57	10:05
Seção 6	00:25	02:35	4,8	48877	536,76	11:35
Seção 7	00:35	02:35	5,8	48747	535,44	06:10
Seção 8	00:40	02:40	5,5	48545	533,94	08:05
Seção 9	00:50	03:00	5,7	48472	530,63	06:20
Seção 10	01:10	03:15	4,2	48313	524,94	07:10
Seção 11	02:25	04:45	3,6	44632	507,50	11:20
Seção 12	03:30	05:25	3,5	43695	494,52	09:50
Seção 13	04:40	06:30	3,5	40443	486,66	11:35
Seção 14	05:50	07:50	2,6	37355	478,91	12:35
Seção 15	07:45	10:40	3,0	30672	470,28	18:20
Seção 16	08:30	11:30	3,7	26426	468,74	23:50
Seção 17	09:45	14:25	2,1	18832	466,00	31:30
Seção 18	10:45	15:15	2,6	17678	464,18	31:40
Seção 19	12:35	16:50	2,6	16893	460,31	18:25
Seção 20	15:40	20:25	3,0	14019	455,30	24:05

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

## 5.2. DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA

Os critérios adotados para delimitação da ZAS, esquematicamente apresentada na Figura 31, e ZSS estão inseridos no Anexo 8. Os Mapas da ZAS e Mancha de Inundação Máxima, com demarcação da ZSS, estão dispostos no Anexo 9.

Figura 31 – Zona de Autossalvamento (ZAS)



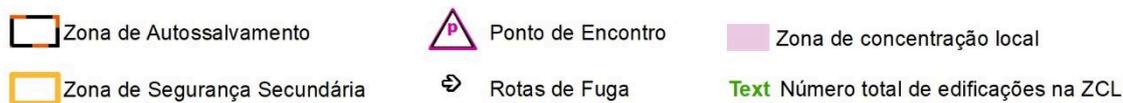
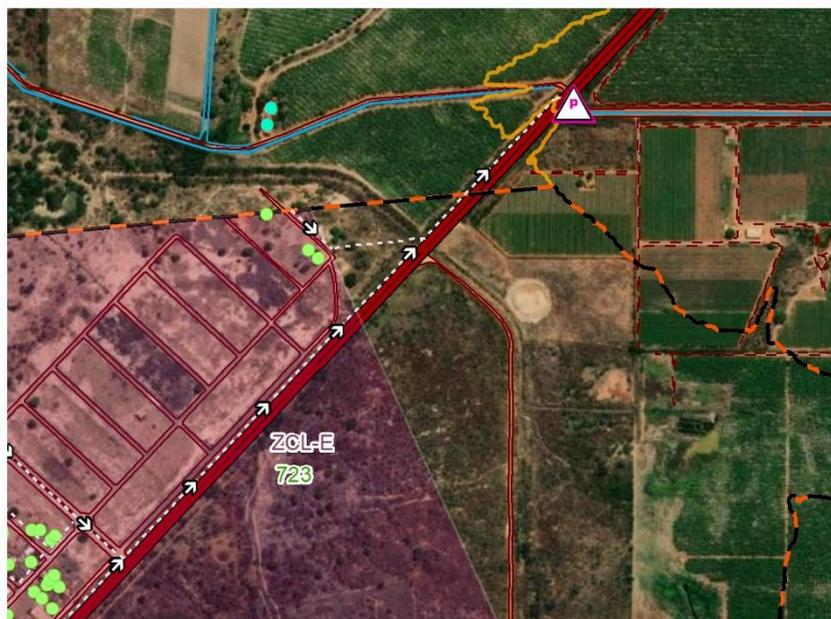
Fonte: RHA Engenharia, 2021.

### 5.3. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO

Os critérios adotados para delimitação das Rotas de Fuga (RF) e Pontos de Encontro (PE) das Zonas de Concentração Local (ZCL) estão inseridos no Anexo 6. A Figura 32 exemplifica a representação adotada no Mapa da ZAS (Anexo 9), enquanto que

a Tabela 18 relaciona as ZCLs com seus respectivos PEs.

Figura 32 – Exemplo de representação utilizado no Mapa da ZAS



Fonte: Recorte do Mapa de Zona de Autossalvamento, RHA (2021).

Tabela 18 – Resumo das ZCLs e PEs adotadas no Mapa da ZAS

Cód ZCL	Nº Edif. ZCL	Cód. PE
ZCL-A	8	PE - A-B
ZCL-B	18	PE - A-B
ZCL-C	33	PE-C
ZCL-D	10	PE-D
ZCL-E	713	PE-E
ZCL-F	29	PE-F
ZCL-G	70	PE-G
ZCL-H	328	PE-H
ZCL-I	218	PE-I
ZCL-J	279	PE-J
ZCL-K	749	PE-K
ZCL-L	1365	PE-L
ZCL-M	1598	PE-M
ZCL-N	12	PE-N
ZCL-O	1584	PE-O

ZCL-P	2877	PE-P
ZCL-Q	887	PE-Q
ZCL-R	8	PE-R
ZCL-S	151	PE-ST
ZCL-T	19	PE-ST
ZCL-U	22	PE-U

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

## 5.4. LEVANTAMENTO CADASTRAL E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO DA ZAS, INCLUINDO A IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADES SOCIAIS

### 5.4.1. MAPEAMENTO DE DANOS NA MANCHA DE INUNDAÇÃO

Com o objetivo de mitigar os estragos humanos e da infraestrutura em um cenário de desastre, a partir de dados cartografados foram identificados e quantificados os danos no vale de jusante afetado pelo possível rompimento da Barragem Bico da Pedra, os quais incluem:

- Área total e percentual do(s) município(s);
- Estimativa da população atingida;
- Estimativa de domicílios atingidos;
- Quantificação do sistema viário atingido;
- Número de pontes atingidas; e
- Quantificação das infraestruturas de energia atingidas.

Os resultados desta quantificação são apresentados na Tabela 20, Tabela 21, Tabela 22 e Tabela 23. Tais tabelas trazem o cômputo dos danos tanto para o vale a jusante (mancha de inundação) quanto para a ZAS.

As metodologias e procedimentos adotados estão apresentados no Anexo 6.

Embora tenha-se buscado retratar as circunstâncias do território com dados na melhor escala disponível, vale ressaltar que, o cômputo dos danos é susceptível à variação da escala utilizada, bem como, a fonte, atualidade e método de obtenção.

A metodologia adotada para a determinação da população atingida envolveu a análise espacial da interseção entre as manchas de inundação e os setores censitários delimitados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os quais foram atribuídos com os valores de população residente extraídos do Censo 2010 (IBGE, 2010).

As estimativas foram então atualizadas para o ano de 2019 por meio da taxa de crescimento populacional estimada pelo IBGE para cada município atingido, disponível no portal Brasil em Síntese/ IBGE Cidades (Tabela 19).

O mapeamento da população existente realizado na ZAS tem intuito de subsidiar

cadastro em campo a ser desenvolvido pela Codevasf em revisões futuras do PAE.

Tabela 19 – Estimativa da População

Fonte: IBGE Cidades				Taxa de Crescimento 2010 - 2019	
UF	Município	População 2010	População 2019	Diferença	Taxa (%)
MG	JANAÚBA	66803	71648	4845	7,253
	PORTEIRINHA	37627	37906	279	0,741
	NOVA PORTEIRINHA	7398	7500	102	1,379
	PAI PEDRO	5934	6089	155	2,612
	JAÍBA	33587	38909	5322	15,845
	MONTE AZUL	21994	20854	-1140	-5,183
	GAMELEIRAS	5139	5109	-30	-0,584
	MATIAS CARDOSO	9979	11157	1178	11,805

Fonte: IBGE, 2010.

Tabela 20 – Estimativa da População e das Edificações Atingidas pela Mancha de Inundação do Cenário Mais Crítico

População atingida na mancha de inundação do cenário mais crítico					
UF	Município	Descrição	População Atingida		
			Urbano	Rural	Total
MG	Janaúba	População atingida (habitantes)	42160	3083	45243
		Edificações Atingidas (unidades)	11101	779	11880
	Nova Porteirinha	População atingida (habitantes)	3099	2224	5323
		Edificações Atingidas (unidades)	861	583	1444
	Gameleira	População atingida (habitantes)	-	533	533
		Edificações atingidas (unidades)	-	126	126
	Jaíba	População atingida (habitantes)	-	1019	1019
		Edificações atingidas (unidades)	-	239	239
	Matias Cardoso	População atingida (habitantes)	1071	163	1234
		Edificações atingidas (unidades)	228	36	264
	Monte Azul	População atingida (habitantes)	-	29	29
		Edificações Atingidas (unidades)	-	8	8
	Pai Pedro	População atingida (habitantes)	-	1186	1186
		Edificações Atingidas (unidades)	-	272	272
	Porteirinha	População atingida (habitantes)	-	374	374
		Edificações atingidas (unidades)	-	98	98
	Total	População atingida (habitantes)	54941		
		Edificações atingidas (unidades)	14331		

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 21 – Levantamento dos Danos na Zona de Segurança Secundária

Levantamento dos danos na ZSS - BARRAGEM BICO DA PEDRA			
Tema	Descrição	Quantificação	%
<b>Dados Gerais</b>	Área do município de Janaúba na ZSS	103	4,72
	Área do município de Nova Porteirinha na ZSS	45,43	37,57
	Área do município de Gameleira na ZSS	53,55	3,09
	Área do município de Jaíba na ZSS	89,28	3,39
	Área do município de Matias Cardoso na ZSS	12,58	0,65
	Área do município de Monte Azul na ZSS	2,29	0,23
	Área do município de Pai Pedro na ZSS	54,16	6,45
	Área do município de Porteirinha na ZSS	36,73	2,10
	Área total atingida (km2)	397,02	
<b>População e edificações</b>	População atingida (habitantes)	14.764	
	Cemitérios (unidade)	4	
	Edificações - Domicílios (unidade)	3.674	
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	13	
	Edificações - Indústria (unidade)	2	
	Edificações - Comércio (unidade)	21	
	Quadra Esportiva (unidade)	12	
	Total de Edificações atingidas (unidades)	3.726	
<b>Sistema Viário</b>	Rodovias (quilômetros)	0	
	Estradas (quilômetros)	7	
	Vias primárias (quilômetros)	2	
	Vias secundárias (quilômetros)	366	
	Caminho e Trilha (quilômetros)	44	
	Ferrovias (Quilômetros)	3	
	Total (quilômetros)	422	
	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	4	
<b>Saneamento e energia</b>	Linha de transmissão (Quilômetros)	365	
	Estação de tratamento de esgoto	0	

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 22 – Levantamento dos Danos na Zona de Autossalvamento

Levantamento dos danos na Zona de Autossalvamento (ZAS) - BICO DA PEDRA			
Tema	Descrição	Quantificação	%
<b>Dados Gerais</b>	Área do município de Janaúba na ZAS	17,46	0,80
	Área do município de Nova Porteirinha na ZAS	7,91	6,54
	Área total atingida (km <sup>2</sup> )	25,37	
<b>População e domicílios</b>	População atingida (habitantes) - 2019	40.177	
	Cemitérios (unidade)	1	
	Edificações - Domicílios (unidade)	10.657	
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	49	
	Edificações - Indústria (unidade)	3	
	Edificações - Comércio (unidade)	269	
	Quadra Esportiva (unidade)	27	
	Total de Edificações atingidas (unidades)	11.006	
<b>Sistema Viário</b>	Rodovias (Quilômetros)	10	
	Estradas (Quilômetros)	5	
	Vias primárias (Quilômetros)	21	
	Vias Secundárias (Quilômetros)	186	
	Caminhos e trilhas (Quilômetros)	23	
	Ferrovias (Quilômetros)	5	
		Total (Quilômetros)	250
	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	2	
<b>Saneamento e energia</b>	Linha de transmissão (Quilômetros)	162	
	Estação de tratamento de esgoto	0	

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 23 – Levantamento dos Danos na Mancha Máxima

Levantamento dos danos na mancha - BICO DA PEDRA				
Tema	Descrição	Quantificação	%	
<b>Dados Gerais</b>	Área do município de Janaúba na mancha	120,46	5,52	
	Área do município de Nova Porteirinha na mancha	53,35	44,11	
	Área do município de Gameleirana mancha	53,55	3,09	
	Área do município de Jaíba na mancha	89,28	3,39	
	Área do município de Matias Cardoso na mancha	12,58	0,65	
	Área do município de Monte Azul na mancha	2,29	0,23	
	Área do município de Pai Pedro na mancha	54,16	6,45	
	Área do município de Porteirinha na mancha	36,73	2,10	
		Área total atingida (km2)	422,39	
<b>População e edificações</b>	População atingida (habitantes)	54.941		
	Cemitérios (unidade)	5		
	Edificações - Domicílios (unidade)	14.331		
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	62		
	Edificações - Indústria (unidade)	5		
	Edificações - Comércio (unidade)	290		
	Quadra Esportiva (unidade)	39		
		Total de Edificações atingidas (unidades)	14.732	
<b>Sistema Viário</b>	Rodovias (quilômetros)	10		
	Estradas (quilômetros)	12		
	Vias primárias (quilômetros)	22		
	Vias secundárias (quilômetros)	553		
	Caminho e Trilha (quilômetros)	67		
	Ferrovias (Quilômetros)	8		
		Total (quilômetros)	672	
		Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	6	
<b>Saneamento e energia</b>	Linha de transmissão (Quilômetros)	527		
	Estação de tratamento de esgoto	0		

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

#### 5.4.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS

A análise da vulnerabilidade social na região da ZAS da barragem Bico da Pedra foi realizada com base no Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros, desenvolvido pelo IPEA em 2015. Esse Atlas apresenta os Índices de Vulnerabilidade Social (IVS) no território nacional.

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), construído a partir de indicadores do Atlas do Desenvolvimento Humano (ADH) no Brasil, procura dar destaque a diferentes situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social no território brasileiro, numa perspectiva que vai além da identificação da pobreza entendida apenas como insuficiência de recursos monetários.

O IVS é um índice sintético que reúne indicadores do bloco de vulnerabilidade social do ADH, os quais, apresentados por meio de cartogramas e estruturados em diferentes dimensões, servem de suporte para a identificação de porções do território onde há a sobreposição daquelas situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social no território, de modo a orientar gestores públicos municipais, estaduais e federais para o desenho de políticas públicas mais sintonizadas com as carências e necessidades presentes nesses territórios.

O IVS tem a pretensão de sinalizar o acesso, a ausência ou a insuficiência de alguns “ativos” em áreas do território brasileiro, os quais deveriam, a princípio, estar à disposição de todo cidadão, por força da ação do Estado. Os três subíndices que o compõem – i) infraestrutura urbana; ii) capital humano; e iii) renda e trabalho – representam três grandes conjuntos de ativos, cuja posse ou privação determina as condições de bem-estar das populações nas sociedades contemporâneas.

Casa subíndice é composto pelos indicadores apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 – Indicadores para análise dos subíndices do IVS

Subíndice	Indicador
Infraestrutura urbana	Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados
	Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo
	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho.
Capital humano	Mortalidade até um ano de idade
	Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola
	Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola
	Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos
	Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mães chefes de família

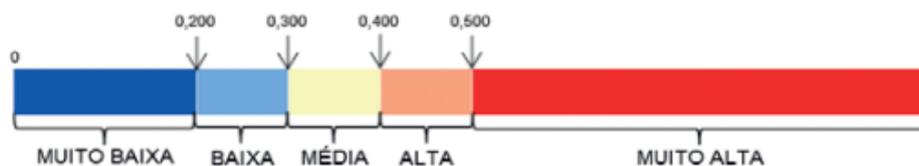
Subíndice	Indicador
	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade
	Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo
	Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo (2010), na população total dessa faixa etária
Renda e trabalho	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo.
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade
	Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal
	Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (2010) e dependentes de idosos
	Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade

Fonte: IPEA, 2015.

O IVS varia de 0 a 1 com base na sobreposição dos subíndices supracitados, sendo que quanto mais próximo a uma unidade, maior é a vulnerabilidade social do município.

A Figura 33 apresenta a escala de variação do IVS.

Figura 33 – Variação do IVS



Fonte: IPEA, 2015.

A Tabela 25 apresenta os IVS para os municípios inseridos na ZAS.

Tabela 25 – IVS para os municípios inseridos na ZAS

Município	IVS	Escala
Janaúba	0,313	Média
Nova Porteirinha	0,368	Média

Fonte: IPEA, 2010.

A análise de vulnerabilidade social realizada na ZAS da Barragem de Bico da Pedra é de caráter simplificado, de tal forma que a Codevasf desenvolverá um estudo mais detalhado em revisões futuras do PAE.

## REFERÊNCIAS

ANA. Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE. Brasília, DF, 2016.

ANA. Resolução nº 236/2017, de 30 de janeiro de 2017. Seção 1 do D.O.U de 7 de fevereiro de 2017.

Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Brasília, 2002.

Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica. Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem. Brasília, 2010.

Ministério de Integração Nacional. Plano de Ações Estratégicas para Reabilitação de 162 barragens da União. Brasília, 2018.

Planalto (2010). Lei nº 12.334/2010. Seção 1 do D.O.U de 21 de setembro de 2010.

Planalto (2012). Lei n.º 12.608/2012. Seção 1 do D.O.U de 11 de abril de 2012.

Planalto (2012). Lei n.º 14.066/2020, de 30 de setembro de 2012.

RHA Engenharia (2021). Plano de Segurança da Barragem Bico da Pedra

## ANEXO 1 – PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

A avaliação da credibilidade do PAE, 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. Os dois primeiros níveis estão inclusos no treinamento interno, de competência da Codevasf, e o último nível corresponde ao treinamento externo, de competência do empreendedor e dos órgãos locais de proteção e defesa civil, de acordo com a Lei nº 14.066/2020.

### A1.1 RESUMO DO PLANO DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO DO PAE

Tipo	Informações
Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Testar os n°s de telefone;</li> <li>• Verificar a capacidade dos participantes do PAE de estabelecer e manter as comunicações durante a emergência;</li> <li>• Verificar a capacidade do Coordenador do PAE de mobilizar e ativar a equipe operacional e os meios de resposta à emergência.</li> <li>• Testar a operacionalidade dos meios de alerta e verificar a capacidade de notificar rapidamente a população na ZAS.</li> </ul>
Exercício de Nível Interno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar o nível de conhecimento da equipe operacional relativamente ao PAE;</li> <li>• Testar a operacionalidade dos órgãos extravasores da barragem;</li> <li>• Determinar a eficácia dos procedimentos internos e, nomeadamente, das medidas operativas e corretivas que constam do PAE;</li> <li>• Avaliar a adequação das instalações, equipamento e outros materiais para suportar o cenário de emergência em exercício;</li> <li>• Determinar o nível de cooperação e coordenação entre o Empreendedor e a Entidade Fiscalizadora na resposta à emergência;</li> <li>• Determinar a capacidade para estabelecer e manter as comunicações durante a emergência.</li> <li>• Testar a eficácia do sistema de informação ao público e de disseminação de mensagens, providenciando informações oficiais e instruções à população da ZAS para facilitar uma resposta tempestiva e apropriada durante uma emergência.</li> </ul>
Exercício de Simulação (Treinamento Externo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ações e decisões no terreno;</li> <li>• Evacuação de pessoas e bens;</li> <li>• Emprego de meios de comunicação;</li> <li>• Mobilização de Equipamento;</li> <li>• Colocação real de pessoal e recursos.</li> </ul>

Fonte: RHA Engenharia, 2021.



### A1.3 TREINAMENTO INTERNO

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.

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 acionamento.

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.

Os treinamentos internos promovidos pela Codevasf serão destinados ao público interno e poderão ser convidadas as autoridades da Defesa Civil e da Agência Fiscalizadora.

Por meio desses exercícios é possível:

- Esclarecer os papéis e as responsabilidades dos participantes;
- Identificar pontos de melhoria no PAE;
- Identificar falhas nos Níveis de Resposta;
- Melhorar a coordenação do PAE; e
- Aumentar a confiança dos participantes do PAE, promovendo o entrosamento da equipe, mostrando a importância das ações, conscientizando e motivando os funcionários.

Este tipo de exercício equivale ao que é usualmente designado na terminologia inglesa como um *tabletop exercise*.

Este exercício tem 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.

#### **A1.4 EXERCÍCIOS DE SIMULAÇÃO**

Este tipo de treinamento externo 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.

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.

## A1.5 DIVULGAÇÃO

A preparação da população é uma ação de mitigação de risco que deve ser concretizada através da sensibilização de sessões de esclarecimento, divulgação de informações relativas ao risco de habitar em vales a jusante de barragens e da existência de treinamentos constantes do PAE. Estas sessões devem ser conduzidas pelas autoridades de proteção e defesa civil e ocorrer nas instalações designadas pela(s) prefeitura(s), com apoio da Codevasf e participação da população da ZAS e seus representantes.

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.

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 iminência 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 e de alerta para proceder à evacuação);
- 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;

- 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.
- 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).

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

A Codevasf se compromete a fazer o levantamento de meios e recursos em situação de emergência para a barragem Bico da Pedra, conforme exemplo, em fase de implementação do Plano de Ação Emergencial.

<b>Materiais / Equipamento</b>	<b>Local de Depósito</b>
Sacola, areia, gravilha, enrocamento	
Material de escoramento, Membranas PVC	
Diversas ferramentas e material para trabalhos de manutenção	
Combustíveis e lubrificantes	
Malas de assistência médica	

	<b>Bens / Equipamentos</b>	<b>Características</b>	<b>Local de Estacionamento ou Depósito</b>	<b>Número</b>
<b>Equipamentos</b>	Giratória			
	Pá Carregadeira			
	Bulldozer			
	Grua móvel			
	Dumper			
	Caminhão basculante			
	Caminhão cisterna			
<b>Meios de Transporte</b>	Barco			
	Viatura do terreno			
	Gerador diesel			
<b>Equipamentos de Segurança</b>	Bombas Submersíveis			
	Meios de comunicação portáteis			
	Projetores, lâmpadas			

## ANEXO 3 – FORMULÁRIOS DE NOTIFICAÇÃO

### A3.1 – FORMULÁRIO 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.

### A3.2 – 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.

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

\_\_\_\_\_  
(nome e assinatura)

\_\_\_\_\_  
(cargo e RG)

FIM DE MENSAGEM.

### A3.3 - MENSAGENS 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.

## ANEXO 4 – COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS

O quadro em mídia digital do presente anexo traz a quantificação das edificações atingidas na Zona de Autossalvamento em caso de ruptura da estrutura da barragem Bico da Pedra. Destacando o agrupamento das residências nas zonas de concentração local (ZCL) e seus respectivos pontos de encontro, fora da região atingida pela água. O sistema de referência das coordenadas está em SIRGAS 2000 zona 23 Sul. Para cada edificação, têm-se, também, o risco hidrodinâmico, que consiste no grau de perigo e o tempo de chegada da onda.

## ANEXO 5 – PERSONOGRAMA

### A5.1 – PERSONOGRAMA DO EMPREENDEDOR

<b>Resp. Legal:</b>	PR - Presidência		
<b>Representante:</b>	Marcelo Andrade Moreira Pinto		
<b>Cargo:</b>	Presidente		
<b>Telefone:</b>	(61) 2028-4660	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:gabinete@codevasf.gov.br">gabinete@codevasf.gov.br</a>

<b>Resp. Setor Central:</b>	AD – Área de Desenvolvimento Integrado e Infraestrutura		
<b>Representante:</b>	Antônio Rosendo Neto Júnior		
<b>Cargo:</b>	Diretor		
<b>Telefone:</b>	(61) 2028-4734	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:gabinete@codevasf.gov.br">gabinete@codevasf.gov.br</a>

<b>Resp. Regional:</b>	2ª/SR - 2ª Superintendência Regional		
<b>Representante:</b>	Harley Xavier Nascimento		
<b>Cargo:</b>	Superintendente		
<b>Telefone:</b>	(077) 3481-8000	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:harley.nascimento@codevasf.gov.br">harley.nascimento@codevasf.gov.br</a>

<b>Setor Central:</b>	AD/GEP – Gerência de Estudos e Projetos		
<b>Resp. Técnico:</b>	Emílio de Souza Santos		
<b>Cargo:</b>	Gerente de Estudos e Projetos		
<b>Formação:</b>	Eng. Agrícola e Ambiental, M.Sc.		
<b>Telefone:</b>	(61) 2028-4389	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:ad.gep@codevasf.gov.br">ad.gep@codevasf.gov.br</a>

<b>Resp. Regional:</b>	2ª/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura		
<b>Cargo:</b>	Gerente		
<b>Resp. Técnico:</b>	Renato do Rosário Bittencourt Lopes		
<b>Formação:</b>	Eng. Civil, MSc		
<b>Telefone:</b>	(077) 3481-8021	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:renato.lopes@codevasf.gov.br">renato.lopes@codevasf.gov.br</a>



<b>Setor Central:</b>	AD/GEP/USB – Unidade De Gestão E Segurança De Barragens		
<b>Resp. Técnico:</b>	Flávio Damasceno Aragão		
<b>Cargo:</b>	Chefe		
<b>Formação:</b>	Eng. Agrônomo		
<b>Telefone:</b>	(61) 2028 4500	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:ad.gep.usb@codevasf.gov.br">ad.gep.usb@codevasf.gov.br</a>

<b>Setor Regional:</b>	2ª/GRR/UMA – Unidade Regional de Meio Ambiente		
<b>Resp. Técnico:</b>	Sergio Roberto Alves Farias		
<b>Cargo:</b>	Analista de desenvolvimento regional		
<b>Formação:</b>	Eng. Civil, MSc		
<b>Telefone:</b>	(077) 3481-8056	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:sergio.farias@codevasf.gov.br">sergio.farias@codevasf.gov.br</a>

## A5.2 – PERSONOGRAMA DO GRUPO DE TRABALHO PARA A REALIZAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM BICO DA PEDRA

### ÁREA DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO E INFRAESTRUTURA GERÊNCIA DE ESTUDOS E PROJETOS UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

Produto elaborado por meio de contrato N°. 0.039.00/2019 entre Codevasf e empresa RHA Consultoria e Engenharia (RHA), com objeto da consultoria de apoio técnico para gestão de operação e segurança de barragens da Codevasf e PISF.

#### **Codevasf: Coordenação Geral**

Danielson Vieira de Araújo (DVA). Eng. Eletricista. CREA 4128/D-PB.

#### **Codevasf: Elaboração Técnica**

Flávio Damasceno Aragão (FDA). Eng. Agrônomo, CREA 15248/D-DF.

#### **RHA: Representante Legal**

Candice Schauffert Garcia (CSG). Eng. Civil, M.Sc. CREA 67059/D-PR

#### **RHA: Responsável Técnico**

Laertes Munhoz da Cunha (LMC). Eng. Civil, M.Sc. CREA 5124/D-PR

#### **RHA: EQUIPE DE CHAVE: Elaboração Técnica**

Amauri Robinski (AR) Eng. Civil. Esp Estruturas. CREA 24657/D-PR.

Laertes Munhoz da Cunha (LMC). Eng. Civil, M.Sc. CREA 5124/D-PR.

Andreza Marta da Costa (AMC). Geóloga, CREA 96884/D-PR.

#### **RHA. EQUIPE DE APOIO: Organização da Documentação Técnica**

Douglas Meira Brito (DMB). Eng. Civil.

Isabella Maria Martins de Souza (IMMS). Eng. Civil.



João Carlos Franco Contin (JCFC). Eng. Civil.  
João Vicente Zancan Godoy (JVZG). Eng. Hídrico.  
Karine Krunn (KK). B.Sc. Geógrafa.  
Leticia Sayuri Okamoto (LSO). Estagiária em Eng. Civil  
Lourival José da Rocha Júnior (LJRJ). Eng. Cartógrafo.  
Mariane Chimite Nossa (MCN). Eng. Civil.  
Patrícia Barcelos e Silva (PBS). Eng. Civil, M.Sc.  
Roberto Lukas Ghirelli (RLG). Eng Civil

## ANEXO 6 – REGISTROS

## A6.1 - REGISTRO DE CÓPIAS DISTRIBUÍDAS

Nº	Data	Órgão/Setor	Protocolo
1		AD/GEP/USB	
2		Biblioteca Central	
3		2ª/SR	
4		2ª/EGU	
5		RHA Engenharia e Consultoria	
6		Prefeitura Municipal de Urandi - BA	
7		Prefeitura Municipal de Sebastião Laranjeiras - BA	
8		Prefeitura Municipal de Malhada - BA	
9		Prefeitura Municipal de Espinosa - MG	
10		Prefeitura Municipal de Gameleiras - MG	

## A6.2 - Acesso à documentação digital

Versão final no servidor interno da Codevasf:

<\\drive\AD.Barragens\PSB\1SR\1.1.1.Bico.da.Pedra>

Servidor Externo: Não há.

## A6.3 - REGISTROS DE REVISÕES

Projeto:	<b>Plano de Segurança das Barragens da Codevasf</b>	Brasília, 26/11/2021
Título:	<b>Volume VI: Plano de Ação de Emergência</b>	
Código: 1912-BI-00-RT-006	Revisão:	01

HISTÓRICO DE REVISÕES				
No	Descrição	Prep.	Aprov.	Data
-	EMISSÃO INICIAL	NPS/RGSLP/CHM	SRL	NOV/21
00				
01				

Elaborador	Verificador	Supervisor	Emissão Inicial	Gerente do Projeto	Resp. Técnico
RHA	JCFC	LMC	NOV/21	João Carlos Franco Contin	Laertes Munhoz da Cunha CREA 5124/D-PR
ART N°	1720215903815				

## A6.4 - CONTROLE DE PÁGINAS REVISADAS

## Volume VI: Plano de Ação de Emergência da Barragem Bico Da Pedra

FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
Capa							21							45							69						
i							22							46							70						
ii							23							47							71						
iii							24							48							72						
1							25							49							73						
2							26							50							74						
3							27							51							75						
4							28							52							76						
5							29							53							77						
6							30							54							78						
7							31							55							79						
8							32							56							80						
9							33							57							81						
10							34							58							n/e						
11							35							59							n/e						
12							36							60							n/e						
13							37							61							n/e						
14							38							62							n/e						
15							39							63							n/e						
16							40							64							n/e						
17							41							65							n/e						
18							42							66							n/e						
19							43							67							n/e						
20							44							68							n/e						

## Anexos Volume VI: Plano de Ação de Emergência da Barragem Bico da Pedra

Anexo 1						Anexo 2						Anexo 3						Anexo 4									
FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
a							a							a							a						
b							n/e							b							b						
c							n/e							c							n/e						
d							n/e							n/e							n/e						
e							n/e							n/e							n/e						
f							n/e							n/e							n/e						

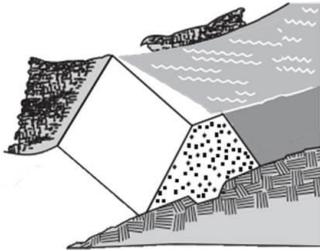
Anexo 5						Anexo 6						Anexo 7															
FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
a							a							a							f						
b							b							b							g						
n/e							n/e							c							h						
n/e							n/e							d							i						
n/e							n/e							e							j						

Anexo 8						Anexo 9																					
FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
a							A9.1							A9.8							n/e						
b							A9.2							A9.9							n/e						
c							A9.3							A9.10							n/e						
d							A9.4							A9.11							n/e						
e							A9.5							A9.12							n/e						
f							A9.6							A9.13							n/e						
g							A9.7							A9.14							n/e						

\*n/e – Não existe

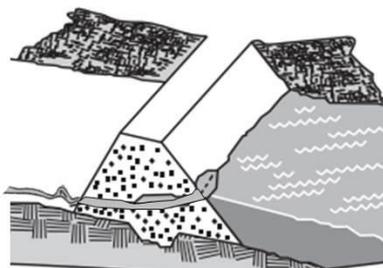
## ANEXO 7 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3

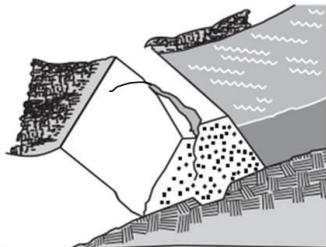
A7.1 RUPTURA IMINENTE<sup>4</sup>

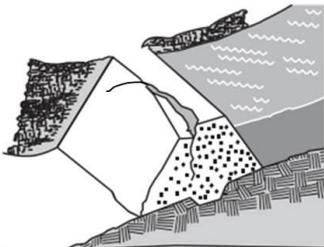
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 01</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR- 3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Nível do reservatório próximo ao da cota da crista da barragem. O galgamento da barragem é iminente com potencial evolução para o desenvolvimento de brecha.</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do talude de montante ou de jusante.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>; Rebaixar ponto específico da crista da barragem ou ombreira, empregando escavadeira ou equipamento similar, conforme plano desenvolvido anteriormente, para induzir o transbordamento por um ponto desejado; Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura; Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos; Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeções visuais / Informações hidrometeorológicas.	

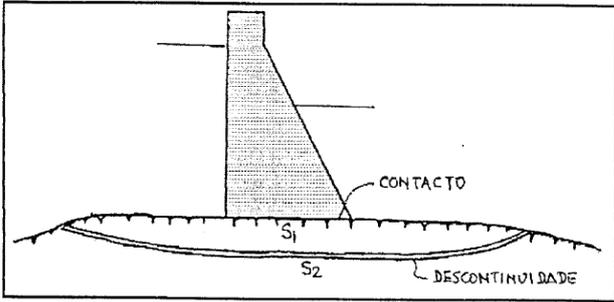
<sup>4</sup> As figuras que são apresentadas como “Croqui Típico da Anomalia” foram obtidas dos seguintes documentos:

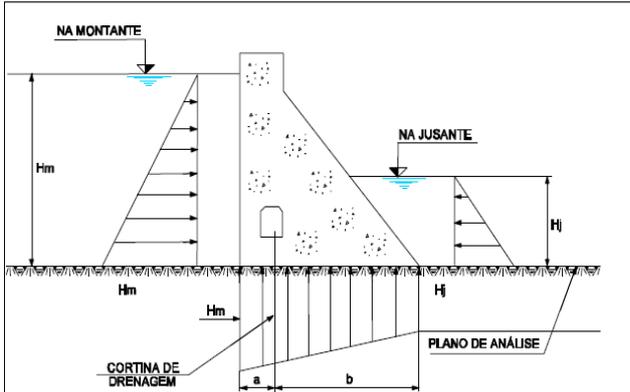
- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens - Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2002.  
- Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem – Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2010.

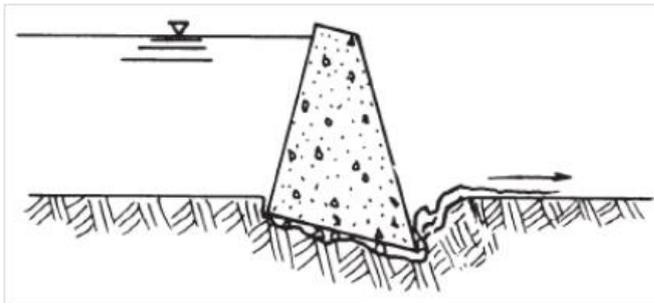
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 02</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<b><i>Erosão interna (piping) com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente.</i></b>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Ocorrência de entubamento ou <i>piping</i>. Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude ou ombreira. Recalque da crista e galgamento da barragem.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeções visuais.	

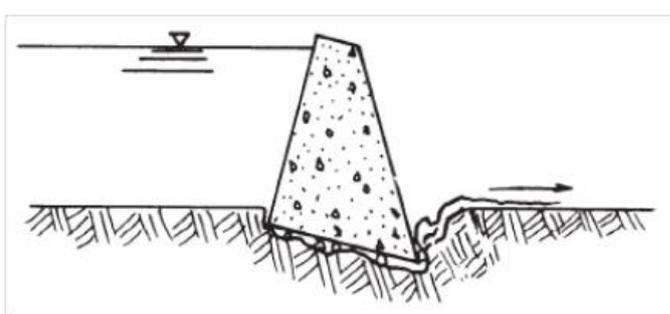
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 03</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Instabilização global com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Formação de superfície de ruptura no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do maciço ou fundação.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeções visuais.	

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 04</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Instabilização localizada com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Formação de superfície de ruptura localizada no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do maciço ou fundação.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeções visuais.	

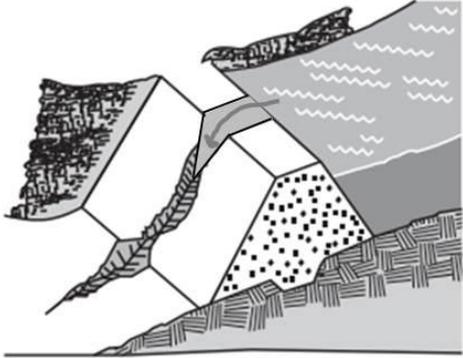
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 05</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Presença ou surgimento de plano de deslizamento preferencial no maciço de fundação ou no contato concreto-fundação que afetaram a estabilidade da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Deslizamento da estrutura de concreto para jusante. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, fundações, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto, etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeção / avaliação visual	

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 06</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<b>Falha do sistema de drenagem ou do sistema de bombeamento com aumento da subpressão levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</b>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Aumento da subpressão. Inundação da galeria de drenagem. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Instabilização/ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto, etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeção / avaliação visual	

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 07</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o tombamento, levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Descolamento da estrutura de sua fundação. Redução da área de compressão na base da estrutura. Redução dos coeficientes de segurança ao tombamento. Instabilização/ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Continuação do monitoramento e acompanhamento das medições hidrométricas a montante da barragem e do NA do reservatório;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto, etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeção / avaliação visual	

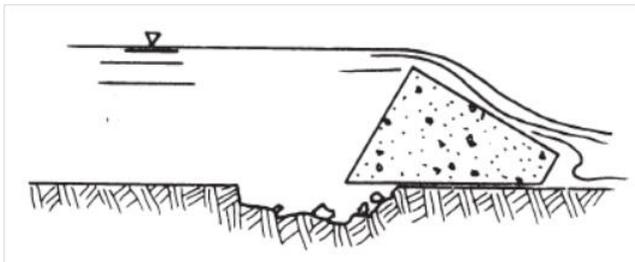
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 08</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Ocorrência de abalo sísmico nas proximidades ou no local da barragem, tendo-se identificado uma ou mais anomalias não extintas e/ou controladas, que levaram a uma situação adversa que afeta a estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
<b>ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Abalo da estrutura de concreto/terra ou da fundação.</p> <p>Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto.</p> <p>Anomalias às comportas dos órgãos extravasores.</p> <p>Instabilização/ruptura da estrutura.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, fundações e comportas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas logo após o sismo (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto, etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeção / avaliação visual	

A7.2 - RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU<sup>5</sup>

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 09</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Formação de brecha de ruptura. A ruptura está ocorrendo ou já ocorreu.</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem.</p> <p>Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante.</p> <p>Danos ambientais.</p> <p>Prejuízos financeiros e à imagem da empresa.</p> <p>Problemas de ordem legal e jurídica.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Evacuar as instalações industriais afetadas, conforme rotas de fuga pré-estabelecidas;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos; e</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.</p>			
<b>MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Inspeções visuais periódicas	

<sup>5</sup> As figuras que são apresentadas como “Croqui Típico da Anomalia” foram obtidas dos seguintes documentos:

- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens - Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2002.
- Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem – Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2010.

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 10</b>	
	<b>NÍVEL DE RESPOSTA</b>	<b>NR-3</b>	
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>			
<i>Ocorrência de abalo sísmico nas proximidades ou no local da barragem, tendo-se chegado a uma situação em que a ruptura já ocorreu ou está ocorrendo.</i>			
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>		<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
		<p>Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem.</p> <p>Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante.</p> <p>Danos ambientais.</p> <p>Prejuízos financeiros e à imagem da empresa.</p> <p>Problemas de ordem legal e jurídica.</p>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO</b>			
<p>Estabelecer <b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b> na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar <b>NR-3</b>;</p> <p>Evacuar as instalações industriais afetadas, conforme rotas de fuga pré-estabelecidas;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos; e</p> <p>Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.</p>			
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>		Avaliação visual	

## **ANEXO 8 – METODOLOGIA PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, DA ZSS, DAS ROTAS DE FUGA E DOS PONTOS DE ENCONTRO**

O Mapa de Zona de Autossalvamento (Anexo 9) apresenta a delimitação da Zona de Autossalvamento, as rotas de fuga sugeridas e outras informações de apoio aos procedimentos de resposta às situações emergenciais, como a representação cartográfica das infraestruturas afetadas e demais informações essenciais para conhecimento do território atingido.

### **A8.1 – ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS) e ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)**

A Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como a região a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. A ZAS é delimitada pelos maiores níveis de água alcançados no percurso da onda de cheia pelo vale do rio, limitada a menor distância entre 10 km a jusante do eixo da barragem ou a distância percorrida pela onda de cheia em até 30 minutos (ANA, 2016). Por esse critério, a mancha foi delimitada pela seção em que o nível de água demora 30 minutos para se elevar em 0,5 metro, o que caracteriza a chegada da onda segundo o relatório “Estudos de Rompimento da Barragem” da Revisão Periódica das Barragens da Codevasf.

Por sua vez, a Zona de Segurança Secundária (ZSS) corresponde ao trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS, isto é, são as áreas atingidas pela mancha de inundação a jusante dos limites da ZAS.

A delimitação das áreas de inundação foi realizada com a ferramenta RAS Mapper, tecnologia SIG que é compatível com o HEC-RAS®. A ferramenta permite delimitar as manchas de inundação em níveis de detalhamento e precisão que são impraticáveis para os métodos manuais. As manchas permitem a visualização espacial de informações do escoamento. Após a geração, as manchas foram editadas para a produção do mapa da Zona de Autossalvamento (ZAS).

Em uma situação de emergência, acredita-se que o alerta de autossalvamento deverá ser acionado para a área do pior cenário de inundação induzida pelo rompimento. Devido ao improvável conhecimento da vazão afluente associada ao evento de rompimento e ao baixo tempo de resposta nesta situação, a ZAS é definida para o cenário mais crítico da inundação induzida pelo rompimento.

### **A8.2 – ZONA DE CONCENTRAÇÃO LOCAL (ZCL)**

A Zona de Concentração Local corresponde a uma divisão de setores que serve para auxiliar, de forma ordenada, a fuga da população que se encontra dentro da ZAS.

A ZCL engloba um conjunto de edificações próximas, cujo ponto de encontro é o mesmo e a rota de fuga é semelhante. Para sua delimitação se observou as seguintes elementos: (i) presença ou não de aglomerados de edificações uniformes (edificações com destinação de uso semelhante); (ii) o agrupamento das edificações deve permitir a possibilidade de escoamento das populações abrangidas, através de uma via (ou mais) até um ponto de encontro; (iii) deverá considerar número de pessoas estimadas, as quais deveram escoar por uma ou mais vias, até um ponto de encontro; (iv) preferencialmente, a rota de fuga não deve cruzar por um rio, banhando ou outra impedância que impeça o escoamento das pessoas; (v) para uma ZCL pode haver mais de um ponto de encontro.

### A8.3 – PONTOS DE ENCONTRO

Os pontos de encontro são locais seguros, previamente informados, para os quais a população em risco deve se dirigir após o rompimento da barragem. Geralmente os pontos de encontro são locais públicos como pátios de igreja, campos de futebol, áreas de lazer e outros espaços abertos localizados em cotas mais elevadas (BALBI, 2008).

Para facilitar o conhecimento das comunidades afetadas, sugere-se a alocação de placas de indicação nos locais destinados a serem Pontos de Encontro, bem como, treinamento adequado para que essas pessoas procedam seu próprio salvamento.

Figura A8.1 – Exemplo de Identificação de um Ponto de Encontro



Fonte: ANDRADE, SÍLVIO DE (2019).

Para definir os pontos de encontro levou-se em consideração as seguintes características: (i) pontos bem identificáveis no terreno e de fácil acesso; (ii) evitar percursos muito longos, que obriguem pessoas a percorrerem grandes distâncias a pé<sup>6</sup>; (iii)

<sup>6</sup> Para fugir da área de risco, o deslocamento deve ser feito a pé. Meios de transporte como os automóveis podem provocar congestionamentos e bloquear as passagens.

preferência por locais com acesso rodoviário e/ou vias de maior hierarquia no sistema viário, para facilitar chegada do resgate; (iv) estar preferencialmente em altimetria mais elevada que a ZAS e a ZSS; (v) local com livre acesso.

Os pontos de encontro foram definidos por meio de interpretação visual de imagens de satélite (SAI, 2020 e World Imagery Basemap – DigitalGlobe) e vetorizados de forma manual, em software de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Por terem sido avaliados somente através de base cartográfica, sugere-se a validação em campo desses locais em conjunto com a Defesa Civil, para averiguar a acessibilidade, estrutura e capacidade de acolhimento do contingente de população prevista ao local.

#### **A8.4 – ROTAS DE FUGA**

As rotas de fuga são os percursos indicados que as pessoas e os agentes devem utilizar para evacuação, sendo classificadas nos mapas em rotas primárias e secundárias.

As rotas principais caracterizam-se por representarem as vias principais. Ou seja, vias de maior hierarquia no sistema viário e, portanto, com melhor estrutura para escoamento da população. As rotas secundárias (vicinais) são as vias que ligam as edificações às rotas principais.

Para cada ZCL foram elaboradas rotas de fuga principais, apontando o sentido do deslocamento até o ponto de encontro mais próximo.

Assim como os pontos de encontro, sugere-se a validação em campo dessas rotas em conjunto com a Defesa Civil, para averiguar as condições de acessibilidade e trafegabilidade das vias.

#### **A8.5 – EDIFICAÇÕES**

O levantamento das edificações considerou o recorte espacial do levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Cova da Mandioca e Bico da Pedra (SAI, 2020). Complementarmente se utilizou da interpretação de imagens de satélite (World Imagery Basemap – DigitalGlobe).

A restituição do levantamento cartográfico, originalmente, representava as edificações em formato poligonal, sendo estas convertidas para o formato de ponto. A conversão baseou-se no centroide dos polígonos e foi processada automaticamente em software de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Complementarmente, utilizou-se a interpretação visual de imagens de satélite (SAI, 2020 e World Imagery Basemap – DigitalGlobe) para avaliar os pontos gerados e descartar edificações auxiliares (currais, garagens, área de lazer, caixas d'água). Durante esta rotina, constatou-se a ocorrência de edificações sem correspondência na restituição, sendo estas incluídas a informação final

de edificações.

A classificação das edificações quanto à situação (urbana/rural) foi baseada na definição dos setores censitários delimitados no último Censo Demográfico do IBGE (2010).

Já a classificação quanto à tipologia industrial, comercial e equipamento social (escolas, igrejas, ginásio esportivo, posto de saúde e instituições públicas) foi estabelecida por meio da interpretação das imagens de satélite, consulta à bases secundárias (Googlemaps; OpenStreetMaps) e análise de contexto espacial, podendo desta forma conter erro de classificação. Sendo assim, sugere-se a verificação em campo.

O arquivo georreferenciados das edificações, em formato shapefile, ainda contém: (i) valores das manchas de tempo de chegada da onda e risco hidrodinâmico; (ii) coordenadas geográficas; (iii) código da edificação; (iv) código da ZCL relacionada; (v) código do ponto de encontro relacionado; (vi) tipo (urbano / rural / edificação / indústria / comercial)).

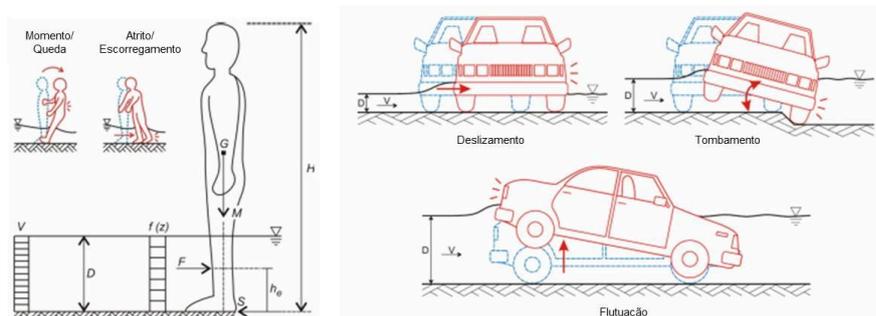
A atribuição das edificações com os valores de risco hidrodinâmico se justifica pela relevância desta informação expressar o nível de perigo para cada edificação mapeada. Neste contexto, é mister expor os conceitos compreendem esta temática.

### **A8.5.1 – RISCO HIDRODINÂMICO**

A segurança das pessoas, veículos e edificações durante os eventos de inundação pode ser comprometida quando estes estão expostos a escoamentos que causem escorregamento/deslizamento, queda/tombamento ou flutuação. Estes mecanismos, ilustrados na Figura A8.2, podem levar a uma perda total da estabilidade, resultando no arraste para jusante.

Para a definição do grau de perigo da inundação, os principais parâmetros para a classificação dos danos provocados por uma cheia, induzida por reservatórios, são a profundidade da água na área inundada e a velocidade do escoamento da onda de enchente. Segundo Messner (2007), a avaliação do risco a vidas é influenciada pela velocidade do fluxo, enquanto os danos materiais são principalmente influenciados pela profundidade atingida durante a inundação. A ameaça provocada por esses fatores combinados corresponde ao risco hidrodinâmico, que é definido pelo produto entre a profundidade e a velocidade.

Figura A8.2 – Mecanismos de falha de estabilidade devido a inundações



Fonte: COPEL, 2019.

A Tabela A8.1 apresenta o critério para graduação do risco, estático e dinâmico, em função da profundidade e da velocidade (VISEU *et al.*, 1999).

Tabela A8.1 – Classificação do risco hidrodinâmico conforme sua magnitude

Nível	Classe	Inundação estática (H)	Inundação dinâmica (HxV)	Consequências
Reduzido	Verde	$H < 1 \text{ m}$	$HxV < 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$	Crianças são arrastadas
Médio	Amarelo	$1 \text{ m} < H < 3 \text{ m}$	$0,5 \text{ m}^2/\text{s} < HxV < 0,75 \text{ m}^2/\text{s}$	Adultos são arrastados
Importante	Laranja	$3 \text{ m} < H < 6 \text{ m}$	$0,75 \text{ m}^2/\text{s} < HxV < 1,0 \text{ m}^2/\text{s}$	Veículos são arrastados
Muito importante	Vermelho	$H > 6 \text{ m}$	$HxV > 1,0 \text{ m}^2/\text{s}$	Colapso em edificações

Fonte: (Viseu et al., 1999).

## A8.6 – PONTES DANIFICADAS

Para o mapeamento de pontes danificadas utilizou-se de *software* de Sistema de Informação Geográfica (GIS) para edição vetorial. O reconhecimento destas feições teve como base de informação, o levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante do reservatório Bico da Pedra (SAI, 2020). Complementarmente se utilizou da interpretação de imagens de satélite (World Imagery Basemap – DigitalGlobe), observando as intersecções do sistema viário por corpos d'água.

## A8.7 – SISTEMA VIÁRIO E HIDROGRAFIA

O sistema viário se utilizou de duas fontes de informação, (i) do sistema viário oriundo do levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Cova da Mandioca e bico da Pedra (SAI, 2020) e, (ii) do sistema viário do OpenStreetMap (OSM, 2020).

Os dados cartográficos produzidos pela SAI, sob contratação da Codevasf, é resultante do levantamento de perfilamento laser e tomadas de fotografias aéreas, o qual produziu cartas planialtimétricas, em escala de 1:5.000, através do trabalho de restituição aerofotogramétrica. Este levantamento, contempla toda a região da mancha de inundação, no entanto, parte do recorte espacial representado no mapa de ZAS não está contemplado. Entendendo-se que o sistema viário é um dado fundamental para a logística das operações de resgate, para o recorte não contemplado, utilizou-se os dados do OpenStreetMap.

Os dados do OpenStreetMap foram adquiridos em formato vetorial do tipo linha, através do portal do OpenStreetMap (OSM, 2020). Estes dados estão organizados em diferentes categorias de atributos, como por exemplo, as rodovias principais correspondem ao atributo “highway”, já as autos-estradas como “motorway”, as ligações de auto-estradas como “motorway\_link”, rodovias importantes “trunk”, as ligações de rodovia primária como “primary\_link”.

Assim, compatibilizar os dados de fontes diferentes, realizou-se a reclassificação dos dados de atributos do OSM para três categorias, sendo elas: (i) rodovia federal; (ii) rodovia estadual; (iii) estrada e via.

Por sua vez, a hidrografia utilizou-se dos arquivos vetoriais oriundos do levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Cova da Mandioca e Bico da Pedra (SAI, 2020). Complementarmente se utilizou da interpretação de imagens de satélite (SAI, 2020; World Imagery Basemap – DigitalGlobe), observando a cobertura do solo, vegetação e massas d’água representantes da drenagem.

#### **A8.8 – BASE DE DADOS GEOGRÁFICA PARA A BARRAGEM BICO DA PEDRA**

A conversão das informações para o meio digital, sob o formato padrão SIG, requer a utilização de informações espaciais mediante alguns padrões de organização básicos. Sendo assim, estes arquivos precisam: (i) estar organizados em layers; (ii) georreferenciados, e; (iii) em formato editável (vetorial ou raster).

Todos os dados geográficos, procedentes de várias fontes, utilizados na composição do mapa de ZAS foram organizados em uma única base de dados espaciais. Estes dados foram armazenados em diferentes camadas temáticas, conhecidas como layers. Foi definido como padrão de formato vetorial da base de dados geográfica, o formato “shapefile”<sup>7</sup>.

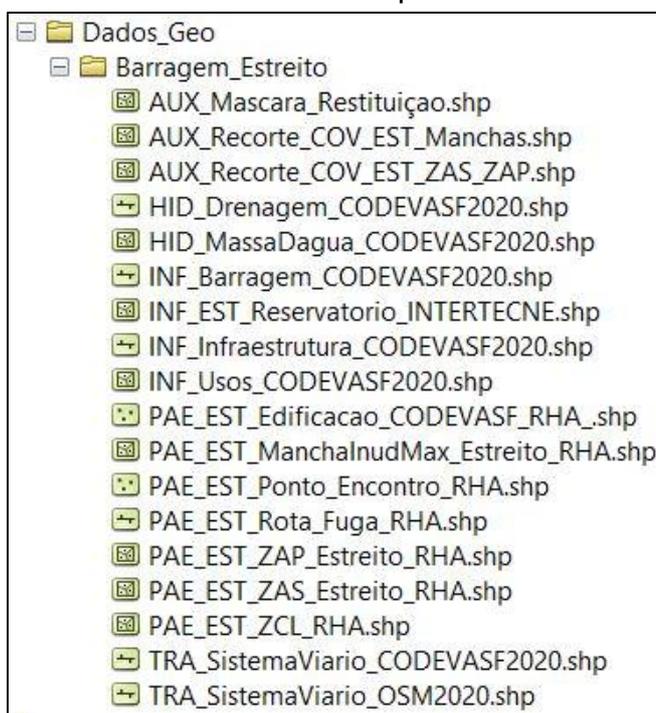
Os dados geográficos foram organizados em uma pasta geral denominada “Dados\_Geo”, que contém em sua raiz informações gerais competentes a todas as

<sup>7</sup> O “shapefile” é um conjunto de vários arquivos com estrutura vetorial capaz de caracterizar geometrias (sejam pontos, linhas ou polígonos) e incorporar atributos descritivos, como por exemplo: nome, profundidade, altitude, códigos, entre outros.

barragens e, em subpasta, as informações específicas da barragem Bico da Pedra.

Para facilitar a identificação dos arquivos e seu conteúdo, adotou-se como padrão a nomenclatura “TEMA\_Descrição\_FONTE”, exemplificado na figura a seguir:

Figura A8.3: Exemplo da estrutura de pastas e nomenclatura adotada para nomear os arquivos



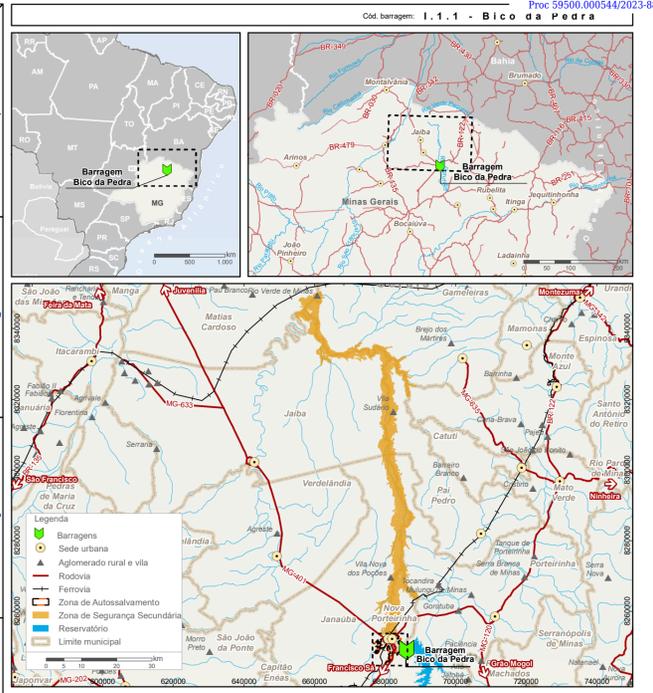
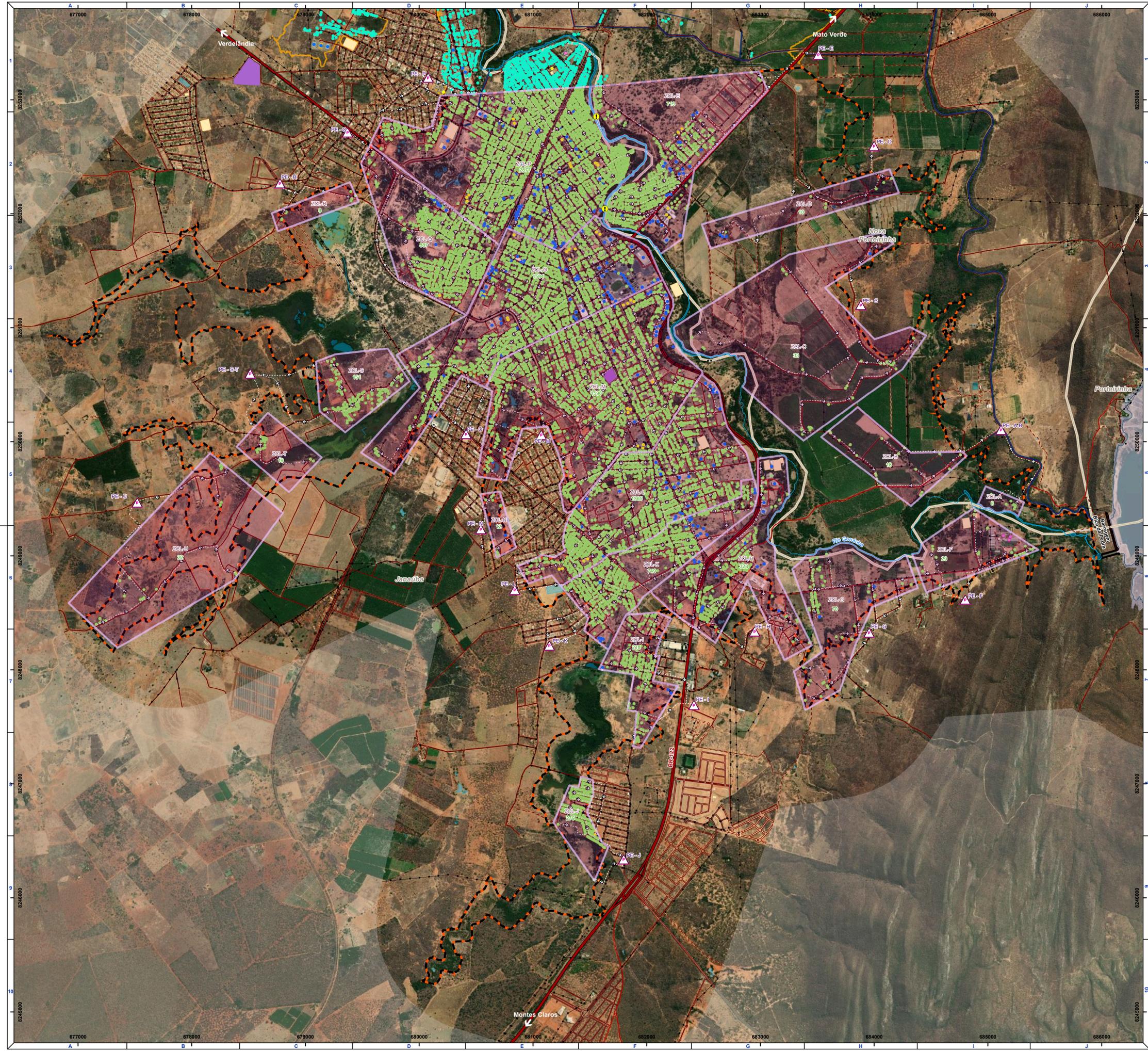
Fonte: RHA, 2021.

Todos os dados foram georreferenciados ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS-2000). Para os dados com recorte espacial regional (que engloba mais de um fuso UTM), optou-se em utilizar Sistemas de Coordenadas Geográficas. Já os dados com recorte menores, Sistemas de Coordenadas planas, UTM, Fuso 23.

Estando todos os dados no mesmo formato de arquivo e com a mesma referência espacial (SIRGAS-2000) foi possível, através de um software SIG, visualizar todas as informações em uma única base.

## ANEXO 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

1. Mapa da Zona de Autossalvamento
2. Mapa da Zona de Segurança Secundária
3. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0001: Mapa de Inundação; Planta; Cheia Natural  
TR = 100 Anos
4. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0002: Mapa de Inundação; Planta; Cheia Natural  
TR = 1000 Anos
5. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0003: Mapa de Inundação; Planta; Cheia Natural  
TR = 10000 Anos
6. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0005: Mapa de Inundação; Planta; Ruptura mais  
provável
7. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0006: Mapa de Inundação; Planta; Ruptura  
Extrema
8. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0011: Mapa de Inundação - Seções Transversais –  
Cheia Natural – TR = 100 Anos;
9. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0012: Mapa de Inundação - Seções Transversais –  
Cheia Natural – TR = 1.000 Anos;
10. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0013: Mapa de Inundação - Seções Transversais –  
Cheia Natural – TR = 10.000 Anos;
11. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0014: Mapa de Inundação – Seções Transversais –  
Vertimento máximo;
12. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0015: Mapa de Inundação - Seções Transversais –  
Ruptura Mais Provável;
13. 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0016: Mapa de Inundação - Seções Transversais –  
Ruptura Extrema.



**LEGENDA**

- Zona de Autossalvamento
- Zona de Segurança Secundária
- Ponto de Encontro
- Rotas de Fuga
- Zona de concentração local
- Text: Número total de edificações na ZCL

Zona de Autossalvamento - ZAS: zona do vale a jusante da barragem que está sob 30 minutos de chegada da onda de inundação a partir do ponto de rompimento da barragem. Nesta zona consideram-se não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente.

Zona de Segurança Secundária - ZSS: trecho constante do mapa de inundação não delimitado como ZAS.

Rotas de Fuga: percurso indicado que as pessoas em risco devem utilizar para evacuação.

Zona de Concentração Local - ZCL: conjunto de edificações próximas, cuja o ponto de encontro é o mesmo e a rota de fuga é semelhante.

Ponto de Encontro: local seguro, previamente informado, para os quais a população em risco deve se dirigir após o rompimento da barragem.

- ! Ponto atingida
- Edificações atingidas na ZAS
- Edificações atingidas na ZSS
- Equipamento Social Atingido
- Indústria atingida
- Comércio atingido
- Cemitério
- Pista pouso
- Quadra esportiva
- Linha de transmissão
- Limite municipal
- Barragem
- Rodovia
- Estrada
- Via primária
- Via secundária
- Camionete e trilha
- Ferrovia
- Canal
- Hidrografia
- N.A. Máximo Maximorum
- N.A. Máximo Normal
- Coroamento da Barragem
- Massa d'água
- Limite dos dados com restituição aerofotogramétrica

Levantamento dos danos	ZAS	ZSS	Total
Tema			
Janaíba (MG)	17,46 km² 0,80%	103 km² 4,72%	120,46 km² 5,52%
Nova Porteira (MG)	7,91 km² 0,54%	45,43 km² 3,57%	53,35 km² 4,11%
Gamaeiras (MG)	-	53,55 km² 3,09%	53,55 km² 3,09%
Área do município no recorte de estudo	-	89,28 km² 3,39%	89,28 km² 3,39%
Matias Cardoso (MG)	-	12,58 km² 0,65%	12,58 km² 0,65%
Monte Azul (MG)	-	2,29 km² 0,23%	2,29 km² 0,23%
Pai Pedro (MG)	-	54,16 km² 6,45%	54,16 km² 6,45%
Porteirinha (MG)	-	36,73 km² 2,10%	36,73 km² 2,10%
Área total atingida (km²)	25,37 km²	147,64 km²	173,01 km²
População atingida	40177 habitantes	14764 habitantes	54941 habitantes
Edificações - Domicílio	10657 unidades	3674 unidades	14331 unidades
Edificações - Equipamento social	49 unidades	13 unidades	62 unidades
Edificações - Indústria	3 unidades	2 unidades	5 unidades
Edificações - Comércio	269 unidades	21 unidades	290 unidades
Quadras esportivas	27 unidades	12 unidades	39 unidades
Cemitérios	1 unidades	4 unidades	5 unidades
Rodovias	10 km	0 km	10 km
Estradas	5 km	7 km	12 km
Vias primárias	21 km	2 km	23 km
Vias secundárias	186 km	366 km	552 km
Camionetes e trilhas	23 km	44 km	67 km
Ferrovias	5 km	3 km	8 km
Total (quilômetros)	250 km	422 km	672 km
Pontos sujeitos a danos	2 unidades	4 unidades	6 unidades
Linha de transmissão	182 km	385 km	567 km
Energia e saneamento	Estação tratamento de esgoto	-	-

Fontes: ZAS, ZSS, ZCL, PE, rotas de fuga (RHA, 2021) Edificações e pontes (SAI, 2020; RHA, 2021) Reservatório (SAI, 2021) Linha de Transmissão de Energia, Camionete, quadras esportivas, Pista de Pouso e hidrografia (SAI, 2020) Limites estaduais e municipais (BGE, 2019) Imagens de satélite (World Imagery Basemap - DigitalGlobe, 2017)

Escola numérica: 1:16.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator Fuso 23 S Meridiano Central 45° O Datum horizontal SIRGAS 2000

Nº	Descrição	Prep.	Aprov.	Data

**RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA**

Contratada: Elaborador: Lourival Rocha Verificador: Karine Kunn Supervisor: Patricia Barcelos e Silva Responsável Técnico: Laertes Munhoz da Cunha CREA-PR-5124/D

Contratante: Gestor de Contrato: Flávio Damasceno Aragão Gerente: Danielson Vieira de Araujo Fiscal: Flávio Damasceno Aragão

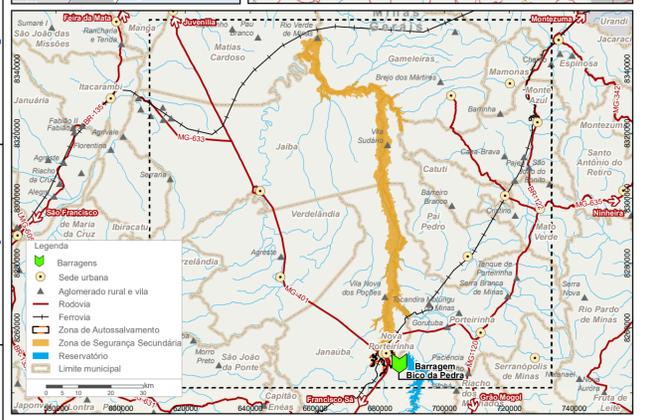
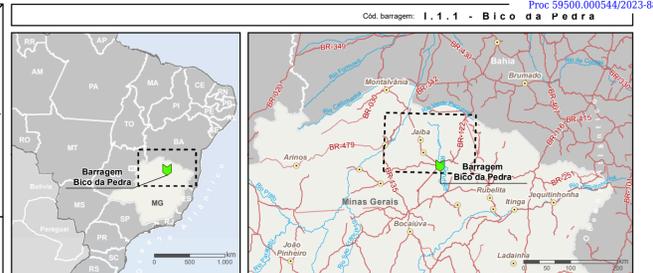
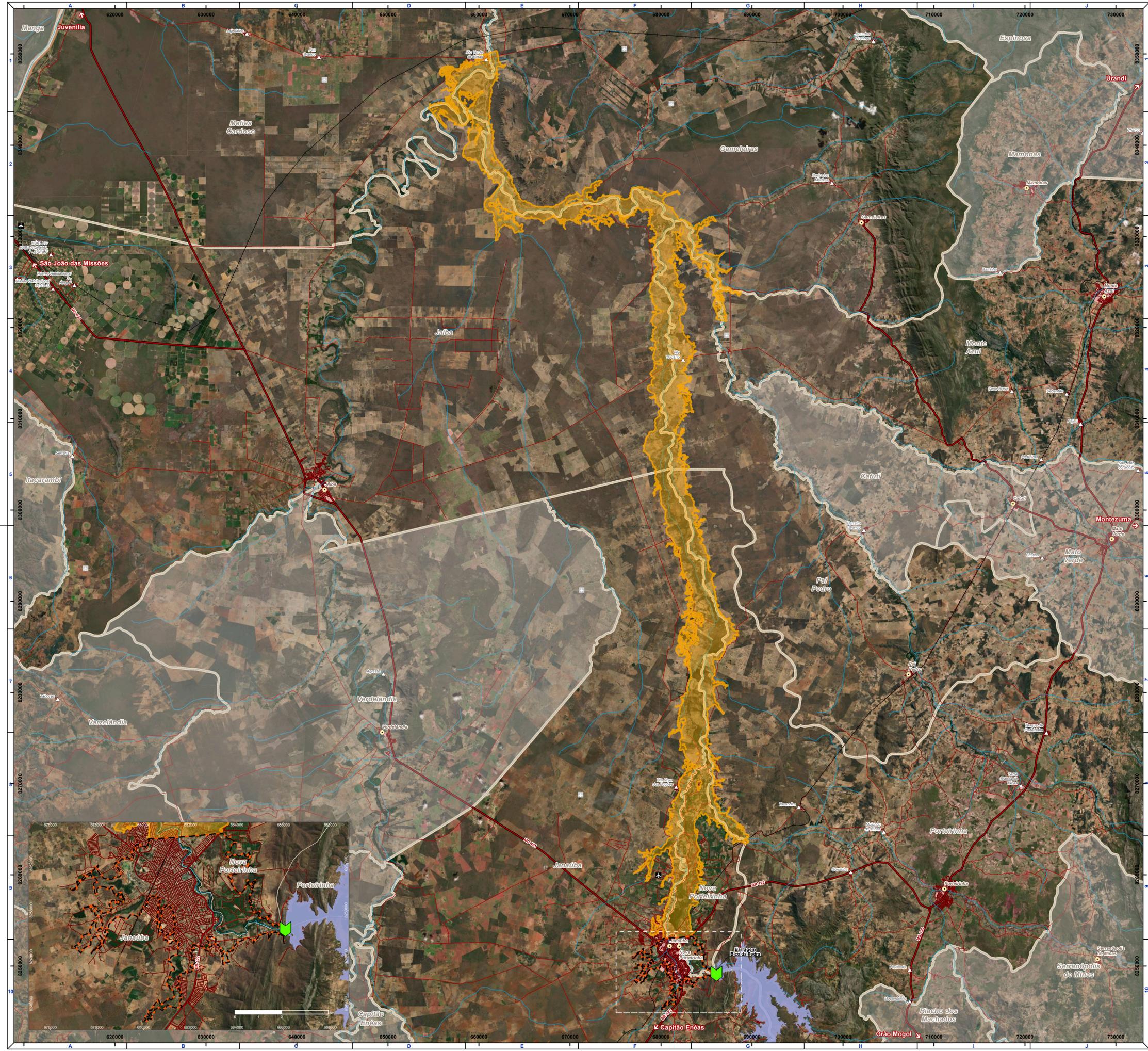
Revisão: **CODEVAS**

**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA**

**BARRAGEM BICO DA PEDRA**

**MAPA DE ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)**  
CENÁRIO DE RUPTURA EXTREMA  
TR = 10.000 ANOS

Mapa 1 de 1 Folha 1.1.1.PSB.1.0.v.00 Código Cliente 1.1.1.PSB.1.0.v.00 Código RHA BI-PSB-V-1-P00 Revisão A



**LEGENDA**

- Zona de Autossalvamento
- Zona de Segurança Secundária
- Limite municipal
- Rodovia
- Estada
- Via urbanizada
- Ferrovias
- Área Edificada
- Barragem Bico da Pedra
- Sede Municipal
- Aglomerado rural e Vila
- Aeroporto público
- Aeroporto particular
- Hidrografia
- Reservatório

Zona de Autossalvamento - ZAS: zona do vale a jusante da barragem que está até 30 minutos de chegada da onda desde o ponto de rompimento da barragem. Nesta zona considera-se não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente, devendo as pessoas, com treinamento adequado, proceder seu próprio salvamento e retirada em direção aos pontos de encontro.

Zona de Segurança Secundária - ZSS: trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS.

Levantamento dos danos	ZAS	ZSS	Total
Janaúba (MG)	17,46 km² 0,80%	103 km² 4,72%	120,46 km² 5,52%
Nova Porteirinha (MG)	7,91 km² 0,54%	45,43 km² 3,75%	53,35 km² 44,11%
Camaleões (MG)	-	53,55 km² 3,09%	53,55 km² 3,09%
Área do município no recorte de estudo	-	89,28 km² 3,39%	89,28 km² 3,39%
Matias Cardoso (MG)	-	12,58 km² 0,65%	12,58 km² 0,65%
Monte Azul (MG)	-	2,29 km² 0,23%	2,29 km² 0,23%
Pai Pedro (MG)	-	54,16 km² 6,45%	54,16 km² 6,45%
Porteirinha (MG)	-	36,73 km² 2,10%	36,73 km² 2,10%
Área total atingida (km²)	25,37 km²	422,39 km²	422,39 km²
População atingida	40177 habitantes	14764 habitantes	54941 habitantes
Edificações - Domicílio	10657 unidades	3674 unidades	14331 unidades
Edificações - Equipamento social	49 unidades	13 unidades	62 unidades
Edificações - Indústria	3 unidades	2 unidades	5 unidades
Edificações - Comércio	269 unidades	21 unidades	290 unidades
Quadras esportivas	27 unidades	12 unidades	39 unidades
Cemitérios	1 unidades	4 unidades	5 unidades
Rodovias	10 km	0 km	10 km
Estradas	5 km	7 km	12 km
Vias primárias	21 km	2 km	23 km
Vias secundárias	186 km	366 km	552 km
Caminhos e trilhas	23 km	44 km	67 km
Ferrovias	5 km	3 km	8 km
Total (quilômetros)	250 km	422 km	672 km
Pontos sujeitos a danos	2 unidade	4 unidades	6 unidades
Energia e saneamento	162 km	365 km	527 km
Estação tratamento de esgoto	-	-	-

Fontes: ZAS, ZSS (RHA, 2021); Reservatórios (SAI, 2021); Localidades, Área Edificada (IBGE, 2016); Área edificada, Sistema Viário (RHA, 2020; OPENTREEMAP, 2019); Hidrografia (IBGE, 2016); Limites Municipais, Aeródromo (IBGE 2019); Ferrovias (Mftra, 2021); Imagens de satélites: (World Imagery Basemap - DigitalGlobe, 2017)

Projeção: Universal Transversa de Mercator  
Fuso 23 S  
Meridiano Central 45° O  
Datum horizontal SIRGAS 2000

Revisão:

Nº	Descrição	Prep.	Aprov.	Data

**RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA**

Contratada: RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA

Elaborador: Lourival Rocha

Verificador: Karine Kunn

Supervisor: Patricia Barcelos e Silva

Responsável Técnico: Laertes Munhoz da Cunha (CREA PR-5124/D)

Contratante: Flávio Damasceno Aragão

Gestor de Contrato: Flávio Damasceno Aragão

Gerente: Danielson Vieira de Araújo

Fiscal: Flávio Damasceno Aragão

**CODEVASF**

**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA**

**BARRAGEM BICO DA PEDRA**

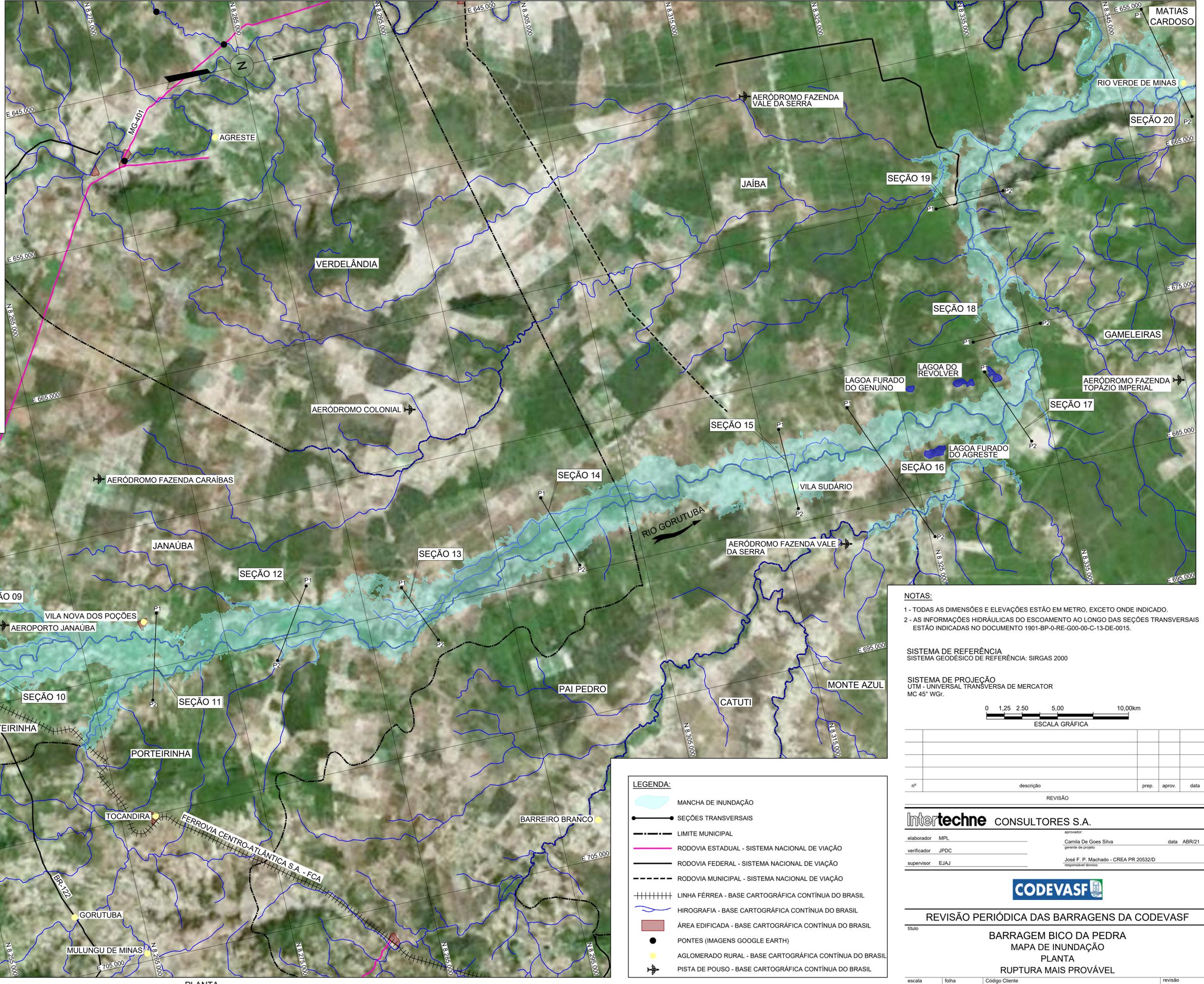
**MAPA DE ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)**

CENÁRIO DE RUPTURA EXTREMA

TR = 10.000 ANOS

Mapa 2 | Folha 1 de 1 | Código Cliente: I.1.1.PSB.1.0.v00 | Código RHA: BI-PSB-V-1-r00 | Revisão: A

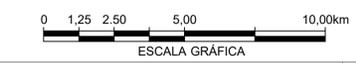
TABELA DE COORDENADAS			
SEÇÕES	PONTOS	COORDENADAS	
		N	E
SEÇÃO 1	P1	8.248.923	685.697
	P2	8.249.411	685.862
SEÇÃO 2	P1	8.248.564	684.497
	P2	8.249.785	685.254
SEÇÃO 3	P1	8.248.715	684.224
	P2	8.250.912	683.778
SEÇÃO 4	P1	8.248.610	682.193
	P2	8.250.844	684.071
SEÇÃO 5	P1	8.250.284	681.912
	P2	8.251.139	683.746
SEÇÃO 6	P1	8.250.281	678.053
	P2	8.251.290	684.200
SEÇÃO 7	P1	8.250.413	680.646
	P2	8.253.937	683.898
SEÇÃO 8	P1	8.252.393	678.355
	P2	8.251.686	684.589
SEÇÃO 9	P1	8.251.286	680.461
	P2	8.257.604	683.635
SEÇÃO 10	P1	8.257.800	679.853
	P2	8.257.329	684.234
SEÇÃO 11	P1	8.270.634	681.256
	P2	8.269.040	687.178
SEÇÃO 12	P1	8.281.349	681.715
	P2	8.278.226	686.386
SEÇÃO 13	P1	8.287.879	683.319
	P2	8.289.610	687.474
SEÇÃO 14	P1	8.298.839	679.316
	P2	8.300.477	684.531
SEÇÃO 15	P1	8.316.253	678.317
	P2	8.316.386	684.047
SEÇÃO 16	P1	8.321.295	677.892
	P2	8.325.346	688.098
SEÇÃO 17	P1	8.331.302	677.562
	P2	8.333.467	683.036
SEÇÃO 18	P1	8.330.986	675.339
	P2	8.335.898	675.089
SEÇÃO 19	P1	8.330.505	665.616
	P2	8.335.381	665.409
SEÇÃO 20	P1	8.347.702	655.092
	P2	8.349.521	663.240



**NOTAS:**  
 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.  
 2 - AS INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS DO ESCOAMENTO AO LONGO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS ESTÃO INDICADAS NO DOCUMENTO 1901-BP-0-RE-G00-00-C-13-DE-0015.

**SISTEMA DE REFERÊNCIA**  
 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

**SISTEMA DE PROJEÇÃO**  
 UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
 MC 45° WGR.



**LEGENDA:**

- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA ESTADUAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO
- RODOVIA FEDERAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO
- RODOVIA MUNICIPAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO
- LINHA FÉRREA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL
- HIROGRAFIA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL
- ÁREA EDIFICADA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL
- PONTES (IMAGENS GOOGLE EARTH)
- AGLOMERADO RURAL - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL
- PISTA DE POUSO - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL

nº	descrição	prep.	aprov.	data

**Intertechne CONSULTORES S.A.**  
 elaborador: MPL  
 verificador: JPDC  
 supervisor: EJAJ  
 aprovador: Camila De Goes Silva  
 gerente de projeto  
 responsável técnico: José F. P. Machado - CREA PR 20532/D



**REVISÃO PERIÓDICA DAS BARRAGENS DA CODEVASF**

escala INDICADA: 1 de 1  
 Código Cliente: 1901-BI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0005  
 revisão: A

PLANTA