COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

BARRAGEM ZABUMBÃO

VOLUME 3. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

Documento: Revisão nº:

RHA

JULHO
2021

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

1912-ZA-00-RT-005_R0i 0i

JULHO
2021

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

SUMÁRIO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM ZABUMBÃO

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: Operação, Manutenção, Recuperação, Melhoria, Inspeção (Regular e Especial), Monitoramento e Instrumentação.*
Volume 2.A	*Registros do POMM: compilação das fichas e relatórios relativos as atividades normatizadas pelo Volume 2.*
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. Registros do PAE: compilação das comunicações e relatórios relativos as situações de alerta e emergência.***
Volume 4	*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,*

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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\K.2.6.Zabumbão

Servidor Externo: N/E

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 7
1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM 9
1.4.3. RESERVATÓRIO 10
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 19
2.1. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO, DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM OU DE OUTRAS OCORRÊNCIAS ANORMAIS 21
2.2. SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM INTEGRADO AOS PROCEDIMENTOS EMERGENCIAIS 22
2.3. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS E AÇÕES DE RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS IDENTIFICADAS NOS CENÁRIOS ACIDENTAIS 23

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

2.3.1. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-0) - VERDE 27
2.3.2. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-1) - AMARELO 27
2.3.3. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-2) - LARANJA 28
2.3.4. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-3) - VERMELHO 29
2.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS DE MITIGAÇÃO DE SITUAÇÕES EMEGENCIAIS 31
2.5. RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA RESPOSTA AO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO 31
3. PLANO DE COMUNICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA 34
3.1. OBJETIVO 34
3.2. PLANO DE COMUNICAÇÃO 34
3.3. SISTEMA DE ALERTA 35
4. ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES DOS ENVOLVIDOS NO PAE 36
4.1. EMPREENDEDOR (CODEVASF) 36
4.2. COORDENADOR DO PAE (SUPERVISOR REGIONAL) 37
4.3. COORDENADOR GERAL 37
4.4. ENCARREGADO DA BARRAGEM 38
4.5. EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM 38
4.6. CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS 38
4.7. SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL E DEMAIS AUTORIDADES 39
5. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO E MAPAS DE INUNDAÇÃO 40
5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO 40
5.2. DELIMITAÇÃO DA ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA 44

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

5.3. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO 45
6. LEVANTAMENTO CADASTRAL E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO ZAS, INCLUINDO A IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADES SOCIAIS 47
6.1. MAPEAMENTO DE DANOS NA MANCHA DE INUNDAÇÃO 47
6.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS 52
7. PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO 54
7.1. TREINAMENTO INTERNO 55
7.2. EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO 56
7.3. DIVULGAÇÃO 57
8. REFERÊNCIAS 59
9. ANEXOS 61
ANEXO 1 – LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO DO PAE a
ANEXO 2 – FORMULÁRIOS TIPO g
ANEXO 3 – MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA a
ANEXO 4 – CONTROLES DE REVISÃO E DISTRIBUIÇÃO a
ANEXO 5 – REGISTRO DOS TREINAMENTOS DO PAE a
ANEXO 6 – METODOLOGIA PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, DA ZSS, DAS ROTAS DE FUGA E DOS PONTOS DE ENCONTRO a
ANEXO 7 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO 9
ANEXO 8 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA IMINENTE a
ANEXO 9 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU a

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 10 – GLOSSÁRIO **a**

ANEXO 11 – MAPAS DE INUNDAÇÃO **a**

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Zabumbão 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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° 16.481, de 11 de julho de 2018, do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (INEMA);
- Resolução n° 236, de 30 de janeiro de 2017, da Agência Nacional de Águas (ANA).

O PAE da Barragem Zabumbão 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;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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 Zabumbão 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Fonte: Lei n° 12.334/2010. Lei n° 14.066/2020. Res. ANA n° 236/2017. Portaria INEMA n° 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 n° 16.481/2018).

O PAE deve ser revisado nas seguintes ocasiões (Lei n° 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 Zabumbão, é de 10 anos (Portaria INEMA n° 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 n° 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

O empreendimento é de propriedade da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), sendo o projeto executivo realizado em 1982 pela empresa Themag Engenharia. A construção foi concluída em 1998, com o objetivo de irrigação e abastecimento de água dos municípios de Paramirim, Botuporã, Caraíbas, Caturama e Tanque Novo.

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 Zabumbão, 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	640,75
Vertedouro	635,75

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Nível Máximo Maximorum	639,25

Fonte: adaptado de 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

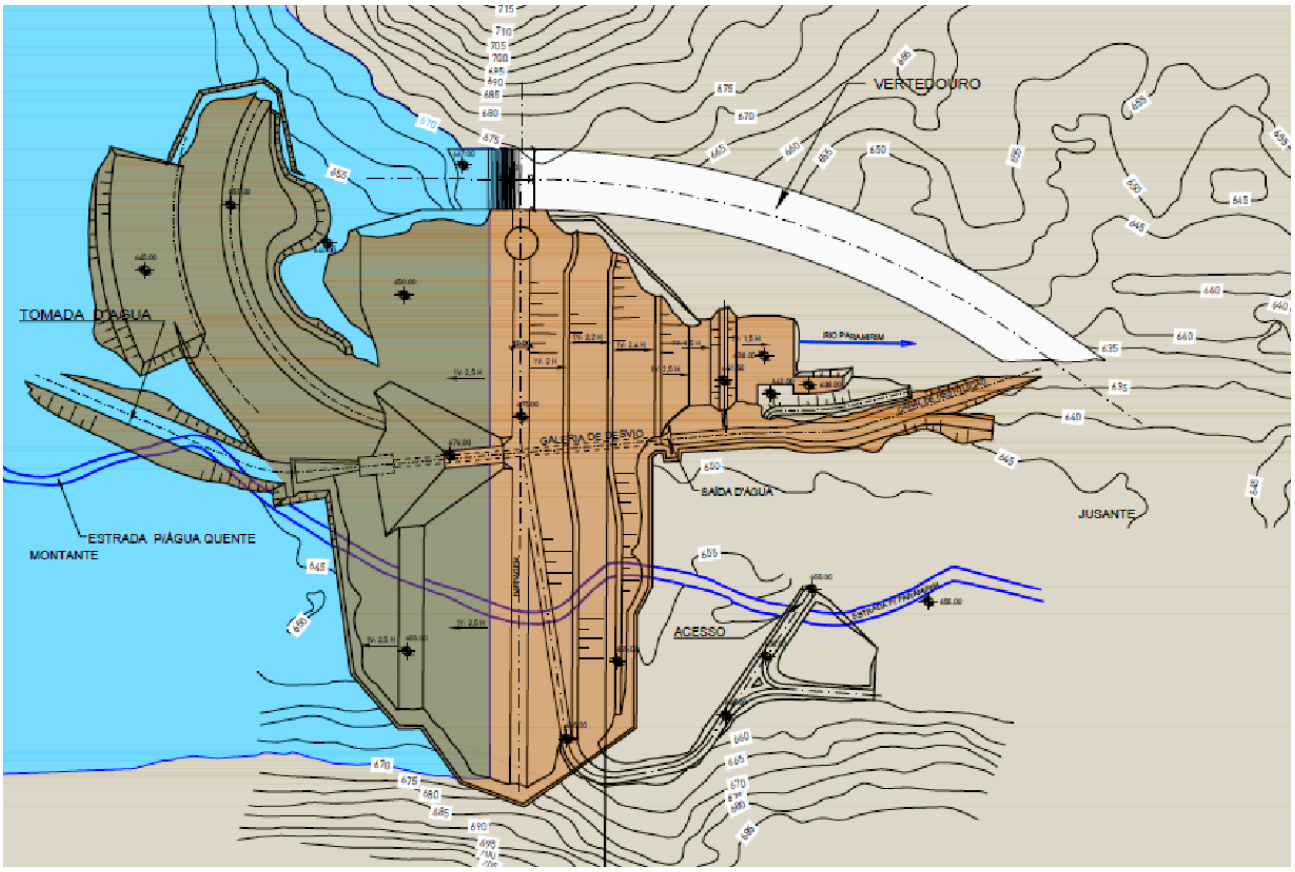
As Tabelas 1.3 e 1.4 apresentam as principais informações do empreendimento.

Tabela 1.3 – Informações Gerais da Barragem.

INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM	
Denominação oficial	*Barragem Zabumbão*
Denominação popular	*Zabumbão*
Empreendedor	*Codevasf - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba*
Fiscalizador	*INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos*

Figura 1-1 – Planta Esquemática da Barragem e Estruturas Associadas.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 1.4 – Informações da Localização do Empreendimento.

Informação		***Referência***	***Pág.***
Município	Paramirim	INTT, 2020b	a (Anexo 1)
UF	Bahia		
Rio	Paramirim		
Domínio	Estadual		
Latitude	13º26’20’’ S		
Longitude	42º12’53’’ O		
Macro Bacia	São Francisco - Médio		
Sub-Bacia	-		
Barragens (montante)	Não identificado		
Barragens (jusante)	Barragem dos Cristais		

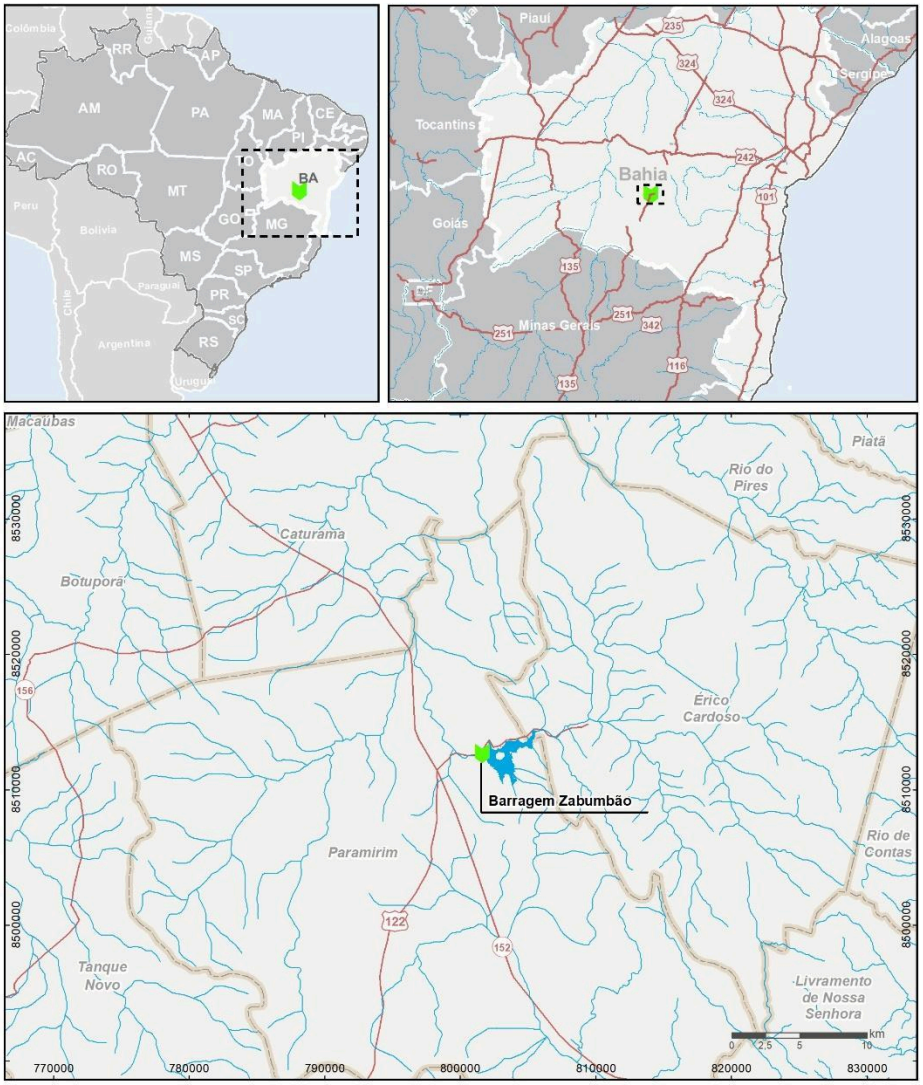
A Barragem Zabumbão está localizada no município de Paramirim, no estado da Bahia, nas coordenadas aproximadas 13º26’20’’S e 42º12’53’’O, barrando o rio Paramirim, afluente da margem direita do rio São Francisco. O Código no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) é 432. A localização do empreendimento encontra-se representada na Figura 1-2.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 1-2 – Localização Georreferenciada da Barragem Zabumbão.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A Tabela 1.5 apresenta as informações do corpo da Barragem Zabumbão.

Tabela 1.5 – Características do Corpo da Barragem.

Informação		Referência	Pág.
Tipo estrutural:	Terra homogênea	INTT, 2020b	Anexo 1
Comprimento do coroamento (m):	340 m	INTT, 2020 b	Anexo 1
Cota do coroamento (m):	640,75 m	*ENGEFOTO, 2019*	8
Largura da coroamento (m):	10,00 m	*INTT, 2020b*	Anexo 1
Altura máxima acima da fundação (m):	45 m	INTT, 2020w	Anexo 1

Tabela 1.6 – Características do Corpo da Barragem (Continuação)

Informação	Referência	Pág.	
Borda livre mínima (m):	1,40 m para a decamilenar	INTT, 2020w	Anexo 1
Paramento de montante Inclinação: Tipo de proteção:	2,5H:1V; *Rip-rap*	INTT, 2020b	Anexo 1
Paramento de jusante Inclinação: Tipo de proteção:	2H:1V; 2,2:1V, 2,4H:1V e 2,5H:1V Vegetal	INTT, 2020b	Anexo 1

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Dispositivos de drenagem e filtragem:	Filtro vertical e horizontal conjugado com dreno de pé	INTT, 2020b	Anexo 1
Volume total de aterro:	Não informado	-	-
Tipo de materiais do aterro:	Solo Compactado	INTT, 2020b	Anexo 1
Tipo de materiais dos filtros:	Areia	INTT, 2020b	Anexo 1
Tipo de materiais dos drenos:	Enrocamento brita e pedrisco	INTT, 2020b	Anexo 1

1.4.3. RESERVATÓRIO

Os estudos mais recentes do reservatório de Zabumbão foram realizados pela empresa ENGEFOTO em 2019. Os dados provenientes da curva cota x área x volume da Barragem Zabumbão estão apresentados na Tabela 1.7 e na Figura 1-3.

Tabela 1.7 – Reservatório (continuação).

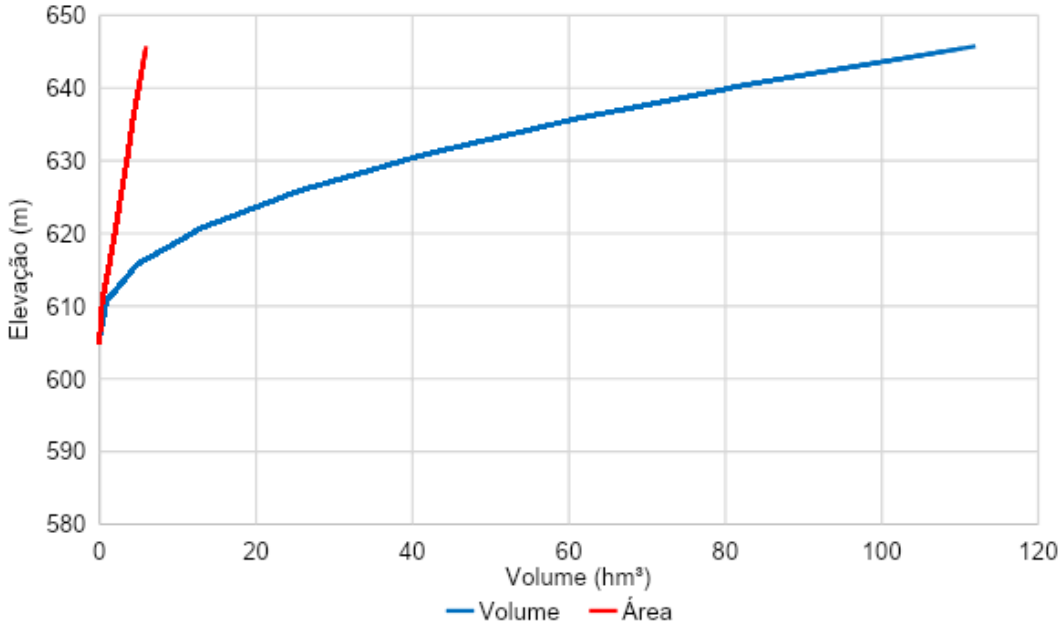
Informação			***Referência***	***Pág.***
Cota de Coroamento	El. 640,75 m	Cota de Coroamento	Engefoto (2019)	8
Nível Máximo Maximorum (NMM)	El. 639,25 m	Nível Máximo Maximorum (NMM)		
Nível Máximo Normal (NMN)	El. 635,75 m	Nível Máximo Normal (NMN)		
Nível Mínimo Operacional (NMO)	El. 614,75 m	Nível Mínimo Operacional (NMO)		
Áreas inundadas (*)	Nível coroamento	5,10 km²	INTT, 2020x	3
	NMN	4,30 km²	INTT, 2020x	3
	NMM	4,90 km²	INTT, 2020x	3
	Nível Mínimo	1,20 km²	INTT, 2020x	3

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Volumes (*)	Nível coroamento	84,32 hm³	INTT, 2020x	3
	NMN	60,85 hm³	INTT, 2020x	3
	NMM	77,28 hm³	INTT, 2020x	3
	Nível Mínimo	4,83 hm³	INTT, 2020x	3
Tempo de esvaziamento		Não localizado	-	-

(*) Obs.: Áreas e volumes obtidos da RPSB (INTT, 2020). Necessário revisão em fase posterior ao PSB/RPSB.

Figura 1-3 – Curva Cota x Área x Volume do reservatório de Zabumbão



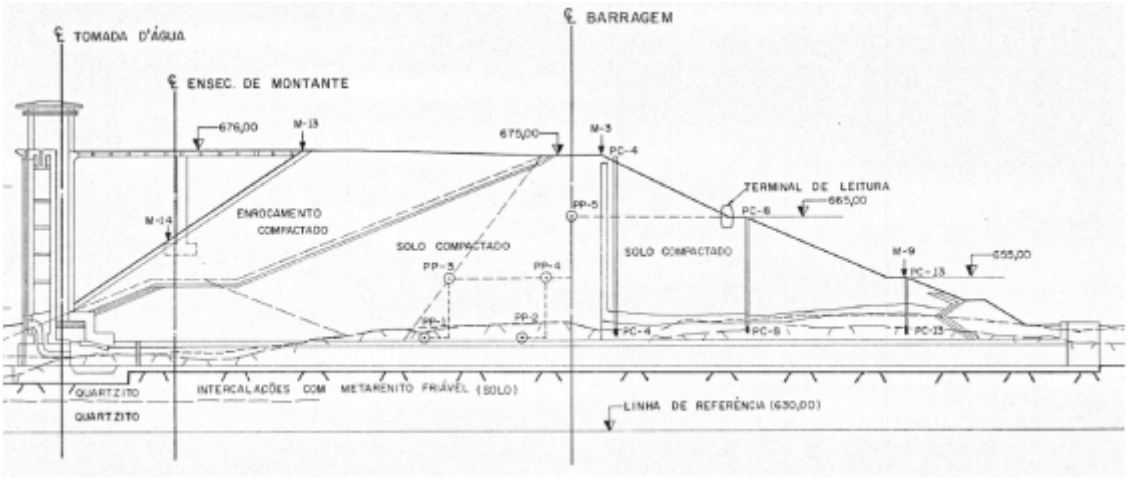
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: INTT, 2021c.

1.4.4. ÓRGÃOS EXTRAVASORES

A tomada de adução e descarga é feita por torre de controle a montante, localizada no centro da barragem, com acesso por passarela que liga o coroamento à torre de controle. A galeria tubular tem 1 m de diâmetro. A Figura 1-4 apresenta um detalhamento da tomada de água e na Tabela 1.8 detalhes do dimensionamento

Figura 1-4 – Seção Longitudinal da tomada de água e descarga.



FONTE: Themag Engenharia (1982) - Projeto Executivo - Vol2. Desenhos

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

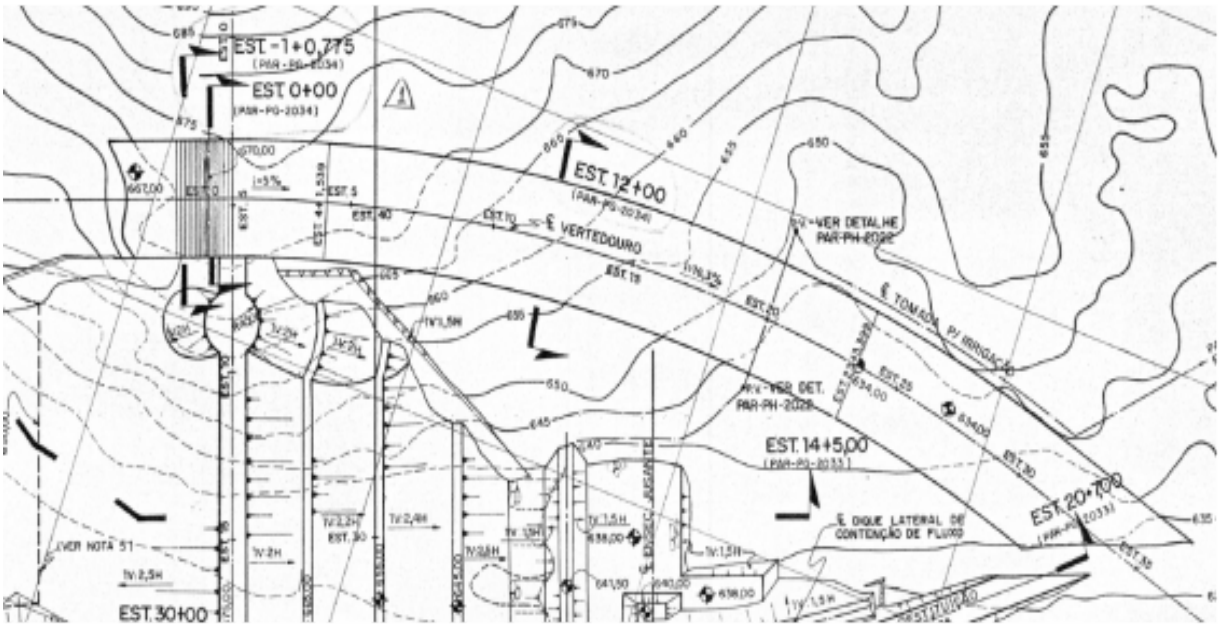
Tabela 1.8 – Tomada de água

Informação		*Referência*	*Pág.*
Solução	*Tomada de água*	*INTT, 2020w*	*Anexo 1*
Localização	*Centro do maciço*	*INTT, 2020w*	*Anexo 1*
Dimensões principais	*Comporta 2,8 x 1,7 m; Trompa de entrada: 1,0 x 1,0 e 1 m de diâmetro e galeria 2,5 x 3,20m*	*INTT, 2020w*	*Anexo 1*
Controle à entrada/saída	*Comporta stop log e válvula Howell Bunger dn1000mm*	*INTT, 2020w*	*Anexo 1*
Cota da tomada de água à entrada	*Não localizada*	-	-
Fonte alternativa de energia	*Não localizada*	-	-
Possibilidade de manobra manual	*Volante de manobra manual*	*INTT, 2020w*	*Anexo 1*
Comando à distância	*Não disponível*	*INTT, 2020w*	*Anexo 1*
Vazão	*10 m^3/s*	*INTT, 2020w*	*Anexo 1*

O extravasamento de cheias é realizado por um conjunto contendo canal de aproximação, vertedouro de concreto com soleira livre de perfil Creager disposto na ombreira esquerda da barragem de 35 m de largura na El. 635,75 m. A jusante da crista está o canal rápido com cerca de 40 m de comprimento revestido em concreto seguido por dois trechos de diferentes declividades do canal de restituição escavado em rocha com muros de concreto na margem esquerda. A vazão de projeto do vertedouro é de 659 m³/s, com tempo de recorrência decamilenar. A Figura 1-5 apresenta a planta do vertedouro e a Tabela 1.9 apresenta os detalhes do dimensionamento.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 1-5 – Planta do vertedouro



FONTE: Themag Engenharia (1982) - Projeto Executivo - Vol2. Desenhos

Tabela 1.9 – Vertedouro.

Informação		Referência	Pág.
Tipo	*Soleira Livre".*	*INTT, 2020c*	*51*
Localização	*Ombreira esquerda*		
Descrição da entrada	*Rápido plano de concreto*	*INTT, 2020b*	*3*
Descrição do canal	*Canal escavado em rocha*	*INTT, 2020b*	*3*

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Informação		*Referência*	*Pág.*
Comprimento Soleira	*35m*	*INTT, 2020w*	*3*
Elevação a Soleira	*635,75 m*	*ENGEFOTO, 2019*	*8*
Cota de coroamento da Barragem	*640,75 m*		
Nível de Água Maximorum	*639,25 m*		
Altura do Paramento (P)	*3 m*	*INTT, 2020c*	*51*
Coeficiente de Descarga Adotado (Cd)	*2,149*		
Carga de Projeto (H_0)	*2,50 m*		
Vazão de Projeto	*659 m^3/s (TR 10.000)*	*INTT, 2020c*	*51*
Modalidade de dissipação de energia	*Bacia escavada em terreno natural rochoso*	*INTT, 2020c*	*5*

1.4.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS

A Tabela 1.10 apresenta as informações da bacia hidrográfica da barragem.

Tabela 1.10 – Parâmetros geométricos da bacia do rio na seção do barramento.

Informação		*Referência*	*Pág.*
Área de drenagem da bacia (aproximado)	A_t = 22.400 km²	INTT, 2020c	9
Área de drenagem da bacia sendo controlada pela barragem (aproximado)	A = 515 km²		10
Comprimento do Talvegue Principal	L = 38,5 km		10
Perímetro	P = 157 km		10
Comprimento total dos cursos d'Água	LT = 369 km		10

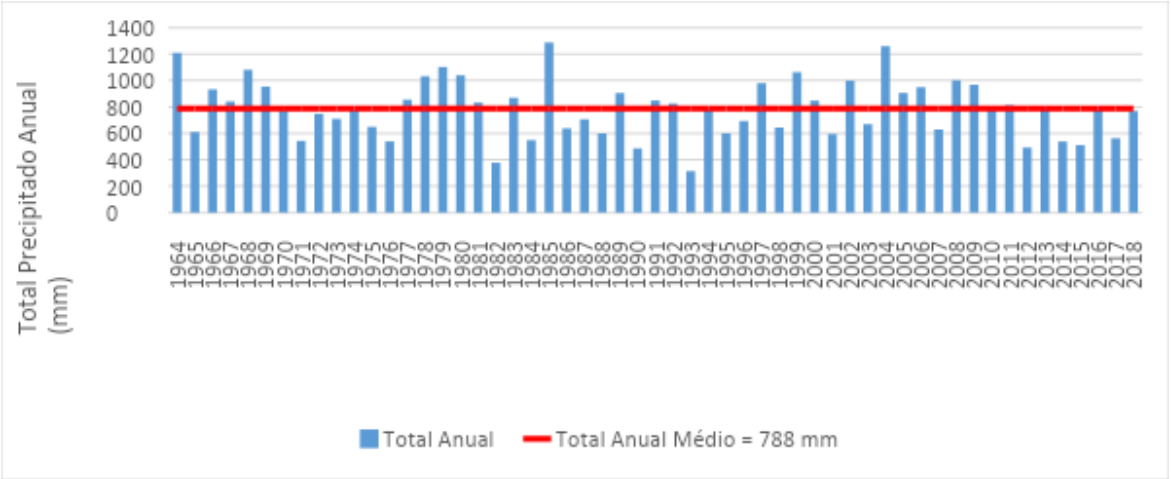
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Comprimento Reto entre a Nascente e a Exutória	L_t = 26,97 km		10
Elevação da Nascente	H_n = 1.4752 m		10
Elevação no Barramento	H_f = 635 m		10
Declividade média	i = 20,8 m/km		11
Tempo de concentração	tc = 7,2 horas		11
Evaporação potencial local	1594,1 mm		18
Precipitação total anual média	787 mm		27
Vazão Média Mensal	1,33 m³/s		35
Coef de Escoamento Sup.	-		-
Vazões máximas	515 m³/s (TR 1.000 anos; Instantânea)		43

O total anual precipitado médio sobre a bacia hidrográfica da Barragem Zabumbão é de 787 mm, variando entre valores de 314 mm, em 1993, a 1.288 mm, em 1985. A Figura 1-6 apresenta os totais precipitados anuais.

Figura 1-6 – Totais Precipitados Anuais (mm).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

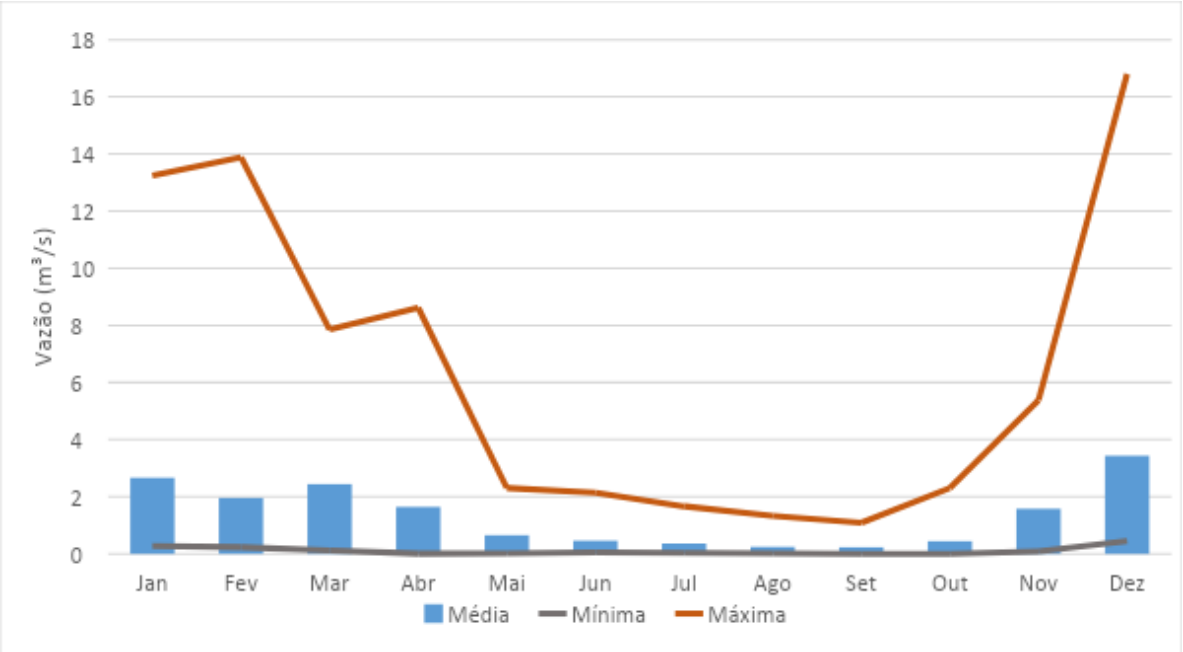


Fonte: INTT, 2021c

A série de vazões médias mensais afluentes ao reservatório de Zabumbão é apresentada na Figura 1-7.

Figura 1-7 – Vazões Médias Características.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

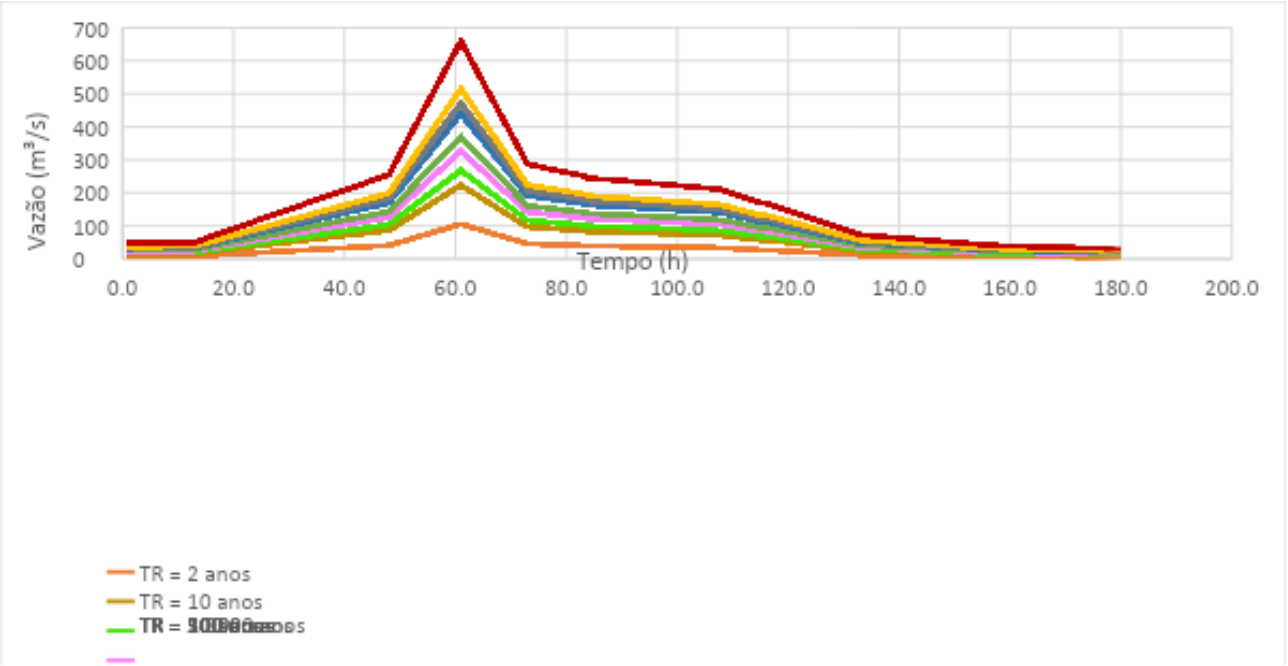


Fonte: INTT, 2021c

As vazões de cheia em função do tempo de recorrência são apresentadas na Figura 1-8.

Figura 1-8 – Hidrograma de Cheias.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: INTT, 2021c

A Tabela 1.11 apresentam as principais informações geológicas e sísmicas do empreendimento.

Tabela 1.11 – Características Geológicas e Sísmicas.

Informação		***Referência***	***Pág.***
Fundação	*Quartzito são na margem direita, coluvio com alterações de*	*INTT, 2020b*	*b (Anexo 1)*

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	metarenitos e quartizitos, aluvião no leito do rio		
Suscetibilidade a escorregamento	*Não identificado*	-	-
Sismicidade potencial	*Zona 0, a_g = 0,025 m/s²*	*ABNT NBR 15421, 2006*	*6 e 7*

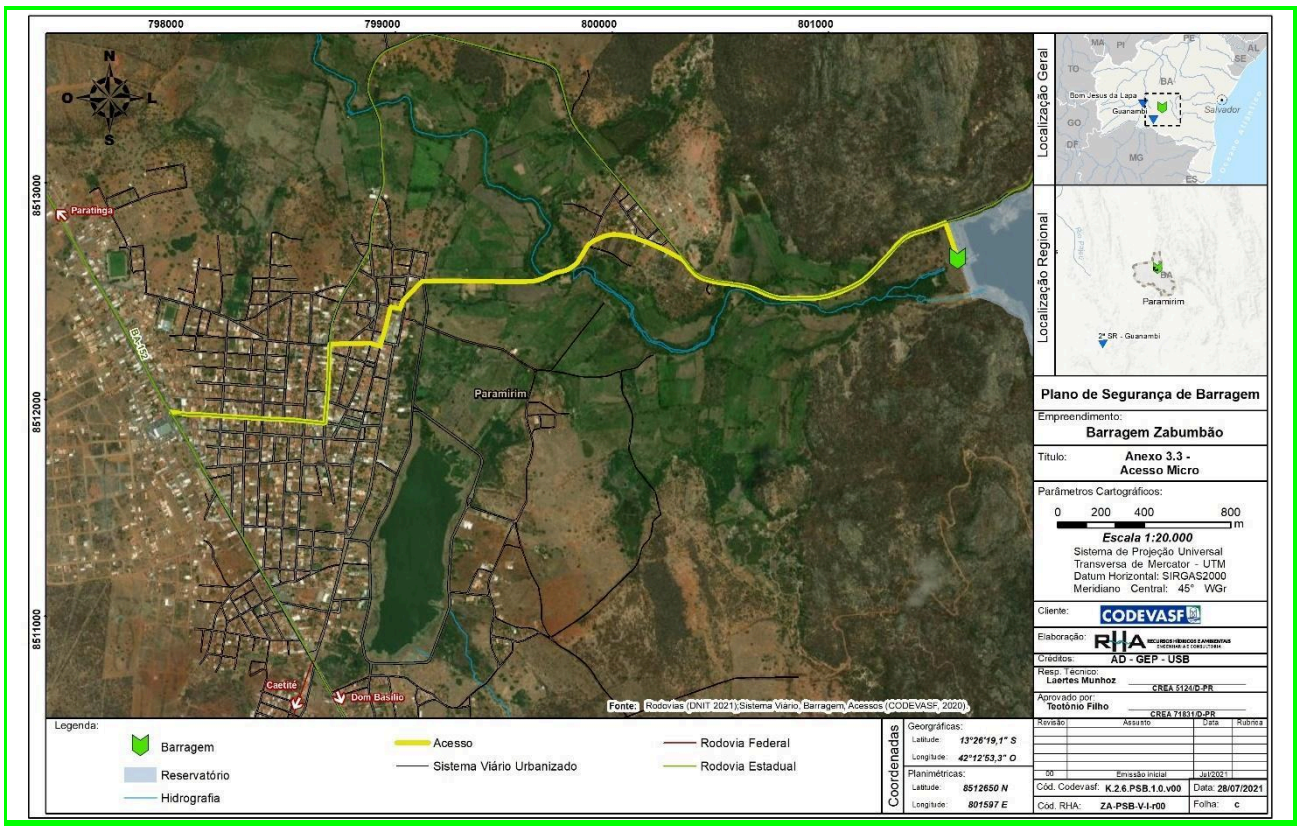
1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO

Não existe nenhum sistema de instrumentação de auscultação.

1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM

Figura 1-9 – Acesso à Barragem de Zabumbão

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: RHA Engenharia, 2021

A barragem Zabumbão é, preferencialmente, acessada a partir dos escritórios da 2ª Superintendência Regionais da Codevasf situados nas cidades Baianas de Guanambi e Bom Jesus da Lapa. Embora exista maior proximidade entre Guanambi e Paramirim pela BR-122, é

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

importante destacar que parte deste trecho não está pavimentado. Portanto sugere-se que o acesso seja feito por rota alternativa pelas BR-430, BA-156 e BA-152.

Partindo de Guanambi, deve-se acessar a BR-030, em direção a cidade de Caetité, e percorrê-la por, aproximadamente, 36 km até trevo rodoviário que dá acesso a estrada local (Figura 1.10). Alcançada a estrada local, deve-se percorrê-la por 2,6 km até cruzamento que dá acesso à BR-430 (Figura 1.11) acessando-a em direção a Bom Jesus da Lapa. Na BR-430, deve -se percorrer, aproximadamente, 33 km até trevo que dá acesso à BA-156 (Figura 1.12).

Acessada a BA-156, a mesma deve ser percorrida, em direção a BA-152, por 83 km passando pela cidade de Tanque Novo. No cruzamento com a BA-152, deve-se virar em direção as cidades de Caturama e Paramirim(Figura 1.13). Na BA-152, deve-se seguir por 17 km até a cidade de Paramirim, onde é possível acessar a BR-122 em direção a cidade Érico Cardoso. A barragem Zabumbão encontra-se a 4,3 km do cruzamento da BA-152 com a BR-122 em Paramirim.

Figura 1-10 – Acesso à estrada local - Via Guanambi.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

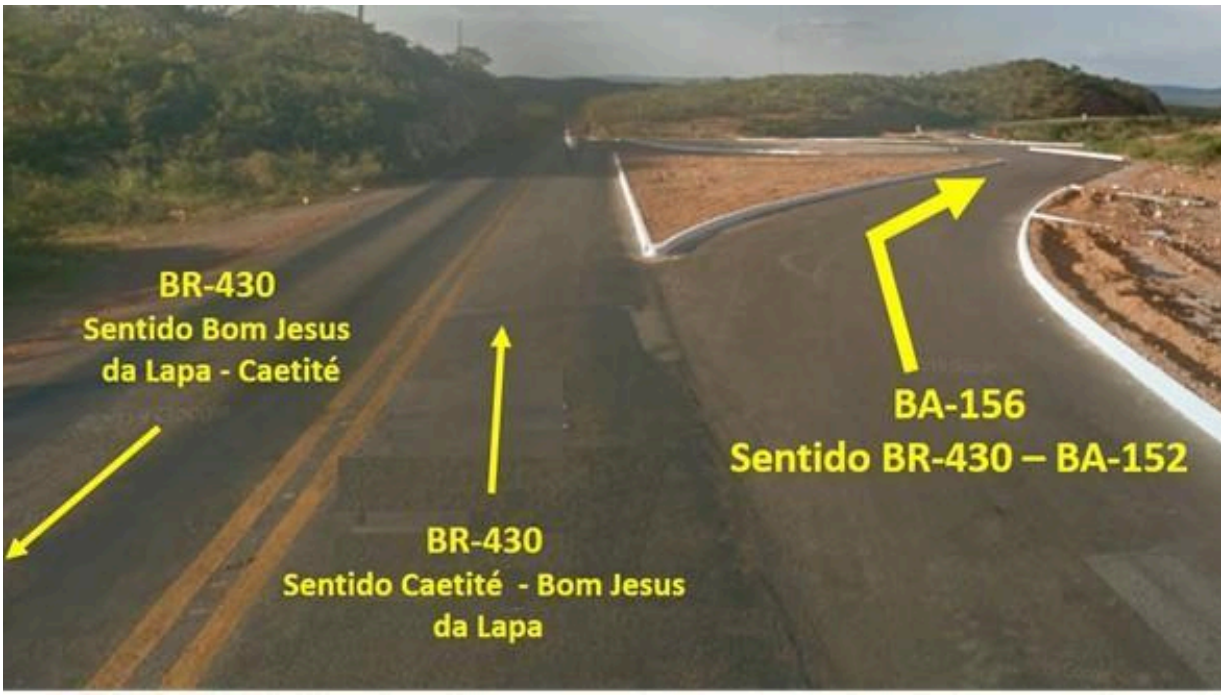
Figura 1-11- Acesso à BR-430 em cruzamento com estrada local - Via Guanambi.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Figura 1-12 - Acesso à BA-156 em trevo com a BR-430 – Via Guanambi.

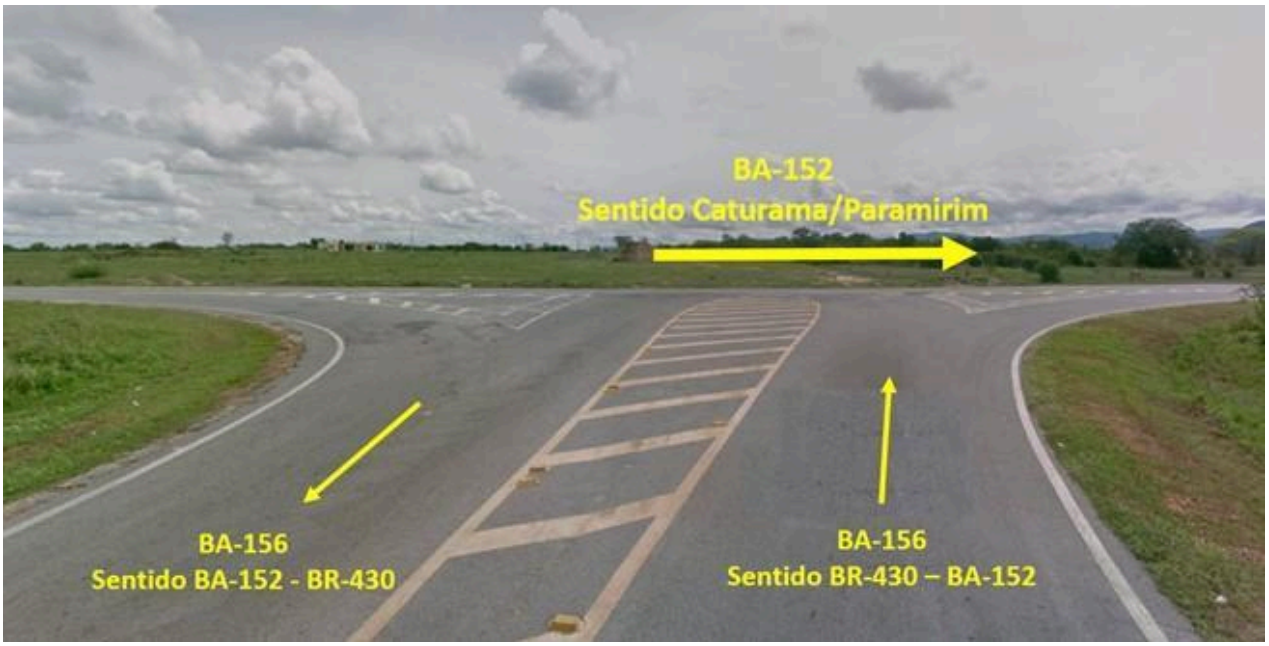
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



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

Figura 1-13 - Acesso à BA-152 em trevo com a BA-156 - Via Guanambi.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

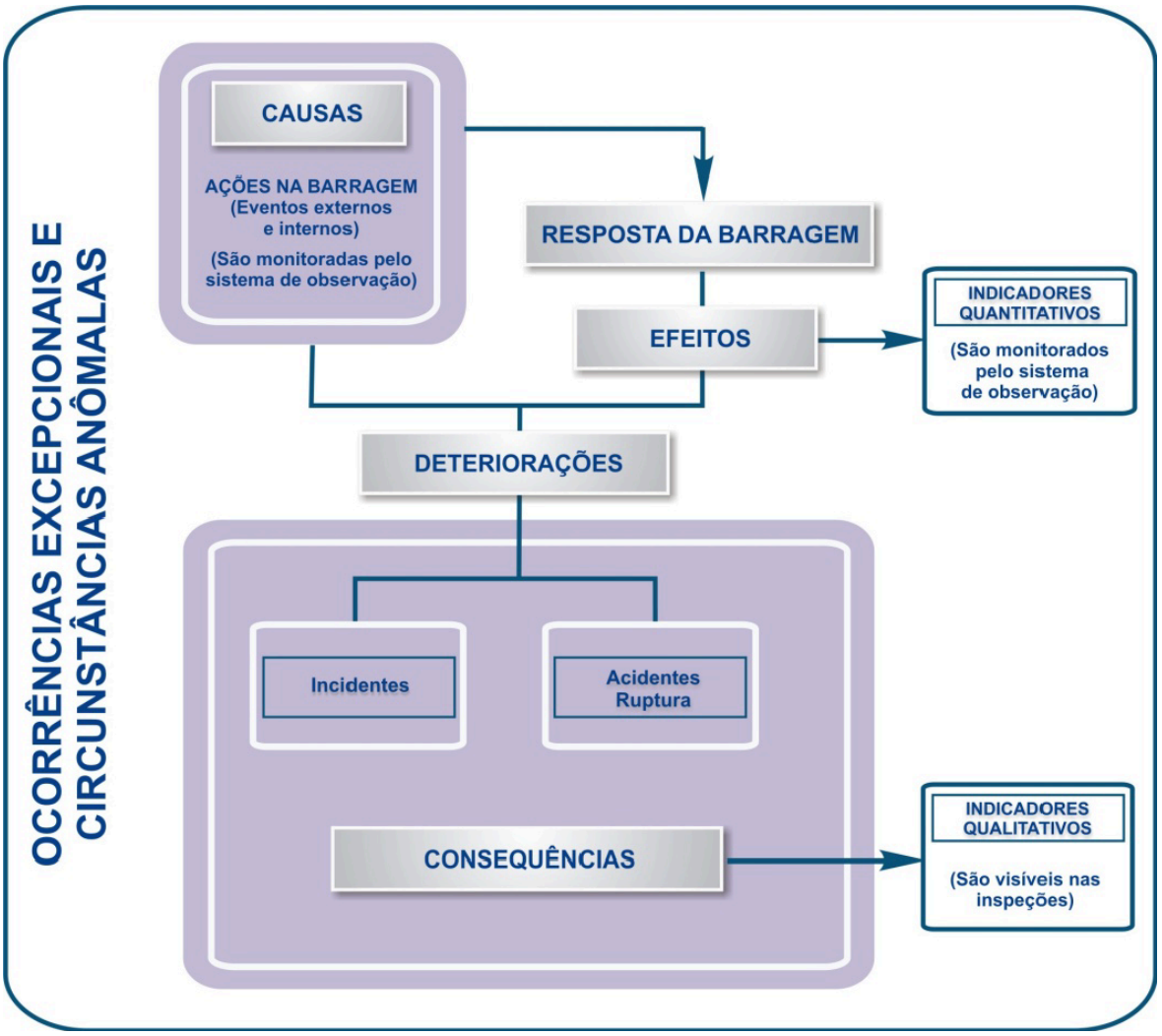
2. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO, MITIGAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA AS SITUAÇÕES ANÔMALAS À BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

(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
NÍVEL DE RESPOSTA 0 (NR-0) – NORMAL (Verde)	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.
NÍVEL DE RESPOSTA 1 (NR-1) – ATENÇÃO (Amarelo)	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.
NÍVEL DE RESPOSTA 2 (NR-2) – ALERTA (Laranja)	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.
NÍVEL DE RESPOSTA 3 (NR-3) – EMERGÊNCIA (Vermelho)	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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A Barragem Zabumbão 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 Zabumbão 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 Zabumbão.

Por fim, o último procedimento de identificação implantado pela CODEVASF corresponde as visitas mensais a serem realizadas pelo Coordenados do PAE da Barragem Zabumbão. 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Zabumbão possui auscultação por piezômetros que estão inativos, tendo 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Zabumbão	**NR**
Cheias	Operação normal	NA < NMN	0
	Vertimento projetado	NMM > **NA** > NMN **E** **PLU** < TR100 = 127	1
		NMM > **NA** > NMN **E** **PLU** < TR1000 = 162	2
	Vertimento acima do projetado com Risco de Galgamento	**NA** > NMM **OU** NMM > **NA** > NMN **E** **PLU** > TR10000 = 198	Ficha n° 01

Fonte: Adaptado de INTT, 2021

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

rompendo, respectivamente. As fichas apresentam tanto uma descrição geral da situação de emergência, quantos 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; 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

			Galgamento da barragem iminente ou ocorrendo	Ficha n° 01
			Ruptura por Galgamento da barragem ocorreu ou ocorrendo	Ficha n° 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	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 n° 05
			Ruptura do vertedouro ocorrendo / ocorreu	Ficha n° 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
			Piping	Ficha n° 02
			Instabilidade global	Ficha n° 03
			Instabilidade localizada	Ficha n° 04

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha n° 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 n° 01
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha n° 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

		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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 n° 01
			Instabilidade localizada	Ficha nº 04
			Instabilidade global	Fica nº 03
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha n° 09

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

			Instabilização da estrutura	Ficha n° 08
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido à instabilidade gerada pela Sismicidade	Ficha n° 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 (Volume 2 do PSB).

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 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).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

medidas a serem adotadas nas unidades externas especializadas: INEMA (Entidade Fiscalizadora), Defesa Civil Estadual e Defesas Civis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais).

As Defesas Civis 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 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 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:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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), Defesa Civil Estadual e Defesas Civis 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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 Defesa Civil Estadual 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 n° 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 EMEGENCIAIS

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

constantes no PAE, conforme indicado na Lei n.º 12.334/2020, alterada pela Lei n° 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 Zabumbão, 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

3. PLANO DE COMUNICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

3.1. OBJETIVO

Os procedimentos de comunicação visam garantir os seguintes pontos:

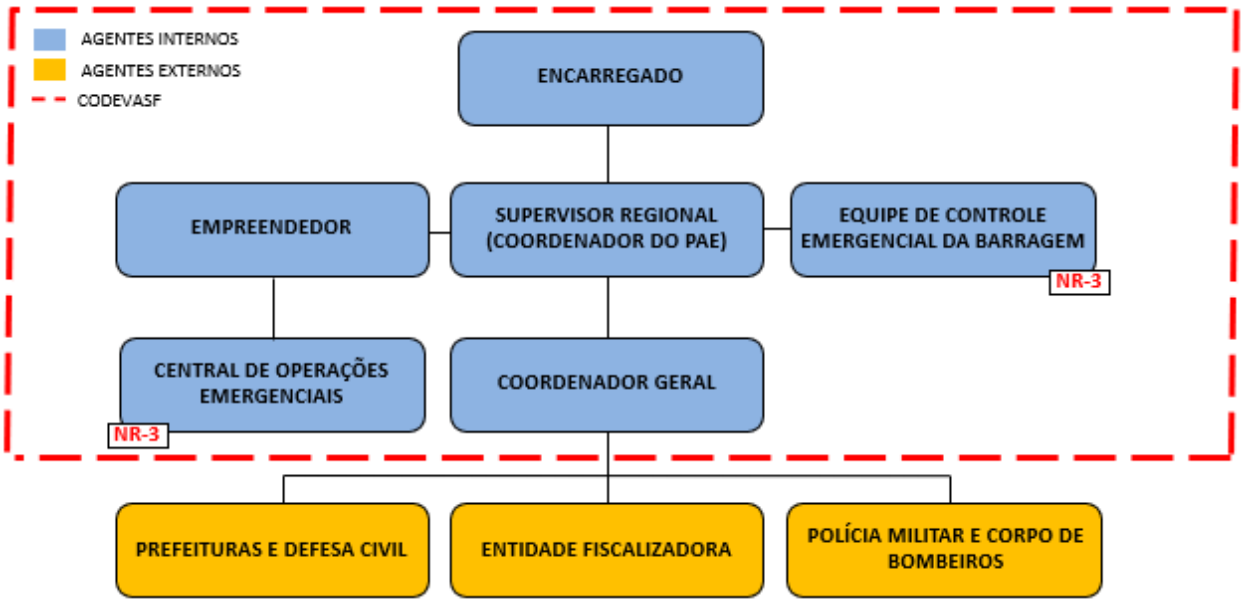
- Definir quem notifica e quem é notificado;
- Identificar os nomes dos intervenientes, das organizações responsáveis e principais tomadores de decisão das ações emergenciais, com respectivos números para contato e recursos alternativos de comunicação;
- Definir os meios de comunicação entre o Coordenador 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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° 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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 Civis.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Zabumbão;
- 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 Civis, Prefeituras Municipais e a Entidade Fiscalizadora;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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 Zabumbão, 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:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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 Civis 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 Civis 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Zabumbão 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 e Tabela 5.2), utilizado para delimitação da ZAS e ZSS. As informações completas dos demais cenários são encontradas no relatório "I.3 Estudos de Rompimento da Barragem - 1901-ZA-0-GE-G00-00-C-13-RT-0001_1".

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%. O passo de tempo do modelo foi mantido em 30 segundos para todas as simulações.

A região a jusante da Barragem Zabumbão abrange predominantemente plantações e vegetações nativas. Portanto, foi adotado coeficiente de rugosidade de Manning único para o

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

modelo hidrodinâmico de 0,035 $m^{-1/3}s$, 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 Zabumbão, 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 815 km² na escala de 1:5.000, a qual abrange a região das estruturas e o vale a jusante do barramento de Zabumbão. 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 de ruptura calculado a jusante da Barragem Zabumbão 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	Tempo de	Nível de água no reservatório
		Critério	Vazão (m³/s)			

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

				brecha (m)	ruptura (h)	no início da simulação (m)
6	Ruptura extrema por galgamento	Vertimento Máximo Efluente	947	137	1,64	640,95

Fonte: INTT,2021

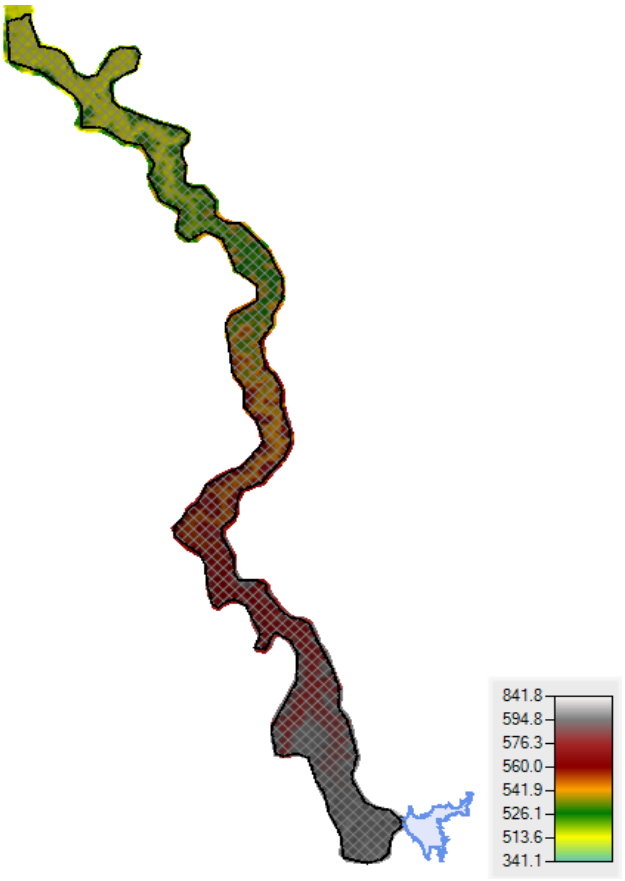
Tabela 5.2 – Características de Brecha de Ruptura.

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	640,75	612	28,75	1,00	1,67	137

Fonte: INTT,2021

Figura 5-1 – Modelo Digital de Terreno (MDT).

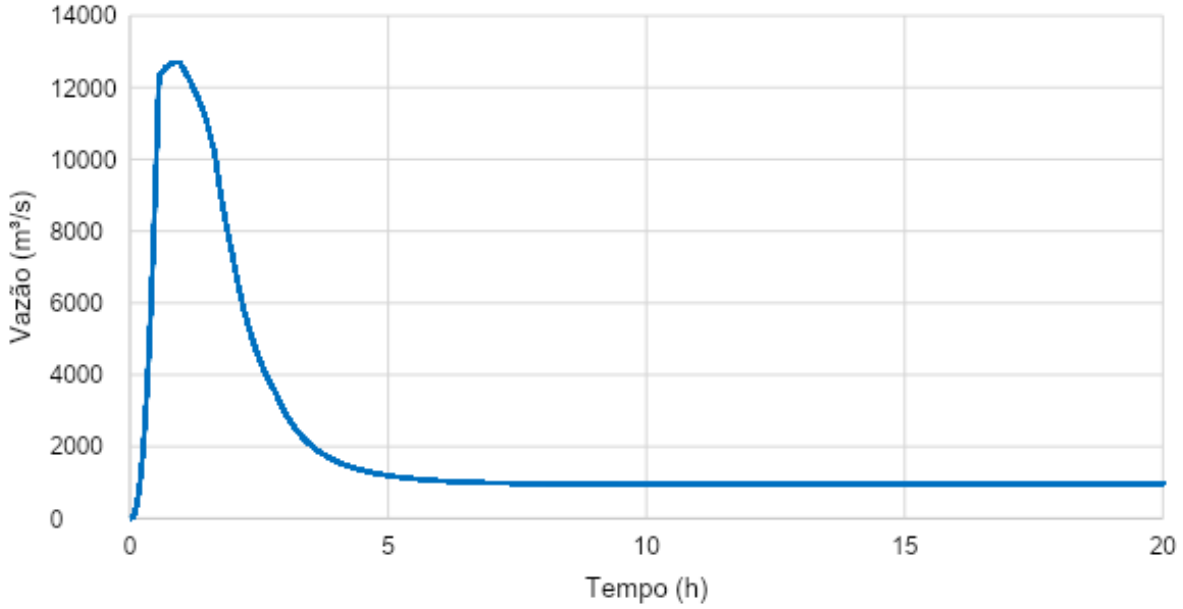
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: INTT,2021

Figura 5-2 – Hidrograma na Seção da Barragem – Cenário 6 – Galgamento.

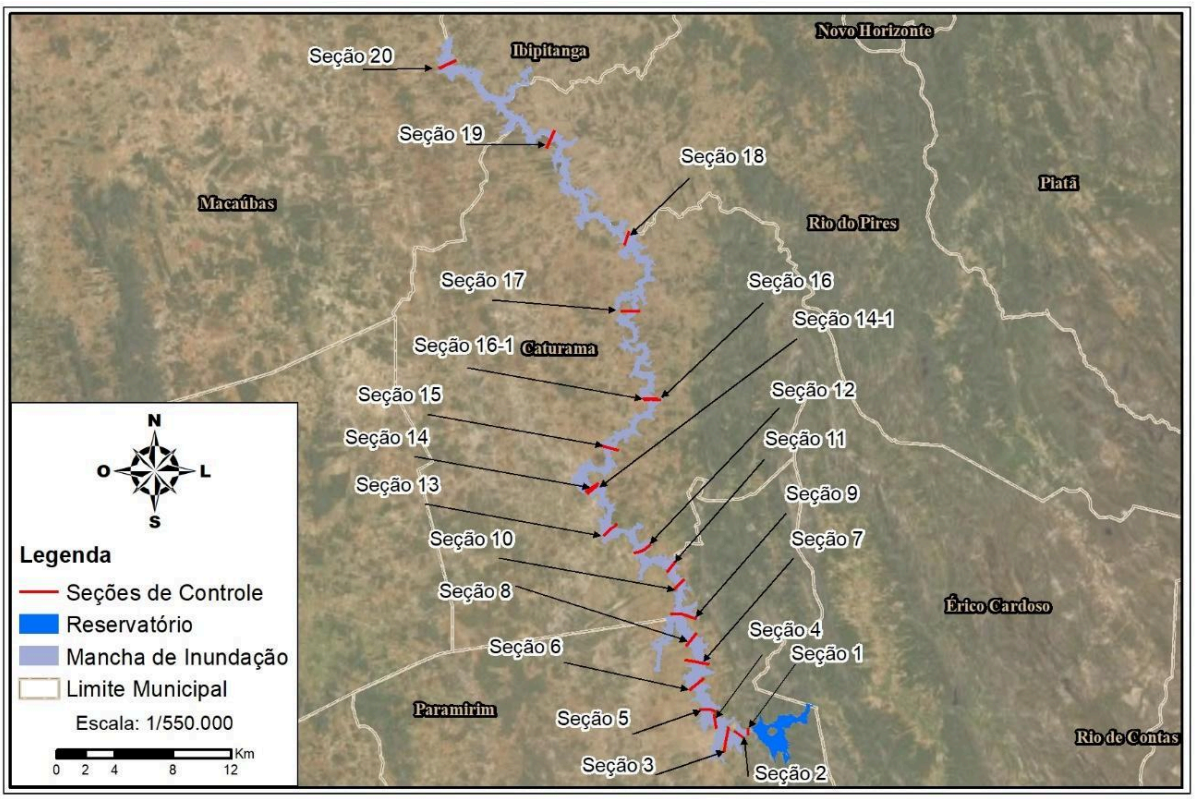
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: INTT,2021

Figura 5-3 – Seções para Apresentação dos Resultados.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: adaptado de Fonte: INTT,2021

Tabela 5.3 – Resultados do Cenário Extremo.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Características Hidráulicas	Tempo de chegada da frente de onda (h):	Tempo de chegada do pico da onda (h)	Velocidade máxima (m):	Vazão máxima (m³/s)	Nivel máximo (m):	Duração da onda (h):
Seção 1	00:10	01:30	12,9	9601	613,1	05:10
Seção 2	00:25	01:30	5,9	9595	609,3	03:05
Seção 3	00:35	01:35	5,5	9528	606,6	03:35
Seção 4	00:45	01:40	5,0	9369	603,2	03:20
Seção 5	00:55	01:50	4,2	9332	599,4	03:35
Seção 6	01:10	01:55	5,5	9252	594,0	02:40
Seção 7	01:20	02:00	4,0	9174	589,3	03:05
Seção 8	01:30	02:10	4,9	9069	585,2	03:30
Seção 9	01:40	02:25	3,7	7069	580,3	04:00
Seção 10	01:50	02:35	3,6	6890	575,5	05:00
Seção 11	02:00	02:50	4,7	6806	572,6	04:15
Seção 12	02:15	03:20	3,5	6057	569,9	06:25
Seção 13	02:35	03:40	3,1	5948	565,3	05:35
Seção 14	02:55	04:00	3,8	5793	559,2	05:50
Seção 15	03:30	04:40	2,6	5391	553,5	07:45
Seção 16	04:00	05:15	2,6	5093	547,8	07:35
Seção 17	05:05	06:15	2,6	4614	536,2	08:15
Seção 18	06:00	07:20	10,2	4049	528,8	08:15
Seção 19	07:30	08:50	3,1	3687	514,9	08:30
Seção 20	09:00	10:50	2,3	3158	505,5	08:35

Fonte: INTT,2021

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

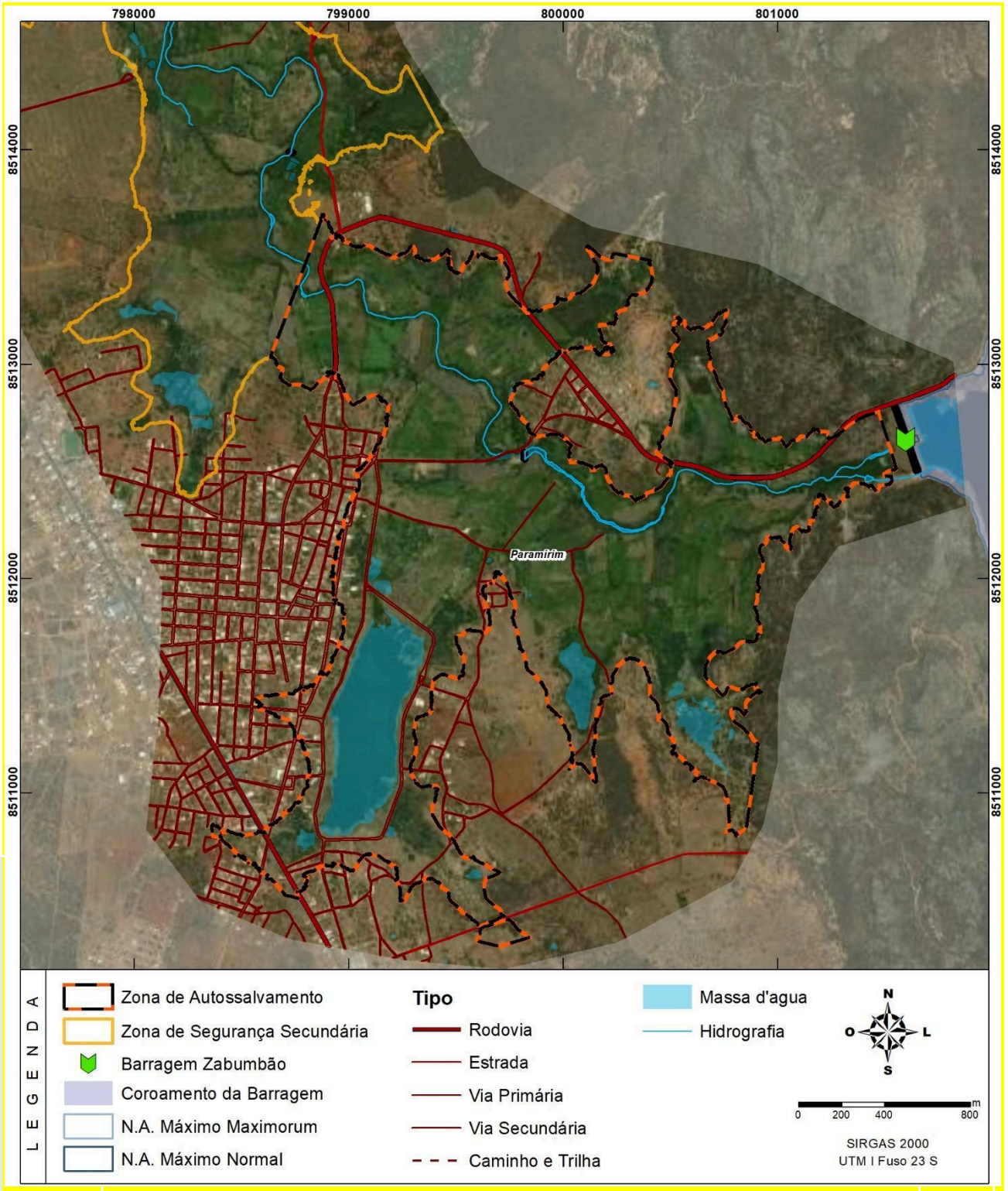
5.2. DELIMITAÇÃO DA ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA

Figura 5-4 – Zona de Autossalvamento (ZAS)

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

CODEVASF

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



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 5.4 relaciona as ZCLs com seus respectivos PEs.

Figura 5-5 – Exemplo de representação utilizado no Mapa da ZAS.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Zona de Autossalvamento
Ponto de Encontro
Zona de concentração local
Zona de Segurança Secundária
Rotas de Fuga
Text Número total de edificações na ZCL

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Cód. ZCL	N° Edif. ZCL	Cód. PE
ZCL-A	1	PE-AB
ZCL-B	2	**PE-AB**
ZCL-C	2	PE-C
ZCL-D	1	PE-D
ZCL-E	12	PE-EQ
ZCL-F	8	PE-F
ZCL-G	4	PE-G
ZCL-H	3	PE-H
ZCL-I	15	PE-I
ZCL-J	50	PE-J
ZCL-K	24	PE-KL
ZCL-L	30	PE-KL
ZCL-M	30	PE-M
ZCL-N	14	PE-N
ZCL-O	53	PE-O
ZCL-P	4	PE-P
ZCL-Q	1	PE-EQ

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Zabumbão, 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 atributados 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	PARAMIRIM	21001	21607	606	2.885577
	MACAÚBAS	47051	49826	2775	5.897856
	IBIPITANGA	14171	14902	731	5.158422
	RIO DO PIRES	11918	11655	-263	-2.206746
	CATURAMA	8843	9329	486	5.495872

Fonte: IBGE, 2010.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 6.2 – Estimativa da População e das Edificações Atingidas pela Mancha de Inundação na Zona de Auto Salvamento.

UF	Município	Descrição	População Atingida		
			Urbano	Rural	Total
BA	Paramirim	População atingida (habitantes)	905	-	905
		Edificações atingidas (unidade)	246	-	246
	Total	População total atingidas (habitantes)	905		
		Edificações total atingidas (unidades)	246		

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 6.3 – Estimativa da População e das Edificações Atingidas pela Mancha de Inundação na Zona de Segurança Secundária.

UF	Município	Descrição	População Atingida		
			Urbano	Rural	Total
BA	Paramirim	População atingida (habitantes)	104	240	344
		Edificações atingidas (unidade)	29	61	90
	Macaúbas	População atingida (habitantes)	-	241	241
		Edificações atingidas (unidade)	-	57	57
	Ibipitinga	População atingida (habitantes)	-	59	59
		Edificações atingidas (unidade)	-	13	13
	Rio do Pires	População atingida (habitantes)	132	41	173
		Edificações atingidas (unidade)	40	11	51
	Caturama	População atingida (habitantes)	747	714	1461
		Edificações atingidas (unidade)	206	188	394
Total		População total atingidas (habitantes)	2278		
		Edificações total atingidas (unidades)	605		

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 6.4 Estimativa da População e das Edificações Atingidas pela Mancha de Inundação do Cenário Mais Crítico.

UF	Município	Descrição	População Atingida		
			Urbano	Rural	Total
BA	Paramirim	População atingida (habitantes)	104	240	344
		Edificações atingidas (unidade)	29	61	90
	Macaúbas	População atingida (habitantes)	-	241	241
		Edificações atingidas (unidade)	-	57	57
	Ibipitinga	População atingida (habitantes)	-	59	59
		Edificações atingidas (unidade)	-	13	13
	Rio do Pires	População atingida (habitantes)	132	41	173
		Edificações atingidas (unidade)	40	11	51
	Caturama	População atingida (habitantes)	747	714	1461
		Edificações atingidas (unidade)	206	188	394
População total atingidas (habitantes)			2278		
Edificações total atingidas (unidades)			605		

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 6.5 – Estimativa das Estruturas Atingidas pela Mancha de Inundação na Zona de Auto Salvamento.

Levantamento dos danos na Zona de Autossalvamento (ZAS) - ZABUMBÃO			
Tema	Descrição	Quantificação	%
Dados Gerais	Área do município de Parnamirim na ZAS	4.25	0.37
	Área total atingida (km2)	4.25	
População e domicílios	População atingida (habitantes) - 2019	905	
	Cemitérios (unidade)	0	

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	Edificações - Domicílios (unidade)	246
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	5
	Edificações - Indústria (unidade)	0
	Edificações - Comércio (unidade)	3
	Quadra Esportiva (unidade)	1
	Total de Edificações atingidas (unidades)	255
Sistema Viário	Rodovias (Quilômetros)	2
	Estradas (Quilômetros)	0
	Vias primáriass (Quilômetros)	2
	Vias Secundárias (Quilômetros)	8
	Caminhos e trilhas (Quilômetros)	0
	Ferrovias (Quilômetros)	0
	Total (Quilômetros)	12
	N° de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	3
Saneamento e energia	Linha de transmissão (Quilômetros)	15
	Estação de tratamento de esgoto	0

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 6.6 – Estimativa das Estruturas Atingidas pela Mancha de Inundação na Zona de Segurança Secundária.

Levantamento dos danos na ZSS - BARRAGEM ZABUMBÃO			
Tema	**Descrição**	**Quantificação**	**%**
Dados Gerais	Área do município de Paramirim na ZSS	12.56	1.11
	Área do município de Macaúbas na ZSS	3.79	0.16
	Área do município de Ibipitinga na ZSS	3.14	0.33
	Área do município de Rio do Pires na ZSS	5.93	0.91
	Área do município de Caturama na ZSS	30.37	4.29
	Área total atingida (km^2)	*55.80*	
População e edificações	População atingida (habitantes)	2,278	
	Cemitérios (unidade)	0	
	Edificações - Domicílios (unidade)	605	
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	2	
	Edificações - Indústria (unidade)	0	
	Edificações - Comércio (unidade)	1	
	Quadra Esportiva (unidade)	3	
	Total de Edificações atingidas (unidades)	*611*	
Sistema Viário	Rodovias (quilômetros)	2	
	Estradas (quilômetros)	21	
	Vias primárias (quilômetros)	1	
	Vias secundárias (quilômetros)	22	
	Caminho e Trilha (quilômetros)	6	
	Ferrovias (Quilômetros)	0	
	Total (quilômetros)	*52*	

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	N° de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	11
Saneamento e energia	Linha de transmissão (Quilômetros)	26
	Estação de tratamento de esgoto	0

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 6.7 – Estimativa das Estruturas Atingidas pela Mancha de Inundação do Cenário Mais Crítico.

Levantamento dos danos na mancha - ZABUMBÃO			
Tema	**Descrição**	**Quantificação**	**%**
Dados Gerais	Área do município de Paramirim na mancha	16.80	1.48
	Área do município de Macaúbas na mancha	3.79	0.16
	Área do município de Ibipitanga na mancha	3.14	0.33
	Área do município de Rio do Pires na mancha	5.93	0.91
	Área do município de Caturama na mancha	30.37	4.29
	Área total atingida (km^2)	*60.04*	
População e edificações	População atingida (habitantes)	3,183	
	Cemitérios (unidade)	0	
	Edificações - Domicílios (unidade)	851	
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	7	
	Edificações - Indústria (unidade)	0	
	Edificações - Comércio (unidade)	4	
	Quadra Esportiva (unidade)	4	
	Total de Edificações atingidas (unidades)	*866*	
Sistema Viário	Rodovias (quilômetros)	4	
	Estradas (quilômetros)	21	
	Vias primárias (quilômetros)	3	
	Vias secundárias (quilômetros)	31	
	Caminho e Trilha (quilômetros)	6	
	Ferrovias (Quilômetros)	0	
	Total (quilômetros)	*64*	

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	N° de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	14
Saneamento e energia	Linha de transmissão (Quilômetros)	41
	Estação de tratamento de esgoto	0

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

6.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS

A análise da vulnerabilidade social na região da ZAS da Barragem Zabumbão 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

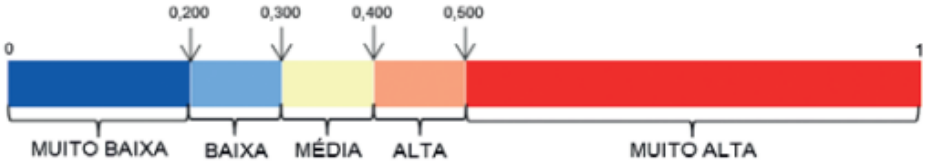
	Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo
	Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo (2010), na população total dessa faixa etária
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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Tabela 6.9 – IVS para os municípios inseridos na ZAS.

Município	***IVS***	***Escala***
Paramirim	*0,344*	*Média*

Fonte: IPEA, 2010.

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 n° 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	• Testar os n°s de telefone; • Verificar a capacidade dos participantes do PAE de estabelecer e manter as comunicações durante a emergência; • Verificar a capacidade do Coordenador do PAE de mobilizar e ativar a equipe operacional e os meios de resposta à emergência. • Testar a operacionalidade dos meios de alerta e verificar a capacidade de notificar rapidamente a população na ZAS.
Exercício de Nível Interno	• Avaliar o nível de conhecimento da equipe operacional relativamente ao PAE; • Testar a operacionalidade dos órgãos extravasores da barragem; • Determinar a eficácia dos procedimentos internos e, nomeadamente, das medidas operativas e corretivas que constam do PAE;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	• Avaliar a adequação das instalações, equipamento e outros materiais para suportar o cenário de emergência em exercício; • Determinar o nível de cooperação e coordenação entre o Empreendedor e a Entidade Fiscalizadora na resposta à emergência; • Determinar a capacidade para estabelecer e manter as comunicações durante a emergência. • Testar 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.
Exercício de Simulação (Treinamento Externo)	• Ações e decisões no terreno; • Evacuação de pessoas e bens; • Emprego de meios de comunicação; • Mobilização de Equipamento; • Colocação real de pessoal e recursos.

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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. Zabumbão - 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Zabumbão. 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 do Reservatório de Zabumbão. Paramirim, Macaúbas, Ibipitinga, Rio do Pires e Caturama. 2019. Escala: 1:5.000.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 1 – LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO DO PAE

A1.1 – CONTATOS EXTERNOS

Órgãos Federais		
Órgão	**Contato**	**Site / E-mail**
Secretaria Nacional de Defesa Civil Federal – SEDEC Secretário: Alexandre Lucas Alves	(61) 2034-5513	http://www.mi.gov.br/sedec sedec@mdr.gov.br
Departamento de Operações de Socorro em Desastres Diretor: Armin Augusto Braun Coord. Geral de Prevenção e Preparação: Paulo José Barbosa de Souza	(61) 2034-4513 (61) 2034-4215 (61) 2034-4600 (61) 2034-4632	http://www.mi.gov.br/sedec
Departamento de Reabilitação e de Reconstrução Diretor: Paulo Roberto Farias Falcão Coord. Geral de Reabilitação e Reconstrução: Rosilene Vaz Cavalcanti	(61) 2034-5584 (61) 2034-5862	http://www.mi.gov.br/sedec
Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD Diretor: Washington Cezar Duarte Coord. Geral de Operação e Monitoramento: Tarcísio de Souza Vasconcelos	(61) 2034-4600 (61) 2034-4612 (61) 2034-4620	http://www.mi.gov.br/sedec cenad@integracao.gov.br

Órgãos Estaduais		
Órgão	**Contato**	**Site / E-mail**

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

SEMA – SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DA BAHIA Secretária: Márcia Cristina Telles de Araújo Lima	(71) 3118-5321 (71) 3115-9802 (71) 3115-3804	http://www.meioambiente.ba.gov.br/ gabinete.sema@sema.ba.gov.br
SISTEMA DE DEFESA CIVIL DO ESTADO DA BAHIA (CEDEC) Diretor: Jadson Ferreira de Almeida	(71) 3115-3000 (71) 3115-3004 (71) 3371-9874	http://www.defesacivil.ba.gov.br/ jadson.almeida@sudec.ba.gov.br
POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DA BAHIA Comandante Geral: Coronel PM Paulo José Reis de Azevedo Coutinho	(71) 3117-6048 (71) 3117-4802	http://www.pm.ba.gov.br/ cg.cmt@pm.ba.gov.br
CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DA BAHIA Comandante Geral: Cel. BM. Adson Marchesini	(71) 3116-4666	http://www.cbm.ba.gov.br/ cg.gabinete@cbm.ba.gov.br

Órgãos Estaduais (continuação)		
Órgão	**Contato**	**Site / E-mail**
INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - BA (INEMA): COORDENAÇÃO DE CADASTRO DE USUÁRIOS E SEGURANÇA DE BARRAGEM Diretora: Márcia Telles	(71) 3118-4267 (71) 3118-4500 (71) 3118-4555	http://www.inema.ba.gov.br/

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Órgãos Municipais		
Órgão	**Contato**	**Site / E-mail**
PREFEITURA MUNICÍPAL PARAMIRIM - BA Prefeito: Gilberto Martins Brito	(77) 3471-4000	https://paramirim.ba.gov.br gilbertobritopmp@gmail.com
DEFESA CIVIL (COMDEC) PARAMIRIM - BA Coordenador: Sem informação*	Sem informação*	Sem informação*
PREFEITURA MUNICÍPAL MACAÚBAS - BA Prefeito: Aloisio Miguel Rebonato	(77) 3473-1461	http://www.macubas.ba.gov.br/ pmmacaúbas@freire.com.br
DEFESA CIVIL (COMDEC) MACAÚBAS - BA Coordenador: Sem Informação*	Sem informação*	Sem informação*
PREFEITURA MUNICÍPAL IBIPITANGA - BA Prefeito: Humberto Raimundo Rodrigues de Oliveira	(77) 3674-2202	https://www.ibipitanga.ba.gov.br/ prefeituramunicipaldeibipitanga@hotmail.com
DEFESA CIVIL (COMDEC) IBIPITANGA – BA Coordenador: Sem informação*	Sem informação*	Sem informação*
PREFEITURA MUNICÍPAL	(77) 3693-2049	riodopires.ba.gov.br

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

RIO DO PIRES - BA Prefeito: Gilvano Antônio dos Santos	(77) 3693-2052 (77) 3693-2047	riodopires@hotmail.com
DEFESA CIVIL (COMDEC) **RIO DO PIRES - BA** Coordenador: Sem informação*	Sem informação*	Sem informação*
PREFEITURA MUNICÍPAL **CATURAMA – BA** Prefeito: Paulo Mendonça	(77) 3650-1185 (77) 3650-1241	caturama.ba.gov.br prefeitura@caturama.ba.gov.br
DEFESA CIVIL (COMDEC) **CATURAMA - BA** Coordenador: Sem informação*	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	-
Hospital Dr. José Américo Rezende	(77) 3471-2242	Av. Centenário, 147 - Paramirim, BA, 46190-000
Hospital Municipal São Sebastião	(77) 3650-1126	BA-152, 887, Caturama - BA, 46575-000
Hospital Antenor Alves da Silva	(77) 3473-1221	R. Antônio Alfredo Souza Filho, 331 - Centro, Macaúbas - BA, 46500-000

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Hospital Municipal de Ibipitanga	(77) 3674-2017	Av. Clériston Andrade, S/N - CENTRO, Ibipitanga - BA, 46540-000
Hospital do Sindicato dos Trabalhadores Rurais	(77) 3693-2185	R. José Rocha Pina, 104 - Rio do Pires, BA, 46550-000

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 EMPREENDEDOR

Resp. Legal:	*PR - Presidência*		
Representante:	*Marcelo Andrade Moreira Pinto*		
Cargo:	*Presidente*		
Telefone:	*(61) 2028 4766*	***E-mail:***	*gabinete@codevasf.gov.br*

Resp. Setor Central:	*AD – Área de Desenvolvimento Integrado e Infraestrutura*		
Representante:	*Antônio Rosendo Neto Júnior*		
Cargo:	*Diretor*		
Telefone:	*(61) 2028-4734*	***E-mail:***	*rosendo.junior@codevasf.gov.br*

Setor Central:	*AD/GEP – Gerência de Estudos e Projetos*		
Resp. Técnico:	*Emílio de Souza Santos*		
Cargo:	*Gerente de Estudos e Projetos*		
Formação:	*Eng. Agrícola e Ambiental, M.Sc.*		
Telefone:	*(61) 2028-4389*	***E-mail:***	*emilio.santos@codevasf.gov.br*

Setor Central:	*AD/GEP/USB – Unidade De Gestão E Segurança De Barragens*		
Resp. Técnico:	*Flávio Damasceno Aragão*		
Cargo:	*Chefe*		
Formação:	*Eng. Agrônomo*		
Telefone:	*(61) 2028 4500*	***E-mail:***	*ad.gep.usb@codevasf.gov.br*

Resp. Setor Regional:	*2ª/SR - 2ª Superintendência Regional*
Representante:	*Harley Xavier Nascimento*

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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:	*Superintendente*		
Telefone:	*(077) 3481-8000*	***E-mail:***	*harley.nascimento@codevasf.gov.br*

Resp. Regional:	*2ª/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura*		
Cargo:	*Gerente*		
Resp. Técnico:	*Renato do Rosário Bittencourt Lopes*		
Formação:	*Eng. Civil, MSc*		
Telefone:	*(077) 3481-8021*	***E-mail:***	*renato.lopes@codevasf.gov.br*

Setor Regional:	*2ª/GRR/UMA – Unidade Regional de Meio Ambiente*		
Resp. Técnico:	*Sergio Roberto Alves Farias*		
Cargo:	*Analista de desenvolvimento regional*		
Formação:	*Eng. Civil, MSc*		
Telefone:	*(077) 3481-8056*	*E-mail:*	*sergio.farias@codevasf.gov.br*

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

Produto elaborado por meio de contrato Nº. 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

CODEVASF: Coordenação Geral
Emílio de Souza Santos (ESS). Eng. Agrícola e Ambiental, M.Sc. CREA 125.840/MG.
CODEVASF: Elaboração Técnica
Flávio Damasceno Aragão (FDA). Eng. Agrônomo. CREA 15.248/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: Coordenação Técnica e Executiva
João Carlos Franco Contin (JCFC). Eng. Civil.

RHA. EQUIPE DE CHAVE: Elaboração Técnica
Laertes Munhoz da Cunha (LMC). Eng. Civil, M.Sc. CREA 5124/D-PR.
Paulo Levis (PL). Bel. Geologia, M.Sc. CREA 5997/D-PR.
Amauri Robinski (AR) Eng. Civil. Esp Estruturas. CREA 24657/D-PR.

RHA. EQUIPE DE APOIO: Organização da Documentação Técnica
Douglas Meira Brito (DMB). Eng. Civil.
João Carlos Franco Contin (JCFC). Eng. Civil.
João Vicente Zancan Godoy (JVZG). Eng. Hídrico
Karine Krunn (KK). B.Sc. Geógrafa.
Lourival José da Rocha Júnior (LJRJ). Eng. Cartógrafo.
Mariane Chimite Nossa (MCN). Eng. Civil.
Otavio Maruyama Wogel (OMW). Eng. Civil.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Patrícia Barcelos e Silva (PBS). Eng. Civil, M.Sc.
Raphael Garcia da Silva Luiz Pereira (RGSLP). Eng. Ambiental.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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				

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

ANEXO 2 – FORMULÁRIOS TIPO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A2.1 – FORMULÁRIO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA

PROPRIETÁRIO: *CODEVASF*
BARRAGEM ZABUMBÃO

DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

DECLARAÇÃO DE EMERGÊNCIA
SITUAÇÃO NÍVEL ____

Eu, _____ *(nome e cargo)*, na condição de Coordenador do **PAE** da **Barragem Zabumbão** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da **Declaração de Emergência** para a **Barragem Zabumbão,** 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 _____

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

_____	_____	_____	_____
(local)	*(dia)*	*(mês)*	*(ano)*

_____
(Nome / Assinatura)

_____
(Cargo / RG)

A2.2 – FORMULÁRIO DE REGISTRO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Nome da Barragem: *Zabumbão*
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):
_____

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

_____

_____

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*

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

BARRAGEM: ZABUMBÃO

DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

_____
(Cargo / RG)

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Zabumbão.

Estamos ativando o Nível de Resposta _____do nosso Plano de Ação Emergencial da Barragem Zabumbão.

Esta é uma mensagem de (declaração/alteração) do Nível de Resposta, feita por _____, Coordenador do Plano de Ação Emergencial da Barragem Zabumbão às _____ *(horas e minutos)* do dia / _____ / _____.
A causa da declaração:

_____
_____
_____

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente a

_____
_____

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 3 – MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Lista de Materiais para Situações de Emergência			
Material	**Fornecedor**	**Endereço / Local de Depósito**	**Contato**
Areia-	-	-	-
Gravina			
Enrocamento			
Lona	-	-	-
Saco de Ráfia			
Tijolos			

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Cal Virgem			
Combustível			
Outros			

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Lista de Equipamentos e Veículos para Situações de Emergência		
Equipamento	**Especificação**	**Placa**
Grua	-	-
Caminhão		
Retroescavadeira		
Barco de Alumínio		N/A
Bombas de Drenagem		N/A
Gerador		N/A
Ferramentas		N/A

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Alto-falantes		N/A
Material de Iluminação		N/A
Outros		

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 4 – CONTROLES DE REVISÃO E DISTRIBUIÇÃO

A4.1 – REGISTRO DE CÓPIAS DISTRIBUIDAS

N°	Data	Órgão/Setor	Protocolo
1		Barragem Zabumbão – Escritório Paramirim - BA	
2		Biblioteca Geraldo Rocha – Sede Codevasf Brasília - DF	
3		2ª SR – Escritório Bom Jesus da Lapa - BA	
4		Prefeitura de Paramirim - BA	
5		Prefeitura de Macaúbas - BA	
6		Prefeitura de Ibipitinga - BA	
7		Prefeitura de Rio do Pires - BA	
8		Prefeitura de Caturama - BA	

A4.2 – ACESSO A DOCUMENTAÇÃO DIGITAL

Versão final no servidor interno da CODEVASF:
\\drive\AD.Barragens\PSB\2SR\K.2.6.Zabumbao
Servidor Externo: Não há.

A4.3 – REGISTRO DE REVISÕES

Projeto:	**Plano de Segurança das Barragens da CODEVASF**	Brasília, 31/7/2021
Título:	**Volume III: Plano de Ação de Emergência**	
Código: 1912-ZA-00-RT-005		Revisão: 0i

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

CODEVASF

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

HISTÓRICO DE REVISÕES				
No	Descrição	Prep.	Aprov.	Data
-	EMISSÃO INICIAL	LJRJ/JVZG	JCFC	JUL/21

Elaborador	Verificador	Supervisor	Emissão Inicial	Gerente do Projeto	Resp. Técnico
RHA	JCFC	LMC	AGO /21	João Carlos Franco Contin	Laertes Munhoz da Cunha CREA 5124/D-PR
ART N°					

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A4.4 – CONTROLE DE PÁGINAS REVISADAS

Plano de Ação de Emergência da Barragem de Zabumbão

Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5
Capa							15							31							47						
i							16							32							48						
1							17							33							49						
2							18							34							50						
3							19							35							51						
4							20							36							52						
5							21							37							53						
6							22							38							54						
7							23							39							55						
8							24							40							56						
9							25							41							57						
10							26							42							58						
11							27							43							59						
12							28							44							60						
13							29							45							61						
14							30							46							62						

Fl/Re	0	1	2	3	4	5
63						
n/e						
n/e						
n/e						
n/e						
n/e						
n/e						
n/e						
n/e						

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

n/e						
n/e						
n/e						
n/e						
n/e						
n/e						
n/e						

*n/e – não existe

Anexos do PAE

Anexo 1							Anexo 2							Anexo 3							Anexo 4						
Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5
a							a							a							a						
b							b							n/e							b						
c							c							n/e							n/e						
d							d							n/e							n/e						
e							n/e							n/e							n/e						

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

Anexo 9							Anexo 10							Anexo 11							Anexo 12 (não há)						
Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5
a							a							a							n/e						

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

b						b							n/e							n/e						
n/e						c							n/e							n/e						

*n/e – não existe

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 5 – REGISTRO DOS TREINAMENTOS DO PAE

Tipo de Treinamento	Local da Realização	Data	Participantes	Observações

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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)

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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[1]; (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,

[1] 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

em software de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Por terem sidos 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 do reservatório de Zabumbão (SAI,

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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)).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A atributação 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.

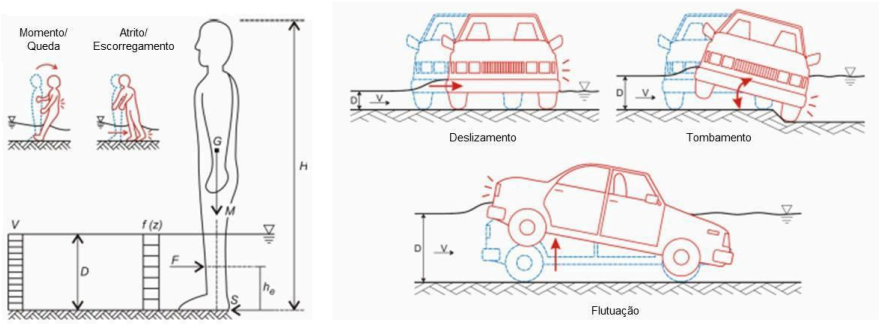
A6.5.1 – RISCO HIDRODINÂMICO

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



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 m*	*HxV < 0,5 m²/s*	*Crianças são arrastadas*
Médio	*Amarelo*	*1 m < H< 3 m*	*0,5 m²/s < HxV < 0,75 m²/s*	*Adultos são arrastados*
Importante	*Laranja*	*3 m < H< 6 m*	*0,75 m²/s < HxV < 1,0 m²/s*	*Veículos são arrastados*
Muito importante	*Vermelho*	*H > 6 m*	*HxV > 1,0 m²/s*	*Colapso em edificações*

Fonte: (Viseu et al., 1999).

A6.7 – PONTES DANIFICADAS

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 do reservatório de Zabumbão (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 do reservatório de Zabumbão (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, comtempla toda a região da mancha de inundação, no entanto, parte do recorte espacial representado no mapa de ZAS não está comtemplado. Entendendo-se que o sistema viário é um dado fundamental para a logística das operações de resgate, para o recorte não comtemplado, 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

"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 do reservatório de Zabumbão (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 ZABUMBÃO

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

armazenados em diferentes camadas temáticas, conhecidas como *layers*. Foi definido como padrão de formato vetorial da base de dados geográfica, o formato "*shapefile*"[2].

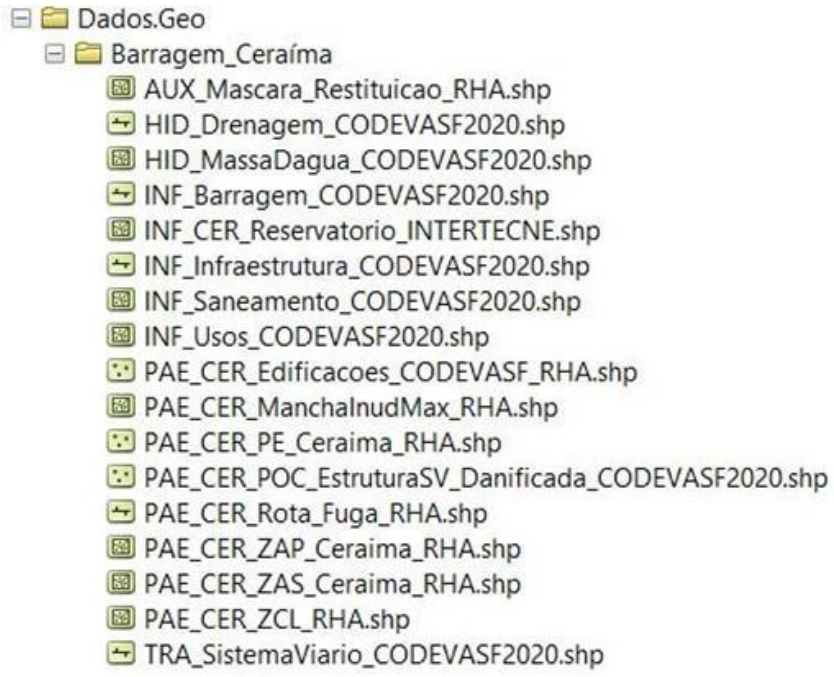
Os dados geográficos foram organizados em uma pasta geral denominada "Dados_Geo", que contém em sua raiz informações gerais competentes a todas as barragens e, em subpasta, as informações específicas da barragem Zabumbão.

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.

[2] 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



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.

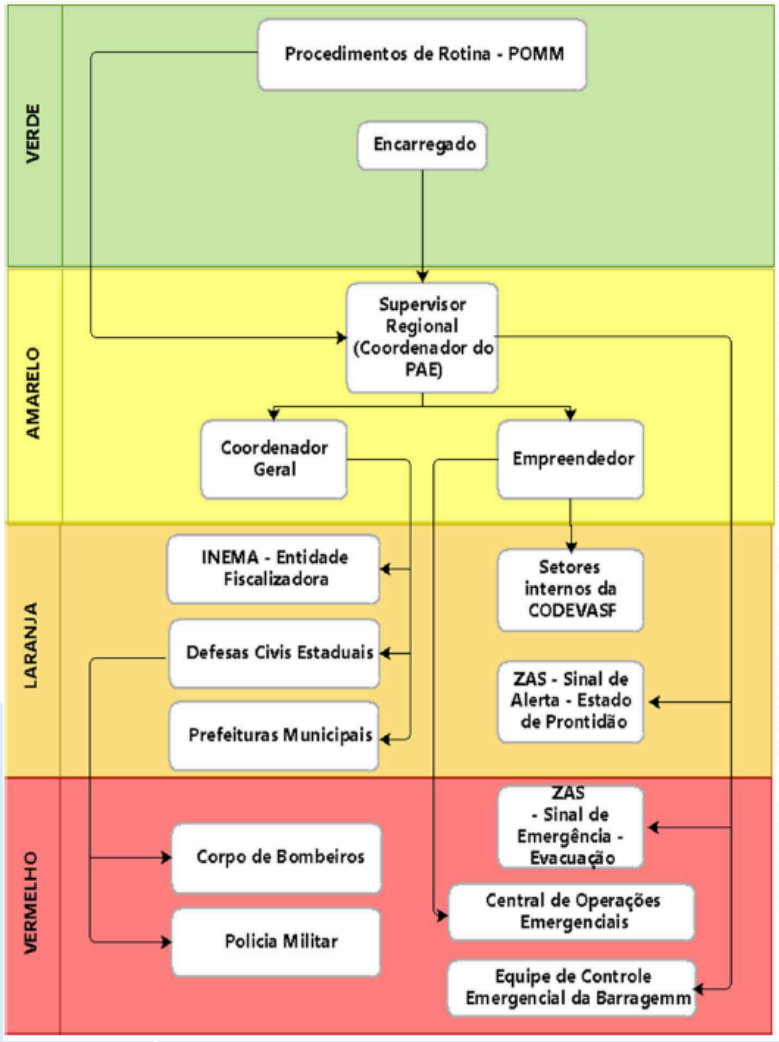
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 7 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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/
jadson.almeida@sudec.ba.gov.br

POLÍCIA CIVIL
BAHIA
(71) 3117-6048
http://www.pm.ba.gov.br/
cg.cmt@pm.ba.gov.br

CORPO DE BOMBEIROS
BAHIA
(71) 3116-4666
http://www.cbm.ba.gov.br/
cg.gabinete@cbm.ba.gov.br

PREFEITURAS MUNICIPAIS

PARAMIRIM – BA
(77) 3471-4000
https://paramirim.ba.gov.br/
gilbertobritopmp@gmail.com

MACAÚBAS – BA
(77) 3473-1461
http://www.macubas.ba.gov.br/
pmmacaúbas@freire.com.br

IBIPITANGA – BA
(77) 3674-2202
https://www.ibipitanga.ba.gov.br/
prefeituramunicipaldeibipitanga@hotmail.com

RIO DO PIRES – BA
(77) 3693-2049 / 2052 / 2047
riodopires.ba.gov.br/
riodopires@hotmail.com

CATURAMA – BA
(77) 3650-1185 / 1241
caturama.ba.gov.br
prefeitura@caturama.ba.gov.br

ENTIDADE FISCALIZADORA – INEMA
(71) 3118-4267 / 4500 / 4555
http://www.inema.ba.gov.br/

EMPREENDEDOR
PR – Presidência
Marcelo Andrade Moreira Pinto
Presidente
(61) 2028-4766
gabinete@codevasf.gov.br

COORDENADOR GERAL
2ª/SR - 2ª Superintendência Regional
Harley Xavier Nascimento
Superintendente
(077) 3481-8000
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
renato.lopes@codevasf.gov.br

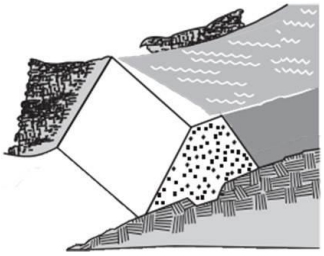
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 8 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA IMINENTE [3]

	FICHA DE EMERGÊNCIA	**Nº 01**
	NÍVEL DE RESPOSTA	**NR- 3**

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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.

CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA	**POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS**
	Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do talude de montante ou de jusante.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

[3] 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

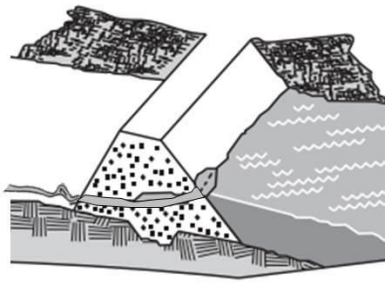
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Rebaixar ponto específico da crista da barragem ou ombreira, empregando escavadeira ou equipamento similar, conforme plano desenvolvido anteriormente, para induzir o transbordamento por um ponto 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	**Nº 02**	
	NÍVEL DE RESPOSTA	**NR-3**	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Erosão interna (piping) com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente.

CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA	**POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS**
	Ocorrência de entubamento ou *piping*. Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude ou ombreira. Recalque da crista e galgamento da barragem.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

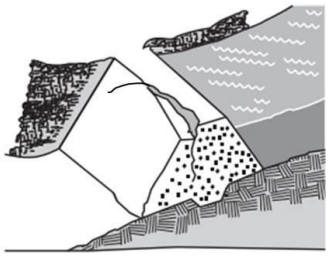
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Abertura imediata das comportas dos descarregadores de fundo, para rebaixamento do reservatório; Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento; Restabelecer as condições 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	**Nº 03**	
	NÍVEL DE RESPOSTA	**NR-3**	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Instabilização global com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente

CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA	**POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS**
	Formação de superfície de ruptura no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do maciço ou fundação.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

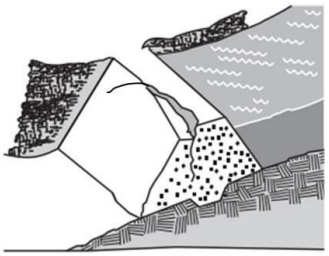
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Abertura imediata das comportas dos descarregadores de fundo, para rebaixamento do reservatório; Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento; Restabelecer as condições 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 04	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Instabilização localizada com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente

CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Formação de superfície de ruptura localizada no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do maciço ou fundação.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

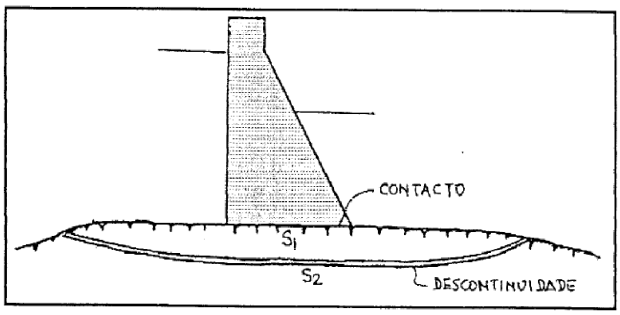
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Abertura imediata das comportas dos descarregadores de fundo, para rebaixamento do reservatório; Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento; Restabelecer as condições 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 05	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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.

ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Deslizamento da estrutura de concreto para jusante. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Ruptura da estrutura.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

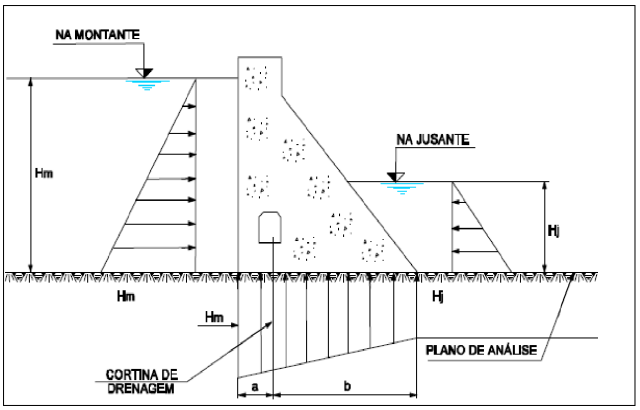
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Continuação da realização das inspeções das estruturas, fundações, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura; Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 06	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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.

ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Aumento da subpressão. Inundação da galeria de drenagem. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Instabilização/ruptura da estrutura.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

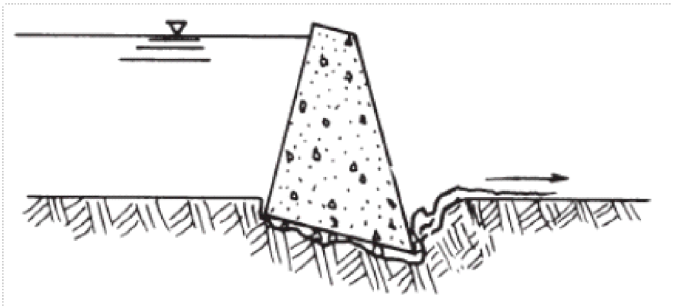
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Continuação da realização das inspeções das estruturas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura; Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 07	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o tombamento, levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.

ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	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.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Continuação do monitoramento e acompanhamento das medições hidrométricas a montante da barragem e do NA do reservatório; 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; Abertura das comportas do vertedouro; Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos; Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

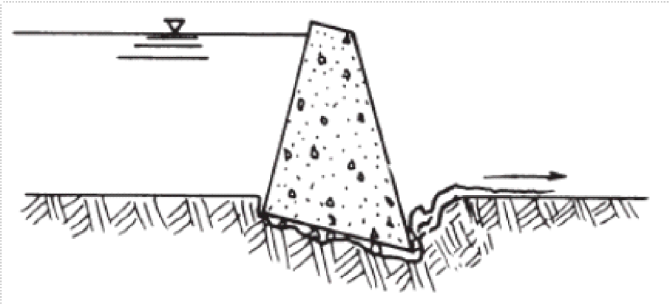
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeção / avaliação visual

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 08	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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.

ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Abalo da estrutura de concreto/terra ou da fundação. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Anomalias às comportas dos órgãos extravasores. Instabilização/ruptura da estrutura.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

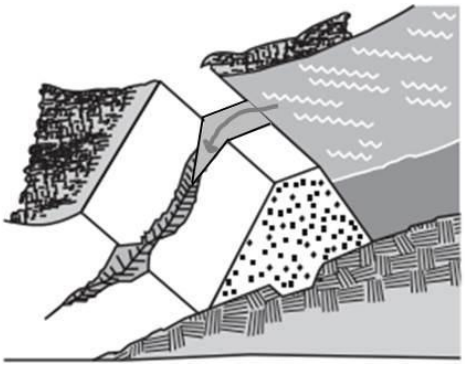
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 9 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU[4]

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

[4] 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem. Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante. Danos ambientais. Prejuízos financeiros e à imagem da empresa. Problemas de ordem legal e jurídica.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

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.

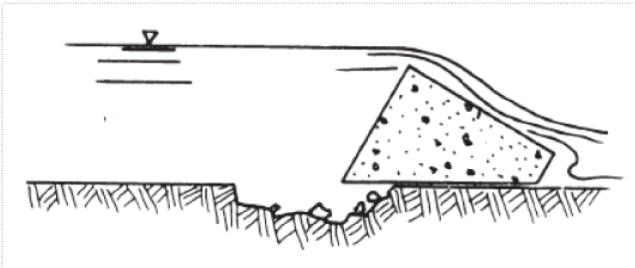
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeções visuais periódicas

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 10	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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.

CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem. Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante. Danos ambientais. Prejuízos financeiros e à imagem da empresa. Problemas de ordem legal e jurídica.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO	Avaliação visual

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 10 – GLOSSÁRIO

Glossário
Acidente: Comprometimento da integridade estrutural com liberação incontrolável do conteúdo do reservatório, ocasionado pelo colapso parcial ou total da barragem ou de estrutura anexa.
Anomalia: Qualquer deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa vir a afetar a segurança da barragem, tanto a curto como a longo prazo.
Bacia Hidrográfica: Espaço geográfico delimitado pelo divisor de águas cujo escoamento superficial converge para seu interior sendo captado pela rede de drenagem que lhe concerne.
Barragem: 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.
Brecha de Ruptura: Abertura feita no corpo da barragem em caso de acidente, caracterizada pela sua configuração geométrica e o tempo de ruptura da barragem.
Categoria de Risco: Classificação da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente ou desastre.
CODEVASF:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.
Cenário de Ruptura: Situação hipotética plausível que pode originar um acidente.
COMDEC: 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.
Coordenador do PAE: Responsável por coordenar as ações descritas no PAE, devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência em potencial da barragem.
Dano Potencial Associado da Barragem: 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.

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.
Emergência: Quando as anomalias representem risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.
Empreendedor: 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.
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, carreadas 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:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Livex: Exercício em escala real (simulação), para testar plano municipal de contingência.
Exercício Tabletop: Exercício de situações hipotéticas envolvendo ruptura de barragem realizados com equipes em sala.

Glossário (continuação)
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.
Gestão de risco: Ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos
Incidente:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Ocorrência que afeta o comportamento da barragem ou de estrutura anexa que, se não controlada, pode causar um acidente.
Mapa de Inundação: 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.
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.
Órgão fiscalizador: Autoridade do poder público responsável pelas ações de fiscalização da segurança da barragem de sua competência.
Percolação: Movimento da água através de um solo ou maciço rochoso.
Reservatório: Acumulação não natural de água, de substâncias líquidas ou de mistura de líquidos e sólidos.
Segurança de Barragem: Condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente.
Zona de Autossalvamento (ZAS):

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

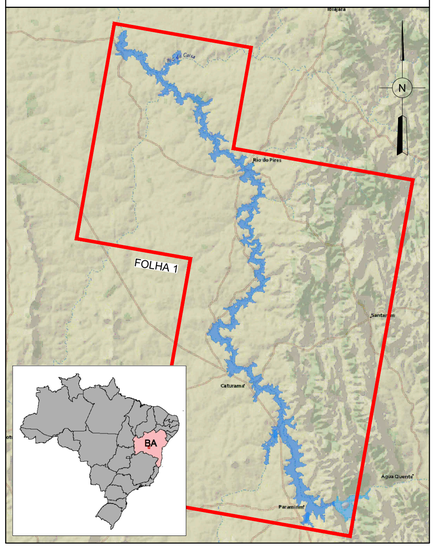
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

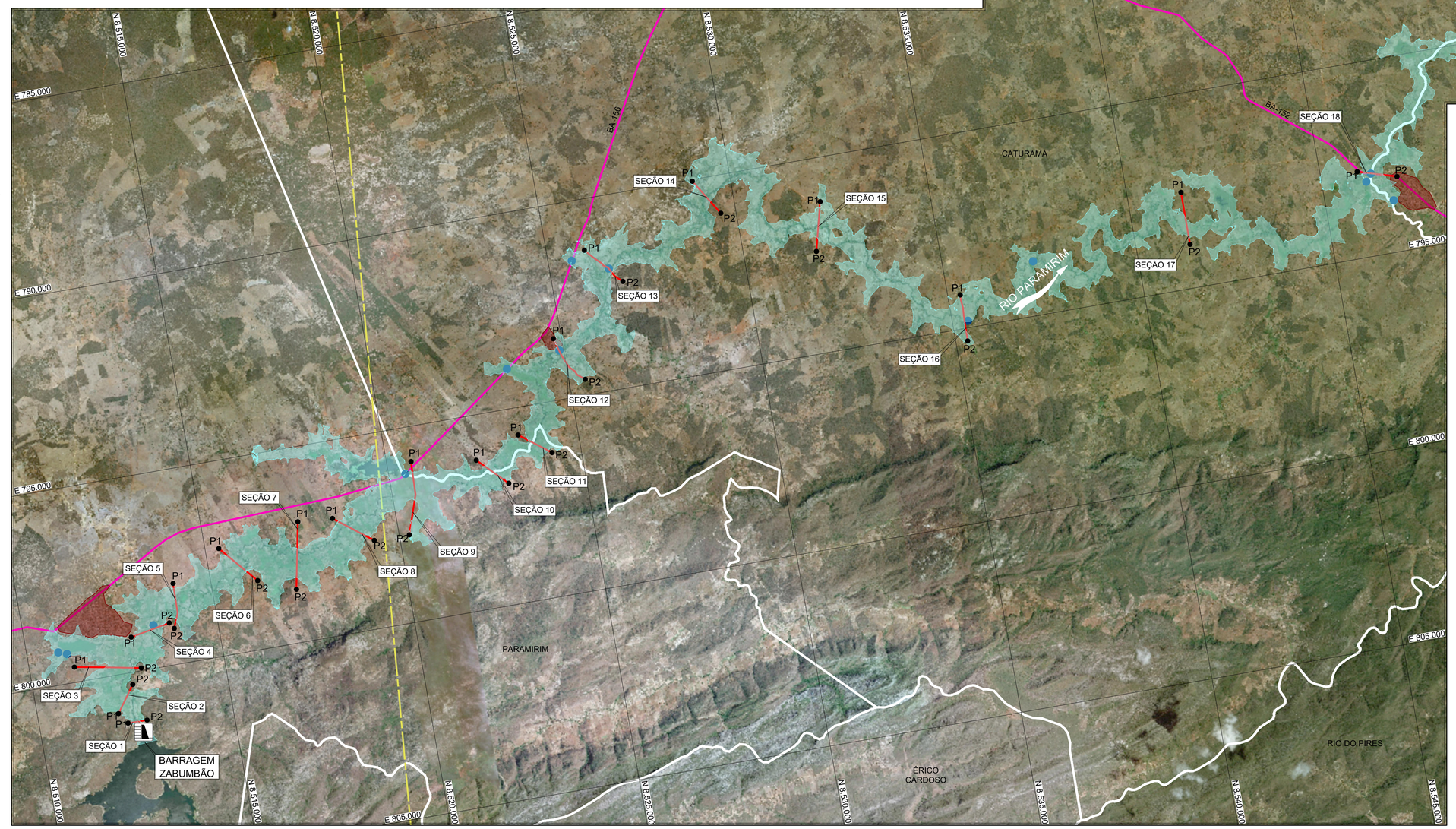
e-DOC AC049BDC
Proc 59500.000544/2023-88-e

TABELA DE COORDENADAS

SEÇÕES	PONTOS	COORDENADAS N	COORDENADAS E	SEÇÕES	PONTOS	COORDENADAS N	COORDENADAS E
SEÇÃO 1	P1	8.512.267,358	801.271,901	SEÇÃO 11	P1	8.523.464,856	795.703,430
	P2	8.512.763,222	801.278,542		P2	8.524.248,575	796.301,370
SEÇÃO 2	P1	8.512.066,564	800.986,595	SEÇÃO 12	P1	8.524.790,043	793.418,276
	P2	8.512.560,450	800.310,535		P2	8.525.418,535	794.590,852
SEÇÃO 3	P1	8.511.153,295	799.608,654	SEÇÃO 13	P1	8.525.973,975	791.309,145
	P2	8.512.850,663	799.930,015		P2	8.526.813,279	792.274,002
SEÇÃO 4	P1	8.512.731,265	799.103,657	SEÇÃO 14	P1	8.529.025,938	790.043,460
	P2	8.513.762,796	798.911,569		P2	8.529.604,968	790.980,153
SEÇÃO 5	P1	8.514.035,232	797.926,088	SEÇÃO 15	P1	8.532.181,488	791.133,770
	P2	8.513.864,412	799.074,116		P2	8.531.863,470	792.379,033
SEÇÃO 6	P1	8.515.352,303	797.245,155	SEÇÃO 16	P1	8.535.321,331	794.127,185
	P2	8.516.197,928	798.234,670		P2	8.535.304,873	795.330,938
SEÇÃO 7	P1	8.517.480,635	796.920,239	SEÇÃO 17	P1	8.541.387,756	792.514,599
	P2	8.517.143,732	798.628,153		P2	8.541.386,432	793.873,222
SEÇÃO 8	P1	8.518.375,168	796.991,120	SEÇÃO 18	P1	8.545.957,695	792.777,917
	P2	8.519.340,063	797.736,356		P2	8.546.946,643	793.078,434
SEÇÃO 9	P1	8.520.625,167	795.898,964	SEÇÃO 19	P1	8.552.626,896	787.393,864
	P2	8.520.253,556	797.752,031		P2	8.553.850,915	787.960,258
SEÇÃO 10	P1	8.522.290,443	796.156,897	SEÇÃO 20	P1	8.558.116,160	780.020,411
	P2	8.523.012,616	796.888,700		P2	8.558.643,878	781.218,601

PLANTA CHAVE DE LOCALIZAÇÃO - SEM ESCALA





LEGENDA:

- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- RODOVIA ESTADUAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO - DNIT (OUT/2020)
- LINHA DE TRASMISSÃO - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
- ÁREA EDIFICADA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
- PONTES (RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA - SAI LEVANTAMENTOS (MAI/2019)
- AGLOMERADO RURAL - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
- BARRAGEM - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)

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-ZA-0-GE-G00-00-G-00-DE-0015.

SISTEMA DE COORDENADAS:

SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000 - FUSO 23S
SISTEMA DE PROJEÇÃO: UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
MC 39° WGr.

0 600 1.200 2.400 4.800m
ESCALA GRÁFICA

nº	descrição	prep.	aprov.	data
0	REVISÃO CONFORME PARECER TÉCNICO DO DIA 29/01/2021	NNFD	EJAJ	MAR/21

REVISÃO

Intertechne CONSULTORES S.A.

		aprovador:		
elaborador	CHM	Camila de Goes Silva (gerente de projeto)	data	NOV/2020
verificador	NNFD			
supervisor	EJAJ	José F. P. Machado - CREA PR 20532/D (responsável técnico)		

CODEVASF

título

REVISÃO PERIÓDICA DAS BARRAGENS DA CODEVASF

BARRAGEM ZABUMBÃO
MAPA DE INUNDAÇÃO - PLANTA
RUPTURA MAIS PROVÁVEL

escala	folha	Código Intertechne	revisão
INDICADA	1 DE 1	1901-ZA-0-GE-G00-00-G-00-DE-0005	0

PLANTA
ESC. 1: 60.0000

Nº TDR:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS - PROIBIDA QUALQUER REPRODUÇÃO SEM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA - FORMATO ORIGINAL A1

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA

BARRAGEM BOACICA

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

VOLUME 3. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

Documento:
BO-00-RT-005_R0i

Revisão nº:
0i

RHA
OUTUBRO
2021

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

SUMÁRIO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM BOACICA

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 1A	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 2A	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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 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.5.1.Boacica

Servidor Externo: N/E.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

VOLUME 3 – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM 1
1.1. APRESENTAÇÃO DO PAE 1
1.2. OBJETIVO DO PAE 3
1.3. IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO 4
1.4. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS 9
1.5. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA 30
2. DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA 33
2.1. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES 34
2.2. AÇÕES ESPERADAS 40
3. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÕES E SISTEMAS DE ALERTA 45
3.1. OBJETIVO 45
3.2. NOTIFICAÇÃO 45
3.3. SISTEMA DE ALERTA 46
3.4. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO 46
4. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE 49
4.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR 49
4.2. RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE 50
4.3. RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE DO PAE 51
4.4. SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC) 53
5. SÍNTESE DO ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM E MAPA DE INUNDAÇÃO 55
5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO 55

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

5.2. DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA 66
5.3. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO 67
5.4. LEVANTAMENTO CADASTRAL E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO DA ZAS, INCLUINDO A IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADES SOCIAIS 68
REFERÊNCIAS 73
ANEXO 1 – PLANO DE TREINAMENTO DO PAE A
ANEXO 2 – MEIOS E RECURSOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA A
ANEXO 3 – FORMULÁRIOS DE NOTIFICAÇÃO A
ANEXO 4 – COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS A
ANEXO 5 – PERSONOGRAMA A
ANEXO 6 – REGISTROS A
ANEXO 7 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 A
ANEXO 8 – METODOLOGIA PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, DA ZSS, DAS ROTAS DE FUGA E DOS PONTOS DE ENCONTRO A
ANEXO 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO A

1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

1.1. APRESENTAÇÃO DO PAE

A barragem Boacica foi classificada, com base na categoria de risco e de dano potencial associado, como sendo de **CLASSE A**, conforme indicado na Revisão Periódica da Barragem Boacica (RPSB), que corresponde ao Volume 4 do Plano de Segurança da

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Barragem Boacica (PSB). Assim, o presente Plano de Ação de Emergência (PAE) da barragem Boacica 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 Boacica 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 Boacica (PSB).

O PAE da barragem Boacica 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, referente à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB);

- Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, altera a Lei nº 12.334/2010, 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;
- Resolução n.º 236 da Agência Nacional de Águas (ANA), de janeiro de 2017. Estabelece 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. 7° da Lei n° 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. 5°, §3°, da Resolução CNRH n° 143, de 2012, e art. 7° da Lei n° 12.334, de 2010.
- Portaria n° 694 da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH/AL), de 9 de setembro de 2015. Estabelece o conteúdo mínimo de informações dos Planos de Ação de Emergência para segurança de barragens.

O PAE da barragem Boacica está dividido nos seguintes itens:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- Capítulo 1: apresenta informações gerais sobre o PAE e a caracterização da barragem, sendo que as referências de caracterização foram obtidas do Volume 4 do PSB de Boacica;
- 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 da barragem Boacica 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

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- Anexo 8: Delimitação ZAS, ZSS, rotas de fuga, pontos de encontro
- Anexo 9: Mapas de Inundação

O presente PAE da barragem Boacica deverá ser atualizado anualmente, sendo incluídas as novas informações, e com remoção dos dados 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 DO PAE

O PAE da barragem Boacica 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 Boacica 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;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 PAE da barragem Boacica processasse através da realização de ensaios e 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 da Figura 3.1 (Capítulo III – Procedimentos de notificação e sistema de alerta).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

1.3.1. CONTATOS INTERNOS

Empreendedor			
Resp. Legal:	**PR - Presidência**		
Representante:	Marcelo Andrade Moreira Pinto		
Cargo:	Presidente		
Telefone:	(61) 2028-4660	**E-mail:**	gabinete@codevasf.gov.br

Coordenador Geral			
Resp. Regional:	5ª/SR - 5ª Superintendência Regional		
Representante:	João José Pereira Filho		
Cargo:	Superintendente		
Telefone:	(82) 3551-2265	**E-mail:**	5a.gb@codevasf.gov.br

Coordenador do PAE e Supervisor Regional			
Resp. Regional:	5ª/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura		
Cargo:	Gerente		
Resp. Técnico:	Thaise Lima Tojal		
Telefone:	(082) 3551-9463	**E-mail:**	thaise.tojal@Codevasf.gov.br

1.3.2. CONTATOS EXTERNOS

Órgãos Federais		
Órgão	**Contato**	**Site / E-mail**
SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL FEDERAL – SEDEC Secretário: Renato Newton Ramlow	(61) 2034-5513	http://www.mi.gov.br/sedec sedec@mdr.gov.br

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Órgãos Federais		
Órgão	**Contato**	**Site / E-mail**
DEPARTAMENTO DE OPERAÇÕES DE SOCORRO EM DESASTRES Diretor: Armin Augusto Braun Coord. Geral de Prevenção e Preparação: César da Silva Santana	(61) 2034-4513 (61) 2034-4215	http://www.mi.gov.br/sedec
DEPARTAMENTO DE REABILITAÇÃO E DE RECONSTRUÇÃO Diretor: Paulo Roberto Farias Falcão Coord. Geral de Reabilitação e Reconstrução: Rosilene Vaz Cavalcanti	(61) 2034-5584 (61) 2034-5862	http://www.mi.gov.br/sedec
CENTRO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES – CENAD Diretor: Washington Cezar Duarte Coord. Geral de Operação e Monitoramento: Tarcísio de Souza	(61) 2034-4600 (61) 2034-4612 (61) 2034-4620	http://www.mi.gov.br/sedec cenad@integracao.gov.br

Órgãos Estaduais		
Órgão	**Contato**	**Site / E-mail**
SEMARH - ENTIDADE FISCALIZADO - SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HIDRÍCOS DO ESTADO DE ALAGOAS Secretário: Fernando Pereira	(82) 3315-2680	http://www.semarh.al.gov.br/ semarh@semarh.al.gov.br

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

SEMARH – SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HIDRÍCOS DO ESTADO DE SERGIPE Secretário: Olivier Ferreira das Chagas	(79) 3179-7300	https://www.semarh.se.gov.br/ ascom@semarh.se.gov.br
SISTEMA DE DEFESA CIVIL DO ESTADO DE ALAGOAS (CEDEC) Presidente: Moisés Pereira de Melo	(82) 3315-2843 (82) 3315-2822	www.defesacivil.al.gov.br defesacivil@bombeiros.al.gov.br
SISTEMA DE DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SERGIPE (CEDEC) Diretor: Alexandre José Alves Silva	(79) 3179-3760	https://www.defesacivil.se.gov.br/ defesacivil@defesacivil.se.gov.br
POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE ALAGOAS Comandante Geral: Coronel Marcos Sampaio Lima	(82) 3315-7226	http://www.pm.al.gov.br/ ascom.pmal2@gmail.com
POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SERGIPE Comandante Geral: Marcony Cabral Santos	(79) 3213-0023 (79) 3226-7121 (79) 98867-6255	http://pm.se.gov.br/ pm5@pm.se.gov.br
CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE ALAGOAS Comandante Geral: Coronel BM André Alessandro Madeiro De Oliveira	(82) 3315-2840	http://www.cbm.al.gov.br/
CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SERGIPE Comandante Geral: Coronel QOBM Gilfran Marceliocopete Santos Mateus	(79) 3179-3604	https://www.cbm.se.gov.br/

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Órgãos Municipais		
Órgão	**Contato**	**Site / E-mail**
PREFEITURA MUNICIPAL DE IGREJA NOVA - AL Prefeita: Verônica Dantas Lima e Silva	(82) 3554-1128 (82) 99666-7271 (82) 98165-9897	http://www.igrejanova.al.gov.br/ gabineteprefeita@igrejanova.al.gov.br
DEFESA CIVIL (COMDEC) IGREJA NOVA - AL Coordenador:	Sem informação	Sem informação
PREFEITURA MUNICIPAL DE PENEDO - AL Prefeito: Marcius Beltrão	(82) 3551-2727 (82) 3551-3148	https://penedo.al.gov.br/ contato@penedo.al.gov.br
DEFESA CIVIL (COMDEC) PENEDO – AL Coordenador:	Sem informação	Sem informação
PREFEITURA MUNICIPAL DE NEÓPOLIS - SE Prefeito: Luiz Melo de França	(79) 3344-2914 (79) 3344-1864	https://www.neopolis.se.gov.br/
DEFESA CIVIL (COMDEC) NEÓPOLIS - SE Coordenador:	Sem informação	Sem informação
PREFEITURA MUNICIPAL	(79) 3339-1309	https://www.santanadosaofrancisco.se.gov.br/

Órgãos Municipais		
Órgão	**Contato**	**Site / E-mail**
SANTANA DO SÃO FRANCISCO - SE Prefeito: Gilson Guimarães Barrozo Júnior		
DEFESA CIVIL (COMDEC) SANTANA DO SÃO FRANCISCO – SE Coordenador:	Sem informação	Sem informação

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

Rede de Saúde Regional		
Unidade	**Contato**	**Endereço**
HOSPITAL REGIONAL MEMORIAL DR. JOSÉ CORREIA FILHO	(82) 3551-2888	Av. Wanderley, 574 - Santa Luzia, Penedo - AL, 57200-000
SANTA CASA DE MISERICÓRDIA DE PENEDO	(82) 3551-2508	Av. Getúlio Vargas, 423 - Centro, Penedo - AL, 57200-000

Rede de Saúde Regional		
Unidade	**Contato**	**Endereço**
UPA PENEDO	(82) 3551-2405	Rua Tenente Eulógio Bispo, 202-350 - Sr. do Bonfim, Penedo - AL, 57200-000
HOSPITAL DE NEOPOLIS	(79) 99829-0051	Av. José Odim Ribeiro, 460-540, Neópolis - SE, 49980-000

O PAE de Boacica deve estar disponível conforme apresentado na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Disponibilidade do PAE barragem Boacica

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 Civis Estaduais e Municipais	Físico

Fonte: Lei n° 12.334/2020. Lei n° 14.066/2020. Res. ANA n° 236/2017.

O PAE de Boacica deverá ser atualizado anualmente nos seguintes aspectos: endereços, telefones e e-mails dos contados contidos no Fluxograma de Acionamento; responsabilidades gerais no PAE; listagem de recursos materiais e logísticos disponíveis a

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

serem utilizados em situação de emergência; e outras informações que tenham se alterado no período (ANA n° 236/2017).

Ainda, segundo a Lei n° 14.066/2020s, o presente PAE deverá atualizado conforme as seguintes ocasiões:

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 a partir da segunda a cada 10 anos. O PAE deve ser revisado por ocasião da realização da RPSB. (Portaria SEMARH/AL n° 694/2015).

A revisão do PAE implica na reavaliação da ocupação a jusante e da eventual necessidade de elaboração de novo mapa de inundação (ANA n° 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

O empreendimento é de propriedade da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf). O empreendimento tem como objetivos a regularização de vazões, a defesa contra inundações, a irrigação e a piscicultura, sendo que seu projeto executivo foi desenvolvido pela Themag Engenharia no ano de 1986.

Para o empreendimento em questão, há registro de ocorrências de seca pouco usual no verão de 2016/2017.

Atualmente, estão em desenvolvimento as seguintes atividades de reabilitação: execução de barracão provisório, pavimentação da crista, cercamento, proteção do talude de jusante, limpeza superficial, escadas de acesso, guarda-corpos no vertedouro e descarregador de fundo, implantação de réguas de monitoramento de nível de água, execução de canal de drenagem a jusante, medidor da vazão de percolação a jusante da barragem, escada marinheiro para acesso ao rápido do vertedouro.

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 4 do Plano de Segurança da Barragem Boacica.

1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

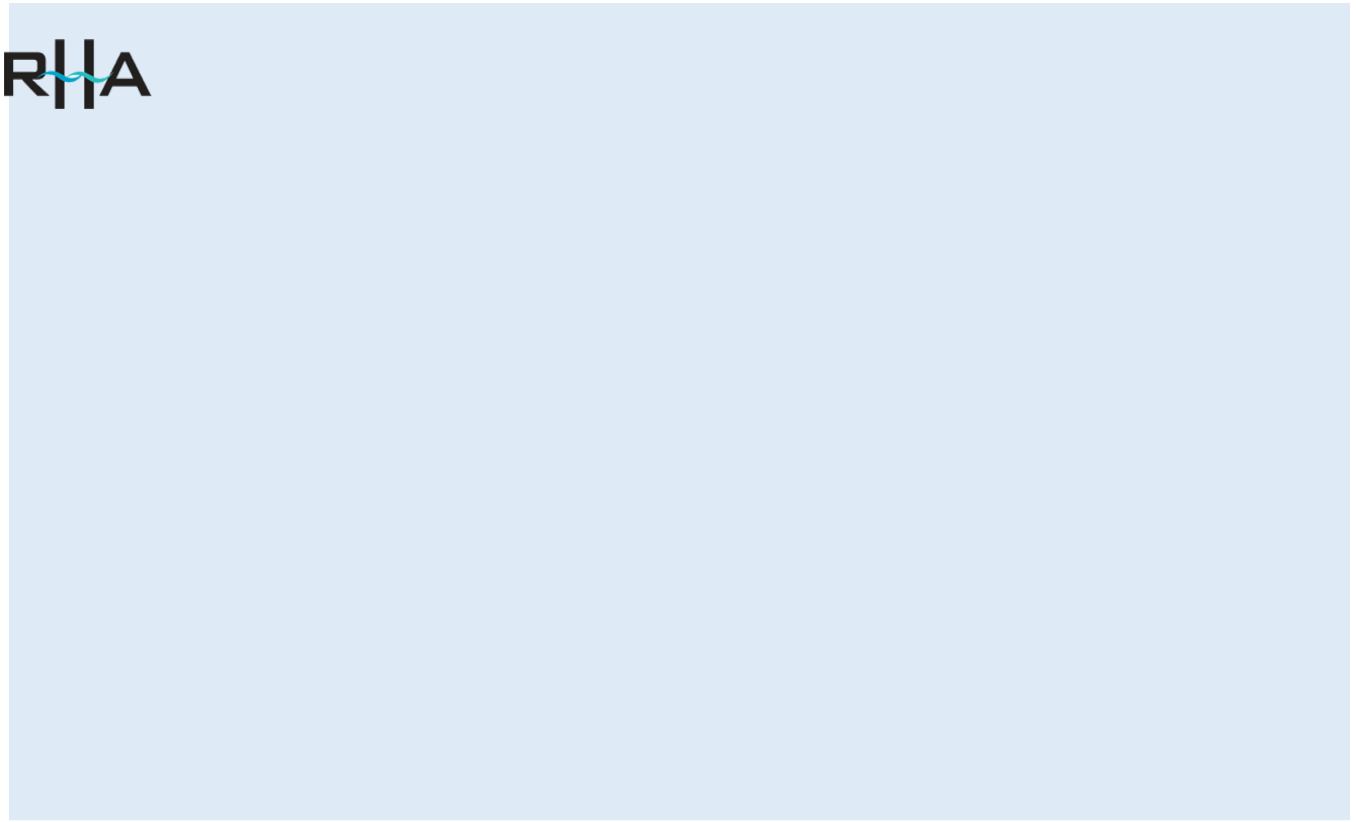
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A barragem Boacica, com o Empreendedor Codevasf, está localizada no município de Igreja Nova, no estado de Alagoas e barra o rio Boacica, afluente da margem esquerda do rio São Francisco. As respectivas coordenadas são 10°06’50”S de Latitude e 36°36’46” O de Longitude (DATUM WGS-84). A montante e a jusante da barragem de Boacica não existem barragens.

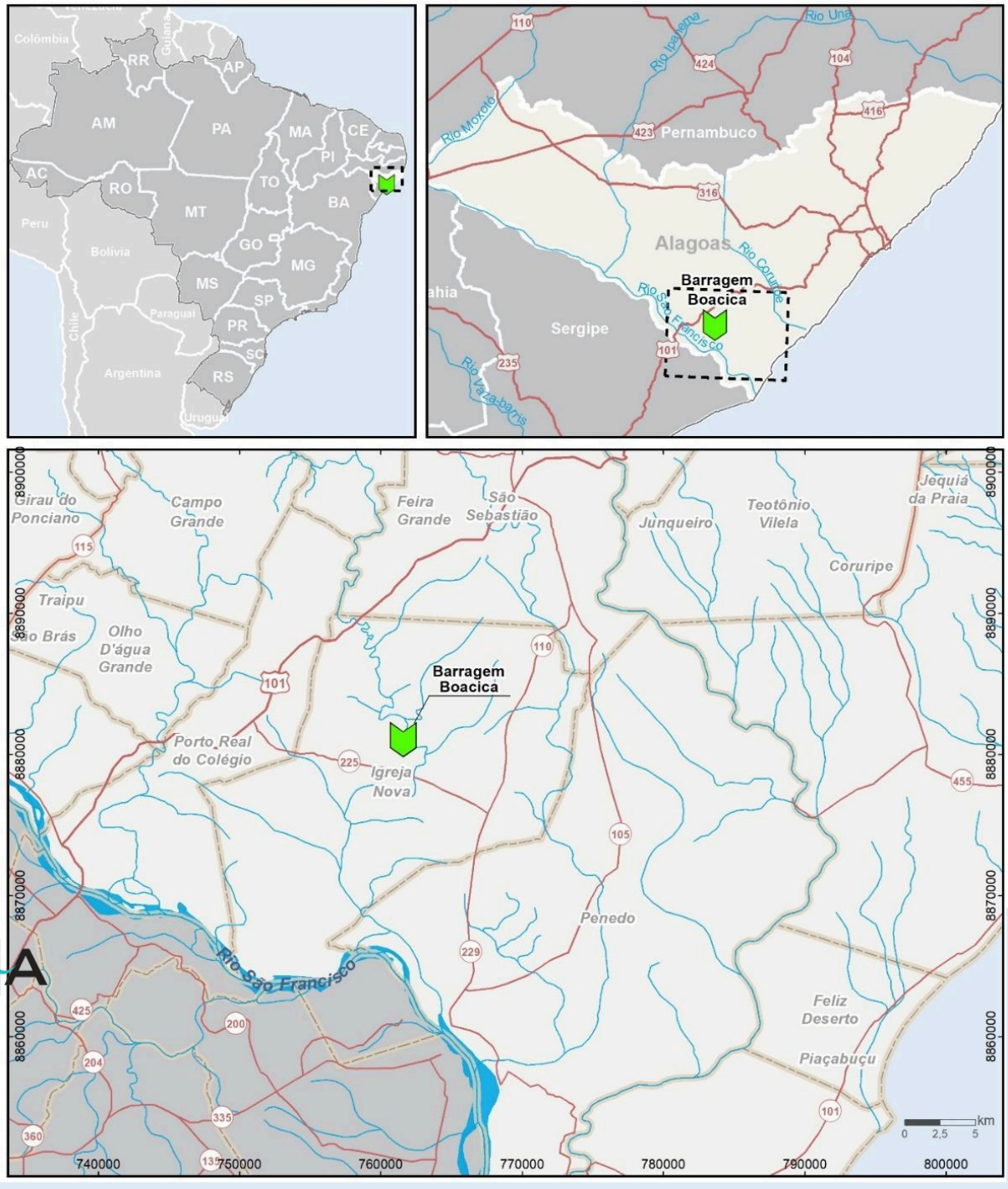
A localização do empreendimento encontra-se representada na Figura 1.1.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 1.1 – Localização Georreferenciada da Barragem Boacica



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: RHA, 2021.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A barragem Boacica é de terra zoneada e possui 33,50 m de altura máxima a partir do maciço de fundação e crista com comprimento total de 400 m e largura de 8 m, não instrumentada. O nível máximo normal situa-se na El. 36,10 m. O volume acumulado no reservatório é da ordem de 55,00 hm³ e a área alagada é de 483 ha.

O sistema de drenagem interna do maciço é constituído por filtro de areia vertical e horizontal conjugado com um dreno de pé em enrocamento.

O extravasamento de cheias é realizado por um vertedouro localizado na ombreira esquerda, composto por uma soleira livre, com extensão de 30 m e bacia amortecedora pré-escavada. A vazão efluente de projeto centenário é de 900 m³/s.

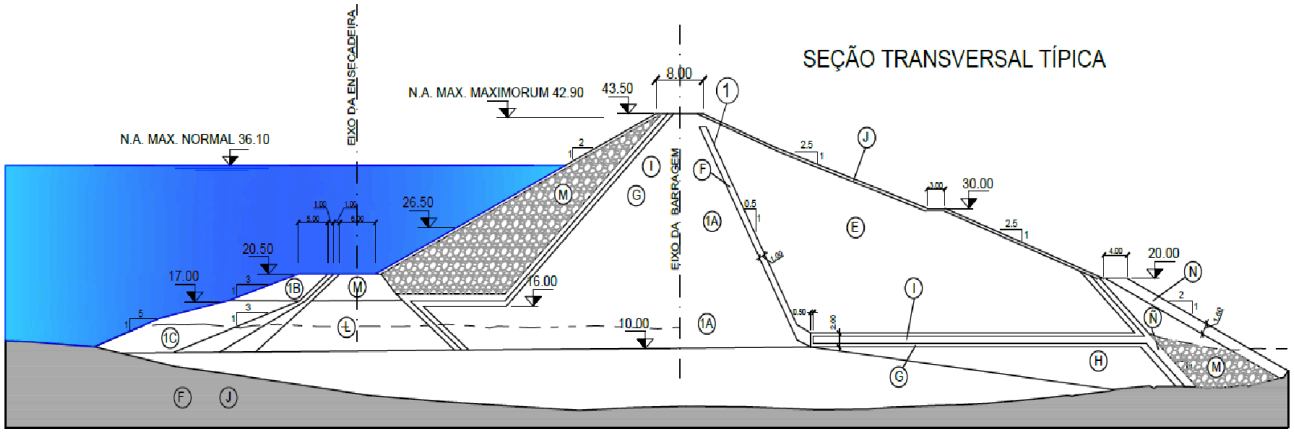
A barragem Boacica é constituída por:

- duas ensecadeiras
    - a de montante, totalmente incorporada ao maciço da barragem, executada por tanto com o mesmo nível de exigência;
    - a de jusante, desincorporada, utilizada para isolar a área de implantação, possibilitando seu esgotamento.
- tomada de adução e descarga na margem direita
- vertedouro de soleira livre na ombreira esquerda

A Figura 1.3 apresenta a planta baixa da barragem Boacica. A Figura 1.2 apresenta uma seção transversal típica da barragem.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

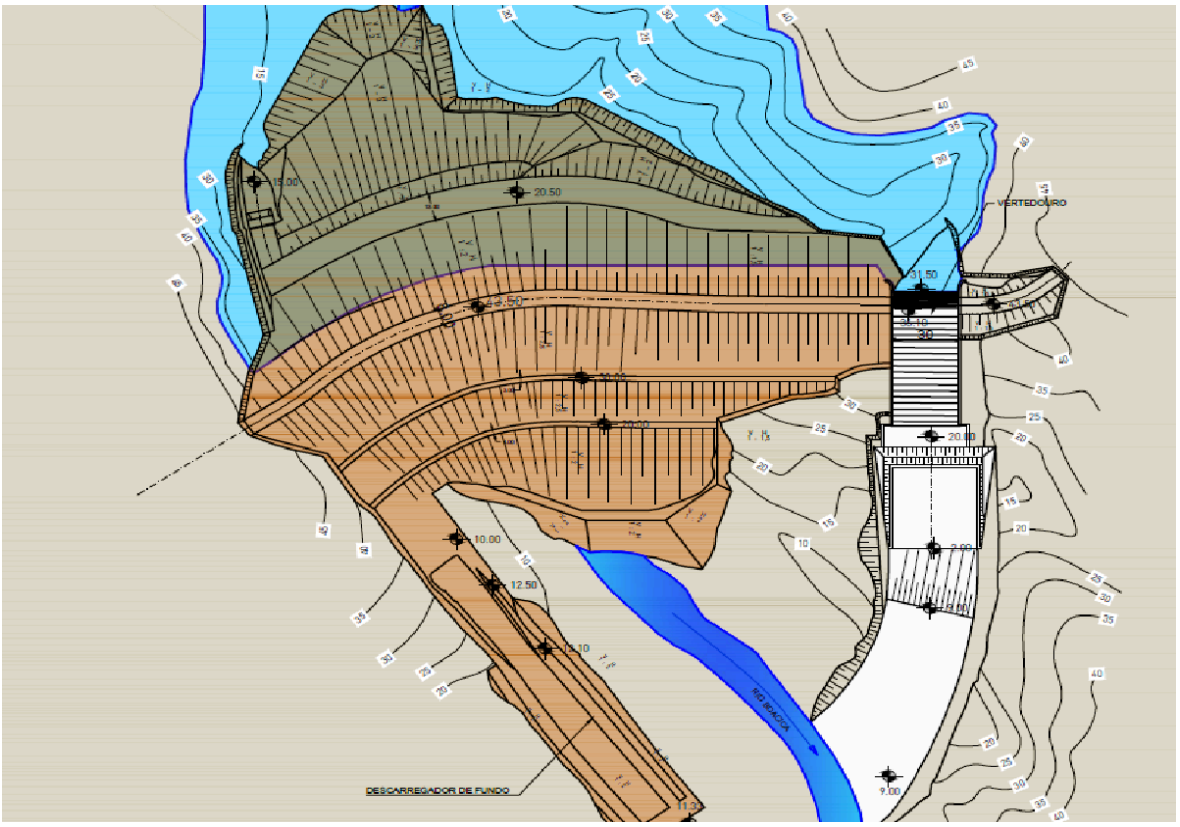
Figura 1.2 – Seção transversal da barragem Boacica



Fonte: Ministério da Integração Nacional (2018) - Plano de Ações Estratégicas para Reabilitação de 162 Barragens da União.

Figura 1.3 – Planta Esquemática da Barragem e Estruturas Associadas

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: Ministério da Integração Nacional (2018) - Plano de Ações Estratégicas para Reabilitação de 162 Barragens da União

A Tabela 1.2 apresenta uma síntese das principais características da barragem Boacica.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 1.2 – Principais caraterísticas da barragem Boacica

Principais características da barragem Boacica	
Denomincação Oficial	Barragem Boacica
Empreendedor:	Codevasf
Entidade Fiscalizadora:	SEMARH/AL
SNIBS	2376

Localização	
Rio:	Boacica, afluente margem esquerda São Francisco
Município:	Igreja Nova
Unidade da Federação:	Alagoas
Coordenadas:	10°06’50”S 36°36’46” O(DATUM WGS-84)
Existência de barragens a montante e a jusante:	Não

Barragem			
Tipo:	Barragem de Terra Zoneada	PSB – Volume 4, 2019za	h Anexo I
Altura máxima acima da fundação:	33,50 m		
Cota do coroamento:	43,50 m		
Comprimento do coroamento:	400 m		
Largura do coroamento:	8,00 m		
Inclinação do paramento de montante:	2H:1V		

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Barragem			
Inclinação do paramento de jusante:	2H:1V / 2,5H:1V		

Bacia hidrográfica			
Área:	460 km²	PSB – Volume 4, 2019c	9
Precipitação média na bacia:	972 mm/ano		25
Vazão Afluente Máxima:	1880 m³/s		67
Vazões máximas:	764 m³/s (TR 1.000 anos; Instantânea)		47

Características geológicas regionais			
Fundação:	Maciço rochoso de boa qualidade, ocorrendo por vezes trechos extremamente ou medianamente fraturados. Baixos graus de alteração da rocha sã. Gnaisse granítico com intercalações frequentes de micaxistos e, às vezes, veios de quartzo. Recoberto por cerca de 1.0 a 1.5 m de um solo de alteração e nas margens espessas camadas de aluvião superando as vezes 10 m.	PSB – Volume 4, 2019u Themag, 1986	2 49
Suscebilidade a escorregamento de taludes do reservatório	Não identificado	-	-
Sismicidade potencial:	Zona 0, a_g = 0,025 m/s²	ABNT NBR 15421, 2006	6 e 7

Reservatório

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Nível Mínimo Operacional (NmO):	16,0 m	PSB – Volume 4, 2019w	3
Nível Máximo Normal (NMN):	El.36,1 m		
Nível Máximo Maximorum (NMM):	El.42,9 m		
Nível da máxima cheia (T=10.000 anos)	El.41,00 m	PSB – Volume 4, 2091d	25
Capacidade total do reservatório:	55,106 hm³	Themag, 1986	11
Capacidade útil do reservatório:	55 hm³		
Área inundada (NMN):	483 ha	PSB – Volume 4, 2019w	3

Órgãos Extravasores			
Descarregador de fundo e Tomada d'água:	Controle de cheias. Esvaziamento do reservatório. Uma tomada de água com dois galerias e duas comportas. Uma Bacia de dissipação. Um canal de restituição. *Localização:* margem direita	PSB – Volume 4, 2019w	7, 9
Vertedouro:	Soleira livre. Lançamento em salto de esqui em fossa pré-escavada com fundo na elevação 2,00 m. Vão único Localização: Ombreira esquerda	PSB – Volume 4, 2019w	3

1.4.3. cARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS

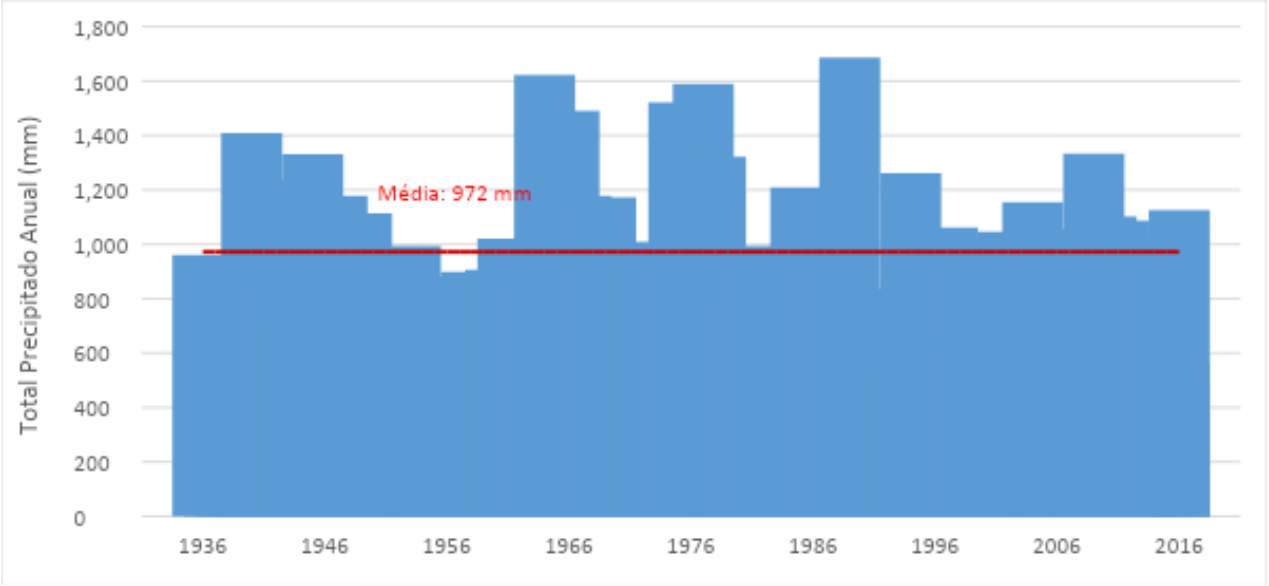
- **HIDROLOGIA**

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

O documento da Tecnosan Engenharia S.A, empresa responsável pelos estudos hidrológicos em 1981, apresenta o referido estudo de maneira bastante sucinta, porém cita que, devido à ausência de dados locais, foi adotado o método de transposição de bacias, utilizando registros existentes para os riachos Itiúba e Propriá referentes ao período maio-junho de 1962 e que, a partir desses, foram obtidos hidrogramas unitários.

O total anual precipitado médio sobre a bacia hidrográfica da Barragem do Rio Boacica resultou em 972 mm, com valores variando de 484 mm, em 2018, a 1.687 mm, em 1989. A Figura 1.4 apresenta, o total anual ao longo do tempo.

Figura 1.4 - Totais Precipitados Anuais (mm) Bacia Hidrográfica Barragem do Rio Boacica



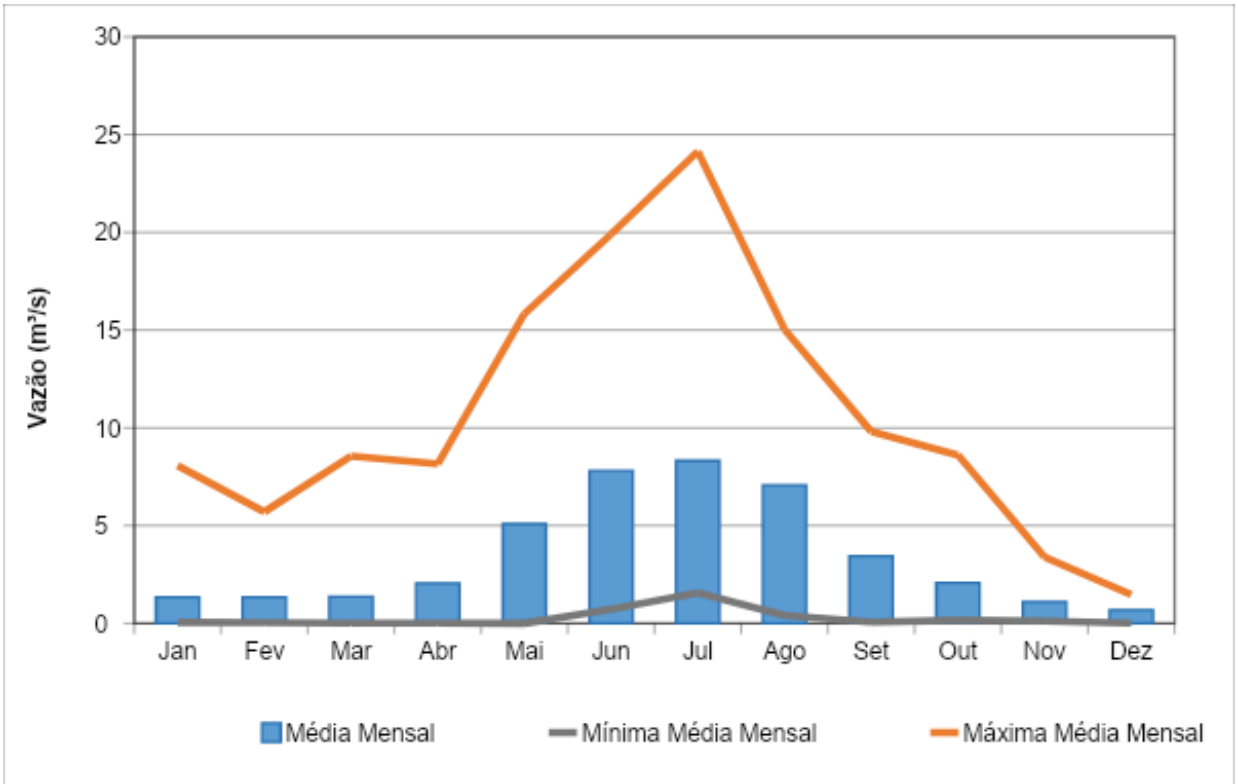
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: PSB – Volume 4, 2019c.

As séries de vazões médias mensais e anuais junto à barragem Boacica foram estimadas a partir da série da estação básica, Fazenda São Pedro. Para a transferência foi adotada a relação entre as vazões médias de longo termo (3,47 m³/s / 2,90 m³/s = 1,20) São Pedro. A Figura 1.5 apresenta os valores médios característicos da série obtida.

Figura 1.5 - Vazões Médias Características – barragem Boacica

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: PSB – Volume 4, 2019c.

A estimativa dos hidrogramas de cheia na barragem Boacica foi efetuada a partir dos registros de vazões médias diárias disponíveis para as estações adotadas: Engenho Retiro, Vitória de Santo Antão, Engenho Bento, Santana do Mundaú, São José da Laje, Viçosa, Fazenda São Pedro, Camaçari. Também foram utilizados a análise dos dados telemétricos

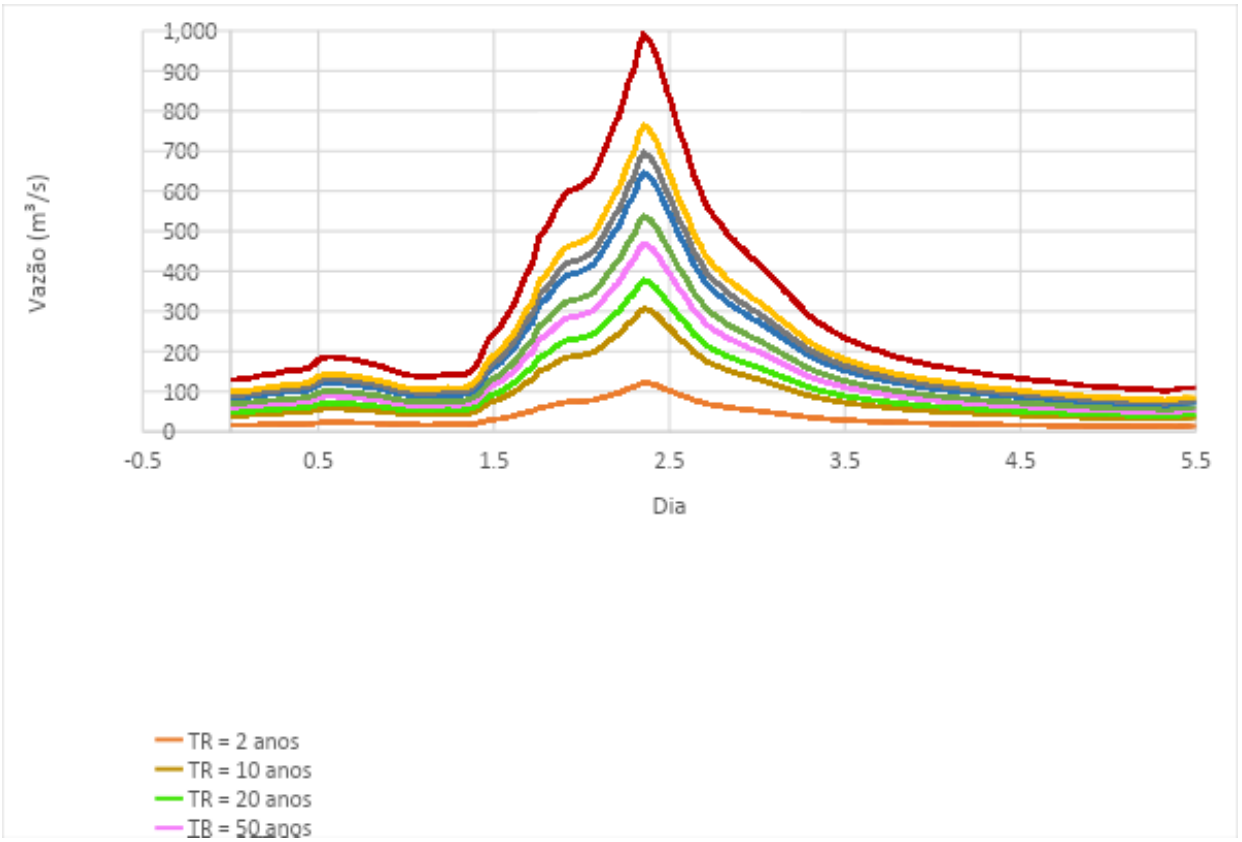
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

disponíveis para as estações Fazenda São Pedro, Viçosa, São José da Laje, Santana do Mundaú, Engenho Bento e Vitória de Santo Antão.

As vazões de cheia em função do tempo de recorrência são apresentadas na Figura 1.6. A Tabela 1.3 apresenta uma síntese dos parâmetros hidrológicos da bacia na seção do barramento de Boacica.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 1.6 - Hidrogramas de Cheias – barragem Boacica



Fonte: PSB – Volume 4, 2019c.

Tabela 1.3 – Parâmetros Hidrológicos da Bacia do Rio na Seção do Barramento

Informação	*Referência*	*Pág.*

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Área de drenagem da bacia (aproximado)	Ab = 710 km²	PSB – Volume 4, 2019c	8
Área de drenagem da bacia sendo controlada pela barragem (aproximado)	A_{bm} = 460 km²		8
Comprimento do Talvegue Principal	L = 57,1 km		9
Perímetro	P =128 km		9
Comprimento total dos cursos d'Água	LT = 1097,2 km		9
Comprimento Reto entre a Nascente e a Exutória	L_t = 34,4 km		9
Elevação da Nascente	H_n = 250 m		9
Elevação no Barramento	H_f = 30 m		9
Declividade Média (i)	2,72 m/km		10
Tempo de concentração	19 hs		10
Evaporação potencial local	1.270 mm/ano		17
Precipitação total anual média	972 mm		26
Vazão Média Mensal	3,47 m³/s		37
Coeficiente de Escoamento Sup.	0,10 km		12
Vazões máximas	764 m³/s (TR 1.000 anos; Instantânea)		10

- **GEOLOGIA REGIONAL**

O mapa geológico regional da Bacia do Rio Boacica, apresentado no Relatório Preliminar (Tecnosan, 1981), indica duas unidades litológicas: as rochas Pré-Cambrianas do Complexo Cristalino, caracterizadas por gnaisses, migmatitos, granitos e xistos micáceos, e os sedimentos Cretáceos da bacia sedimentar Sergipe-Alagoas, que compreendem arenitos, siltitos e folhelhos, além dos depósitos quaternários.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A formação mais representativa ao longo do Rio Boacica é o Grupo Vaza Barris, representado por xistos micáceos e biotita-gnaisses, com veios pegmatíticos constituídos de quartzo leitoso (Tecnosan, 1981).

No curso inferior do Rio Boacica encontram-se as formações sedimentares representadas pelo Subgrupo Igreja Nova e a Formação Penedo. O Subgrupo Igreja Nova compreende argilitos, folhelhos e arenitos feldspáticos, localmente conglomeráticos. A Formação Penedo é constituída de espessos leitos de arenitos mal selecionados com intercalações de folhelhos e siltitos micáceos.

As rochas sedimentares da bacia Sergipe-Alagoas são recobertas por sedimentos recentes do Grupo Barreiras na forma de tabuleiros discordantes, composto por areias grossas, argilas e arenitos conglomeráticos mal consolidados e com matriz caulínica.

Os depósitos aluvionares presentes em toda a calha do rio são constituídos por areias médias a grossas, quartzo-feldspáticas e com pouca mica. Na várzea do rio ocorrem extensas áreas compostas por solos finos silto-argilosos.

- **GEOLOGIA LOCAL**

O relevo local apresenta-se ondulado, vertentes convexas, elevada declividade e poucos cursos de água. O vale do barramento é de fundo chato e preenchido pela planície aluvial. As ombreiras apresentam-se mais íngremes na margem direita. O aluvião que ocorre no leito do rio e em extensa faixa marginal constitui-se essencialmente de areias finas e médias e localmente siltoargilosas. O Aluvião apresenta coloração marrom amarelada, com

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

grãos bem selecionados, e grau de arredondamento médio, com presença de mica. Ocorrem também lentes milimétricas de argila distribuídas de maneira dispersa.

O mapa geológico (Themag, 1986) indicam que nas ombreiras predominam gnaisses e quartzitos, com intercalações de micaxistos na forma de lentes de espessura centimétrica até cerca de 3 metros. Já no leito do rio, predominam as intercalações de micaxistos. Os gnaisses possuem textura média a grossa, granoblástica e são de coloração rosada clara, apresentando comumente veios de aplito e pegmatito centimétricos. Apresenta xistosidade e veios graníticos paralelos com a estrutura, de espessuras de até 2 metros. O maciço apresenta-se alterado superficialmente, resultando em um solo residual arenoso de espessuras que variam de 1 a 2 metros, com blocos de rocha. Intercalado com o gnaisse, ocorrem quartzitos na forma de camadas ou lentes, de espessuras maiores que 40 m, e que coincidem com a direção da xistosidade do maciço.

A área apresenta três famílias de fraturas, com atitudes médias de N28°E/84SE, N20W/84°SW e N80°E/64SE. Os dois primeiros sistemas apresentam fraturas fechadas e muitas vezes preenchidas por veios de quartzo; o último apresenta fraturas com abertura milimétrica. Verificou-se um provável falhamento ao longo do Rio Boacica, abrangendo o sítio do barramento. A xistosidade apresenta direção EW, com mergulho variando entre 30° e 60° para S, sendo está a atitude dos contatos litológicos obtidos.

Com base nas principais descontinuidades presentes na área, correlacionou-se a direção e mergulho das fraturas e da xistosidade com a face dos taludes existentes no vertedouro e no descarregador de fundo, com o objetivo de analisar geometricamente as superfícies potenciais de ruptura.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

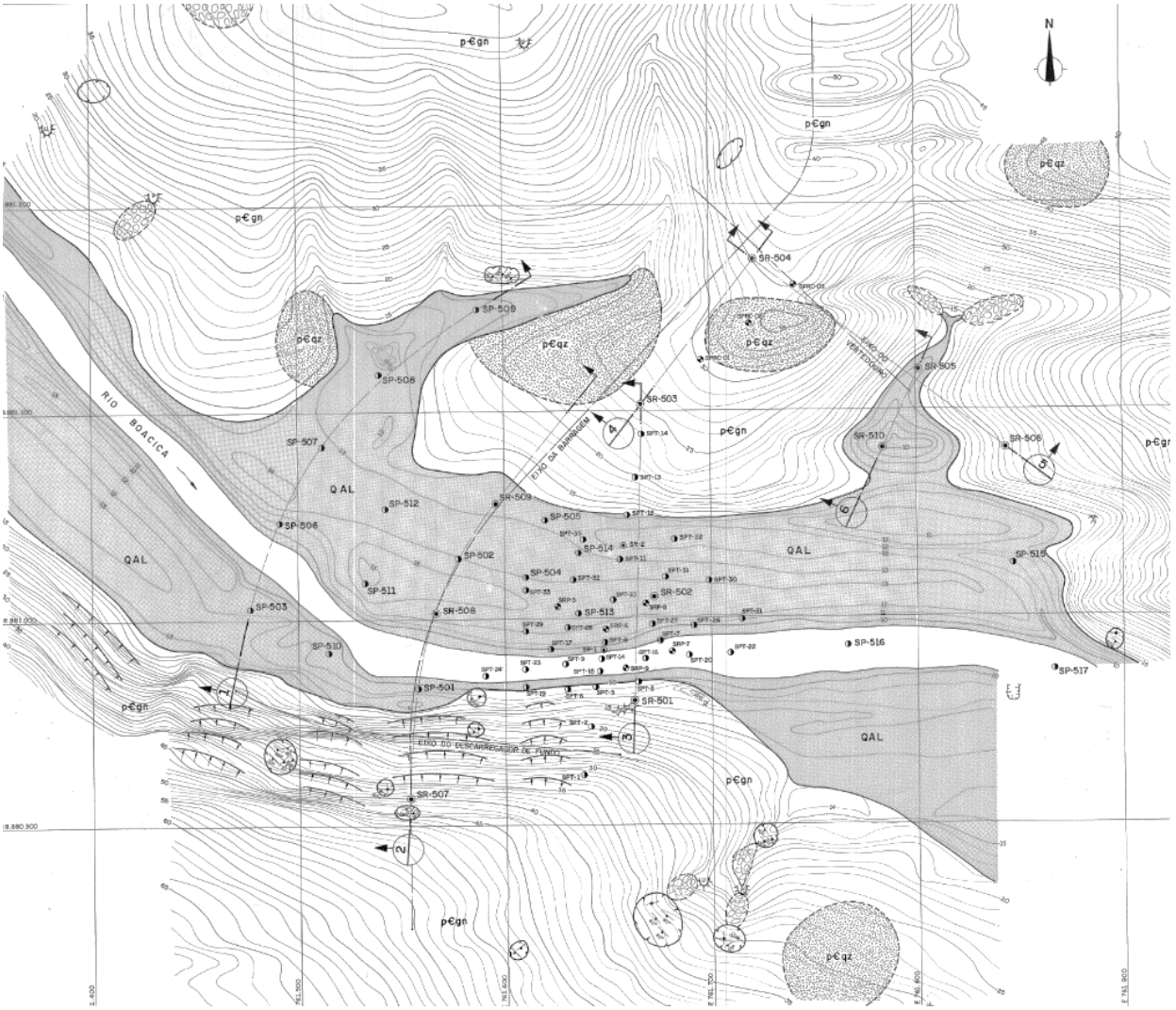
Considerando as análises apresentadas no Volume 4 do Plano de Segurança da Barragem Boacica , conclui-se que os taludes esquerdos do vertedouro e do canal de restituição podem apresentar superfícies potenciais de deslizamento relacionadas ao plano de fratura S2 (N20°W/84SW). No talude esquerdo do descarregador de fundo, os planos de fratura S3 (N80°E/64SE) e a xistosidade S0 (EW/30S), podem ser superfícies potenciais de deslizamento. Já no talude direito do vertedouro e do descarregador de fundo, verificou-se que não há planos de descontinuidades com caimento voltado para a face destes taludes. Para uma análise da estabilidade dos taludes, conforme mencionado anteriormente, é necessária a disponibilização de informações do mapeamento geológico e da caracterização geomecânica das descontinuidades.

No mapa geológico-geotécnico apresentado pela empresa Themag (1986), Figura 1.7, podem ser visualizadas as litologias presentes na área do barramento e a localização das sondagens executadas.

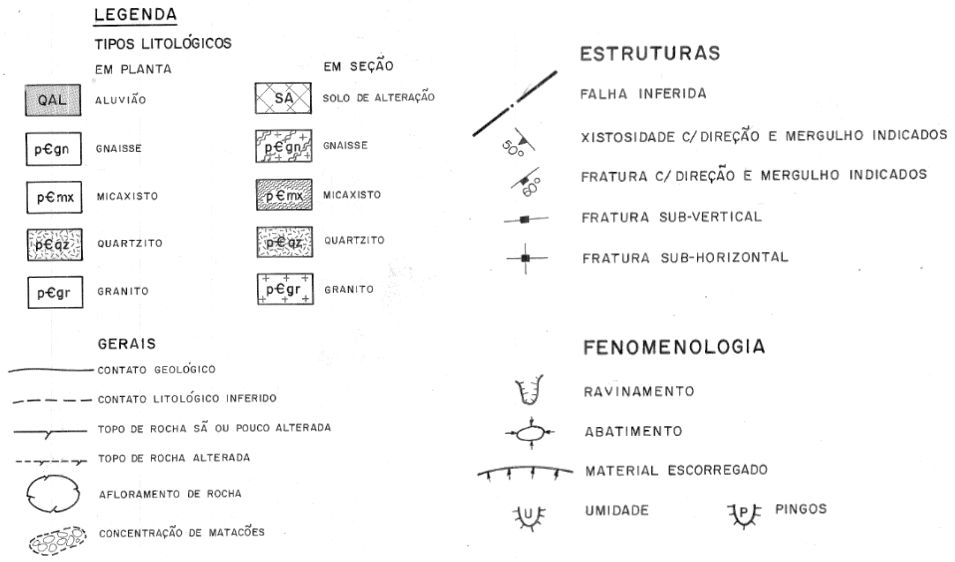
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 1.7 – Mapa geológico-geotécnico da área do barramento

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: Themag, 1986.

- **CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA**

  - ***Fundação***

Caracterização geotécnica indicou que os testemunhos de sondagens apresentaram um maciço são a pouco alterado, medianamente fraturado, com trechos extremamente fraturados. Do ponto de vista de resistência e deformabilidade, o maciço foi classificado como de boa qualidade para a fundação das estruturas.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Os ensaios de perda d'água realizados nas sondagens na década de 1980 indicaram em geral baixos valores de permeabilidade equivalente, variando entre 10^{-6} e 10^{-4} cm/s. Entretanto, em um trecho da ombreira esquerda, onde se verificou a presença de um veio de quartzo foi observada perda total de água. Nesse caso, foi previsto no projeto a execução de uma linha de injeções exploratórias, caso fossem observadas em campo absorções elevadas.

A resistência à penetração obtida pelo SPT indicou na margem direita valores entre 1 e 3 golpes/30 cm em profundidades de até 10 metros. Já na margem esquerda, apenas os 2 a 3 metros iniciais apresentam baixos valores de SPT, indicando características mecânicas indesejáveis para fundação. Para profundidades crescentes, entretanto, os ensaios SPT indicaram a ocorrência de um aluvião de compacidade média a alta. A permeabilidade do aluvião foi estimada com base em sua granulometria em cerca de 10^{-2} cm/s, tratando-se, portanto, de um material bastante permeável.

- ***Materiais de Empréstimo***

Duas jazidas de solo na região do reservatório foram estudadas pela projetista (Themag, 1986), Volta do Rio e Igreja Nova. A jazida Volta do Rio, situada a 2 km do eixo da barragem, é constituída por solo residual de gnaisse com cerca de 3 m de espessura, composta por areia silto-argilosa com camada superficial de pedregulhos com espessura média de 0,5 m. A jazida Igreja Nova, localizada a cerca de 9 km do eixo, é constituída por solo residual da Formação Barreiras, com espessura média de 6,0 m.

Os ensaios de caracterização e adensamento em amostras das jazidas indicaram que as amostras provenientes de Volta do Rio apresentaram maior compressibilidade e baixa

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

resistência ao cisalhamento do material. Dessa forma o solo compactado de Igreja Nova foi destinado para as zonas de maior solicitação, devido às propriedades físicas e mecânicas apresentadas. A montante e no restante do maciço foi indicado o solo compactado de Volta do Rio.

As jazidas de areia e cascalho viriam dos depósitos aluviais existentes no leito do Rio Boacica, composto de areia média, micácea com porcentagens de fino menores que 5%, exceto em alguns níveis que apresentaram 8 a 12% e que foram descartados para uso na construção dos filtros. Já a areia grossa, proveniente de uma jazida a cerca de 30 km da barragem, é composta de cascalho arenoso e areia média a grossa.

O material pétreo seria das escavações do vertedouro e do canal de restituição, que apresenta gnaisses medianamente fraturados e subordinadamente intercalações de micaxistos e quartzitos.

- **ANÁLISES DE ESTABILIDADE**

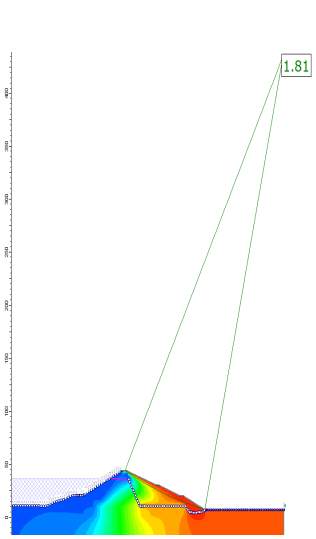
As verificações de estabilidade dos taludes de montante e jusante da barragem Boacica foram verificadas para três casos de carregamento: rebaixamento rápido, operação normal e operação normal com sismo com nível de água na El. 36,10 m (associado à cota da crista da soleira do vertedouro), conforme Critérios da Eletrobrás.

De acordo com os Critérios de Projeto Civil da Eletrobrás (2003), recomenda-se realização de análises pseudo-estáticas para avaliação da barragem face a sismos naturais ou induzidos, adotando-se cargas sísmicas correspondentes a acelerações de 0,05g na

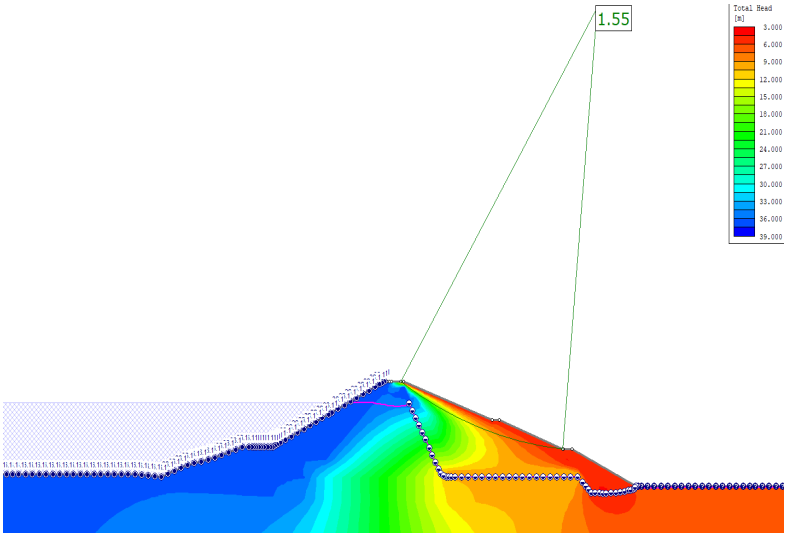
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

direção horizontal e 0,03 da direção vertical. Os resultados das análises são apresentados na Tabela 1.4 e na Figura 1.8.

Figura 1.8 – Análises de Estabilidade – Superfícies de Ruptura.

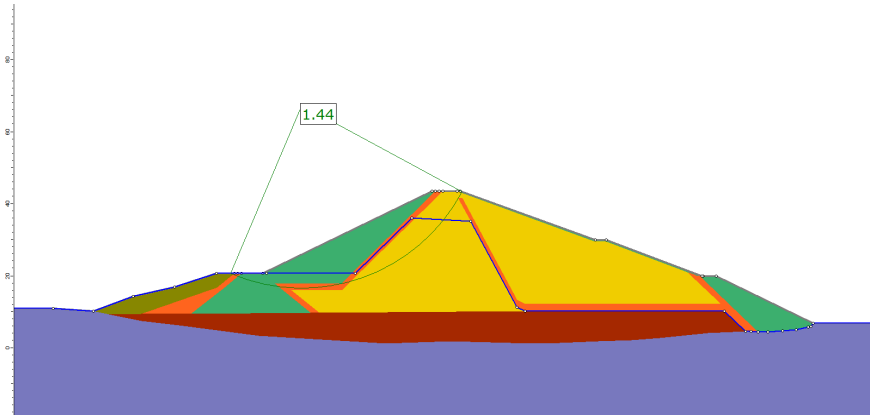


a) Regime de Operação Normal – Talude de Jusante



b) Regime de Operação com Sismo – Talude de Jusante

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



c) Regime de Rebaixamento Rápido – Talude de Montante

Fonte: PSB – Volume 4, 2019v

Tabela 1.4 – Resultados das Análises de Estabilidade da Barragem.

Caso de carregamento	FS Mínimo	FS Obtido
Rebaixamento Rápido	1,05	1,44
Operação Normal	1,50	1,81
Operação Normal com Sismo	1,20	1,55

Fonte: I PSB – Volume 4, 2019v

CARACTERPISTICAS SÍSMICAS

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Recomenda-se a realização de estudos sismológicos visando à definição das ações sísmicas. De acordo com os Critérios de Projeto Civil da Eletrobrás (2003), recomenda-se realização de análises pseudo-estáticas para avaliação da barragem face a sismos naturais ou induzidos.

1.4.4. **RESERVATÓRIO**

O reservatório possui uma área alagada de aproximadamente 483 há. A Figura 1.9 ilustra o reservatório. A Tabela 1.5 apresenta as principais características do reservatório.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 1.9 – Reservatório barragem Boacica.

Fonte: Google Earth, 2021.

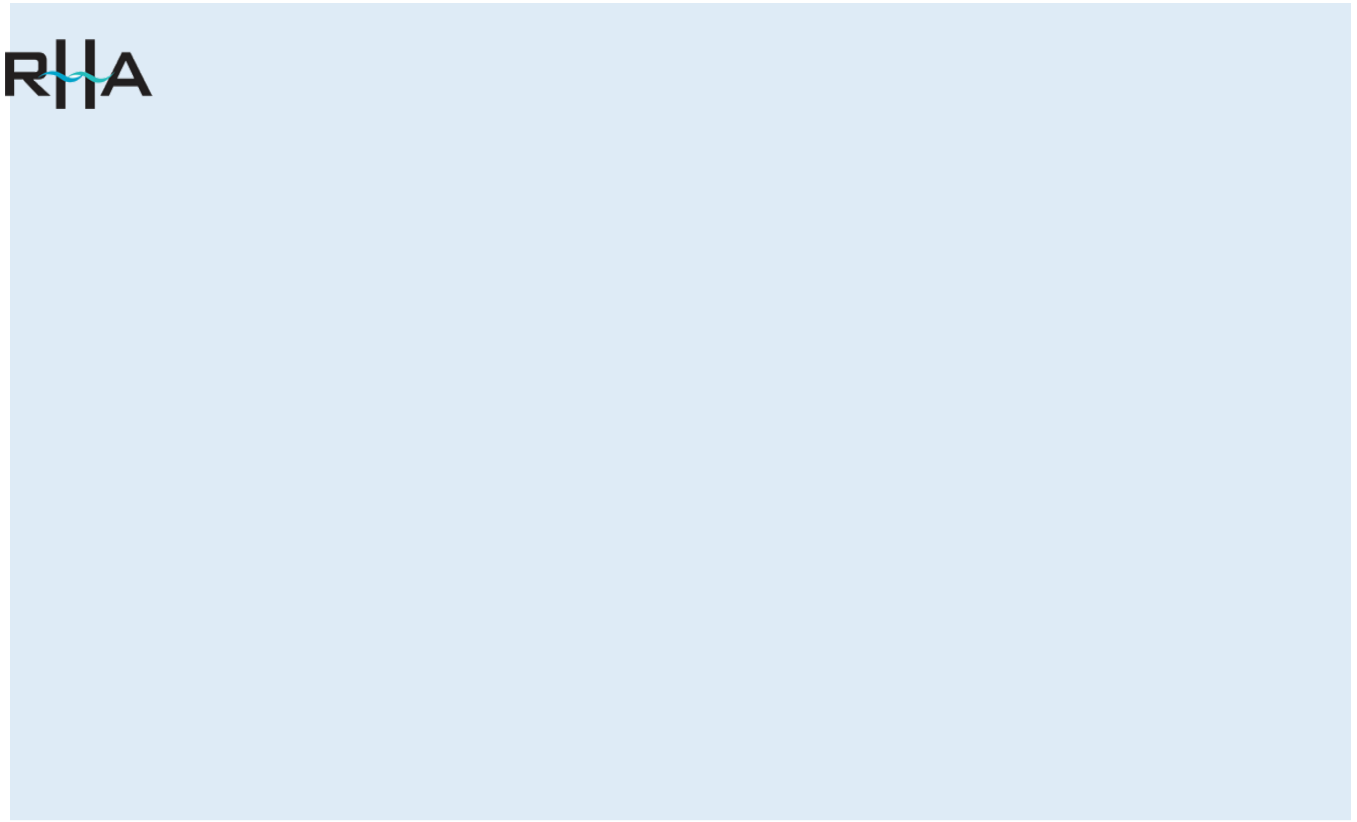
Tabela 1.5 – Principais características do reservatório da barragem de Boacica

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Informação		Referência	Pág.
Área alagada	483 há.	PSB – Volume 4, 2019w	3
Nível Máximo Maximorum (NMM)	El.42,9 m		3
Nível Máximo Normal (NMN)	El.36,1 m		3
Nível Mínimo Operacional (NMO)	16,0 m		3
Cota Coroamento	43,5 m		3
Cota da crista do Vertedouro	36,10 m	PSB – Volume 4, 2019x	12
Cota Tomada	16,0 m		j
Cota Descarregador (início da galeria)	15,82 m		
Volume Total	55,106 hm³	THEMAG, 1986	11
Volume Útil (16,0 m -36,1 m)	55 hm³		
Volume Morto	Não existe informação	-	-
Tempo de Recorrência de Projeto (TR)	10.000 anos	PSB - Volume 4, 2019c	78
Vazão Afluente Máxima El. 43,5 m	1880 m³/s		67
Vazão Efluente Máxima para cheia El. 43,5 m	Descarregador de Fundo: 27,0 m³/s Vertedouro: 1300,3 m³/s Total: 1327,3 m³/s Nível de água máximo 43,5 m Amortecimento 29%		

A curva cota-volume do reservatório de Boacica utilizada no estudo da RPSB, correspondente ao Volume 4 do PSB (2019) é apresentada na Figura 1.10. A curva foi obtida a partir da curva da Cema (1988) com uma extrapolação exponencial para o trecho compreendido entre os níveis 36,1 a 43,5 metros.

Figura 1.10 – Curva cota-volume da barragem Boacica



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: PSB – Volume 4, 2019c

1.4.5. ÓRGÃOS EXTRAVAZORES

Conforme indicado na documentação de projeto, elaborada pela Themag Engenharia em 1986, a função principal do empreendimento é realizar o controle das cheias no vale a

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

jusante. Para isso, utiliza-se o volume do reservatório para amortecer o hidrograma das cheias afluentes pelo rio Boacica, priorizando a descarga das vazões pelo descarregador de fundo. Neste sentido, na ocasião da elaboração do projeto, a operação do descarregador de fundo foi definida para ocorrer sem controle de comportas. Em outras palavras, a comporta de jusante de pelo menos uma das galerias deveria permanecer totalmente aberta, diminuindo a necessidade de manobras e, ao mesmo tempo, as regras de operação em situação de cheia.

A seguir é feita uma caracterização geral dos órgãos extravasores, em particular: vertedouros de superfície, descarregadores de fundo e tomadas de água.

- **VERTEDOURO**

As cheias afluentes ao reservatório de Boacica são descarregadas através de um vertedouro livre, de 30 metros de largura, localizado junto à ombreira esquerda. Conforme indicado na documentação de projeto, esta estrutura foi dimensionada para descarregar a cheia decamilenar com o nível máximo maximorum na El. 42,90 m. Durante a passagem da cheia pelo reservatório, ocorre o amortecimento do hidrograma, o que resulta em vazões efluentes menores que as afluentes. As características principais da estrutura estão indicadas na sequência.

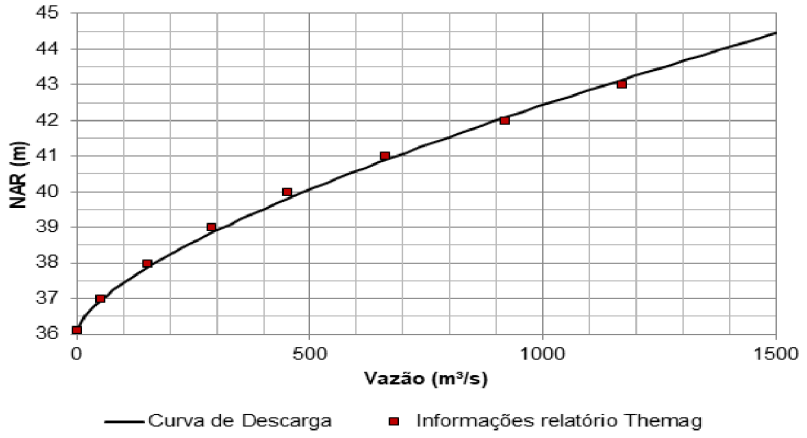
• Tipo do vertedouro	Soleira livre
• Largura da soleira	30 metros
• Elevação da soleira	El. 36,10 metros
• Nível máximo maximorum	El. 42,90 metros
• Declividade do paramento de montante	3H:1V

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- Coeficiente de descarga adotado 2,15
- Comprimento aproximada da calha 70 metros
- Restituição do fluxo Lançamento em fossa pré-escavada
- O canal de aproximação foi concebido de forma a evitar perdas de cargas excessivas, limitando a velocidade do escoamento em 2,5 m/s durante a descarga da vazão milenar.

Durante a passagem da cheia pelo reservatório ocorre o amortecimento do hidrograma, o que resulta em vazões efluentes menores que as afluentes. A curva de descarga do vertedouro de Boacica está indicada na Figura 1.11.

Figura 1.11– Curva de Descarga do Vertedouro de Boacica



Fonte: PSB – Volume 4, 2019c.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- **DESCARREGADOR DE FUNDO**

O descarregador de fundo foi dimensionado de maneira a limitar a vazão efluente por comporta a 24 m³/s quando o nível de água se encontrar na elevação 36,10 m, correspondente à crista do vertedouro livre, permitindo a realização do amortecimento das cheias menores que 10 anos de recorrência sem a ocorrência de vertimento.

A curva de descarga de uma galeria do descarregador de fundo, com abertura total e parcial da comporta é indicada na Figura 1.12.

As principais características desta estrutura estão descritas abaixo.

Características do emboque

- Cota da soleira — El. 16,00 m
- Largura — 1,65 m

Características da galeria

- Cota do início — El. 15,82 m
- Cota do fim da galeria — El. 13,34 m
- Seção transversal — Circular
- Diâmetro — 1,65 m
- Comprimento — 220 m

Características da comporta segmento

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

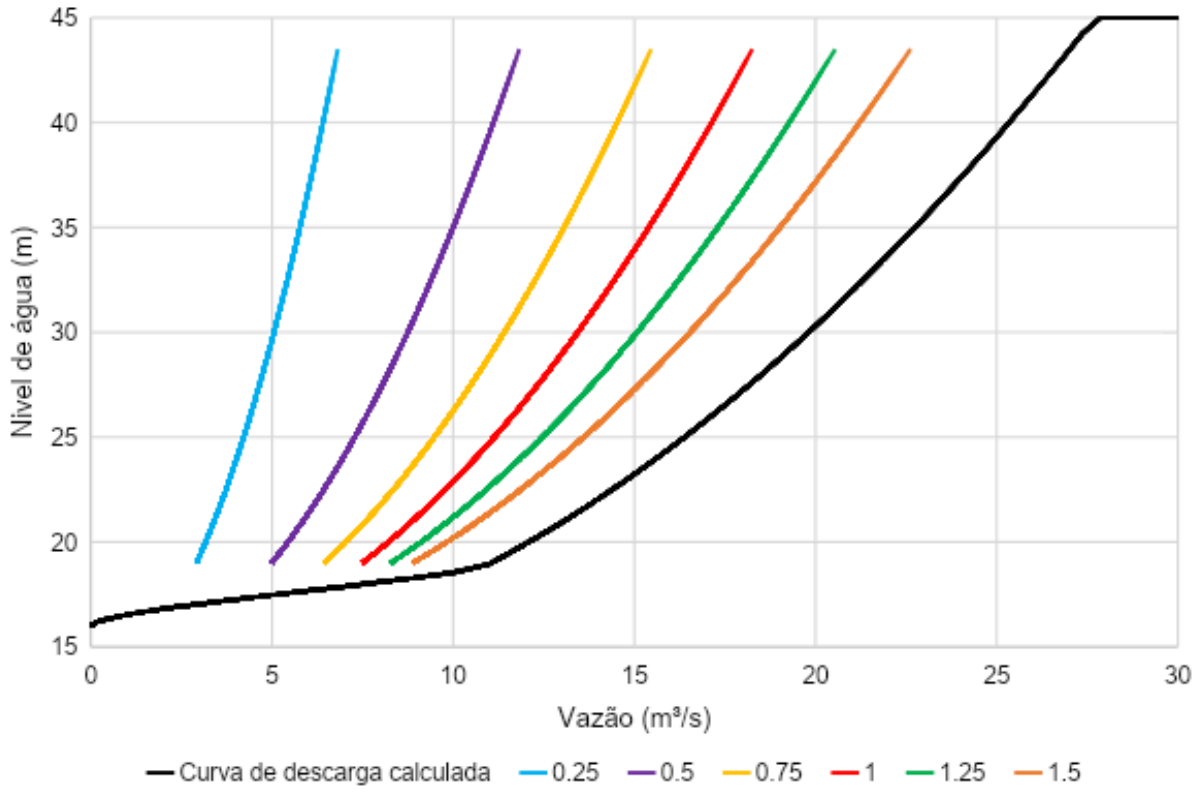
- Cota do batente — El. 13,34 m
- Dimensões — 1,65 m x 1,65 m
- Seção transversal — Retangular
- Raio da comporta — 2,60 m

Bacia de dissipação

- Cota do piso da bacia de dissipação — El. 10,00 m
- Cota do canal a jusante — El. 12,00 m
- Seção transversal — Retangular
- Largura da bacia — 15,00 m
- Largura do escoamento na entrada da bacia — 7,50 m
- Nível de água de jusante — El. 16,00 m

Figura 1.12 - Curva de Descarga de uma galeria do Descarregador de Fundo

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: PSB – Volume 4, 2019x

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- **TOMADAS D'ÁGUA**

A tomada de água da barragem Boacica e sua descarga encontram-se posicionadas na margem direita da barragem, com soleira na elevação 16,00 m. Nos documentos do projeto executivo não são apresentadas memoriais de cálculo estrutural, nem de estabilidade global da estrutura da tomada de água.

1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO

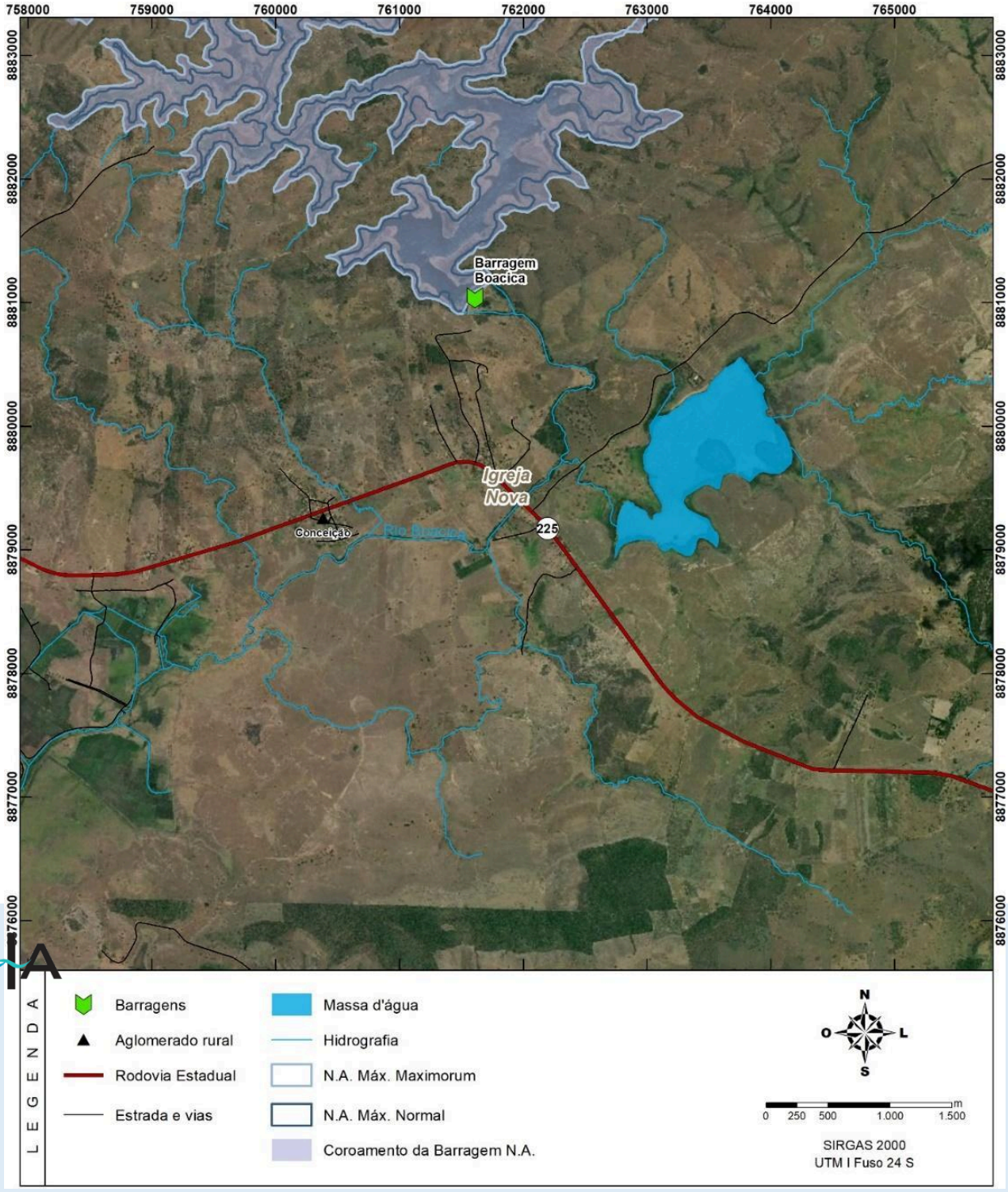
Não há instrumentos instalados na barragem Boacica, sendo que, atualmente, o monitoramento do desempenho das estruturas é realizado de maneira visual, através de inspeções rotineiras anuais. O Volume 4 do Plano de Segurança da barragem Boacica contém o documento 2019y - 1901-BO-0-GE-G00-00-C-32-RT-0001_0, que apresenta o plano de monitoramento e instrumentação da barragem Boacica.

1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM

Os aeroportos comerciais mais próximos estão localizados nas cidades de Maceió (AL) e Aracaju (SE). Os acessos à barragem são apresentados na Figura 1.13.

Figura 1.13 – Acessos à Barragem de Boacica

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: RHA, 2021.

Partindo do aeroporto de Maceió, segue-se pela BR-104, sentido Noroeste, por cerca de 1,9 km até o trevo (viaduto) que dá acesso à rodovia BR-101. Ao acessar a BR-101, deve-se seguir em direção a São Miguel dos Campos (AL) e percorrer, aproximadamente, 132 km até o trevo de acesso da cidade de São Sebastião (AL). Neste trevo, deve-se acessar a AL-110 em direção a cidade de Penedo (AL) e seguir por, aproximadamente, 161 km até o acesso a AL-225. Acessando a AL-225, deve-se seguir em direção a cidade de Igreja Nova por cerca de 7,9 km até entrada não pavimentada à direita (Figura 1.14). Pelo trecho de terra, segue-se por cerca de 1600 m até a barragem Boacica.

Figura 1.14 – Acesso à barragem Boacica via Maceió.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: RHA, 2021.

A outra opção, via Aracaju, é feita pela BR-101, sentido norte, percorrendo-se, desde o aeroporto de Aracaju, 126 km até a cidade Porto Real do Colégio. Desta cidade, segue-se ainda pela BR-101 por, aproximadamente, 12,7 km até a AL-225, estrada que dá acesso as cidades de Igreja Nova e Penedo. Entrando na AL-225, percorre-se, aproximadamente, 6,5 km até Igreja Nova. Passada a área urbana de Igreja Nova, permanece-se na AL-225 rumo a

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

cidade de Penedo por, aproximadamente, 4,1 km até entrada de estrada de terra situada à esquerda (Figura 1.15). Pelo trecho de terra, segue-se por cerca de 1600 m até a barragem Boacica.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 1.15 - Acesso à barragem Boacica via Aracaju.

Fonte: RHA, 2021.

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

estaduais, de tal forma a promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes no PAE da barragem Boacica, conforme indicado na Lei nº 12.334/2010, alterada pela Lei n° 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 Boacica, 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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, 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;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

A barragem Boacica possui um encarregado pelo monitoramento diário da barragem e entorno. O encarregado, devidamente treinado pela Codevasf por meio dos treinamentos dispostos no Anexo 1, 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 Boacica 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 Boacica.

Por fim, o último procedimento de identificação implantado pela Codevasf corresponde as visitas mensais a serem realizadas pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) da barragem Boacica.

A Tabela 2.1 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 2.1 – 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, 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 2.2, 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

estabelecida, este deve seguir as ações predefinidas para cada NR.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 2.2 - Níveis de Resposta com Respectivas Caracterizações

Níveis de Resposta	Caracterização
NÍVEL DE RESPOSTA 0 (NR-0) – NORMAL (Verde)	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.
NÍVEL DE RESPOSTA 1 (NR-1) – ATENÇÃO (Amarelo)	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.
NÍVEL DE RESPOSTA 2 (NR-2) – ALERTA (Laranja)	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.
NÍVEL DE RESPOSTA 3 (NR-3) – EMERGÊNCIA (Vermelho)	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 Boacica 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, Volume 4 do PSB de Boacica.

O sistema de monitoramento indicado na RPSB tem intuito de aferir as subpressões no maciço e fundação, além da movimentação no corpo da barragem por meio da instalação dos seguintes instrumentos:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- Piezômetros sendo dois posicionados no maciço de terra homogênea e dois na fundação, distribuídos em quatro seções diferentes, podendo ser elétrico ou Casagrande;
- Marcos superficiais, sendo dez na crista da barragem e dois marcos indeslocáveis para realização das leituras.

A Tabela 2.3 apresenta a classificação das possíveis situações anômalas na barragem e estruturas associadas por meio de indicadores quantitativos, assim como os eventuais procedimentos corretivos para cada situação apresentada. Somente a situação de cheias pode ser avaliada de forma quantitativa, em que os dados foram obtidos da RPSB, que corresponde ao Volume 4 da PSB.

Para as situações classificadas em NR-3, o Anexo 7 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, quantos os procedimentos preventivos e corretivos.

Tabela 2.3 – Indicadores quantitativos para avaliação e classificação das possíveis situações anômalas na barragem Boacica e estruturas associadas.

Situação Anômala	**Cenários possíveis**	**Indicador** NA = Nível de Água (m) PLU = Precipitação (mm/dia) Bacia da Barragem Boacica	**NR**
	Operação normal	NA < NMN (El.36,1 m)	0

Cheias

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Situação Anômala	Cenários possíveis	Indicador NA = Nível de Água (m) PLU = Precipitação (mm/dia) Bacia da Barragem Boacica	NR
	Vertimento projetado	(EI.42,9 m) NMM > **NA** > NMN (EI.36,1 m) **E** **PLU** < TR100 = 148 mm	1
		(EI.42,9 m) NMM > **NA** > NMN (EI.36,1 m) **E** **PLU** < TR1000 = 191 mm	2
	Vertimento acima do projetado com Risco de Galgamento	**NA** > NMM (EI.42,9 m) **OU** (EI.42,9 m) NMM > **NA** > NMN (EI.36,1 m) **E** **PLU** > TR10000 = 235 mm	Ficha n° 01

Fonte: Adaptado de PSB - Volume 4, 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; Deterioração do conduto; e	Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria; Reforço estrutural da galeria;	Instabilidade estrutural da galeria;	1

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
	Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água.	Substituição dos trechos danificados; e Observação.	Perda de estanqueidade da galeria; e Erosão interna.	
	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 n° 01
			Ruptura por Galgamento da barragem ocorreu ou ocorrendo	Ficha n° 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

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
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
	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 n° 05
			Ruptura do vertedouro ocorrendo / ocorreu	Ficha n° 09

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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
			Piping	Ficha n° 02
			Instabilidade global	Ficha n° 03
			Instabilidade localizada	Ficha n° 04
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha n° 09
Reservatório	Escorregamento de taludes / deslizamento de encostas.	Intervenções de estabilização de taludes; Rebaixamento do nível de água no reservatório; e	Obstrução dos órgãos extravasores	1

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
		Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos.	Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	2
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha n° 01
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha n° 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 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
	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

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha n° 01
			Instabilidade localizada	Ficha n° 04
			Instabilidade global	Ficha n° 03
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha n° 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

Inspeção visual	Situação Anômala	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis	NR
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha n° 01
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido ao galgamento	Ficha n° 09
			Instabilização da estrutura.	Ficha n° 08
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido à instabilidade gerada pela Sismicidade	Ficha n° 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 3.1(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. Deverão ser seguidos os procedimentos de rotina conforme POMM – Plano de Operação Manutenção e Monitoramento.

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

(Superintendente 5ªSR), 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 5ªSR) 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 5ªSR), contendo indicações das ações necessárias para

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 5ªSR) deverá atualizar a planilha de prioridade e verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários e extraordinários necessários. O Coordenador Geral (Superintendente 5ªSR) deverá analisar a necessidade de aumento na frequência do monitoramento hidrológico ou estrutural. O Coordenador Geral (Superintendente 5ªSR) 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: SEMARH-AL (entidade fiscalizadora), Defesas Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Prefeituras Municipais. O contato dos responsáveis consta no Capítulo 1.

Defesas Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civis Municipais (na falta

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Defesa Civil dos Estados de Alagoas e Sergipe e Defesas Civis 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

imediatamente ao Empreendedor (Codevasf) e ao Coordenador Geral (Superintendente 5ªSR) 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 5ªSR) deverá adotar a seguinte medida:

- Informar a situação às unidades externas especializadas: O Coordenador Geral (Superintendente 5ªSR) deverá comunicar o estado da barragem e as condições de risco, bem como as medidas a serem adotadas nas unidades externas especializadas: SEMARH- AL (entidade fiscalizadora), Defesas Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civis 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 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civis 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 n° 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.

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 n° 236/2017):

- Descrição detalhada do evento e possíveis causas;
- Relatório fotográfico;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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 (SEMARH-AL) assim que concluído.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 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;
- 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 para o NR-2 e NR-3; e
- Acionar o Sistema de Proteção e Defesa Civil para o NR-2 e NR-3.

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

responsabilidades instituídas (SEMARH-AL e Sistema de Defesa Civil), conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

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 - **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

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 Fluxograma de Notificação que consta na Figura 3.1 (Capítulo 3 – Procedimentos de notificação e sistema de alerta).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 estaduais e a 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 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

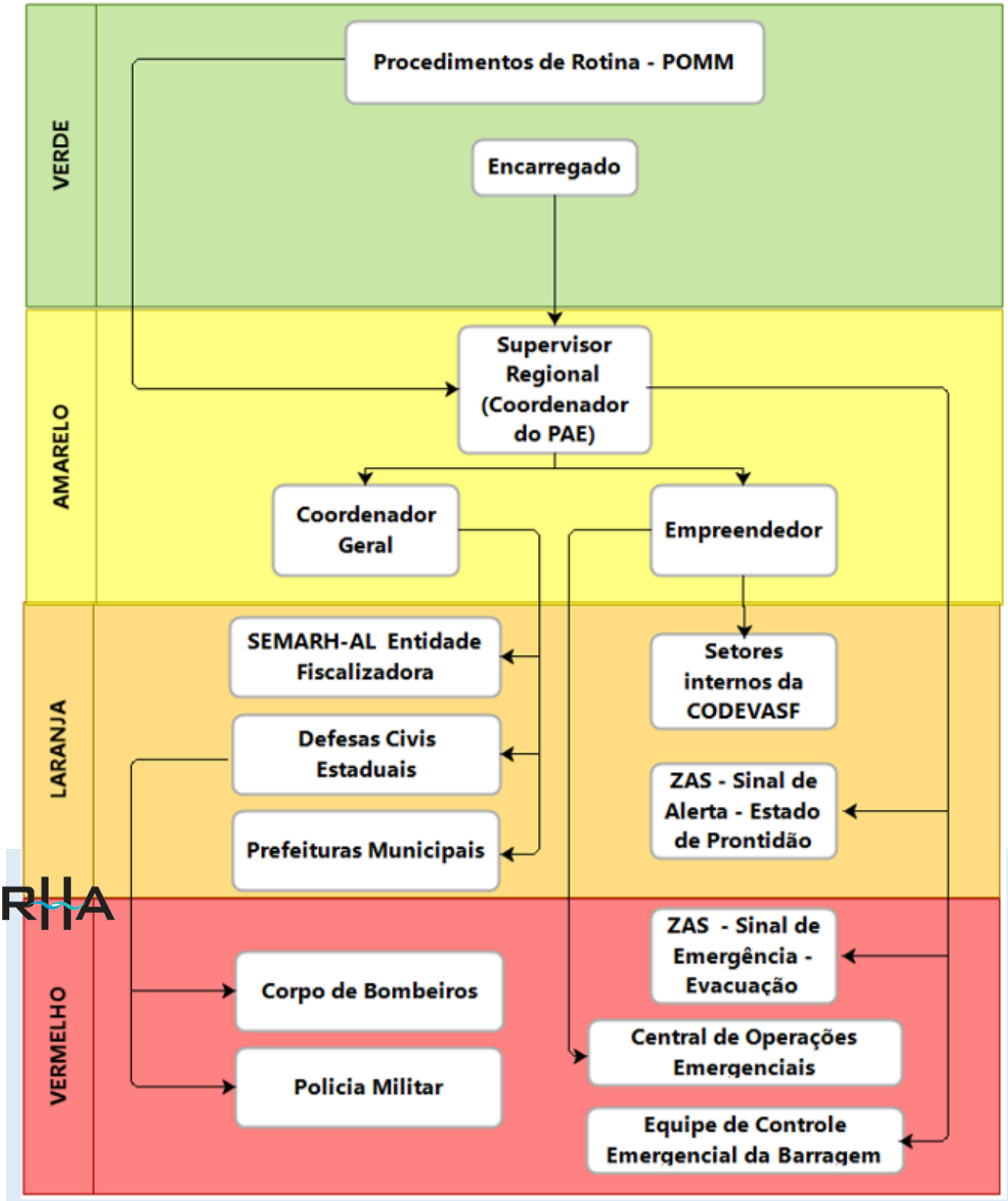
3.4. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Em caso de emergência, deve-se seguir o Fluxograma de Notificação apresentado na Figura 3.1, para a notificação dos indivíduos e das entidades e o alerta da população em risco. A Figura 3.2 apresenta um resumo dos contatos presentes no Fluxograma de Notificação.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 3.1 – Fluxograma de Notificação.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: RHA, 2019.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 3.2 – Contatos do Fluxograma de Notificação

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

DEFESA CIVIL
ALAGOAS
(82) 3315-2843
www.defesacivil.al.gov.br
defesacivil@bombeiros.al.gov.br
SERGIPE
(79) 3179-3760
https://www.defesacivil.se.gov.br/
defesacivil@defesacivil.se.gov.br

POLICIA MILITAR
ALAGOAS
(82) 3315-7226
http://www.pm.al.gov.br/
ascom.pmal2@gmail.com
SERGIPE
(79) 3213-0023
http://pm.se.gov.br/
pm5@pm.se.gov.br

CORPO DE BOMBEIROS
ALAGOAS
(82) 3315-2840
http://www.cbm.al.gov.br/
SERGIPE
(79) 3179-3604
https://www.cbm.se.gov.br/

PREFEITURAS MUNICIPAIS
IGREJA NOVA - AL
(82) 3554-1128
http://www.igrejanova.al.gov.br/
gabineteprefeita@igrejanova.al.gov.br
PENEDO - AL
(82) 3551-2727
https://penedo.al.gov.br/
contato@penedo.al.gov.br
NEÓPOLIS - SE
(79) 3344-2914
https://www.neopolis.se.gov.br/
SANTANA DO SÃO FRANCISCO - SE
(79) 3339-1309
https://www.santanadosaofrancisco.se.gov.br

ENTIDADE FISCALIZADORA - SEMARH - AL
(82) 3315-2680
http://www.semarh.al.gov.br/
semarh@semarh.al.gov.br

EMPREENDEDOR
PRESIDENTE
Marcelo Andrade Moreira Pinto
(61) 98244-6100
marcelo.moreira@codevasf.gov.br

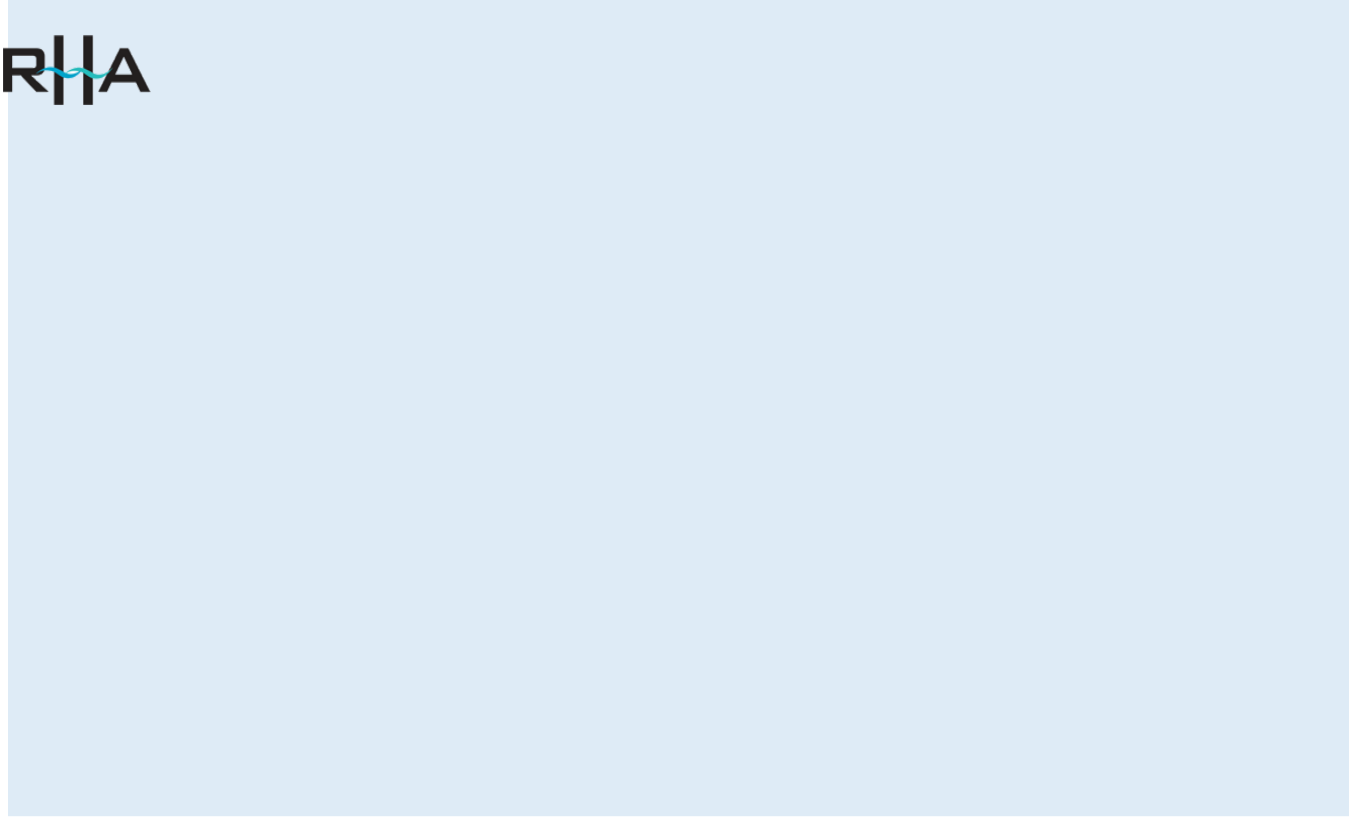
COORDENADOR GERAL
5ª/SR - 5ª Superintendência Regional
Superintendente
James Marlan Ferreira Barbosa
(82) 3551-9401
marlan.ferreira@codevasf.gov.br

COORDENADOR DO PAE (SUPERVISOR REGIONAL)
5ª/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura
Gerente
Thaise Lima Tojal
(082) 3551-9463
thaise.tojal@codevasf.gov.br

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: RHA, 2021.



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 n°12.334/2010, alterada pela Lei nº 14.066/2020), deve:

- Articular com o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civis 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 Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civis 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 Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais), em periodicidade a ser definida pelo órgão fiscalizador (SEMARH - AL), 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 Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civis Municipais (na falta dessas, as respectivas

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civis 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 Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e Defesas Civis 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 Boacica;
- Autorizar a emissão da declaração de encerramento de emergência;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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 Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e as Defesas Civis 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 Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e as Defesas Civis 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 Boacica;
- Estabelecer contatos com o Empreendedor (Codevasf) e Coordenador Geral;
- Emitir declaração de início e encerramento de situação de emergência;

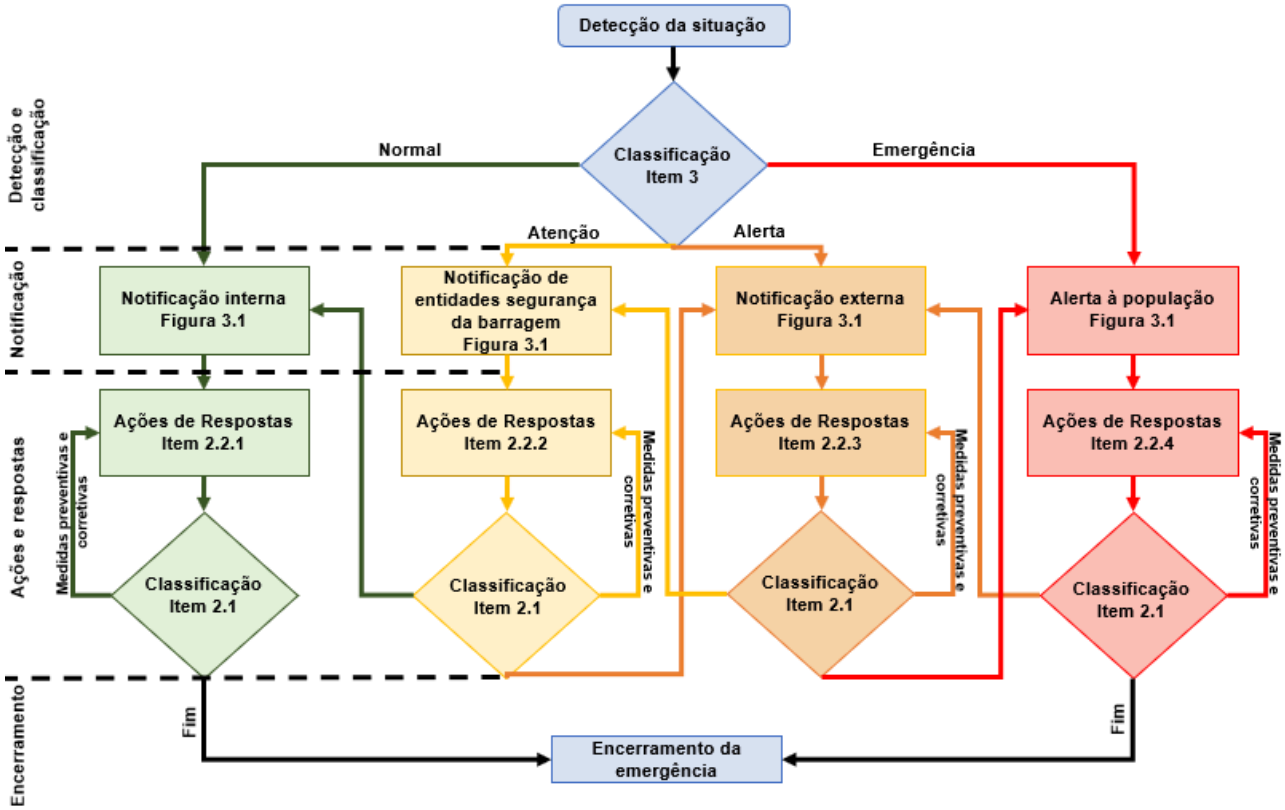
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- Ter pleno conhecimento das Ações de Resposta do PAE e do Plano de Comunicação;
- Coordenar a Equipe de Controle Emergencial da barragem Boacica; e
- Auxiliar na elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

O Coordenador do PAE, é, assim, o responsável por coordenar as ações descritas no PAE (vide Figura 4.1), devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência em potencial da barragem

Figura 4.1 – Ações a Implementar pelo Coordenador PAE



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: adaptado ANA, 2021

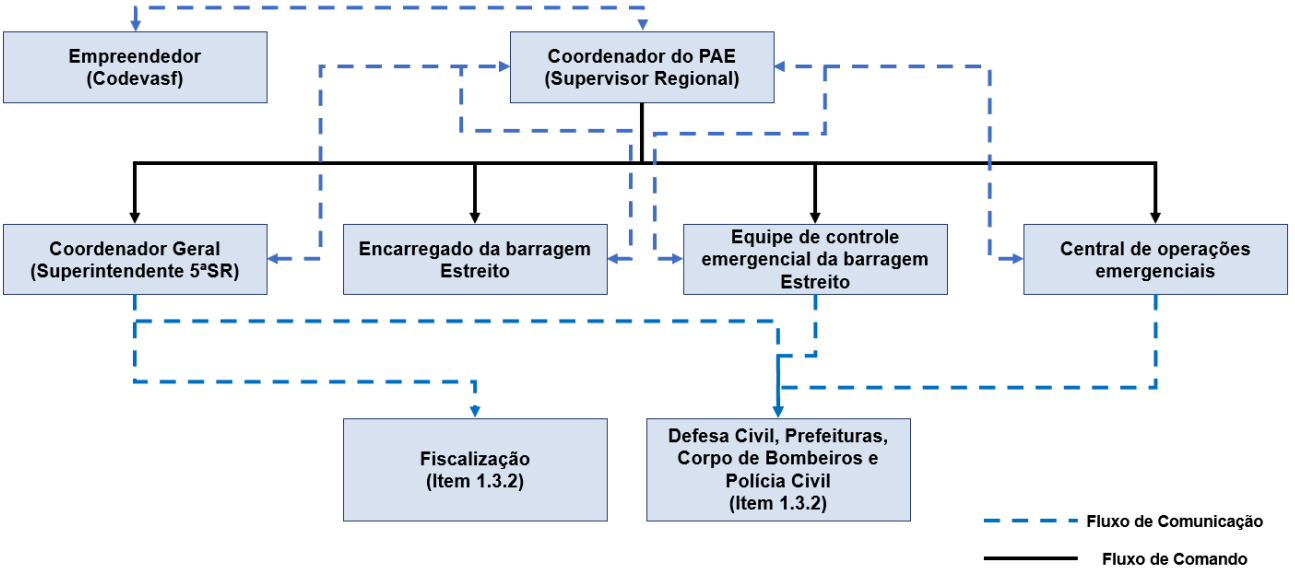
4.3. RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE DO PAE

4.3.1. INTRODUÇÃO

A Figura 4.2 apresenta a organização da equipe do PAE da barragem Boacica, em que fluxo de comando e comunicação estão ilustrados. As responsabilidades e organização da equipe do PAE estão descritas a seguir.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 4.2 – Organização a nível de Barragem



Fonte: adaptado ANA, 2021

4.3.2. COORDENADOR GERAL

O Coordenador Geral (Superintendente 5ª SR), por delegação da Codevasf, possui as seguintes responsabilidades:

- Estabelecer e manter contato com as Defesas Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e as Defesas Civis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) e a Entidade Fiscalizadora (SEMARH-AL);

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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 Boacica, 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 Boacica 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- Auxiliar sempre que solicitado as Defesas Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e as Defesas Civis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais).

4.3.5. CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS

A Central de Operações Emergenciais da barragem Boacica 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 Civis Estaduais (Alagoas e Sergipe) e as Defesas Civis 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Boacica 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 Boacica 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 Boacica 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 (a largura e a forma final), o tempo de ruptura, bem como a evolução da brecha ao longo do tempo.

A condição hidrodinâmica do rio Boacica 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 (ou seja, 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 deverá 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

de água atinjam a ordem de grandeza dos correspondentes a determinadas cheias características.

Dessa forma, para o estudo da hipotética ruptura da barragem Boacica foram definidos os seguintes limites:

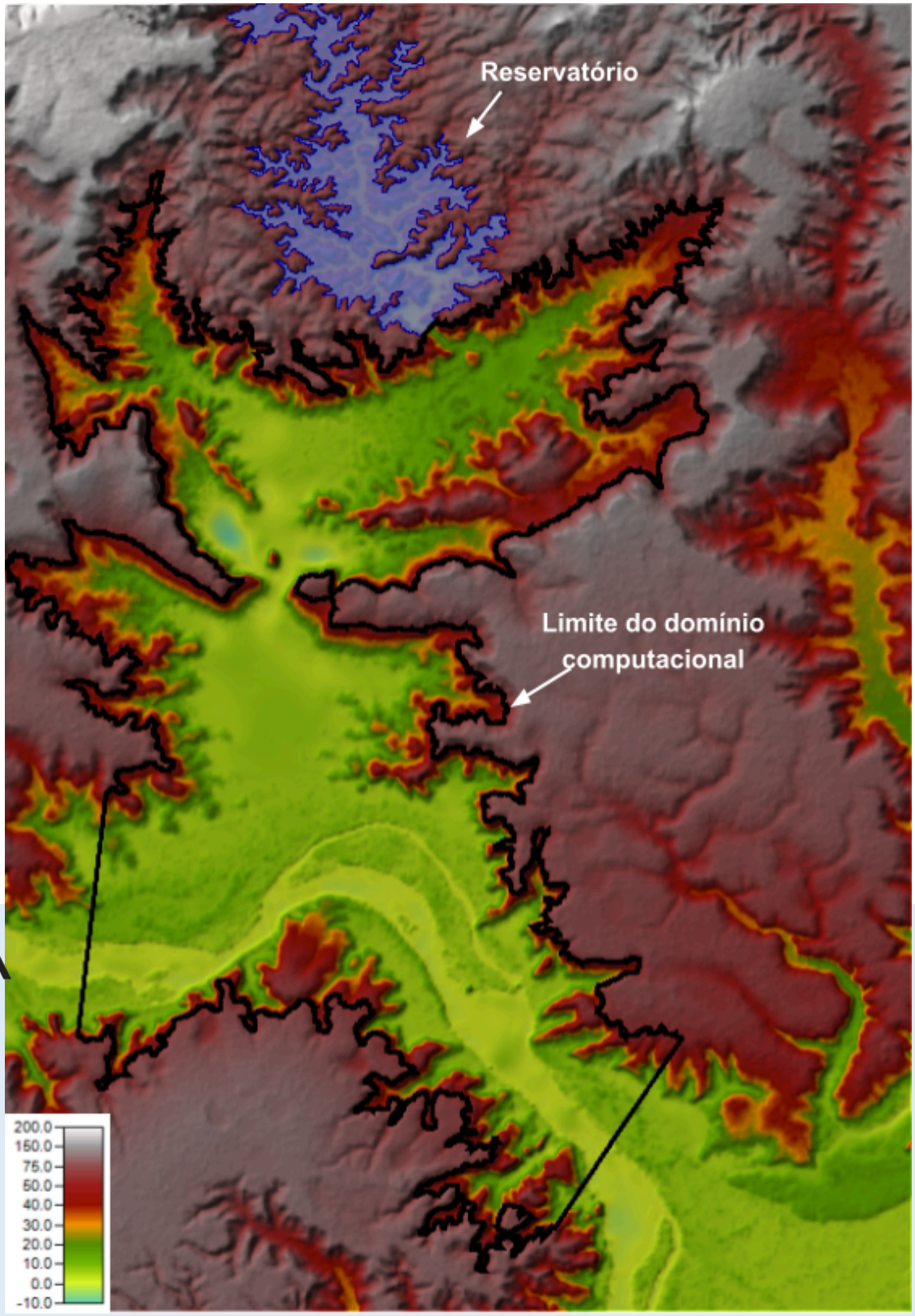
- Como limite de montante para a área de estudo a barragem de Boacica;
- Como limite de jusante para a área de estudo uma seção do rio São Francisco, localizada a aproximadamente 8km da foz do riacho Boacica.

A base cartográfica que gerou o Modelo Digital do Terreno (MDT) foi desenvolvida a partir de Imagens SRTM. A base cartográfica completa utilizada nas simulações computacionais está indicada na Figura 5.1 com os reservatórios delimitados em cor azul e o limite computacional delimitado em cor preta.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 5.1 - Base Cartográfica na região de Interesse

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

- **CONDIÇÃO DE CONTORNO DE JUSANTE**

As informações de níveis de água de jusante atribuídas ao modelo numérico são provenientes da estação maregráfica de Piaçabuçu (Figura 5.2). Os níveis de água nesta estação foram amarrados à rede do IBGE, como pode ser observado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Informações estação maregráfica Piaçabuçu-AL amarradas à rede do IBGE

Estação Maregráfica [1]	Referência de Nível em relação ao zero de Imbituba-SC[2]	Referência de Nível em relação ao Nível Médio[3]	Nível Médio em relação ao zero de Imbituba-SC[4]	Em relação ao zero de Piaçabuçu -AL	Em relação ao zero de Imbituba [5]
	Cota altimétrica (m)	Altitude ortométrica (m)	Nível Médio (m)	Zero da Régua (m)	Zero da Régua (m)
Piaçabuçu	3,23	2,90	0,33	4,80	-1,57

NOTAS

1 Coordenadas: Latitude (Sul): 10° 24' 02" e Longitude (Oeste): 36° 26" 01" (UTM 8849163 N 781002 E);

2 Informação obtida pelo Relatório de Estação Geodésica disponibilizado pelo IBGE, ver ANEXO 2 arquivo d1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-RT-0001_0 PSB - VOLUME 4;;

3 Ver ANEXO 1 arquivo d1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-RT-0001_0 PSB - VOLUME 4;

4 Nível Médio = Cota Altimétrica - Altitude Ortométrica = 3.2274-2.9 = 0.3274 m;

5 Zero da régua = 4.799-3.2274 = -1.5716 m.

Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

Figura 5.2 – Localização da estação maregráfica Piaçabuçu

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: Google Earth - Modificado, 2019.

- **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 5.2.

Tabela 5.2 – Valores de coeficiente de rugosidade de Manning (CHOW, 1959)

Tipo de Canal e descrição	Valor do coeficiente (s/m$^{1/3}$)		
	Mínimo	Normal	Máximo
Planícies limpas, retas, com gramíneas	0,025	0,030	0,033
Igual a anterior, com pedriscos e gramas	0,030	0,035	0,040
Áreas sem cultivo	0,020	0,030	0,040
Cultivos em linha maduros	0,025	0,035	0,045
Campos de cultivo maduros	0,030	0,040	0,050
Arbustos dispersos, muita grama	0,035	0,050	0,070

Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

A região a jusante da barragem de Boacica é predominantemente ocupada por plantações e vegetações nativas. Portanto, o coeficiente de rugosidade de Manning único adotado para o rio Boacica para os estudos de ruptura hipotética é igual a 0,060 m$^{1/2}$s. Este valor está próximo ao limite superior sugerido pela bibliografia, o que resulta em valores conservadores do ponto de vista dos níveis de água obtidos nas simulações.

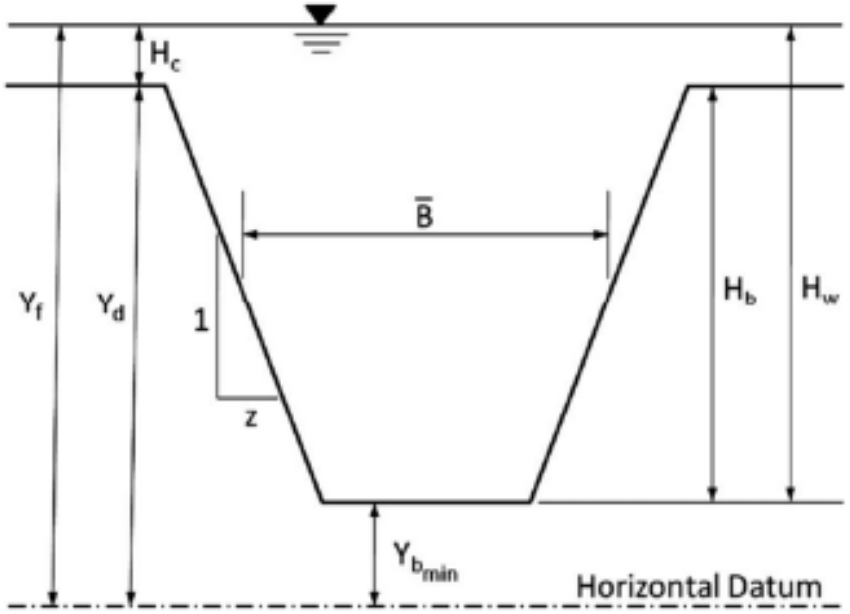
5.1.2. MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA BRECHA DE RUPTURA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 estão descritos na Figura 5.3.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Figura 5.3 - Parâmetros para definição da brecha.



Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

As características da brecha foram determinadas conforme indicado a seguir:

$$\overline{B} = 0,27\, K_0\, V_W^{0,32} H_b^{0,04} \qquad \textit{Equação 5-1}$$

$$t_f = 63,2\sqrt{\frac{V_W}{gH_b^2}} \qquad \textit{Equação 5-2}$$

$$B_b = \overline{B} - z\,H_b \qquad \textit{Equação 5-3}$$

Onde,

$\overline{B}$: 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 - pipping);

V_W: Volume do reservatório acima da cota final do fundo da brecha (m³);

t_f: Tempo de formação da brecha (s);

g: Aceleração da gravidade = 9,81 m/s²;

B_b: Largura final do fundo da brecha (m);

z: Declividade do talude ($z = 1,0$ para galgamento ou $z = 0,7$ para pipping);

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Dadas as equações apresentadas, na sequência são apresentadas as características da brecha de ruptura determinadas para a barragem Boacica (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Descrição das brechas simuladas

Cenário	Tipo de ruptura	Z_{crista} (m)	NA (m)	Z_b (m)	H_b (m)	V_w (hm³)	K_0 (-)	z (H:V)	T (h)	$\overline{B}$ (m)	B_b (m)
5	Pipping	43,5	36,10	20,0	23,5	53	1,0	0,7	1,84	91	74
6	Galgamento	43,5	43,65	20,0	23,5	117	1,3	1,0	2,57	152	128

Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

5.1.3. CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

O “Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens” comenta 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.

As condições de verificação previstas no Termo de Referência, o qual deu origem ao contrato cujo objeto se constitui na elaboração do presente estudo, apresentadas na Tabela 5.4, serão os cenários a serem simulados.

Tabela 5.4 - Descrição dos cenários simulados.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Cenário	Descrição do cenário	Critério	Vazão afluente (m³/s)	Vazão efluente (m³/s)
1	Operação Hidráulica Extrema	TR = 100 anos	537	342
2		TR = 1.000 anos	764	503
3		TR = 10.000 anos	990	670
4	Vertimento máximo (nível de água na El. 43,50 m)	Q = 1307 m³/s	1850	1307
5	Ruptura com volume mais provável (Pipping)	QMLT	3,47	5280
6	Ruptura por galgamento	TR = 10.000 anos	990	12191

Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

- **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 Boacica, 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, seu funcionamento é independente de decisões de equipes de operação, o que impede a existência de casos de aberturas abruptas de comportas.

Foram simulados 4 cenários de operações hidráulicas extremas, sendo 3 deles associados a tempos de recorrências específicos e um deles associado ao vertimento máximo possível, ou seja, aquele que ocorreria em caso de nível de água na cota do coroamento da barragem (El. 43,50 m).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- **CENÁRIOS DE RUPTURA**

Para as simulações de ruptura da barragem foram considerados dois cenários: um com ruptura por mecanismo estrutural (pipping) com o nível de água em volume mais provável e outro de ruptura extrema ou mais desfavorável, que considera a ocorrência de galgamento.

o *Cenário de Ruptura em Volume Mais Provável*

O hidrograma efluente pela brecha encontra-se indicado na Figura 5.4. Para o cenário de ruptura em volume mais provável considerou-se a ruptura por mecanismo estrutural (Piping) ou por percolação que origina o cenário de ruptura em dia de sol – sem influência da precipitação. Neste cenário, foram consideradas as seguintes premissas:

- Vazão afluente correspondente à vazão média de longo termo estimada no estudo hidrológico atual (3,47 m³/s);
- Nível do reservatório no instante inicial correspondente ao nível máximo normal – cota da soleira do vertedouro (El. 36,10 m);
- Nível de água de jusante igual ao nível de água médio da estação maregráfica Piaçabuçu;
- Características da brecha de ruptura conforme Froehlich (2008).

o *Cenário de Ruptura por Galgamento*

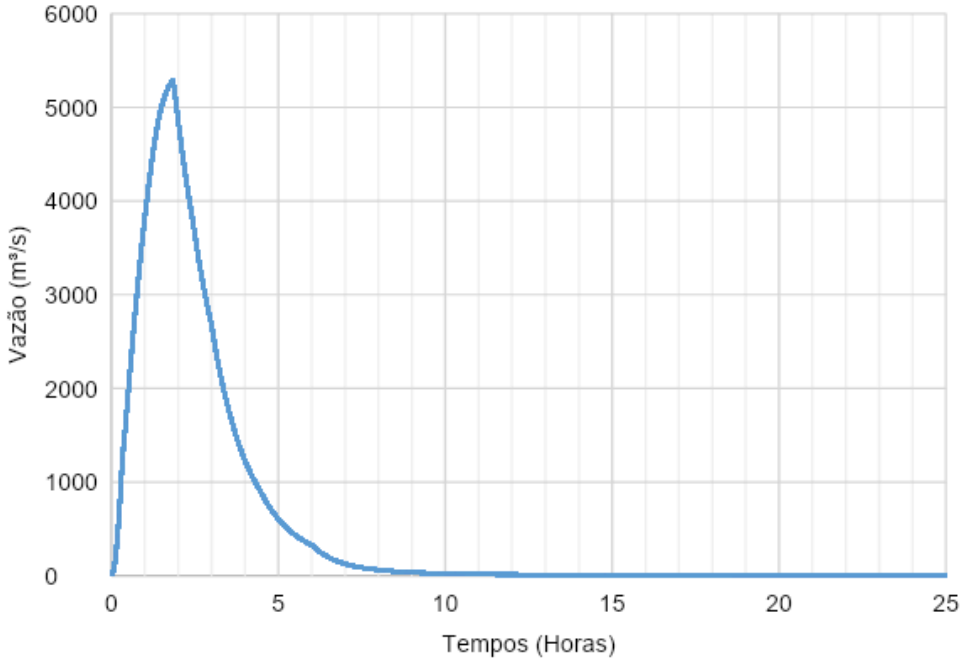
Para o cenário de ruptura por galgamento, foram consideradas as seguintes premissas:

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

- Vazão afluente correspondente ao pico do hidrograma da cheia decamilenar;
- Nível do reservatório no início da formação da brecha na elevação 43,65 m, ou seja, 0,15 m acima da cota de coroamento da barragem;
- Nível de água de jusante igual ao nível de água médio da estação maregráfica Piaçabuçu;
- Características da brecha de ruptura conforme Froehlich (2008).

Figura 5.4 - Hidrograma de ruptura por Piping – Barragem Boacica

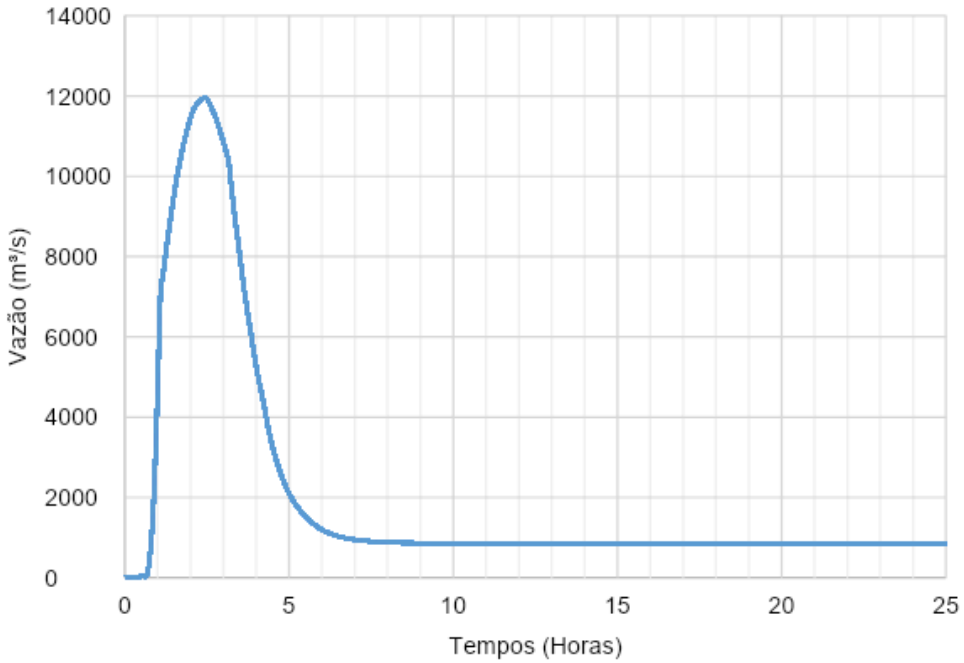
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

Figura 5.5 - Hidrograma de ruptura por Galgamento – Barragem Boacica

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

- **CENÁRIOS DETALHADOS A SIMULAR**

Estão apresentados de maneira detalhada na Tabela 5.5 os cenários objeto deste estudo hidráulico.

Tabela 5.5 – Descrição detalhada dos cenários a serem simulados

Cenário	*Descrição*	*Vazão*		*Largura da brecha (m)*	*Tempo de ruptura*	*Nível de água no reservatório no início da simulação (m)*	*Nível de água definido como condição de jusante (m)* [iii]
		Critério	*Vazão (m³/s)*				
1	*Operação Hidráulica Extrema*	*TR = 100 anos*	*537*	*N/A*	*N/A*	*39,30*	*0,33*
2		*TR = 1.000 anos*	*764*	*N/A*	*N/A*	*40,30*	
3		*TR = 10.000 anos*	*990*	*N/A*	*N/A*	*41,00*	
4	*Vertimento Máximo*	*Vertimento Máximo Efluente*	*1307*	*N/A*	*N/A*	*43,50*	
5	*Ruptura mais provável por mecanismo estrutural (piping)*	*Média de Longo Termo*	*3,41*	*91 m Froehlich (2008)*	*1,84 horas Froehlich (2008)*	*36,10* [i]	
6	*Ruptura extrema por galgamento*	*TR = 10.000 anos*	*990*	*152 m Froehlich (2008)*	*2,57 horas Froehlich (2008)*	*43,65* [ii]	

NOTAS:

[i] Cota da crista do Vertedouro;
[ii] Cota 15 cm acima da crista da Barragem.
[iii] Conforme definido no item 0.527.1.🎵🎵;
N/A: não se aplica.

Fonte: PSB – Volume 4, 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Complementarmente, foram traçadas seções transversais do rio Boacica, 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 (m³/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 5.6 e na Tabela 5.7. As seções transversais do rio para os cenários simulados estão representadas detalhadamente nos documentos listados a seguir.

Tabela 5.6 – 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):	Vazão máxima (m³/s)	Nível máximo (m):	Duração da onda (h):
Seção 1	0:10	1:50	4.3	5279	25.1	14:45
Seção 2	0:15	1:50	6.1	5269	21.5	8:45

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Seção 3	0:30	1:55	2.4	3406	16.8	12:15
Seção 4	0:55	2:45	2.5	3283	15.6	10:45
Seção 5	1:35	2:50	2	3259	12.8	11:00
Seção 6	1:30	3:05	2.1	3214	10.4	0:40
Seção 7	2:00	3:20	1.8	3152	8	9:15
Seção 8(1)	3:20	5:10	0.5	347	6	-
Seção 9(1)	3:15	4:45	0.7	1953	5.3	-
Seção 10(1)	4:35	17:10	1	550	5.2	-
Seção 11(1)	-	-	0.5	33	5.2	-
Seção 12(1)	-	-	0.2	6	5.1	-

Nota (1) – Não há caracterização de onda, pois a variação do Nível de Água é inferior a 1 metro.

Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

Tabela 5.7 – 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):	Vazão máxima (m³/s)	Nível máximo (m):	Duração da onda (h):
Seção 1	0:20	1:50	6.5	12192	28.6	4:45
Seção 2	0:20	1:55	7.8	12193	24.2	4:20
Seção 3	0:45	2:20	3	11551	18.7	4:35
Seção 4	0:50	2:20	3.7	11499	17.5	4:05
Seção 5	0:55	2:25	2.8	11473	14.6	4:15
Seção 6	1:05	2:35	2.5	11412	12.6	4:45
Seção 7	1:20	3:10	2.3	11208	10.8	7:35
Seção 8	2:00	3:45	0.3	904	10.3	7:45
Seção 9	2:10	3:55	1.3	8498	10.1	7:35
Seção 10	2:30	4:10	2.6	7113	9.7	7:10
Seção 11	3:45	5:25	0.9	5579	8.9	5:30

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Seção 12	4:15	5:50	0.8	4927	8.7	4:40

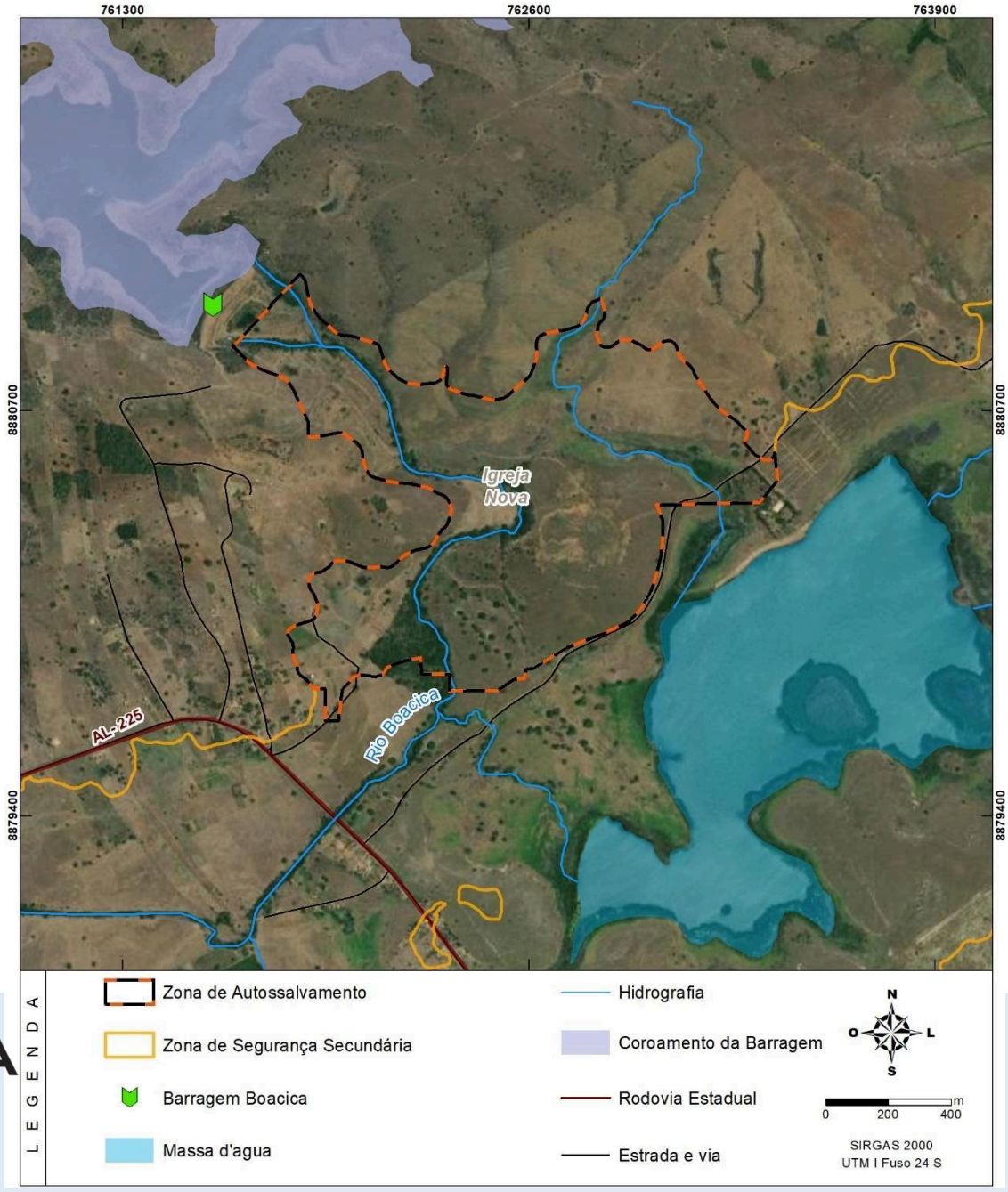
Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

5.2. DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA

Os critérios adotados para delimitação da ZAS, esquematicamente apresentada na Figura 5.6, 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 5.6 – Zona de Autossalvamento (ZAS)

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

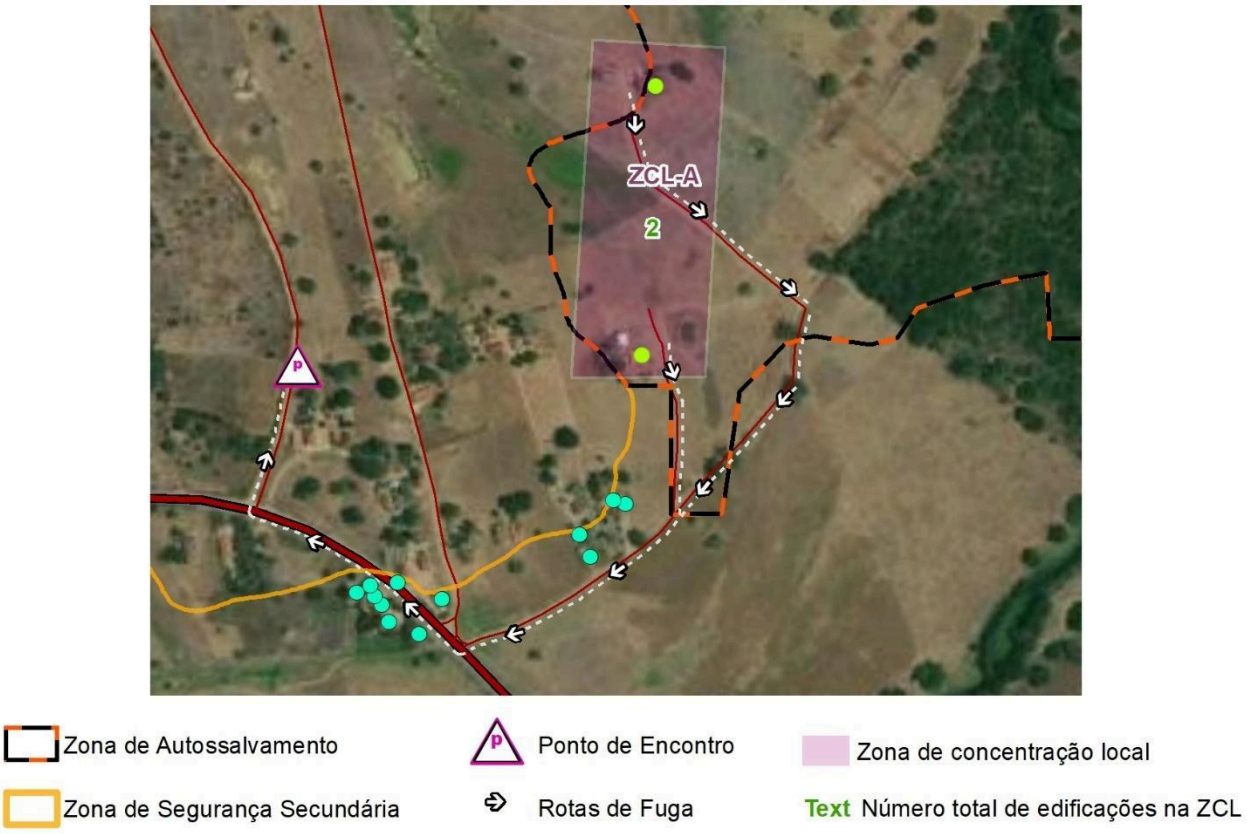
Fonte: PSB – Volume 4, 2019d.

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 8. A Figura 5.7 exemplifica a representação adotada no Mapa da ZAS (Anexo 9), enquanto que a Tabela 5.8 relaciona as ZCLs com seus respectivos PEs.

Figura 5.7 – Exemplo de representação utilizado no Mapa da ZAS

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



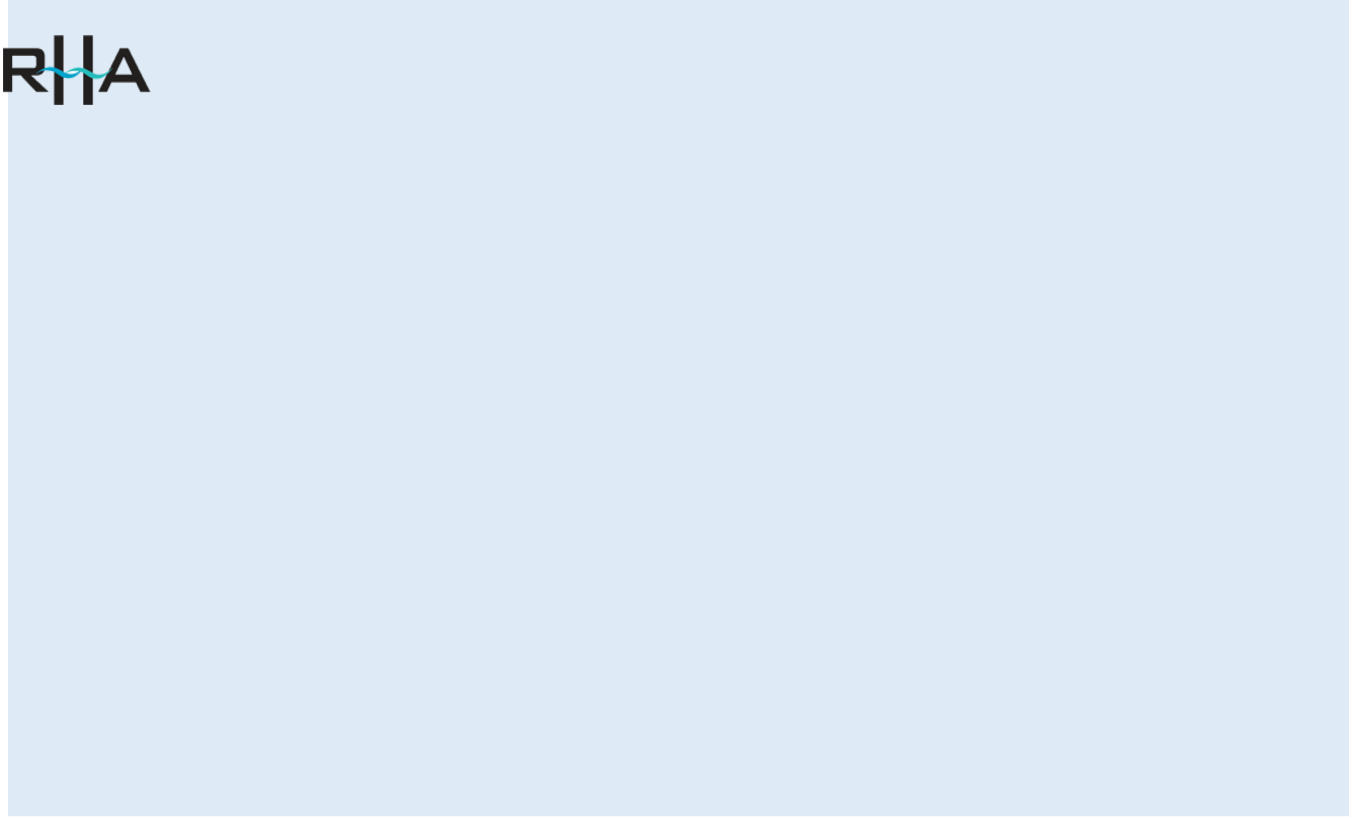
Fonte: RHA, 2021.

Tabela 5.8 – Resumo das ZCLs e PEs adotadas no Mapa da ZAS

Cód. ZCL	N° Edif. ZCL	Cód. PE
ZCL-A	2	PE-A

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Fonte: RHA, 2021.



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Boacica, 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 5.10 e 5.11. 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 8.

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

espacial da interseção entre as manchas de inundação e os setores censitários delimitados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os quais foram atributados 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 5.9).

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 5.9 – Estimativa da População

UF	*Município*	*População 2010*	*População 2019*	*Taxa de crescimento calculada*	
				Diferença	*Taxa (%)*
AL	*Igreja Nova*	*23292*	*24499*	*1207*	***5,182***
	Penedo	*60378*	*63683*	*3305*	***5,474***
SE	*Propriá*	*28451*	*29626*	*1175*	***4,130***
	Neópolis	*18506*	*18719*	*213*	***1,151***
	Santana do São Francisco	*7038*	*7780*	*742*	***10,543***

Fonte: IBGE, 2010.

Tabela 5.10 – Estimativa da População e das Edificações Atingidas pela Mancha de Inundação do Cenário Mais Crítico – Barragem Boacica

UF	**Município**	**Descrição**	**População Atingida**		
			Urbano	**Rural**	**Total**
AL	Igreja Nova	População atingida (habitantes)	965	3285	4250
		Edificações Atingidas (unidades)	261	894	1155
	Penedo	População atingida (habitantes)	7	309	316
		Edificações Atingidas (unidades)	2	74	76
SE	Neópolis	População atingida (habitantes)	10	-	10
		Edificações atingidas (unidades)	3	-	3
	Santana do São Francisco	População atingida (habitantes)	8	3	11
		Edificações atingidas (unidades)	2	1	3

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Tabela 5.11 – Levantamento dos Danos na Zona de Autossalvamento e na Zona de Segurança Secundária – Barragem Boacica

Levantamento dos danos		**Quantificação**					
Tema	**Descrição**	**ZAS**		**ZSS**		**Total**	
Área do município no recorte de estudo	Igreja Nova (AL)	1,15 km²	0,27 %	68,90 km²	16,06%	70,05 km²	16,33%
	Penedo (AL)	-		28,83 km²	4,13%	28,83 km²	4,13%
	Neópolis (SE)	-		4,01 km²	1,46%	4,01 km²	1,46%
	Santana do São Francisco (SE)	-		8,59 km²	19,09%	8,59 km²	19,09%
	Propriá (SE)	-		0,04 km²	0,04%	0,04 km²	0,04%
	Área total atingida (km²)	**1,15 km²**		**110,37 km²**		**111,52 km²**	
População e edificações	População atingida	8 habitantes		4.579 habitantes		4.587 habitantes	
	Edificações - Domicílio	2 unidades		1,235 unidades		1.237 unidades	
	Edificações - Equipamento social	-		2 unidades		2 unidades	
	Edificações - Indústria	-		3 unidades		3 unidades	
	Edificações - Comércio	-		37 unidades		37 unidades	
	Quadras esportivas	-		1 unidade		1 unidade	
	Cemitérios	-		1 unidade		1 unidade	
Sistema viário	Rodovias	-		4 km		4 km	
	Estradas	3 km		156 km		159 km	
	Vias primárias	-		2 km		2 km	
	Vias secundárias	-		5 km		5 km	
	Caminhos e trilhas	-		-		-	
	Ferrovias	-		-		-	
	Total (quilômetros)	3 km		167 km		170 km	
	Pontes sujeita à danos	-		75 unidades		75 unidades	

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Levantamento dos danos		Quantificação		
Tema	**Descrição**	**ZAS**	**ZSS**	**Total**
Energia e saneamento	Linha de transmissão	-	6 km	6 km
	Estação tratamento de esgoto	-	-	-

Fonte: RHA, 2021.

5.4.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS

A análise da vulnerabilidade social na região da ZAS da barragem Boacica 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 5.12.

Tabela 5.12 – 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

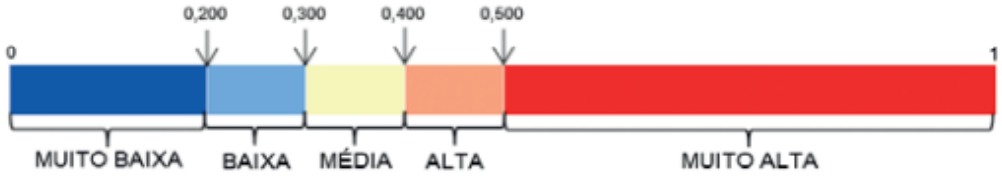
Fonte: IPEA, 2015.

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 5.8 apresenta a escala de variação do IVS.

Figura 5.8 – Variação do IVS

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC



Fonte: IPEA, 2015.

A Tabela 5.13 apresenta os IVS para os municípios inseridos na ZAS.

Tabela 5.13 – IVS para os municípios inseridos na ZAS

Município	***IVS***	***Escala***
Igreja Nova	*0,601*	*Muita Alta*

Fonte: IPEA, 2015.

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

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

Codevasf. Plano de Segurança da Barragem Boacica. 2018.

Themag Engenharia (1986) – Projeto Executivo da Barragem Boacica.

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 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 Boacica.

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

A1.1 Resumo do PLANO DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO DO PAE

Tipo	Informações
Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta	• Testar os números de telefone; • Verificar a capacidade dos participantes do PAE de estabelecer e manter as comunicações durante a emergência; • Verificar a capacidade do Coordenador do PAE de mobilizar e ativar a equipe operacional e os meios de resposta à emergência. • Testar a operacionalidade dos meios de alerta e verificar a capacidade de notificar rapidamente a população na ZAS.
Exercício de Nível Interno	• Avaliar o nível de conhecimento da equipe operacional relativamente ao PAE; • Testar a operacionalidade dos órgãos extravasores da barragem;

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	• Determinar a eficácia dos procedimentos internos e, nomeadamente, das medidas operativas e corretivas que constam do PAE; • Avaliar a adequação das instalações, equipamento e outros materiais para suportar o cenário de emergência em exercício; • Determinar o nível de cooperação e coordenação entre o Empreendedor e a Entidade Fiscalizadora na resposta à emergência; • Determinar a capacidade para estabelecer e manter as comunicações durante a emergência. • Testar 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.
Exercício de Simulação (Treinamento Externo)	• Ações e decisões no terreno; • Evacuação de pessoas e bens; • Emprego de meios de comunicação; • Mobilização de Equipamento; • Colocação real de pessoal e recursos.

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

A1.2 REGISTROS DOS TREINAMENTOS DO PAE

Tipo de Treinamento	Local da Realização	Data	Participantes	Observações

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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).

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 Boacica, conforme exemplo, em fase de implementação do Plano de Ação Emergencial.

Materiais / Equipamento	Local de Depósito
Sacola, areia, gravilha, enrocamento	
Material de escoramento, Membranas PVC	
Diversas ferramentas e material para trabalhos de manutenção	
Combustíveis e lubrificantes	
Malas de assistência médica	

	Bens / Equipamentos	Características	Local de Estacionamento ou Depósito	Número
Equipamentos	Giratória			
	Pá Carregadeira			
	Bulldozer			
	Grua móvel			
	Dumper			
	Caminhão basculante			

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	Caminhão cisterna			
Meios de Transporte	Barco			
	Viatura do terreno			
	Gerador diesel			
Equipamentos de Segurança	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 _____

_____ _____

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

(nome e assinatura) (cargo e RG)

FIM DE MENSAGEM.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A2.2 – 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A2.3 - 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 adoptadas:

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 4 – COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS

O quadro abaixo traz a quantificação das edificações atingidas na Zona de Autossalvamento em caso de ruptura da estrutura da barragem Boacica. 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 24 Sul. Para cada edificação, têm-se, também, o risco hidrodinâmico, que consiste no grau de perigo e o tempo de chegada da onda.

Cód. Edificação	Cód. ZCL	Nº de edif. na ZCL	Cód. PE	Tipo	Coord (x)	Coord (y)	Cénario Ruptura Extrema		Localização
							Risco hidrodinâmico (m²/s)	Tempo chegada onda (h)	
1	A	2	PE-A	Residência	761930	8880056	0,54496	-	ZAS
2	A		PE-A	Residência	761923	8879835	3,54519	0,819444	ZAS

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 5 – PERSONOGRAMA

A5.1 – PERSONOGRAMA DO EMPRENDEDOR

Resp. Legal:	PR - Presidência		
Representante:	Marcelo Andrade Moreira Pinto		
Cargo:	Presidente		
Telefone:	(61) 2028 4766	**E-mail:**	gabinete@Codevasf.gov.br

Resp. Setor Central:	AD – Área de Desenvolvimento Integrado e Infraestrutura		
Representante:	Antônio Rosendo Neto Júnior		
Cargo:	Diretor		
Telefone:	(61) 2028-4734	**E-mail:**	rosendo.junior@Codevasf.gov.br

Setor Central:	AD/GEP – Gerência de Estudos e Projetos		
Resp. Técnico:	Emílio de Souza Santos		
Cargo:	Gerente de Estudos e Projetos		
Formação:	Eng. Agrícola e Ambiental, M.Sc.		
Telefone:	(61) 2028-4389	**E-mail:**	emilio.santos@Codevasf.gov.br

Setor Central:	AD/GEP/USB – Unidade De Gestão E Segurança De Barragens		
Resp. Técnico:	Flávio Damasceno Aragão		
Cargo:	Chefe		
Formação:	Eng. Agrônomo		
Telefone:	(61) 2028-4500	**E-mail:**	flavio.aragao@Codevasf.gov.br

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Resp. Setor Regional:	5ª/SR - 5ª Superintendência Regional		
Representante:	João José Pereira Filho		
Cargo:	Superintendente		
Telefone:	(82) 3551-2265	**E-mail:**	joao.pereira@Codevasf.gov.br

Resp. Regional:	5ª/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura		
Resp. Técnico:	Thaise Lima Tojal		
Cargo:	Gerente		
Formação:			
Telefone:	(082) 3551-9463	**E-mail:**	thaise.tojal@Codevasf.gov.br

Setor Regional:	5ª/GRD/UIP – Unidade Regional de Estudos e Projeto		
Resp. Técnico:	Vicente De Paulo Ribeiro Carneiro		
Cargo:	Analista de desenvolvimento regional		
Formação:			
Telefone:	(082) 3551-9483	E-mail:	vicente.carneiro@Codevasf.gov.br

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A5.2 – PERSONOGRAMA DO GRUPO DE TRABALHO PARA A REALIZAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM BOACICA

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

Produto elaborado por meio de contrato Nº. 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
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
Laertes Munhoz da Cunha (LMC). Eng. Civil, M.Sc. CREA 5124/D-PR.
Paulo Levis (PL). Bel. Geologia, M.Sc. CREA 5997/D-PR.
Amauri Robinski (AR) Eng. Civil. Esp Estruturas. CREA 24657/D-PR.

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.
Lourival José da Rocha Júnior (LJRJ). Eng. Cartógrafo.
Mariane Chimite Nossa (MCN). Eng. Civil.
Otavio Maruyama Wogel (OMW). Eng. Civil.
Patrícia Barcelos e Silva (PBS). Eng. Civil, M.Sc.

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 6 – REGISTROS

A6.1 - REGISTRO DE CÓPIAS DISTRIBUIDAS

N°	Data	Órgão/Setor	Protocolo
1		AD/GEP/USB	
2		Biblioteca Central	
3		5ª/SR	
4		Igreja Nova - AL	
5		Penado - AL	
6		Neópolis - SE	
7		Santana do São Francisco - SE	

A6.2 - Acesso a documentação digital

Versão final no servidor interno da Codevasf: \\drive\AD.Barragens\PSB\5SR\I.5.1.Boacica

Servidor Externo: Não há.

A6.3 - REGISTROS DE REVISÕES

Projeto:	**Plano de Segurança das Barragens da Codevasf**	Brasília, 04/10/2021	
Título:	**Volume 3 – Plano de Ação Emergencial**		
Código: 1912-BO-00-RT-005		Revisão. RHA:	0i

HISTÓRICO DE REVISÕES				
No	Descrição	Prep.	Aprov.	Data
-	EMISSÃO INICIAL	PBS /IMMS	PBS	OUT/21

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Elaborador	Verificador	Supervisor	Emissão Inicial	Gerente do Projeto	Resp. Técnico
RHA	PBS	LMC	OUT/21	João Carlos Franco Contin	Laertes Munhoz da Cunha CREA 5124/D-PR
ART N°	1720214585607				

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

A6.4 - CONTROLE DE PÁGINAS REVISADAS

Volume VI: Plano de Ação de Emergência da Barragem Boacica

Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5
Capa							21							44							67						
i							22							45							68						
ii							23							46							69						
1							24							47							70						
2							25							48							71						
3							26							49							72						
4							27							50							73						
5							28							51							n/e						
6							29							52							n/e						
7							30							53							n/e						
8							31							54							n/e						
9							32							55							n/e						
10							33							56							n/e						
11							34							57							n/e						
12							35							58							n/e						
13							36							59							n/e						
14							37							60							n/e						
15							38							61							n/e						
16							39							62							n/e						
17							40							63							n/e						
18							41							64							n/e						
19							42							65							n/e						
20							43							66							n/e						

Anexos Volume VI: Plano de Ação de Emergência da Barragem Boacica

Anexo 1							Anexo 2							Anexo 3							Anexo 4						
Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5
a							a							a							a						

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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												
Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/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																			
Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/Re	0	1	2	3	4	5	Fl/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[1]

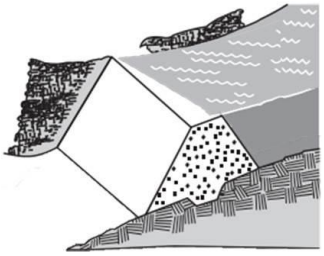
[1] As figuras que são apresentadas como "Croqui Típico da Anomalia" foram obtidas dos seguintes documentos:
- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens - Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2002.
- Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem – Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2010.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 01	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR- 3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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.

CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do talude de montante ou de jusante.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

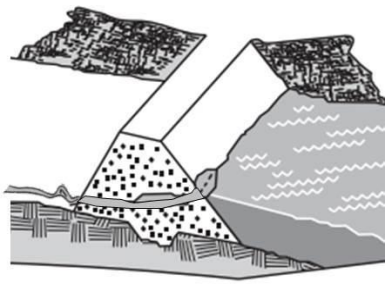
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

	FICHA DE EMERGÊNCIA	**Nº 02**	
	NÍVEL DE RESPOSTA	**NR-3**	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
Erosão interna (piping) com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente.			
CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA		**POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS**	

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	Ocorrência de entubamento ou *piping*. Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude ou ombreira. Recalque da crista e galgamento da barragem.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;
Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

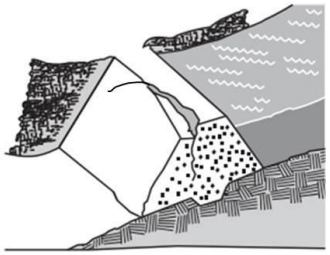
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeções visuais.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	**Nº 03**	
	NÍVEL DE RESPOSTA	**NR-3**	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Instabilização global com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente

CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA	**POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS**
	Formação de superfície de ruptura no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do maciço ou fundação.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

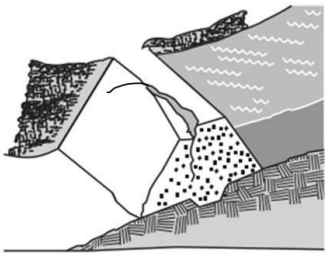
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório; Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento; 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 04	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Instabilização localizada com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente

CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Formação de superfície de ruptura localizada no maciço ou ombreiras. Instabilidade do talude. Ruptura do maciço ou fundação.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, 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.

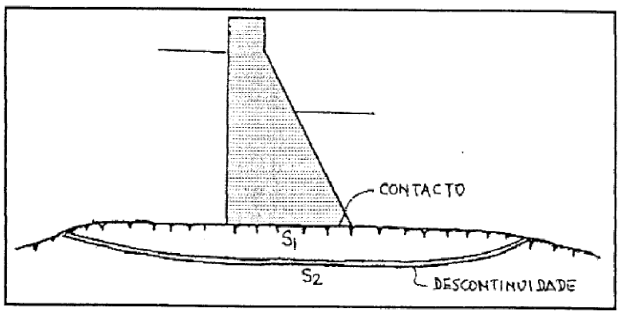
RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 05	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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.

ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Deslizamento da estrutura de concreto para jusante. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Ruptura da estrutura.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

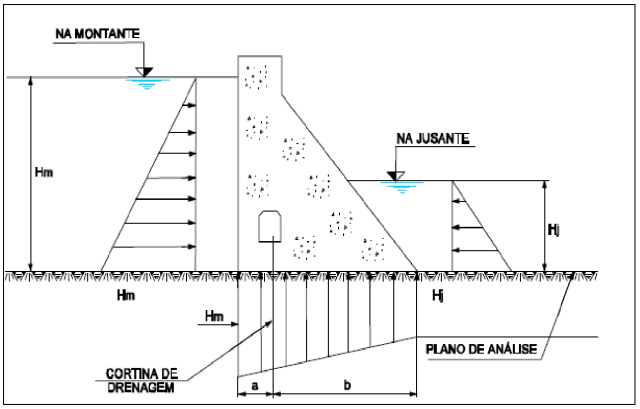
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Continuação da realização das inspeções das estruturas, fundações, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura; Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise 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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 06	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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.

ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Aumento da subpressão. Inundação da galeria de drenagem. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Instabilização/ruptura da estrutura.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

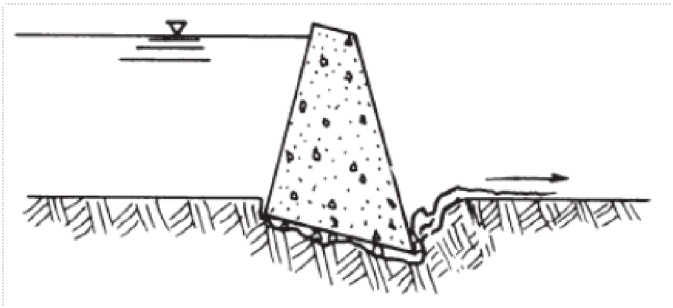
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeção / avaliação visual

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 07	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o tombamento, levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.

ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	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.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

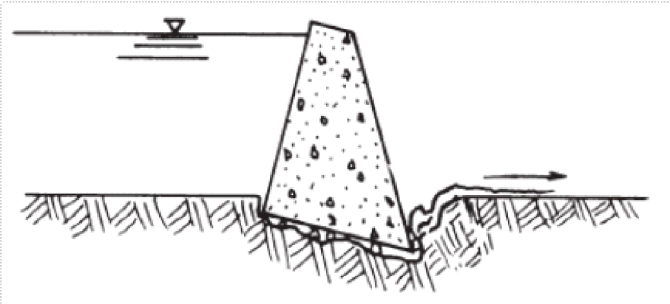
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Continuação do monitoramento e acompanhamento das medições hidrométricas a montante da barragem e do NA do reservatório; Continuação da realização das inspeções das estruturas, onde tais atividades 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; Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório; Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos; Acompanhamento das ações dos órgãos externos.	
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeção / avaliação visual

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 08	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

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.

ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
	Abalo da estrutura de concreto/terra ou da fundação. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Anomalias às comportas dos órgãos extravasores. Instabilização/ruptura da estrutura.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório; Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos; Acompanhamento das ações dos órgãos externos.	
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeção / avaliação visual

A7.2 - RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU[2]

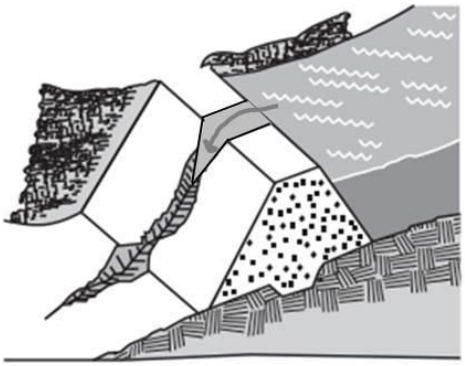
[2] As figuras que são apresentadas como "Croqui Típico da Anomalia" foram obtidas dos seguintes documentos:
- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens - Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2002.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	FICHA DE EMERGÊNCIA	**Nº 09**	
	NÍVEL DE RESPOSTA	**NR-3**	

SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Formação de brecha de ruptura.
A ruptura está ocorrendo ou já ocorreu.

CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA	**POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS**
	Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem. Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante. Danos ambientais. Prejuízos financeiros e à imagem da empresa. Problemas de ordem legal e jurídica.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

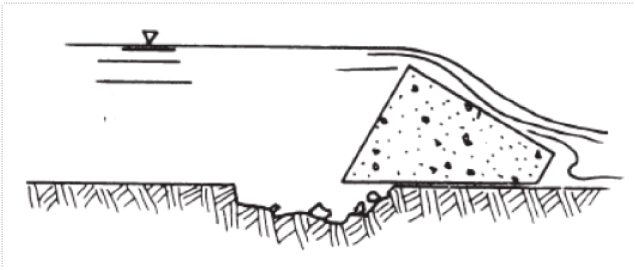
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**; Evacuar as instalações industriais afetadas, conforme rotas de fuga pré-estabelecidas; Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos; Acompanhamento das ações dos órgãos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

MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeções visuais periódicas

	FICHA DE EMERGÊNCIA	**Nº 10**	
	NÍVEL DE RESPOSTA	**NR-3**	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
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.			
CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA		**POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS**	

RHA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

	Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem. Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante. Danos ambientais. Prejuízos financeiros e à imagem da empresa. Problemas de ordem legal e jurídica.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

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.

DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO	Avaliação visual

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

O mapa, em escala 1:4.000, 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.

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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[3]; (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 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 sidos 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

[3] 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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

A restituição do levantamento cartográfico, originalmente, representava as edificações

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 atributação 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.

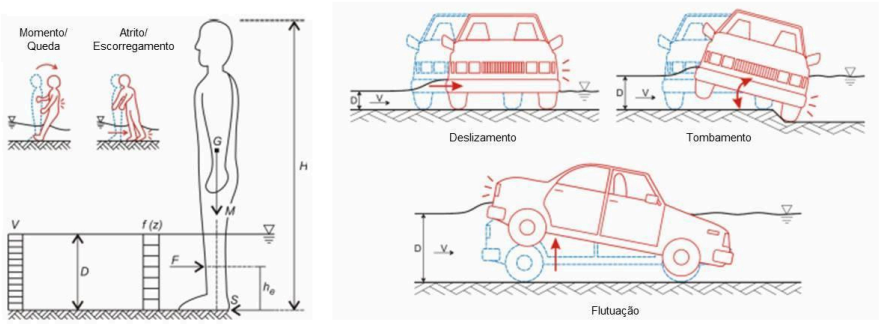
A8.5.1 – RISCO HIDRODINÂMICO

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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



Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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 m*	*HxV < 0,5 m²/s*	*Crianças são arrastadas*
Médio	*Amarelo*	*1 m < H< 3 m*	*0,5 m²/s < HxV < 0,75 m²/s*	*Adultos são arrastados*
Importante	*Laranja*	*3 m < H< 6 m*	*0,75 m²/s < HxV < 1,0 m²/s*	*Veículos são arrastados*
Muito importante	*Vermelho*	*H > 6 m*	*HxV > 1,0 m²/s*	*Colapso em edificações*

Fonte: (Viseu et al., 1999).

A8.6 – PONTES DANIFICADAS

Para o mapeamento da pontes danificadas utilizou-se de software de Sistema de Informação Geográfica (GIS) para edição vetorial. Para reconhecimento destas feições, no recorte de estudo (ZAS, ZSS), realizou-se a interpretação de imagens de satélite (World Imagery Basemap – DigitalGlobe), observando as intersecção do sistema viário por corpos d'água.

A8.7 – SISTEMA VIÁRIO E HIDROGRAFIA

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

O sistema viário foi adquirido em formato vetorial shapefile[4], através do portal do OpenStreetMap (OSM), Sistema Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

O OSM é um projeto de mapeamento colaborativo para produção de dados geo-espaciais abertos, o que permite a atualização constante dos dados. Os dados do IBGE e do DNIT provém de suas plataformas de dados georreferenciados de acesso aberto ao público. Além disso, os dados das vias, estradas e rodovias apresentam escala detalhada, pertinente a representação utilizada no mapa de ZAS.

Para utilização deste dado, foi necessário realizar complementação em algumas vias, de modo que todas as edificações encontradas dentro da ZAS tivessem escoamento viário. Para digitalização vetorial das vias faltantes, utilizou-se de software de Sistema de Informação Geográfica (GIS) e da interpretação de imagens de satélite (World Imagery Basemap – DigitalGlobe).

Além disso, também foi necessária a adequação da classe de vias, conforme a hierarquia viária: (i) rodovia; (ii) estrada; (iii) via primária, e; (iv) via secundária. No mapa de Zona de segurança secundária as vias primárias e secundarias são unidas e denominadas de vias urbanizadas.

A hidrografia foi adquirida através do portal do OpenStreetMap (OSM), sendo necessário realizar complementação dos trechos de cursos d'água faltantes.

Para digitalização dos corpos d'água faltantes, utilizou-se do software de Sistema de

[4] 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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Informação Geográfica (GIS) para edição vetorial e da interpretação de imagens de satélite (World Imagery Basemap – DigitalGlobe) e observação da topografia do terreno.

A8.8 – BASE DE DADOS GEOGRÁFICA PARA A BARRAGEM BOACICA

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 Boacica.

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 os arquivos

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

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.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

ANEXO 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

1. MAPA DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO;
2. MAPA DA ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA;
3. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0001 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - PLANTA – OPERAÇÃO HIDRÁULICA – TR = 100 ANOS;
4. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0002 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - PLANTA – OPERAÇÃO HIDRÁULICA – TR = 1.000 ANOS;
5. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0003 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - PLANTA – OPERAÇÃO HIDRÁULICA – TR = 10.000 ANOS;
6. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0004 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - PLANTA – VERTIMENTO MÁXIMO;
7. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0005 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - PLANTA – RUPTURA MAIS PROVÁVEL;
8. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0006 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - PLANTA – RUPTURA POR GALGAMENTO.
9. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0011 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – OPERAÇÃO HIDRÁULICA – TR = 100 ANOS;
10. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0012 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – OPERAÇÃO HIDRÁULICA – TR = 1.000 ANOS;

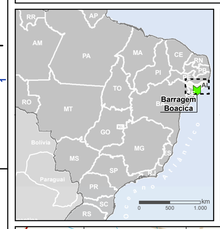
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

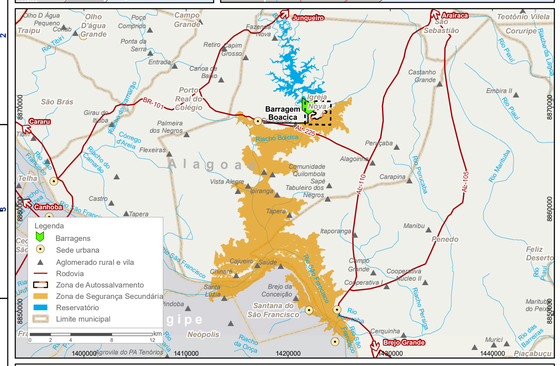
11. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0013 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – OPERAÇÃO HIDRÁULICA – TR = 10.000 ANOS;
12. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0014 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – VERTIMENTO MÁXIMO;
13. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0015 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – RUPTURA MAIS PROVÁVEL;
14. 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0016 – BARRAGEM BOACICA – MAPA DE INUNDAÇÃO OPERAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – RUPTURA POR GALGAMENTO.

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

e-DOC 1E491DC6
Proc 59500.000544/2023-88-e

Cód. barragem: **I.5.1 - Boacica**





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 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.

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.

- Ponte atingida
- Edificações Atingidas na ZAS
- Edificações Atingidas na ZSS
- Equipamento Social Atingido
- Industria atingida
- Comércio atingido
- Cemitério
- Quadra esportiva
- Linha de transmissão
- Barragem
- Rodovia
- Estrada
- Via Primária
- Via Secundária
- Reservatório
- Hidrografia
- N.A. Máximo Maximorum
- N.A. Máximo Normal
- Coroamento da Barragem
- Massa d'agua

Levantamento dos danos		ZAS		ZSS		Total	
Tema	Descrição	Quantificação					
Área do município no recorte de estudo	Igreja Nova (AL)	1,15 km²	0,27%	68,90 km²	16,06%	70,05 km²	16,33%
	Penedo (AL)	-		28,83 km²	4,13%	28,83 km²	4,13%
	Neópolis (SE)	-		4,01 km²	1,46%	4,01 km²	1,46%
	Santana do São Francisco (SE)	-		8,59 km²	19,09%	8,59 km²	19,09%
	Propriá (SE)	-		0,04 km²	0,04%	0,04 km²	0,04%
	Área total atingida (km²)	*1,15 km²*		*110,37 km²*		*111,52 km²*	
População e edificações	População atingida	8 habitantes		4.579 habitantes		4.587 habitantes	
	Edificações - Domicílio	2 unidades		1.235 unidades		1.237 unidades	
	Edificações - Equipamento social	-		2 unidades		2 unidades	
	Edificações - Indústria	-		3 unidades		3 unidades	
	Edificações - Comércio	-		37 unidades		37 unidades	
	Quadras esportivas	-		1 unidade		1 unidade	
	Cemitérios	-		1 unidade		1 unidade	
Sistema viário	Rodovias	-		4 km		4 km	
	Estradas	3 km		156 km		159 km	
	Vias primárias	-		2 km		2 km	
	Vias secundárias	-		5 km		5 km	
	Caminhos e trilhas	-		-		-	
	Ferrovias	-		-		-	
	Total (quilômetros)	*3 km*		*167 km*		*170 km*	
	Pontes sujeita à danos	-		75 unidades		75 unidades	
Energia e saneamento	Linha de transmissão	-		6 km		6 km	
	Estação tratamento de esgoto	-		-		-	

Fontes:
ZAS, ZSS, ZCL, PE, rotas de fuga (RHA, 2021)
Reservatório (INTERTECNE, 2021)
Hidrografia (OPEN STREET MAP, 2019; RHA,2021) Imagens de satélite: (World Imagery Basemap - DigitalGlobe, 2017)
Sistema Viário (RHA, 2020; OPEN STREET MAP, 2019)
Edificações e pontes (OPEN STREET MAP, 2019; RHA,2021)
Linha de Transmissão de Energia,Cemitério, quadras esportivas(OPEN STREET MAP, 2019; RHA,2021)

Escala numérica:	Escala gráfica:	Projeção Cartográfica:
1:4.000	0 30 60 120 180 Metros 0 20 40 80 120 160 Metros	Universal Transversa de Mercator Fuso 24 S Meridiano Central 39° O Datum horizontal SIRGAS 2000

Revisão:

N°	Descrição	Prep.	Aprov.	Data

RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA

Contratada: Contratante:

Elaborador:	Lourival Rocha	Gestor de Contrato:	Emílio Santos
Verificador:	Karine Krunn	Gerente:	Emílio Santos
Supervisor:	Patrícia Barcelos e Silva	Fiscal:	Flávio Damasceno Aragão
Responsável Técnico:	Laertes Munhoz da Cunha CREA PR-5124/D	Fiscal:	

Realização: CODEVASF

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

BARRAGEM BOACICA

MAPA DE ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

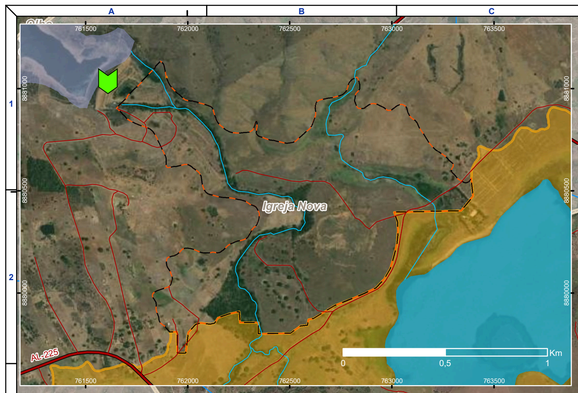
CENÁRIO DE RUPTURA EXTREMA
TR = 10.000 ANOS

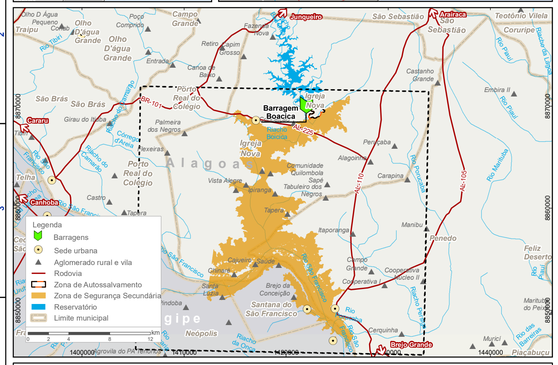
Mapa	Folha	Código Cliente	Código RHA	Revisão
1	1 de 1	I.5.1.PSB.1.0.v00	BO-PSB-V-I-r00	A

Cód. edificação	Cód. ZCL	N° de edif. na ZCL	Cód. PE	Tipo	Coord (x)	Coord (y)	Cenário Ruptura Extrema Risco hidrodinâmico (m²/s)	Tempo chegada onda (h)
1	ZCL-A		PE-A	Residência	761930	8880056	0,54496	-
2	ZCL-A	2	PE-A	Residência	761923	8879835	3,54519	0,819444

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

Cód. barragem: **I.5.1 - Boacica**





LEGENDA

- Zona de Autossalvamento
- Zona de Segurança Secundária
- Limite municipal
- Rodovia
- Estrada
- Via urbanizada
- Área Edificada
- Barragens Boacica
- Sede Municipal
- Aglomerado rural e Vila
- Hidrografia
- Reservatório
- Lago / Massad'Água

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	
Tema	Descrição			Quantificação			
Área do município no recorte de estudo	Igreja Nova (AL)	1,15 km²	0,27%	68,90 km²	16,06%	70,05 km²	16,33%
	Penedo (AL)	-		28,83 km²	4,13%	28,83 km²	4,13%
	Neópolis (SE)	-		4,01 km²	1,46%	4,01 km²	1,46%
	Santana do São Francisco (SE)	-		8,59 km²	19,09%	8,59 km²	19,09%
	Propriá (SE)	-		0,04 km²	0,04%	0,04 km²	0,04%
	Área total atingida (km²)	*1,15 km²*		*110,37 km²*		*111,52 km²*	
População e edificações	População atingida	8 habitantes		4.579 habitantes		4.587 habitantes	
	Edificações - Domicílio	2 unidades		1.235 unidades		1.237 unidades	
	Edificações - Equipamento social	-		2 unidades		2 unidades	
	Edificações - Indústria	-		3 unidades		3 unidades	
	Edificações - Comércio	-		37 unidades		37 unidades	
	Quadras esportivas	-		1 unidade		1 unidade	
	Cemitérios	-		1 unidade		1 unidade	
Sistema viário	Rodovias	-		4 km		4 km	
	Estradas	3 km		156 km		159 km	
	Vias primárias	-		2 km		2 km	
	Vias secundárias	-		5 km		5 km	
	Caminhos e trilhas	-		-		-	
	Ferrovias	-		-		-	
	Total (quilômetros)	*3 km*		*167 km*		*170 km*	
	Pontes sujeita à danos	-		75 unidades		75 unidades	
Energia e saneamento	Linha de transmissão	-		6 km		6 km	
	Estação tratamento de esgoto	-		-		-	

Fontes:
ZAS, ZSS (RHA, 2021)
Reservatório (INTERTECNE, 2021)
Hidrografia (OPEN STREET MAP, 2019; RHA,2021)
Sistema Viário (RHA, 2020; OPEN STREET MAP, 2019)
Linha de Transmissão de Energia (OPEN STREET MAP, 2019; RHA,2021)
Imagens de satélite: (World Imagery Basemap - DigitalGlobe, 2017)

Escala numérica:	Escala gráfica:	Projeção Cartográfica:
1:45.000	0 400 800 1.600 2.400 Metros 0 300 600 1.200 1.800 Metros	Universal Transversa de Mercator Fuso 24 S Meridiano Central 39° O Datum horizontal SIRGAS 2000

Revisão:

Nº	Descrição	Prep.	Aprov.	Data

RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA

Contratada: Contratante:

Elaborador: Lourival Rocha
Verificador: Karine Krunn
Supervisor: Patrícia Barcelos e Silva
Responsável Técnico: Laertes Munhoz da Cunha CREA PR-5124/D

Gestor de Contrato: Emílio Santos
Gerente: Emílio Santos
Fiscal: Flávio Damasceno Aragão
Fiscal:

Realização: CODEVASF

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

BARRAGEM BOACICA

MAPA DE ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)

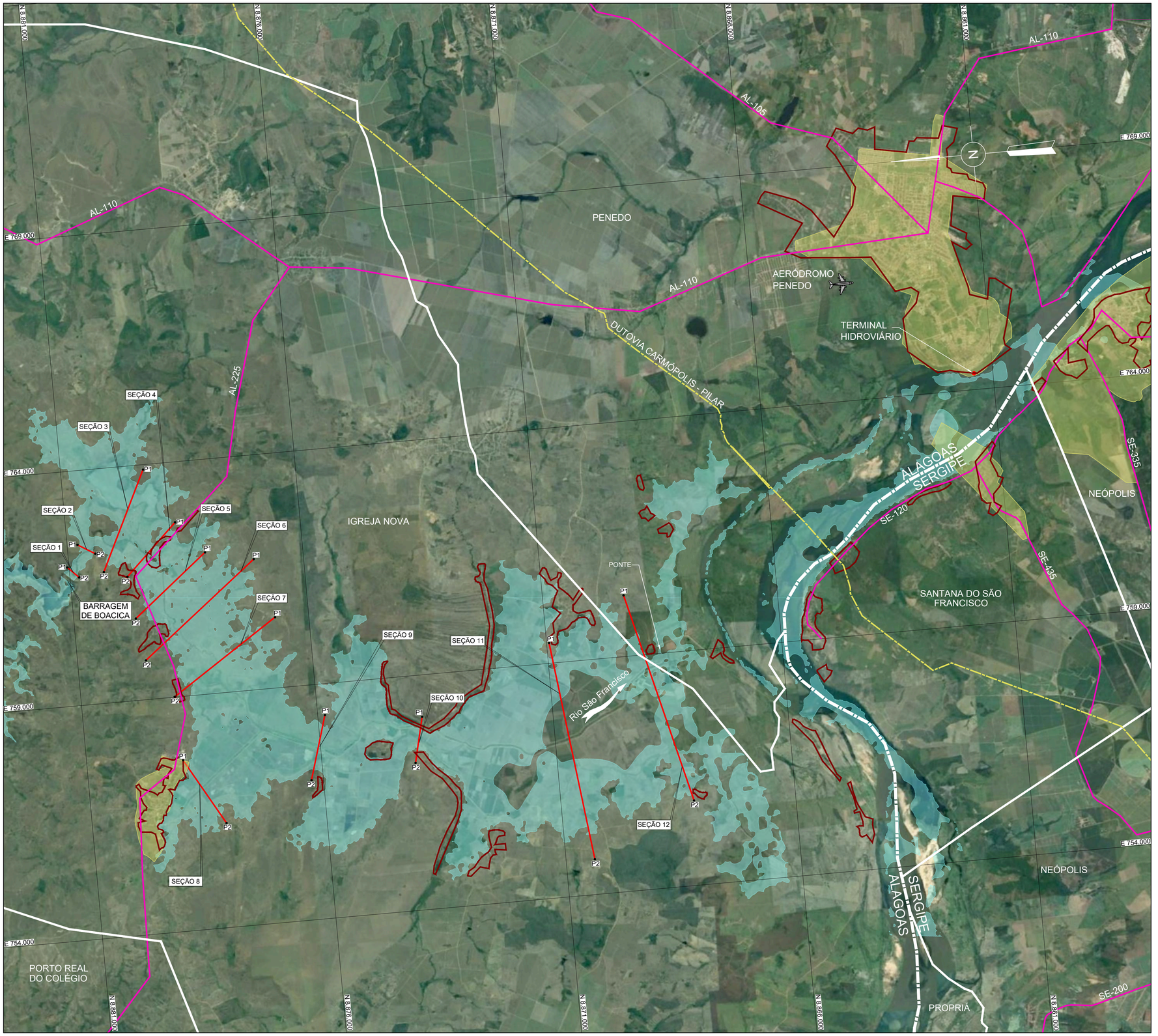
CENÁRIO DE RUPTURA EXTREMA
TR = 10.000 ANOS

Mapa	Folha	Código Cliente	Código RHA	Revisão
2	1 de 1	I.5.1.PSB.1.0.v00	BO-PSB-V-I-r00	A

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC

e-DOC 1E491DC6
Proc 59500.000544/2023-88-e

Nº PROJ: 1901-BO-0-GE-G00-00-C-13-DE-0005 | 0



PLANTA

TABELA DE COORDENADAS			
SEÇÃO	PONTOS	COORDENADAS	
		N	E
SEÇÃO 1	P1	8.881.038	761.960
	P2	8.880.805	761.725
SEÇÃO 2	P1	8.880.777	762.421
	P2	8.880.417	762.198
SEÇÃO 3	P1	8.879.241	763.895
	P2	8.880.271	761.794
SEÇÃO 4	P1	8.878.661	762.713
	P2	8.879.778	761.648
SEÇÃO 5	P1	8.878.083	762.018
	P2	8.879.678	760.742
SEÇÃO 6	P1	8.877.061	761.781
	P2	8.879.544	759.836
SEÇÃO 7	P1	8.876.720	760.506
	P2	8.879.004	759.005
SEÇÃO 8	P1	8.878.946	757.641
	P2	8.878.144	756.226
SEÇÃO 9	P1	8.875.847	758.331
	P2	8.876.257	756.973
SEÇÃO 10	P1	8.873.786	758.107
	P2	8.874.013	757.139
SEÇÃO 11	P1	8.870.947	759.433
	P2	8.870.388	754.751
SEÇÃO 12	P1	8.869.274	760.307
	P2	8.868.168	755.810

LEGENDA:

- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- SETOR CENSITÁRIO URBANO
- RODOVIA ESTADUAL
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- DUTOVIAS
- ÁREA EDIFICADA
- PORTOS E TERMINAIS
- AEROPORTO PÚBLICOS

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-BO-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.

0 400 800 1.600 3.200m
ESCALA GRÁFICA

nº	descrição	prep.	aprov.	data

REVISÃO

Interteche CONSULTORES S.A.

elaborador JRMA
verificador MPL
supervisor CDGS

aprovador:
Camila de Goes Silva (gerente de projeto) data JUN/2019
José F. P. Machado - CREA PR 20532/D (responsável técnico)

CODEVASF

REVISÃO PERIÓDICA DAS BARRAGENS DA CODEVASF

título

BARRAGEM BOACICA
MAPA DE INUNDAÇÃO - PLANTA
RUPTURA MAIS PROVÁVEL

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

Nº TDR:

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS - PROIBIDA QUALQUER REPRODUÇÃO SEM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA - FORMATO ORIGINAL A1

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade e informe o e-DOC