

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA

BARRAGEM MIRORÓS

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

VOLUME 3. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



Documento:
MI-00-RT-005_R05

Revisão nº:
01

SUMÁRIO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM MIRORÓS

<i>Volume 1</i>	Resumo Geral: resumo técnico e executivo de todo conteúdo do Projeto da Barragem, do Plano de Segurança de Barragens e demais estudos técnicos associados.
<i>Volume 1A</i>	<i>Documentação Técnica: compilação de toda documentação técnica e administrativa do empreendimento, incluindo, projetos, estudos, títulos de propriedade, licenças ambientais e outorgas de recursos hídricos.</i>
<i>Volume 2</i>	<i>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.</i>
<i>Volume 2A</i>	<i>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.</i>
<i>Volume 3</i>	<i>Plano de Ação de Emergência (PAE): manual técnico para normatizar e orientar as atividades de identificação, comunicação, prevenção e resposta a eventos de emergência.</i>
<i>Volume 4</i>	<i>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</i>

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\2SRI\2.1.Miroros>

Servidor Externo: N/E.

VOLUME 3 – PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL

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	7
1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM	7
1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM	9
1.4.3. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS	13
1.4.4. RESERVATÓRIO	22
1.4.5. ÓRGÃOS EXTRAVASORES	23
1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO	26
1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM	27
1.5. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA	28
2. DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA	30
2.1. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES	31
2.2. AÇÕES ESPERADAS	38
2.2.1. NÍVEL VERDE	38
2.2.2. NÍVEL AMARELO	38
2.2.3. NÍVEL LARANJA	39

2.2.4. NÍVEL VERMELHO	40
3. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÕES E SISTEMAS DE ALERTA	43
3.1. OBJETIVO	43
3.2. NOTIFICAÇÃO	43
3.3. SISTEMA DE ALERTA	44
3.4. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO	44
4. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE	47
4.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR	47
4.2. RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE	48
4.3. RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE DO PAE	49
4.3.1. INTRODUÇÃO	49
4.3.2. COORDENADOR GERAL	50
4.3.3. ENCARREGADO DA BARRAGEM	50
4.3.4. EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM	51
4.3.5. CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS	51
4.4. SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC)	51
5. SÍNTESE DO ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM E MAPA DE INUNDAÇÃO	53
5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO	53
5.1.1. MODELO HIDRODINÂMICO	53
5.1.2. MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA BRECHA DE RUPTURA	55
5.1.3. CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA	56
5.1.4. RESULTADOS DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO	60

5.2. DELIMITAÇÃO DAS ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA	62
5.3. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO	64
5.4. LEVANTAMENTO CADASTRAL E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO DA ZAS, INCLUINDO A IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADES SOCIAIS	65
5.4.1. MAPEAMENTO DE DANOS NA MANCHA DE INUNDAÇÃO	65
5.4.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS	69
REFERÊNCIAS	71
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 Revisão Periódica de Segurança da Barragem Mirorós (RPSB) é apresentada no Volume 4 do Plano de Segurança da Barragem Mirorós (PSB). Conforme apresentado na RPSB, a barragem Mirorós foi classificada, com base na categoria de risco e de dano potencial associado, como sendo de **CLASSE A**. Assim, o presente Plano de Ação de Emergência (PAE) da barragem Mirorós 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 Mirorós 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 Mirorós (PSB).

O PAE da barragem Mirorós 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, 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. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.
- Resolução n.º 132 da Agência Nacional de Águas (ANA), de 22 de fevereiro de 2016. Estabelece critérios complementares de classificação de barragens reguladas pela Agência Nacional de Águas – ANA, quanto ao Dano Potencial Associado - DPA, com fundamento no art. 5º,

- Portaria nº 16.481 do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos INEMA, estabelece o conteúdo mínimo de informações dos Planos de Ação de Emergência para segurança de barragens.

O PAE da barragem Mirorós está dividido nos seguintes itens:

- Capítulo 1: apresenta informações gerais sobre o PAE e a caracterização da barragem, sendo que as referências de caracterização foram obtidas do Volume 4 do PSB de Mirorós.
- 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 no vale a jusante.

O PAE da barragem Mirorós contém ainda os seguintes anexos:

- Anexo 1: Plano de Treinamento PAE
- Anexo 2: Meios e Recursos em Situação de Emergência;
- Anexo 3: Formulários Tipo;

- Anexo 4: Coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis nas ZAS.
- Anexo 5: Personograma
- Anexo 6: Controle de Revisão e Distribuição
- Anexo 7: Fichas de Emergência - NR3
- Anexo 8: Delimitação ZAS, ZSS, rotas de fuga, pontos de encontro
- Anexo 9: Mapas de Inundação

O presente PAE da barragem Mirorós deverá ser atualizado anualmente, sendo incluídas as novas informações, e com remoção dos dados tornados desatualizados e/ou incorretos (Anexo 6). As folhas corrigidas deverão ser anotadas adequadamente em seu rodapé e suas cópias serão distribuídas para todas as pessoas que participem do PAE e tenham em seu poder uma cópia para uso.

1.2. OBJETIVO DO PAE

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

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

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

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

O Anexo 4 apresenta as coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na Zona de Autossalvamento, ou seja, a região a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente.

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

O treinamento e divulgação do PAE da barragem Mirorós 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 3 – Procedimentos de notificação e sistema de alerta).

1.3.1. CONTATOS INTERNOS

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

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

<i>Coordenador do PAE e Supervisor Regional</i>			
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

1.3.2. CONTATOS EXTERNOS

<i>Órgãos Federais</i>



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
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
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	http://www.defesacivil.ba.gov.br/ jadson.almeida@sudec.ba.gov.br

	(71) 3371-9874	
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 Municipais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
PREFEITURA MUNICIPAL GENTIO DO OURO - BA Prefeito: Roberio Gomes Cunha	(74) 3637-2127	https://www.gentiodouro.ba.gov.br/ ascom@gentiodouro.ba.gov.br
DEFESA CIVIL GENTIO DO OURO - BA Coordenador:	Sem informação	Sem informação
PREFEITURA MUNICIPAL IBIPEBA - BA Prefeito: Demostenes de Sousa Barreto Filho	(74) 3648-2110 / 3648-2120	https://ibipeba.ba.gov.br/ controladoriainternaibipeba@outlook.com
DEFESA CIVIL IBIPEBA - BA Coordenador:	Sem informação	Sem informação
PREFEITURA MUNICIPAL ITAGUAÇU DA BAHIA - BA Prefeito: Adão Alves de Carvalho Filho	(74) 3644-1041	http://www.itaguacudabahia.ba.gov.br/
DEFESA CIVIL ITAGUAÇU DA BAHIA - BA	Sem informação	Sem informação

Coordenador:		
--------------	--	--

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 MUNICIPAL DE GENTIO DO OURO	Sem informação	Rua Antônio Mariano - Centro, Gentio do Ouro - BA, 47450-000
HOSPITAL MUNICIPAL GETÚLIO REGINALDO CUNHA	(74) 3637-2001	Gentio do Ouro, BA, 47450-000
HOSPITAL MUNICIPAL DE IBIPEBA	(74) 99997-1017	Av. Josué Alves Barreto - Ibipeba, BA, 44970-000
POSTO DE SAÚDE IBIPEBA	(74) 99988-6091	Av. Josué Alves Barreto, 19-49 - Ibipeba, BA, 44970-000
HOSPITAL MUNICIPAL AMELIA CARVALHO	(74) 644-1061	Praça do Hospital, 15 / Centro 47440-000, Itaguaçu da Bahia, Bahia BA

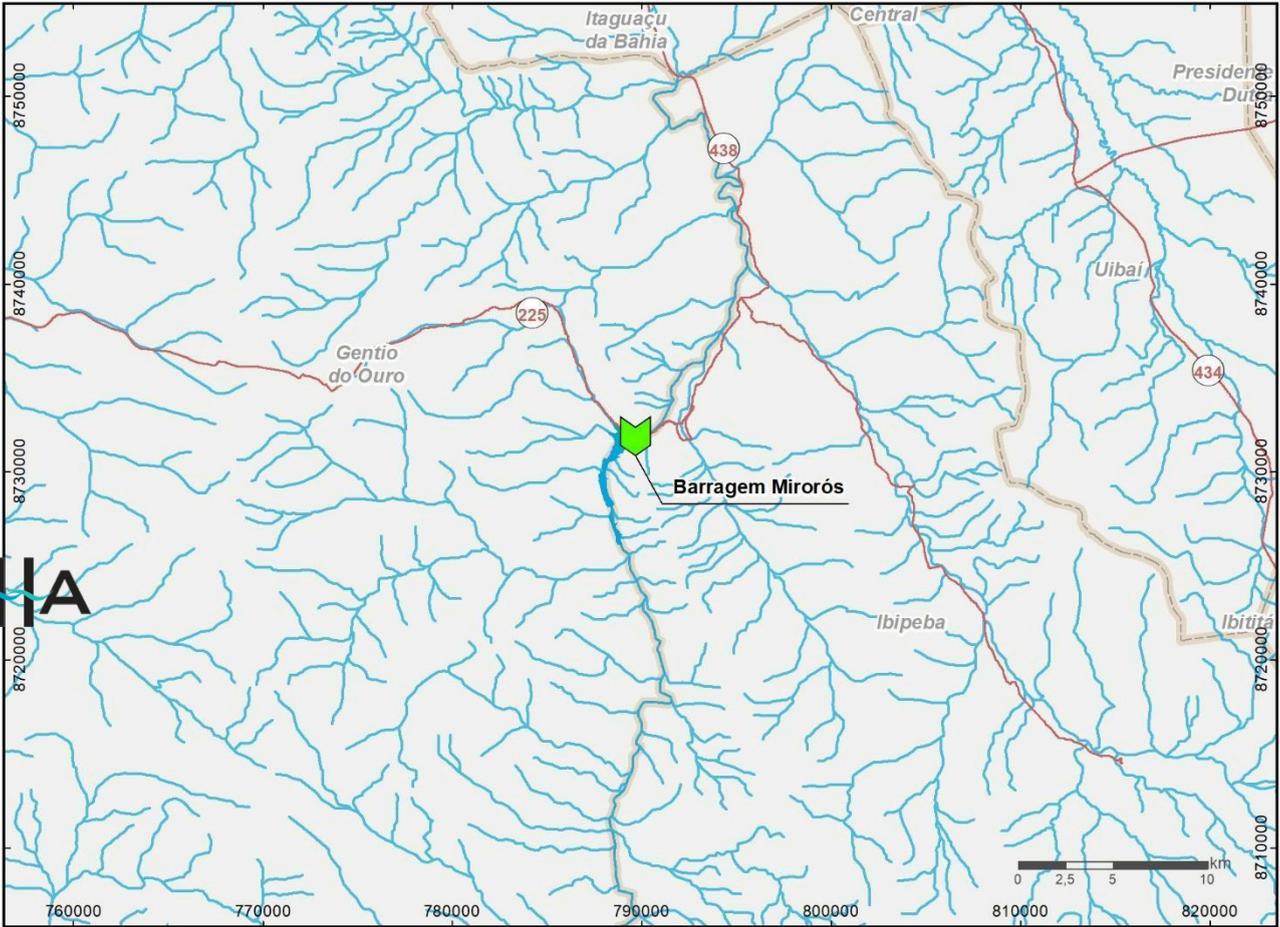
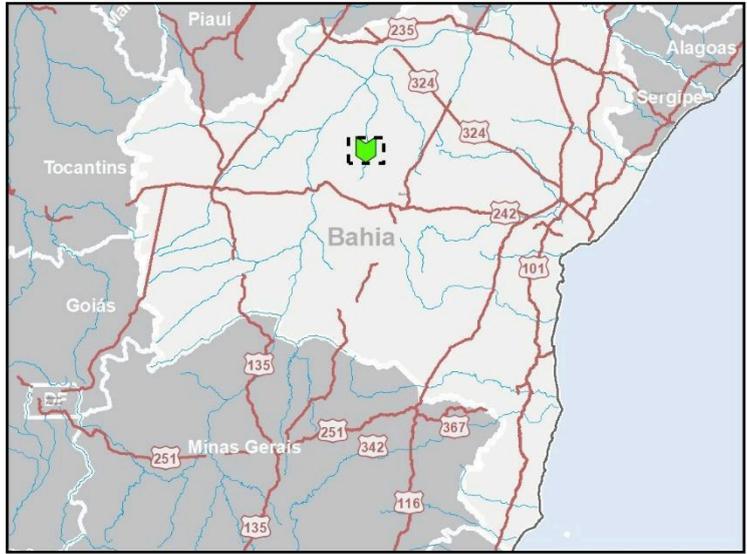
1.4. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS



1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

A barragem Mirorós encontra-se entre os municípios de Gentio do Ouro e Ibipeba no estado da Bahia. Ela barra o rio Verde, afluente da margem direita do rio São Francisco. Localizada nas coordenadas aproximadas do barramento são 11°27'33"S e 42°20'42"O (DATUM WGS-84). O Código no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) é 3775. A montante da barragem de Mirorós existe a UHE Sobradinho (dista 390 km, no rio São Francisco). A jusante da barragem Mirorós não existe nenhuma barragem. A localização do empreendimento encontra-se representada na Figura 1.1.

Figura 1.1 – Localização Georreferenciada da Barragem Mirorós



RIIA

Fonte: RHA, 2021.

RHA

1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A barragem Mirorós, cuja construção foi concluída em 1983, drena uma área de 1.778 km². O maciço da barragem é de terra e enrocamento, com cerca de 55 m de altura máxima e comprimento total da crista da ordem de 270 m e largura de 8 m.

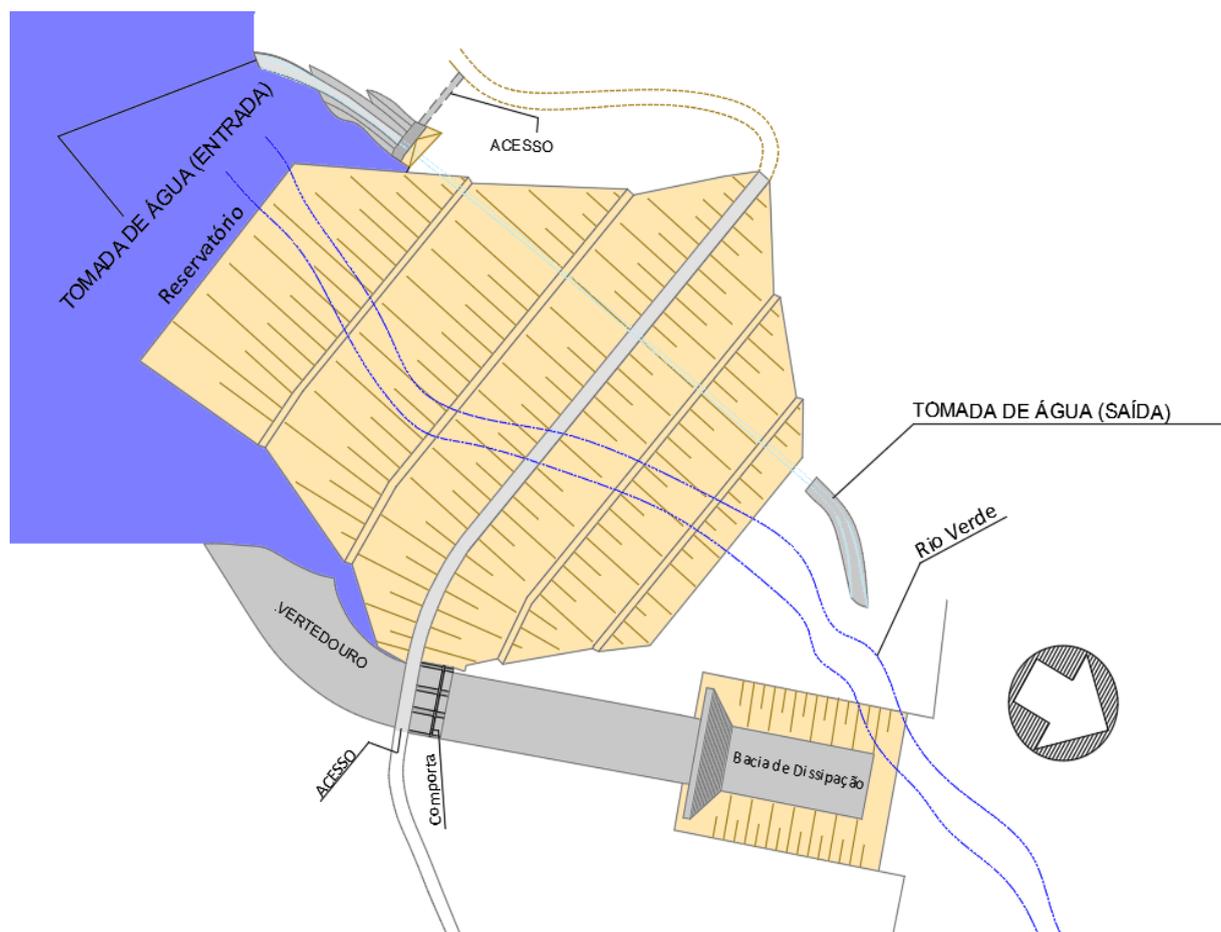
A crista da barragem situa-se na elevação 535 m, sendo que o nível máximo normal se situa na elevação 532,00 m. O volume acumulado é da ordem de 166,92 hm³ e a área alagada é de 7,80 km².

A barragem Mirorós é constituída por:

- vertedouro de concreto, disposto na ombreira direita do barramento
- tomada de água, localizada na ombreira esquerda é composta por duas partes principais: a torre e a galeria.

A Figura 1.2 apresenta a planta geral da barragem Mirorós e a Figura 1.3 ilustra a seção tipo da barragem Mirorós.

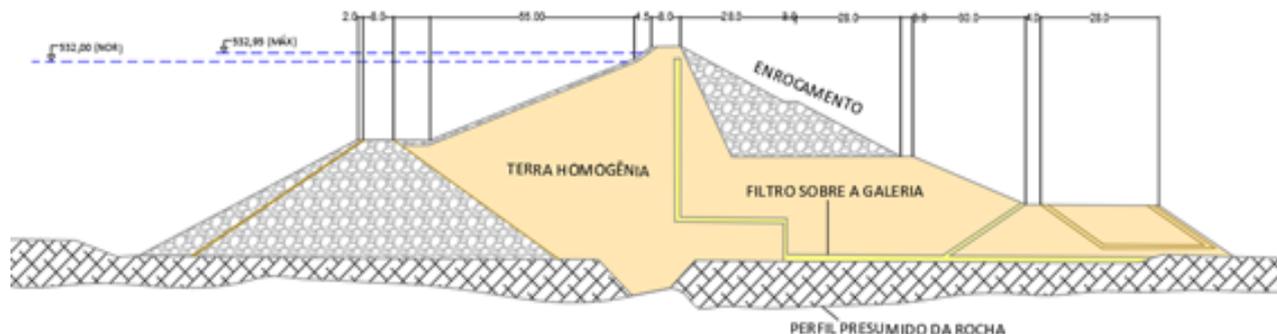
Figura 1.2 – Barragem Mirorós – planta geral



Fonte: Codevasf, 2014.

Figura 1.3 – Barragem Mirorós – seção tipo





Fonte: Codevasf, 2014.

A Tabela 1.1 apresenta uma síntese das principais características da barragem Mirorós.

Tabela 1.1 – Principais características da barragem Mirorós

Principais características da barragem Mirorós	
Denominação Oficial	Manoel Novais (Mirorós)
Empreendedor:	Codevasf / 2ªSR
Entidade Fiscalizadora:	INEMA
SNIBS	3775

Localização	
Rio:	Rio Verde, afluente margem direita Rio São Francisco
Município:	Gentio do Ouro e Ibipêba
Unidade da Federação:	Bahia

Coordenadas:	11°27'33"S e 42°20'42"O (DATUM WGS-84)
Existência de barragens a montante: e a jusante:	Não existe UHE Sobradinho (distância 390 km, no rio São Francisco)

Barragem		Fonte	Pag.
Tipo:	Barragem de Terra Zoneada	PSB, Volume 4 2021b ANEXO 1	a
Altura máxima acima da fundação:	55 m		a
Cota do coroamento:	535 m		a
Comprimento do coroamento:	270 m		a
Largura do coroamento:	8 m		a
Inclinação do paramento de montante:	2H:1V / 2,5H:1V		a
Inclinação do paramento de jusante:	1,5H:1V / 2H:1V / 2,5H:1V		a

Bacia hidrográfica		Fonte	Pag.
Área:	1.778 km ²	PSB, Volume 4 2021c	11
Precipitação média na bacia:	636 mm/ano		28
Volume anual médio afluente:	398 hm ³ (TR=10.000)		47
Vazões máximas:	4.142 m ³ /s. (TR=10.000)		47

Características geológicas regionais		Fonte	Pag.
Fundação:	Rocha alterada fraturada com tratamento de cortina de injeção (principalmente metasiltilito) e colúvio resistente	PSB, Volume 4 2021b ANEXO 1	b

Susceptibilidade a escorregamento de taludes do reservatório	Os resultados dos estudos indicaram condições de estabilidade satisfatórias para os taludes de montante e jusante da barragem principal, diante das condições de solicitação às quais os taludes estão submetidos	PSB, Volume 4 2021v	23
Sismicidade potencial:	Entre os anos de 1905 a 2010 Não houve registros de sismos num raio de 29 km.	PSB, Volume 4 2021t	16

Reservatório		Fonte	Pag.
Nível Máximo Normal (NMN):	532 m	PSB, Volume 4 2021b ANEXO 1	a
Nível Máximo Maximorum (NMM):	532,95 m		a
Nível da máxima cheia (TR=10.000 anos)	535,15 m	PSB, Volume 4 2021d	5
Capacidade total do reservatório:	166,92 hm ³	PSB, Volume 4 2021b ANEXO 1	a
Capacidade útil do reservatório:	159,73 hm ³	PSB, Volume 4 2021c	1
Área inundada (NMN):	780 ha		1

Vertedouro / Descarregador de Cheias		Fonte	Pag.
Solução:	Vertedouro com duas comportas tipo segmento (semi-circular); Rápido plano de concreto; Muros laterais de concreto; Canal de aproximação escavado em rocha; Crista de controle, calha, defletor e bacia de dissipação de energia também em concreto.	PSB, Volume 4 2021w	21

Localização:	Ombreira direita		21
Vazão de projeto:	1500 m³/s (TR = 1.000 anos)	PSB, Volume 4 2021b	b
Controle:	Duas comportas segmentos com acionamento elétrico, controle na crista.		15
Tipo:	Defletores, degraus em concreto e bacia escavada em terreno natural		b
Modalidade de dissipação de energia:	Defletores, degraus em concreto e bacia escavada em terreno natural		b

Tomada d'água		Fonte	Pag.
Solução:	Torre com duas câmaras retangulares 2,6 x 4,0 m Galeria da tomada d'água Seção transversal de 4,5m de altura e 4,0m de largura que acomoda duas tubulações de captação	PSB, Volume 4 2021w ANEXO 1	9, 10
Localização:	Ombreira esquerda da barragem		9
Vazão (sob o NMN):	Vazão máxima na válvula dispersora de 5,5 m³/s.		19
Comprimento: - Torre: - Galeria:	54,0 m 216,5 m		10
Controle à entrada:	Fechamento de emergência por comporta gaveta operada manualmente via pedestal. Controle de fluxo por válvula dispersora operada por motor elétrico e redutores.		19
Controle à saída:	Duas comportas radiais de controle automática do tipo AVIO, baseado no empuxo de Arquimedes.		19
Cotas - Entrada da tomada 'água:	El. 535,0 m		10

- Saída da galeria:	El. 492,00 a 488,75 m	
Possibilidade de Manobra Manual:	Para o caso de falha da válvula dispersora ou de uma das comportas radiais do canal, deve-se realizar o fechamento manual da comporta gaveta de emergência.	20
Comando a distância:	Para a comporta gaveta de emergência o acionamento é feito através de pedestal de manobra localizado no piso de operação na El. 496,50m.	20

Fonte: RHA, 2021.

O Anteprojeto da barragem Mirorós foi elaborado pela empresa Geotecnica em 1978. Em 1979, a empresa Milder e Kaizer executaram o projeto Básico. O projeto Executivo foi desenvolvido pela empresa Themag Engenharia em 1981. A construção teve início no mesmo ano e foi finalizada em 1983. Há um projeto “As is” desenvolvido pela Codevasf em 1983. Outros estudos e projetos foram realizados após a finalização da construção. A documentação desses estudos e projetos pode ser encontrada no Volume 1A do PSB de Mirorós.

Durante a realização da Inspeção de Segurança Especial, documento que compõe o Volume 4 do PSB da Barragem Mirorós, foi informado que o vertedouro de Mirorós verteu em 1992, por questões hidrológicas, e em 2003, para teste das comportas segmento. Também foi observado uma anomalia no acionamento das comportas, nenhuma encontrava-se operativa devido às falhas nos motores elétricos. Além disso, os cabos de içamento apresentavam extensa corrosão em todo seu comprimento. Em setembro de 2019, o acionamento da comporta foi restaurada.

1.4.3. cARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS

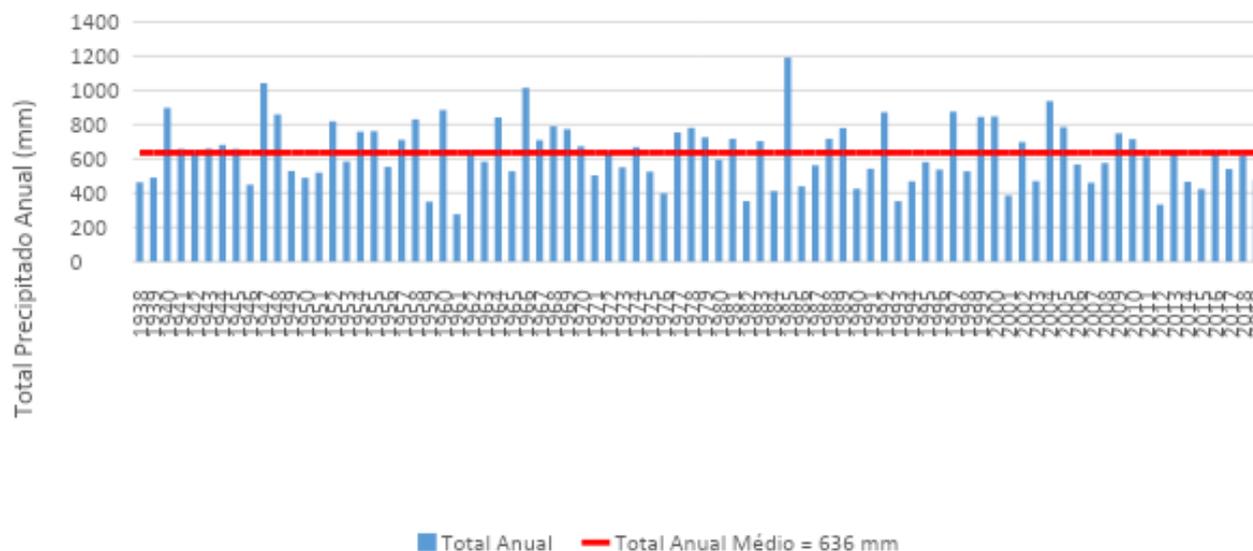
● CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Os dados utilizados para subsidiar a atualização dos estudos hidrológicos apresentado no documento 1901-MI-0-GE-G00-00-C-11-RT-0001_1, Volume 4 do PSB de Mirorós, foram, prioritariamente, obtidos a partir do portal *Hidroweb*, da Agência Nacional de Águas (ANA). Todas as informações utilizadas passaram por uma análise de consistência, visando detectar e corrigir possíveis inconsistências e erros sistemáticos passíveis de interferir na confiabilidade dos resultados pretendidos.

A região do médio São Francisco apresenta o padrão sazonal de precipitação similar ao alto São Francisco, com o período úmido ocorrendo no verão, diferentemente das regiões submédio e baixo São Francisco, nos quais o maior volume de precipitação se concentra no inverno.

O total anual precipitado médio sobre a bacia hidrográfica da barragem Mirorós resultou em 636 mm, com valores variando de 277 mm, em 1961, a 1.191 mm, em 1985. A Figura 1.4 ilustra os Totais Precipitados anuais em milímetros da barragem Mirorós

Figura 1.4 - Totais Precipitados Anuais (mm) – Bacia Hidrográfica da Barragem Mirorós



Fonte: PSB Volume 4, 2021c.

A estimativa da série de vazões médias mensais junto a barragem Mirorós, contou com uma análise de correlação entre as vazões médias mensais dos postos fluviométricos considerados, para o período anterior a construção da barragem Mirorós, visando com isso subsidiar a extensão e preenchimento de falhas da série básica através de regressões estabelecidas entre as séries.

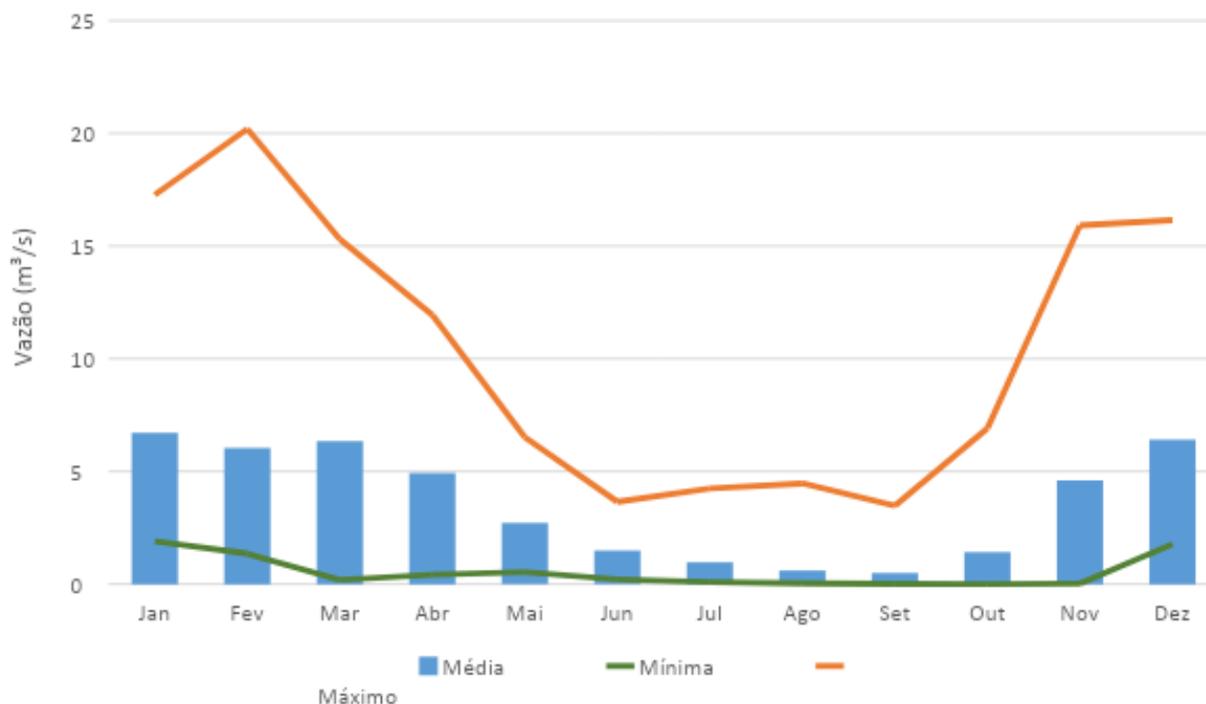
Das estações fluviométricas selecionadas para o desenvolvimento dos estudos, a estação Fazenda Cabaceiras foi adotada como estação básica, devido a sua maior proximidade com o local de interesse. A estação Fazenda Cabaceiras localiza-se logo a

montante da barragem Mirorós, com área de 1.690 km², e apresenta registros para o período 1977 a 1981, havendo considerável quantidade de falhas de janeiro a setembro de 1977.

Apesar disso, a existência de estações no rio Verde próximas ao local de interesse, mesmo que com séries de pequena extensão, possibilitou a estimativa das vazões médias mensais locais para um curto período de tempo, que, correlacionada com os correspondentes totais precipitados mensais através de uma regressão com satisfatório coeficiente de determinação, possibilitou a obtenção de uma série fluviométrica contemplando o período de janeiro de 1939 a dezembro de 2019, com vazão média de longo termo igual a 3,56 m³/s.

A série de vazões médias mensais obtida para o posto Fazenda Cabaceiras, foi transferida por relação entre áreas de drenagem para o local da Barragem Mirorós. A série resultante é apresentada na Figura 1.5

Figura 1.5 – Vazões Médias Características – Barragem Mirorós



Fonte: PSB Volume 4, 2021c.

Devido ao cenário de indisponibilidade de registros fluviométricos na bacia do rio Verde e bacias próximas, a estimativa das vazões de cheia foi efetuada através de modelagem chuva-vazão, a partir da metodologia de Hidrograma Unitário Sintético. O Hidrograma Unitário Sintético considerado para esse estudo foi o de Snyder, compatível com as dimensões das áreas de drenagem consideradas.

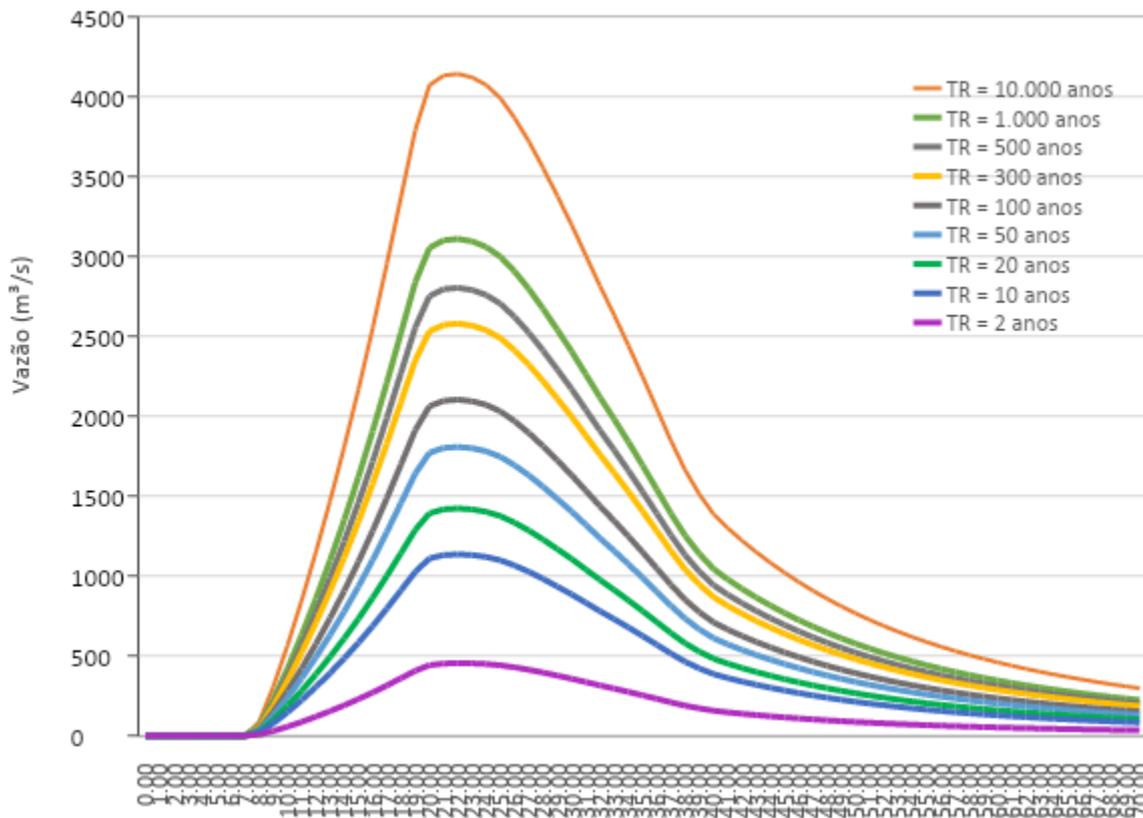
A Tabela 1.2 apresenta, para os diferentes tempos de recorrência, as vazões máximas resultantes na seção da barragem Mirorós, bem como o volume total do hidrograma nessa seção. A Figura 1.6 apresenta os hidrogramas resultantes.

Tabela 1.2 - Vazões Máximas e Volumes dos Hidrogramas de Cheias – Barragem Mirorós

<i>TR</i> <i>(anos)</i>	<i>Vazão</i> <i>(m³/s)</i>	<i>Volume</i> <i>(hm³)</i>
2	454	44
10	1.135	109
20	1.422	137
50	1.807	174
100	2.103	202
300	2.579	248
500	2.803	269
1000	3.110	299
10000	4.142	398

Fonte: PSB Volume 4, 2021c.

Figura 1.6 – Hidrograma de Cheias – Barragem Mirorós



Fonte: PSB Volume 4, 2021c.



- **GEOLOGIA REGIONAL**

A barragem Mirorós está inserida no contexto geológico do Super Grupo Espinhaço, de idade Proterozóico médio. As unidades litológicas encontradas na região pertencem ao Grupo Chapada Diamantina que compreende uma sucessão de estratos sedimentares que sofreram diferentes graus de metamorfismo. É subdividida pelas seguintes unidades: Formação Morro do Chapéu no topo, Formação Caboclo, Formação Tombador e Formação Lavras na base da sucessão.

A Formação Morro do Chapéu é constituída por arenitos finos a médios, localmente pouco metamorfizados, formando quartzitos com resquícios de estruturas primárias da rocha de origem. Na porção superior desta unidade é encontrada arenitos finos com estratificações cruzadas e marcas onduladas, e subordinadamente siltitos e folhelhos. Na base ocorre arenitos de granulação média a grossa com níveis de conglomerados.

Já a Formação Caboclo é formada por siltitos e argilitos que passam para arenitos pouco espessos. Na base desta unidade ocorrem folhelhos escuros com níveis subordinados de calcários.

As litologias da Formação Tombador apresentam metamorfismo progressivo, gradando de arenitos com níveis de conglomerados para metarenito, metasiltitos e quartzitos. E a Formação Lavras possui quartzitos com estruturas de deposição como marcas onduladas e estratificação cruzada, intercalados com níveis conglomeráticos.

● GEOLOGIA LOCAL

No sítio do barramento de Mirorós afloram rochas das Formações Caboclo e Morro do Chapéu, representadas na área por metasiltitos e quartzitos, e, recobrimo essas litologias, ocorrem sedimentos recentes colúvio-aluvionares.

O quartzito apresenta coloração cinza claro, e feições preservadas da rocha original, como marcas onduladas e estratificações cruzadas, podendo ser observado em vários afloramentos nas margens do rio. O maciço apresenta 3 sistemas de faturamento que compartimentam a rocha em blocos de grandes dimensões, formando os depósitos de tálus das encostas.

O metasiltito ocorre em profundidade, geralmente são a pouco alterado, estratificado, de coloração cinza escuro, com feições de marcas onduladas. Ensaio de permeabilidade realizados em furos de sondagens indicam valores de permeabilidade da ordem de 10^{-4} e 10^{-3} cm/seg.

O contato entre o quartzito e o metassiltito está encoberto pelos aluviões, mas na região do eixo do barramento foi observado este contato, com direção N30°W, mergulhando 30°- 32° para NE.

De acordo com o mapa geológico-geotécnico do projeto (Milder-Kaiser,1979) ocorrem solos coluvionares e depósitos de tálus em ambas as ombreiras, formados por matriz silto-arenosa avermelhada e blocos de dimensões variadas, constituídos principalmente por quartzitos. Ao longo do leito do Rio Verde ocorrem depósitos aluvionares formados por areia fina de coloração cinza clara, com matéria orgânica e argila cinza escura.

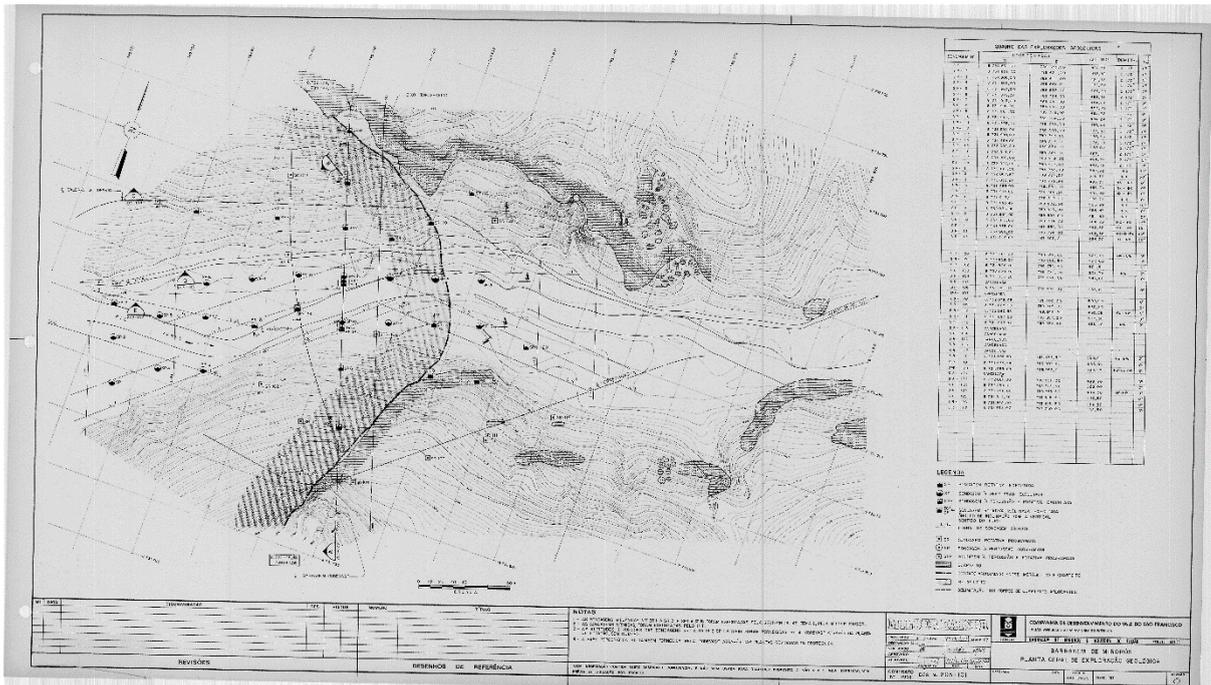
- **CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA**

- *Região da Barragem*

Na área do empreendimento, de acordo com a planta geral de exploração geológica (Milder-Kaiser,1979) desenvolvida no projeto básico, foram executadas 18 sondagens a percussão e 33 sondagens rotativas.

Na área do barramento foram executadas 12 sondagens rotativas na fase de Projeto Básico (Milder Kaiser, 1979), conforme locação apresentada no Volume 1A do PSB de Mirorós. Essas investigações serviram de base para o Projeto Executivo, sendo desenvolvido o perfil geológico pelo eixo do barramento, ilustradas nas Figuras 1.7 a 1.10 e disponíveis no Volume 1A do PSB de Mirorós.

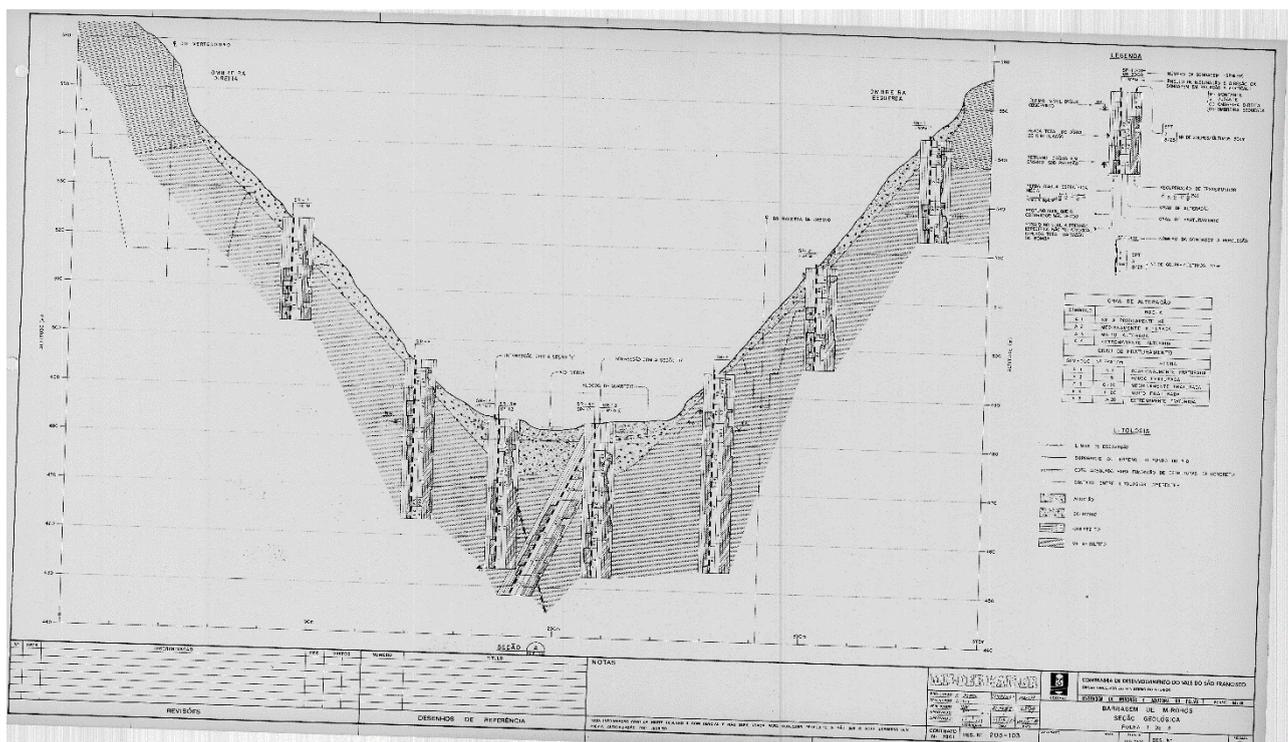
Figura 1.7 – Planta geral da Exploração Geológica



Fonte: RHA - PSB Volume 1A, 2021.

Figura 1.8 – Seção Geológica, Folha 1 de 3

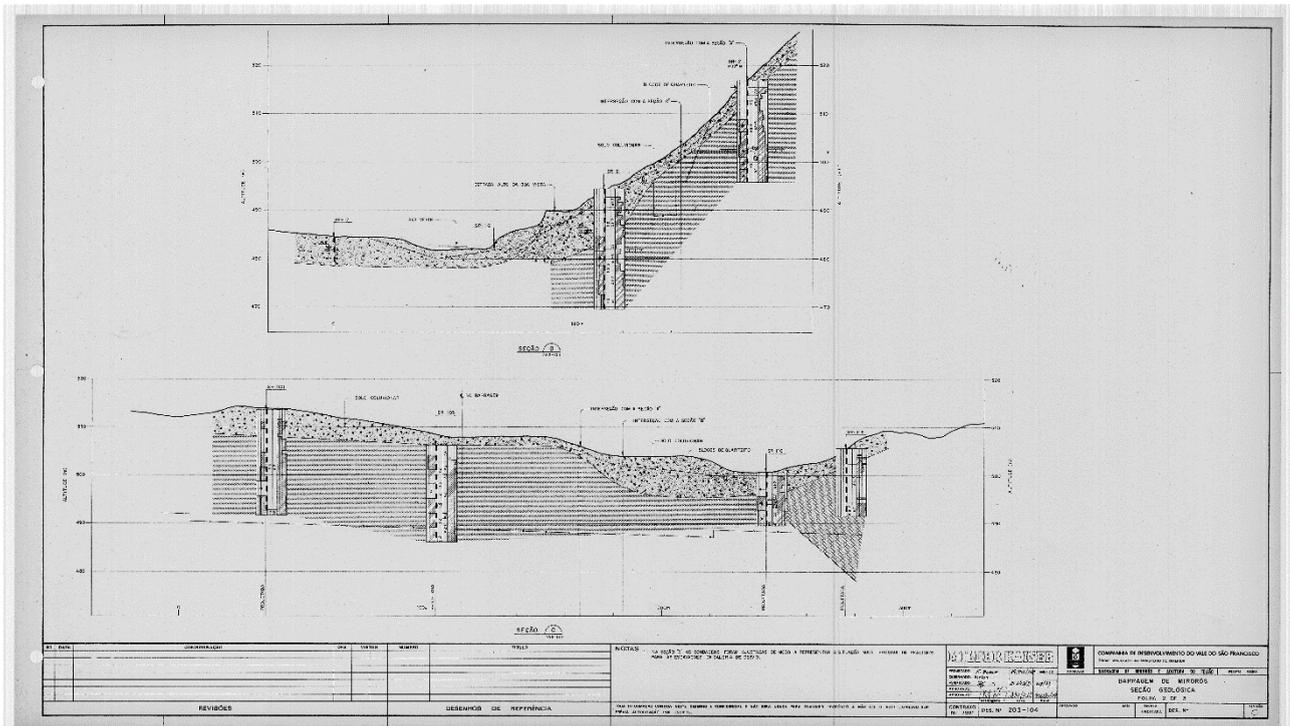




Fonte: RHA - PSB Volume 1A, 2021.

Figura 1.9 – Seção Geológica, Folha 2 de 3

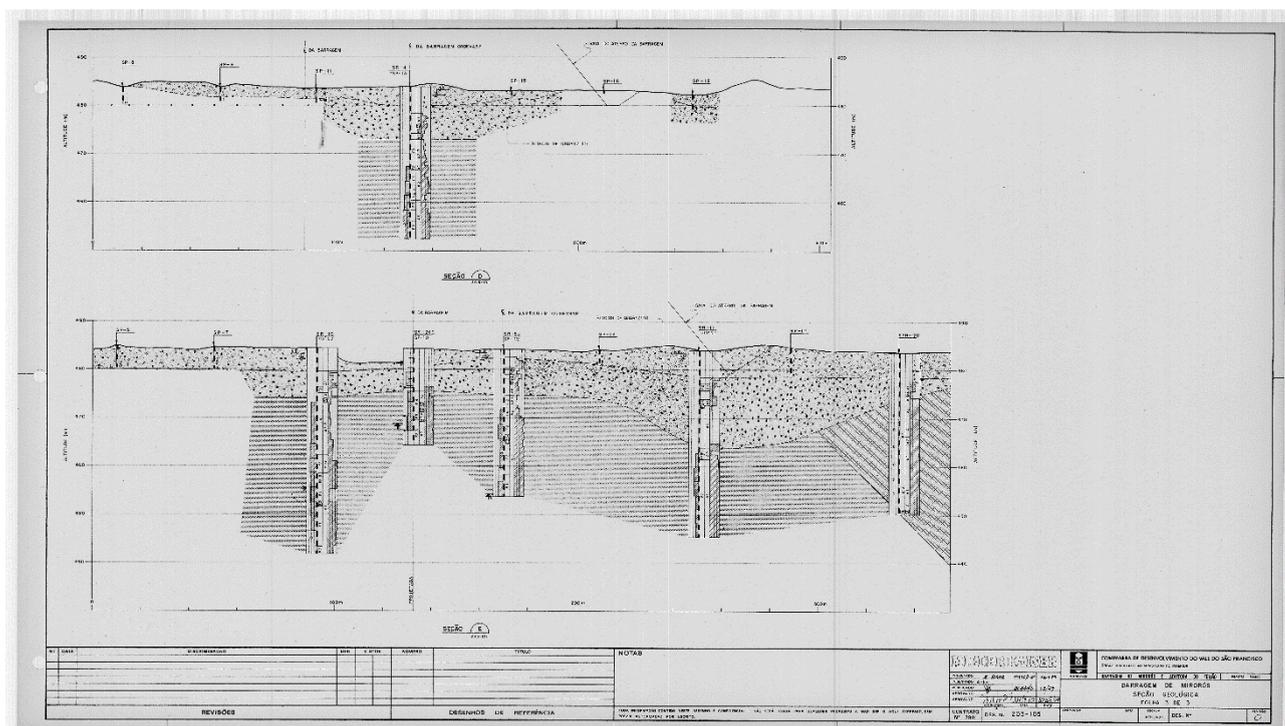




Fonte: RHA - PSB Volume 1A, 2021.

Figura 1.10 - Seção Geológica, Folha 3 de 3





Fonte: RHA - PSB Volume 1A, 2021.

Na zona aluvionar a camada de tálus é constituída por blocos de quartzitos imersos em uma matriz areno-siltosa, com espessuras entre 4,0-6,0 m e consistência fofa.

Subjacente a camada de tálus, é encontrado horizonte de rocha alterada formado por metasiltito muito fraturado com espessura de aproximadamente 10,0 m até cerca de 80,0 m a montante do eixo do barramento. Ensaios de permeabilidade realizados em furos de

sondagem indicaram permeabilidade de 5×10^{-3} cm/s. Abaixo deste horizonte ocorre o maciço são e pouco fraturado, com permeabilidade da ordem de 5×10^{-4} cm/s.

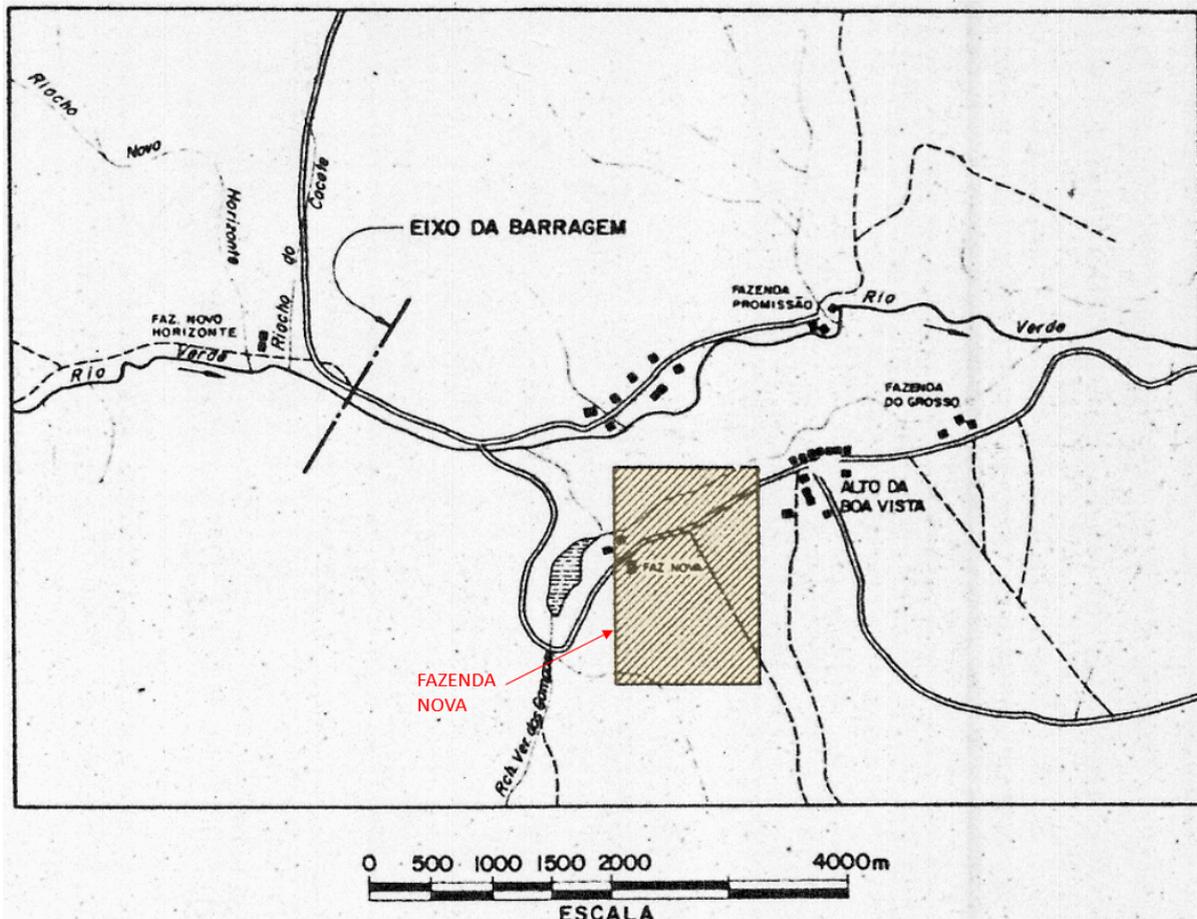
Na região da ombreira esquerda a camada coluvionar é formada por solo argilo arenoso com blocos de quartzitos, com espessuras de 3,0 a 10,0 m. Subjacente ocorrem o horizonte de rocha alterada com espessuras de 10,0 a 12,0 m, formada por metasiltito a montante e quartzito a jusante. Abaixo é encontrado o metasiltito são a pouco alterado, pouco a medianamente fraturado, com permeabilidade de 5×10^{-3} cm/s.

Já na região da ombreira direita, a espessura da camada coluvionar é de 5,0 m crescendo para 10,0 m a jusante. Abaixo ocorre tanto o metasiltito quanto o quartzito, não sendo visível o contato entre essas litologias. O metasiltito alterado e fraturado tem espessura de cerca de 2,0 a 12,0 m, passando a uma rocha medianamente alterada e pouco fraturada. A permeabilidade do metassiltito varia de 10^{-3} a 10^{-4} cm/s.

o Áreas de Empréstimo

Na etapa do projeto básico (Milder e Kaiser, 1979) foi investigada uma área de empréstimo locada a jusante do eixo do barramento, distante a aproximadamente 3,5 km, conforme Figura 1.11.

Figura 1.11 – Locação dos pontos de coleta de amostras de solo



Fonte: PSB Volume 4, 2021t.

Foi realizada uma série de sondagens a trado para coleta de material para realização de ensaios e também para classificação tátil-visual. Os ensaios de laboratório realizados foram: Limites de Atterberg, granulometria, compactação (Proctor Normal), adensamento e cisalhamento triaxial. O resultado dos ensaios pode ser encontrado no Volume 1A do PSB de Mirorós no Projeto Básico desenvolvido pela empresa Milder e Kaiser (1979).

Conforme descrito no Projeto Básico (Milder e Kaiser, 1979), documento disponível no Volume 1A, os solos da área de empréstimo “apresentam-se como solos areno-argilosos de baixa plasticidade com densidade seca máxima entre 1,8 e 2,0 t/m³ e umidade ótima entre 10 e 15%”. O solo possui coesão efetiva na ordem de 0,25 kg/cm² e ângulo de atrito efetivo da ordem de 31°. Com relação aos parâmetros de compressibilidade, o índice de compressão é da ordem de 0,12, e indica baixa compressibilidade do solo compactado.

O documento de licitação do projeto executivo, indica que as areias naturais poderiam ser encontradas no leito do Rio Verde e que a extração seria por dragagem ou extração direta.

Conforme pode ser observado nas faixas granulométricas apresentadas no Projeto Básico (Milder e Kaiser, 1979), as areias ensaiadas demonstram ausência de fração média e grossa. É indicado no Projeto Básico (Milder e Kaiser, 1979) que a utilização da areia existente em concretos ficará subordinada à análise econômica de consumo de cimento ou composição com areia manufaturada ou importada, para obtenção de concreto com resistência compatível. O emprego das areias naturais em filtros da barragem também foi considerado no relatório do Projeto Básico (Milder e Kaiser, 1979), entretanto, com a ressalva de que as areias deveriam ser submetidas a ensaios.

Conforme indicado no Projeto Básico (Milder e Kaiser, 1979) os enrocamentos e agregados para concreto deverão ser provenientes das escavações obrigatórias, após

seleção. Na eventual falta de material rochoso das escavações obrigatórias é prevista a extração de rocha de pedreiras. Entretanto, no relatório de 1979 não são indicadas as pedreiras com potencial para exploração

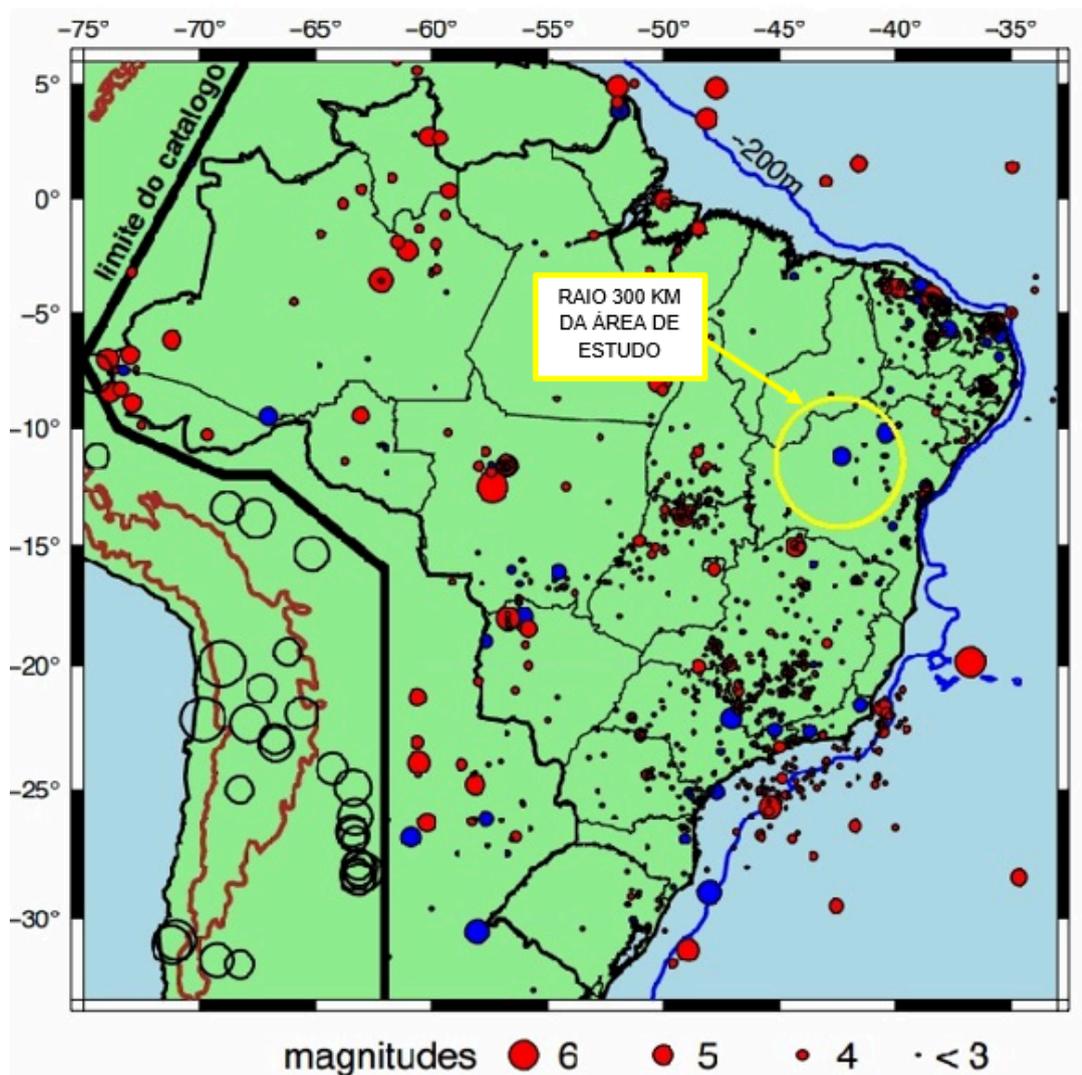
Não se tem os registros que confirmem o emprego destes solos no maciço da barragem durante o período construtivo. Também não foram encontrados os dados brutos dos ensaios triaxiais realizados, que fornecem informações relevantes para a análise de estabilidade da barragem. Somente se tem conhecimento das envoltórias já definidas e interpretadas no Projeto Básico desenvolvido pela empresa Milder Kaiser (1979). Desta forma, o presente relatório limita-se a apenas fazer o registro das informações constantes na documentação disponibilizada.

● CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

No sítio da barragem Mirorós realizou-se um levantamento dos sismos ocorridos em um raio de 300 km do entorno do eixo do barramento, entre os anos de 1905 e 2010, período em que há registros disponibilizados no catálogo sísmico brasileiro.

Na Figura 1.12 pode ser visualizado os epicentros dos sismos ocorridos no raio de estudo, onde os círculos em vermelho são eventos com magnitude Richter instrumental, e os círculos azuis são eventos antigos com magnitudes estimadas com dados macros sísmicos.

Figura 1.12 – Epicentro do catálogo sísmico brasileiro



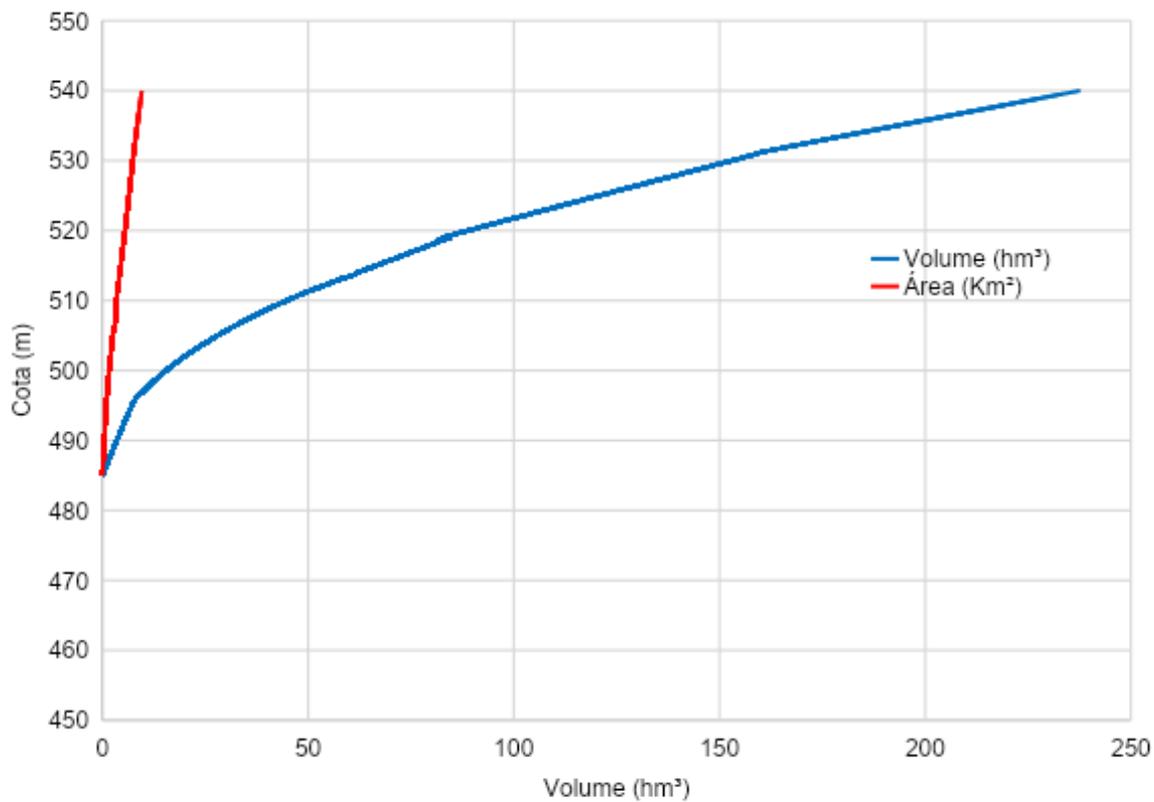
Fonte: RHA - PSB Volume 4, 2021c.

1.4.4. RESERVATÓRIO

O reservatório da barragem Mirorós tem seu nível normal de operação na elevação 532,00 m, quando então inunda uma área de 7,80 km². Seus volumes útil e total são, respectivamente, 159,73 hm³ e 166,92 hm³.

A curva Cota Área Volume do reservatório de Mirorós utilizada neste estudo está apresentada na Figura 1.13.

Figura 1.13 – Curva Cota x Área x Volume Reservatório Mirorós



Fonte: RHA - PSB Volume 4, 2021c.



1.4.5. ÓRGÃOS EXTRAVASORES

- **VERTEDOIRO E DESCARREGADOR DE CHEIAS**

O vertedouro da Barragem de Mirorós está localizado na ombreira direita composto por uma soleira de concreto com perfil creager, controlado por 2 comportas tipo segmento (semi-circular), rápido plano de concreto, muros laterais de concreto, um canal de aproximação, crista de controle, calha, defletor e bacia de dissipação de energia também em concreto.

O vertedouro existente diverge das informações contidas nos documentos do Projeto Básico (Milder Kaiser, 1979). As informações apresentadas no Projeto Básico indicam um vertedouro controlado por 3 vãos o que diverge do vertedouro realmente implantado na barragem de Mirorós que possui 2 vãos, conforme Figura 1.14.

Figura 1.14 – Vista do Vertedouro da Barragem Mirorós



Fonte: RHA - PSB Volume 4, 2021b.

Os critérios de dimensionamento hidráulico, as características hidráulicas, capacidade de escoamento e dissipação de energia e a avaliação do esvaziamento do reservatório não foram realizadas devido as divergências entre os as informações técnicas apresentadas documentos do Projeto Básico (Milder Kaiser, 1979) e a Inspeção de Segurança Especial Realizada. Após a elaboração de um Projeto “As Built” esses estudos poderão ser realizados.

O canal de aproximação do vertedouro (Figura 1.15) é inteiramente escavado em rocha de boa qualidade. É possível observar no canal de aproximação vegetação de médio porte em toda sua extensão. Embora essa vegetação não comprometa o funcionamento da estrutura,

ela deverá ser monitorada e controlada, a fim de que não impacte nas condições de fluxo durante a operação do vertedouro.

Figura 1.15 – Canal de aproximação do vertedouro



Fonte: RHA - PSB Volume 4, 2021b.

- **TOMADA D'ÁGUA**

A tomada de água é localizada na ombreira esquerda da barragem e é composta por duas partes principais: a torre e a galeria. Duas câmaras retangulares contíguas, com dimensões internas de 2,6 m x 4,0 m, compõem a torre da tomada de água que possui uma altura em relação à fundação de 54 m e está assente na cota 489,50 m e cuja passarela está na cota 535 m.

A galeria da tomada de água é feita de concreto, sendo apoiada diretamente no maciço de fundação, com cota variando de 492,00 m a 488,753 m. Com uma seção transversal de 4,5 m de altura e 4,0 m de largura, a galeria acomoda duas tubulações de captação. Na parede jusante da torre, face interna, situam-se as comportas, onde estão as entradas da galeria.

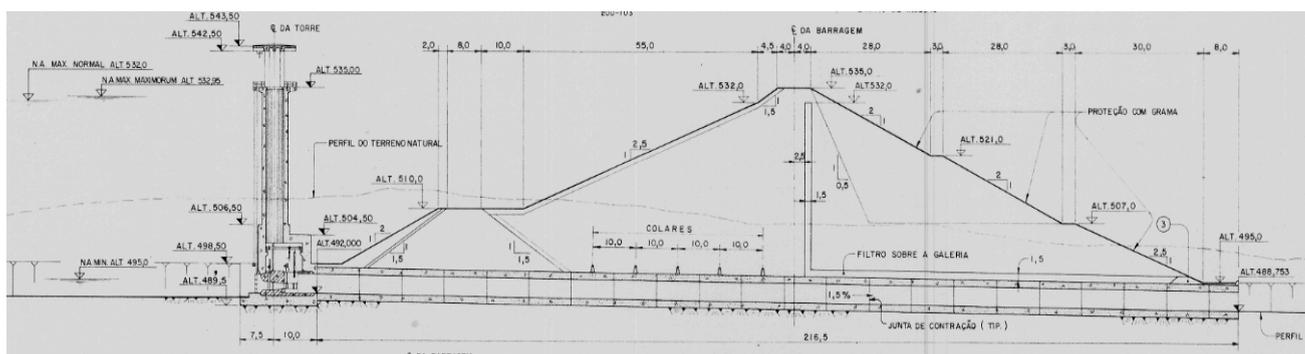
Considerando os dispositivos previstos em projeto, cujos equipamentos para fechamento de emergência é uma comporta gaveta operada manualmente via pedestal e para controle de fluxo é uma válvula dispersora operada por motor elétrico e redutores.

Entre a estrutura da tomada de água e o canal de saída, existem ainda instaladas duas comportas radiais de controle automática do tipo AVIO®. Essa comporta possui como característica principal sua capacidade de manter o nível de água de jusante constante, independentemente do nível de água de montante.

Para o caso de falha da válvula dispersora ou de uma das comportas radiais de controle automático do canal, deve-se realizar o fechamento manual da comporta gaveta de emergência. Considerando os riscos de dita operação, deve-se ter sempre em alerta a manutenção do sistema de operação da válvula e das comportas radiais.

Destaca-se que os dados da tomada de água precisam ser confirmados, pois o Projeto Básico (Milder Kaiser, 1979) se encontra divergente do projeto implantado.

Figura 1.16 – Seção da Tomada d'Água: Torre e Galeria – Barragem Mirorós

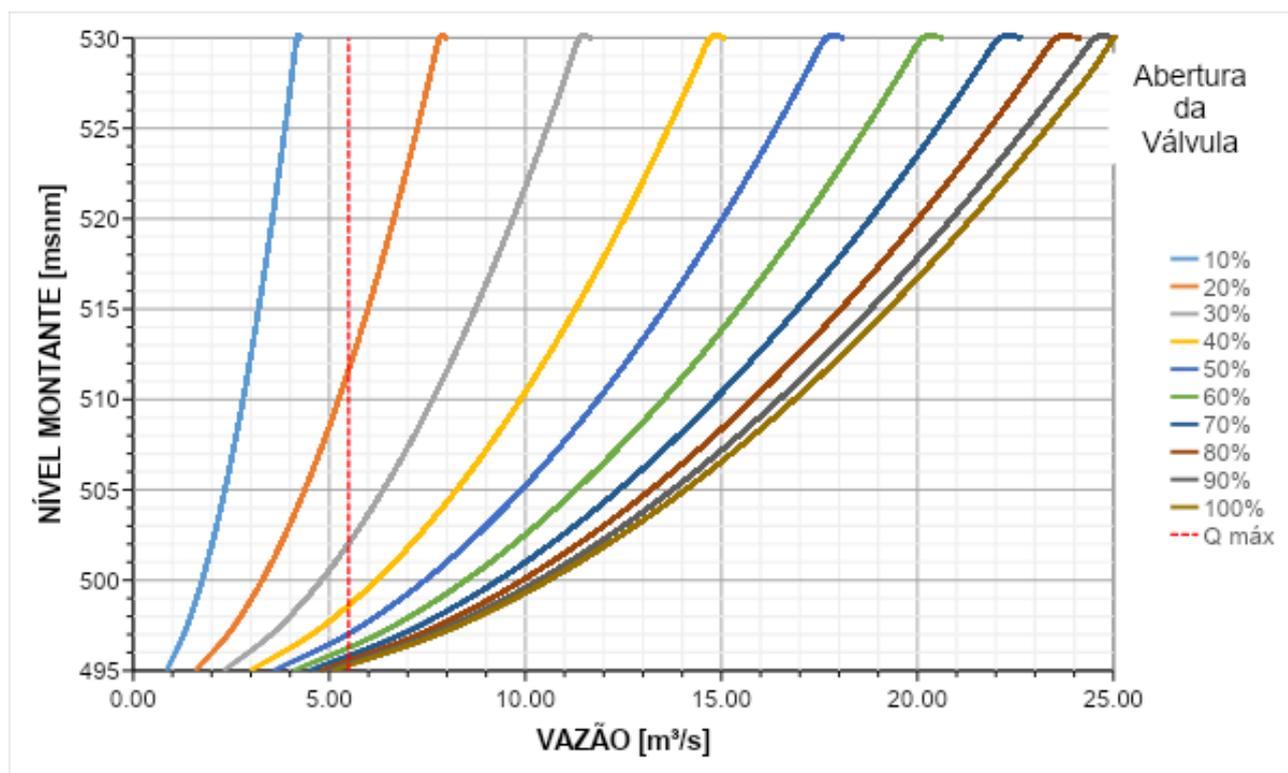


Fonte: RHA - PSB Volume 4, 2021c.

A curva de descarga do circuito de adução e válvula dispersora é apresentada na Figura 1.17.

Figura 1.17 - Curva de descarga do circuito de adução e válvula dispersora





Fonte: RHA - PSB Volume 4, 2021w.

O esvaziamento do reservatório em caso de emergência poderá ser realizado pela tomada de água. Conforme as análises descritas no documento 1901-MI-0-GE-G00-00-C-13-RT-0002_0, apresentado no Volume 4 do PSB de Mirorós, verifica-se que a tomada de água não possui capacidade de descarga suficiente para realizar

o rebaixamento total do reservatório. As análises consideraram a limitação de descarga máxima da válvula dispersora e cenários com o reservatório deplecionado. Em caso de necessidades de rebaixamento parcial do reservatório, a estrutura pode ser utilizada para tal finalidade.

1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO

O sistema de instrumentação de auscultação implantado é composto por 29 piezômetros casagrande e 5 piezômetros hidráulicos na fundação, 10 piezômetros casagrande e 5 piezômetros hidráulicos no maciço, 3 medidores de nível de água, 2 inclinômetros, 15 marcos de recalque e 6 marcos de referência. Atualmente, o sistema encontra-se inativo e sem leitura.

Atualmente, o monitoramento do desempenho das estruturas é realizado de maneira visual, através de inspeções rotineiras. As inspeções fazem parte das atividades necessárias para avaliar o desempenho do empreendimento e devem ser realizadas com a frequência especificada no Plano de Segurança de Barragem (PSB).

1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM

O acesso do município de Ibipêba é feito pelas rodovias BR-324, BR 116, BA-052 e BA-148 saindo de Salvador em um trajeto de 520 km, e para acesso ao barramento segue-se pela rodovia BA-438 e BA-225 em um trajeto de 55 km.

Figura 1.18 – Acesso a Barragem Mirorós



Fonte: RHA, 2021.





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

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

A Codevasf está em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil municipais e estaduais (Bahia), de tal forma a promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes no PAE da barragem Mirorós, conforme indicado na Lei nº 12.334/2010, alterada pela Lei nº 14.066/2020. Nessa fase, a Codevasf, em consonância com o poder público, estabelecerá as medidas específicas para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural. Deste modo, o PAE deverá ser revisado após conclusão dessa etapa.

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

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

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

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

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

Quanto aos recursos fixos salientam-se os seguintes:

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

A Central de Operações é o local onde o Coordenador do PAE e os recursos humanos irão permanecer em situação de alerta, e de onde se pode:

- Recolher e disseminar informação;
- Coordenar e emitir ordens para ações,
- Mobilizar e gerir recursos;
- Manter e arquivar registros do desenrolar da situação e dos custos relacionados com as operações de emergência;
- Manter a comunicação com os agentes envolvidos no controle da situação de emergência (Centros Operacionais de Defesa Civil e Entidades Fiscalizadoras).

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

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

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

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

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

- Combustíveis e lubrificantes;
- Material diverso de manutenção e reparação, como areia, brita, cordas, lona plástica, gabião tela, aço zincado, tábuas, tijolos, etc.;
- Material para primeiros socorros.

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

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

A barragem Mirorós 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 Mirorós 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 Mirorós.

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 Mirorós.

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.

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 Engenharia, 2021.

2.1. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

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

Deste modo, são necessários procedimentos para gerir tais situações de forma a garantir a segurança da barragem ou de atenuar os efeitos de um possível rompimento da estrutura.

O PAE realiza a descrição das possíveis situações anômalas no empreendimento,



considerando no mínimo as seguintes ocorrências:

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

As situações devem ser classificadas em quatro Níveis de Resposta (NR), conforme caracterização apresentada na Tabela 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 estabelecida, este deve seguir as ações predefinidas para cada NR.



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



Tabela 2.2 - Níveis de Resposta com Respectivas Caracterizações

<i>Níveis de Resposta</i>	<i>Caracterização</i>
NÍVEL DE RESPOSTA 0 (NR-0) – NORMAL (Verde)	<i>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.</i>
NÍVEL DE RESPOSTA 1 (NR-1) – ATENÇÃO (Amarelo)	<i>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.</i>
NÍVEL DE RESPOSTA 2 (NR-2) – ALERTA (Laranja)	<i>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.</i>
NÍVEL DE RESPOSTA 3 (NR-3) – EMERGÊNCIA (Vermelho)	<i>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.</i>

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 Mirorós possui sistema de instrumentação, mas está inoperante, apenas ocorre o monitoramento visual conforme apresentado no item anterior. No entanto, a Codevasf irá implementar o sistema indicado na última Revisão Periódica de Segurança de Barragem (Volume V do PSB da barragem Mirorós).

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:

- 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 V da PSB.

Para as situações classificadas em NR-3, o Anexo 7 apresenta as Fichas de Emergência para situações de ruptura iminente ou nas quais a barragem já rompeu ou está rompendo, respectivamente. As fichas apresentam tanto uma descrição geral da situação de emergência, quanto os procedimentos preventivos e corretivos.

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

<i>Situação Anômala</i>	<i>Cenários possíveis</i>	<i>Indicador</i> <i>NA = Nível de Água (m)</i> <i>PLU = Precipitação (mm/dia)</i>	<i>NR</i>
	Operação normal	NA < NMN (El.532,00 m)	0

Cheias

	Vertimento projetado	$NMM (El.532,95 \text{ m}) > \underline{NA} > NMN (El.532,00 \text{ m})$ \underline{E} $PLU < TR100 = 175$	1
		$NMM (El.532,95 \text{ m}) > \underline{NA} > NMN (El.532,00 \text{ m})$ \underline{E} $PLU < TR1000 = 232$	2
	Vertimento acima do projetado com Risco de Galgamento	$\underline{NA} > NMM (El.532,95 \text{ m})$ \underline{OU} $NMM (El.532,95 \text{ m}) > \underline{NA} > NMN (El.532,00 \text{ m})$ \underline{E} $PLU > TR10.000 = 290$	Ficha nº 01

Fonte: Adaptado de PSB, Volume V, 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. As fichas de respostas de emergência estão apresentadas no Anexo 7.

Tabela 2.4 – Indicadores qualitativos para avaliação e classificação das possíveis situações anômalas na barragem e estruturas associadas.

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

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
	Movimentos, erosões, fissuras, fendas; e Deposição de materiais/obturação.	Intervenções de reabilitação e de limpeza / reposição das condições de escoamento; Reforço estrutural; e Observação.	Alterações químicas do concreto;	0
			Modificação das condições de escoamento	1
			Danos estruturais no vertedouro	2
			Instabilização da estrutura	Ficha nº 05

			Ruptura do vertedouro ocorrendo / ocorreu	Ficha 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
			<i>Piping</i>	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;	Obstrução dos órgãos extravasores	1

		Rebaixamento do nível de água no reservatório; e Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos.	Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	2
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
	Impactos negativos para peixes ou vida selvagem.	Remover os eventuais animais mortos; Identificar a origem dos impactos; e Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental.	Possibilidade de afetar a qualidade da água.	1
	Sedimentos afluentes.	Descarga de fundo; Melhorias a nível da conservação do solo da bacia; e Valas perimetrais no reservatório.	Obstrução da entrada da descarga de fundo.	1
	Derrame de substâncias perigosas	Determinar a dimensão, natureza e origem da descarga;	Possibilidade de afetar a qualidade da água; e	1

	ou descarga de materiais poluentes.	<p>Avaliar os impactos da descarga;</p> <p>Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental; e</p> <p>Estimar o esforço e equipamento necessário para conter.</p>	Possibilidade de poluição do ar ou do solo.	
	Cheias	<p>Rebaixamento do nível de água no reservatório; e</p> <p>Observação.</p>	<p>Inundação a jusante; e</p> <p>Galgamento.</p>	Tabela 2.3
Geral	Ação criminosa: sabotagem, ameaça de bomba e atos de guerra.	<p>Contactar autoridades competentes;</p> <p>Reparos;</p> <p>Manter órgãos extravasores abertos; e</p> <p>Observação.</p>	<p>Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório;</p> <p>Perda de borda livre;</p> <p>Danos à barragem e estruturas associadas</p>	2
			<p>Galgamento iminente ou ocorrendo</p>	Ficha nº 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
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha n° 01
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha n° 09

			devido ao galgamento	
			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.

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. Seguem-se os procedimentos de rotina conforme o Volume 2 do PSB de Mirorós.

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 afluyente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente igual às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes).

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

- Informar a situação às unidades internas: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) assim que confirmar a situação de atenção, deverá informar o fato, no prazo de 30 dias, ao Empreendedor (Codevasf) e ao Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR), contendo indicações das ações necessárias para garantia da normalidade.

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

O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá atualizar a planilha de prioridade e verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários necessários.

2.2.3. NÍVEL LARANJA

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de **ALERTA** na barragem e/ou no vale a jusante, devido a consideráveis riscos estruturais ou hidrológicos, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias naturais com elevado período de retorno, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente superior às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes).

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

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

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

O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá atualizar a planilha de prioridade e verificar a disponibilidade dos recursos orçamentários e extraordinários necessários. O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá analisar a necessidade de aumento na frequência do monitoramento hidrológico ou estrutural. O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá adotar a seguinte medida:

- Informar a situação às unidades externas especializadas: O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá comunicar o estado da barragem e as condições de risco, bem como as medidas a serem adotadas nas unidades externas especializadas: ANA (Entidade Fiscalizadora), Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) o contato dos responsáveis consta no Capítulo 1.

Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) deverão atuar na Zona de Segurança Secundária.

2.2.4. NÍVEL VERMELHO

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de **EMERGÊNCIA** na barragem e/ou no vale a jusante, devido a grandes e iminentes riscos estruturais ou hidrológicos, que pode acarretar em inundações naturais ou induzidas pelo

rompimento/galgamento da barragem, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias com elevado período de retorno, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente superior às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes).

As tarefas serão desenvolvidas por todos os participantes deste plano, sendo que a partir da decisão de retirada das populações o comando desta ação deverá passar para a Coordenação da Defesas Civas Estaduais (Bahia) e Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais). No entanto, as ações na Zona de Autossalvamento são responsabilidade do Empreendedor (Codevasf).

As medidas a serem adotadas pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) serão as seguintes:

- Informar a situação às unidades internas: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional), confirmada a situação de emergência, deverá informar o fato imediatamente ao Empreendedor (Codevasf) e ao Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) solicitando mobilização de pessoal especializado para as ações emergenciais.
- Alertar a Zona de Autossalvamento: O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá ativar o sistema de alerta para emergência na Zona de Autossalvamento para evacuação da população.

O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá adotar a seguinte medida:

- Informar a situação às unidades externas especializadas: O Coordenador Geral (Superintendente 2ªSR) deverá comunicar o estado da barragem e as condições de risco, bem como as medidas a serem adotadas nas unidades externas especializadas: ANA (Entidade Fiscalizadora), Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais), o contato dos responsáveis consta no Capítulo 1.

O Empreendedor (Codevasf) deverá criar a Equipe de Controle Emergencial da Barragem, sob coordenação do Coordenador do PAE (Supervisor Regional), assim como estabelecer a Central de Operações. A seguir são apresentadas demais informações em relação às medidas citadas.

- Controle Emergencial da Barragem: A equipe coordenada pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá intensificar o monitoramento estrutural e/ou hidrológico no barramento; elaborar e executar planejamento das intervenções imediatas na barragem, e auxiliar sempre que solicitado as Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) sobre a necessidade de evacuação da população a jusante.
- Montar Central de Operações: O Empreendedor (Codevasf) deve articular imediatamente um escritório com as Prefeituras Municipais para montar uma Central de Operações Emergenciais, que servirá de base para planejamento e

execução dos serviços emergenciais, articulação com demais órgãos de proteção civil, e comunicação com autoridades e atingidos.

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

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

Terminada a situação de emergência, o Empreendedor (Codevasf) deve providenciar a elaboração do Relatório de Encerramento de evento de emergência, cujo conteúdo mínimo encontra-se apresentado e recomenda-se minimamente que contenha os seguintes itens (Res. ANA nº 236/2017):

- Descrição detalhada do evento e possíveis causas;
- Relatório fotográfico;
- Descrição das ações realizadas durante o evento, inclusive cópia das declarações emitidas e registro dos contatos efetuados;
- Indicação de áreas afetadas com identificação dos níveis ou cotas altimétricas atingidas pela onda de cheia;
- Consequências do evento, inclusive danos materiais, à vida, à propriedade, ao meio ambiente e às atividades econômicas afetadas;

- Proposições de melhorias para revisão do PAE, caso seja necessário;
- Conclusões do evento;
- Proposta/projeto de recuperação da área afetada; e
- Ciência do responsável legal pelo empreendimento.

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

3. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÕES E SISTEMAS DE ALERTA

3.1. OBJETIVO

O objetivo dos sistemas de notificação e alerta é o de avisar os intervenientes e decisores principais das ações de emergência e, quando se revelar necessário, alertar a população em risco na ZAS. A notificação através do PAE associada aos níveis de alerta mais elevados poderá acionar o planejamento de emergência do Sistema de Defesa Civil.

Os procedimentos de comunicação visam garantir os seguintes pontos:

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

3.2. NOTIFICAÇÃO

A comunicação deve ser estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação e segurança da barragem (notificação interna), e entre estes e as entidades externas com

responsabilidades instituídas (ANA e Sistema de Defesa Civil), conforme Figura 4.2.

O Capítulo 1 apresenta os contatos dos responsáveis do PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e defesa civil, das unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas é apresentado no Subcapítulo 1.3.

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

O Fluxograma de Acionamento está apresentado no Fluxograma de Notificação que consta na Figura 3.1 (Capítulo 3 – Procedimentos de notificação e sistema de alerta).

3.3. SISTEMA DE ALERTA

O sistema de alerta estabelecido para a ZAS deve contar com sistemas em funcionamento permanente e que possam ser facilmente acionados, de modo a garantir o alerta à população e aos ocupantes desta região. Além disso, deve considerar a delimitação de meios de comunicação para estabelecer contato com as autoridades de proteção e Defesa Civil. O sistema de alerta deve prevenir a ocorrência de falsos alarmes e manter um programa de manutenção para garantir seu pleno funcionamento.

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

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

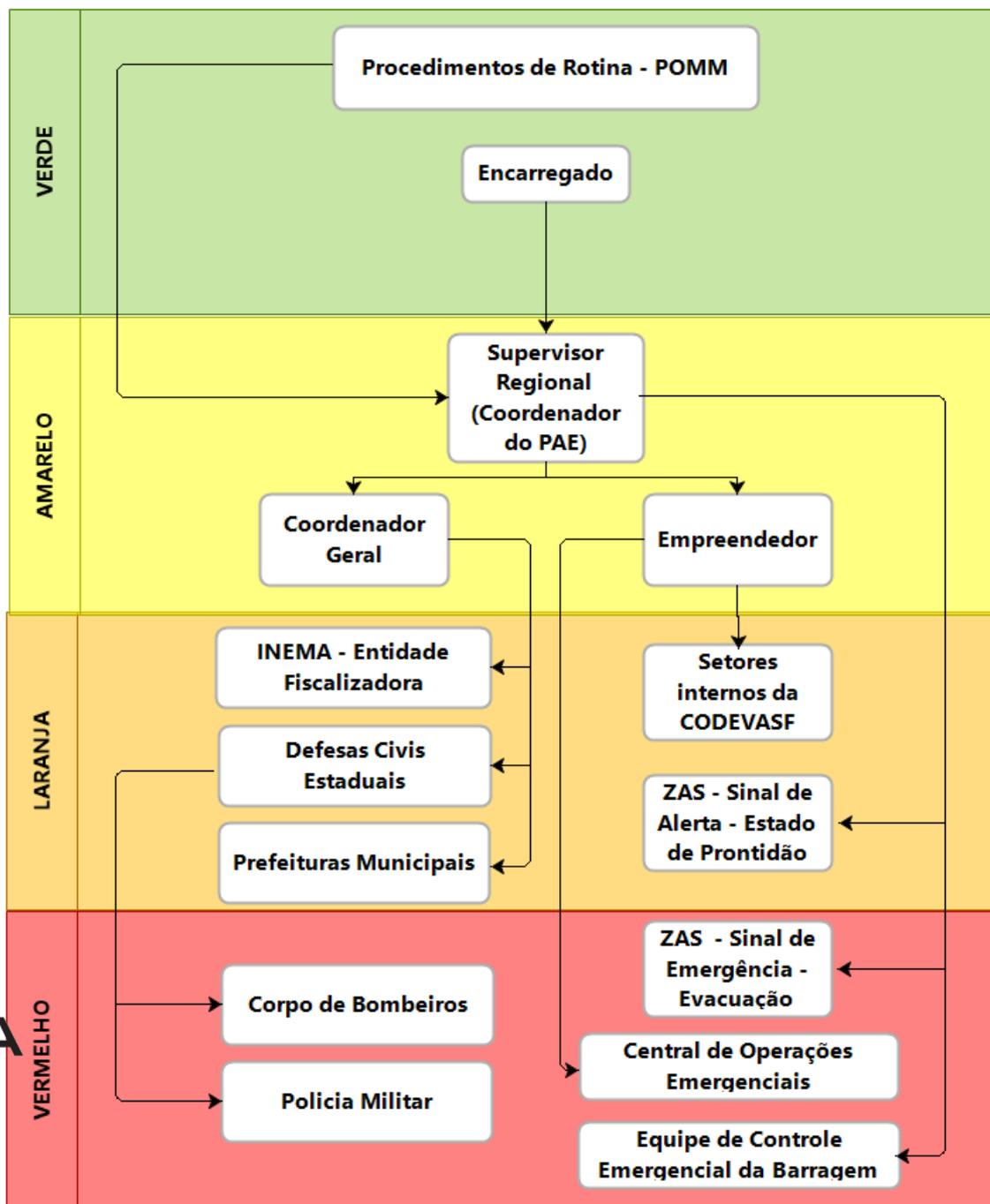
3.4. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Em caso de emergência, deve-se seguir o Fluxograma de Notificação apresentado na



Figura 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.

Figura 3.1 – Fluxograma de Notificação.



RHA

Fonte: RHA, 2021.

RHA

Figura 3.2 – Contatos do Fluxograma de Notificação

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

GENTIO DO OURO – BA

(74) 3637-2127

<https://www.gentiodoouro.ba.gov.br/>

ascom@gentiodoouro.ba.gov.br

IBIPEBA – BA

(74) 3648-2110 / 3648-2120

<https://ibipeba.ba.gov.br/>

controladoriainternaibipeba@outlook.com

ITAGUAÇU DA BAHIA – BA

(74) 3644-1041

<http://www.itaguacudabahia.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

Fonte: RHA, 2021.

RHA

4. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE

4.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

A Codevasf, representada pelo contato do empreendedor apresentado no Capítulo 1, de acordo com a (Lei nº12.334/2010, alterada pela Lei nº 14.066/2020), deve:

- Articular com o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) para promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes do PAE;
- Ouvir o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) na fase de elaboração do PAE quanto às medidas de segurança e aos procedimentos de evacuação em caso de emergência;
- Realizar, juntamente o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais), em periodicidade a ser definida pelo órgão fiscalizador (ANA), exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem;
- Estender os elementos de autoproteção existentes na ZAS aos locais habitados da ZSS nos quais o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras

Municipais), não possam atuar tempestivamente em caso de vazamento ou rompimento da barragem;

Ademais, a Codevasf possui as seguintes responsabilidades.

- Providenciar a elaboração e atualização do PAE;
- Promover treinamentos internos, no máximo a cada dois anos, e manter os respectivos registros de treinamento;
- Participar dos treinamentos organizados pelos organismos de Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais);
- Designar o Coordenador do PAE (Supervisor Regional);
- Disponibilizar recursos quando a necessidade desses for além da autonomia do Coordenador do PAE (Supervisor Regional);
- Protocolar o PAE nas autoridades públicas com funções na gestão da emergência, em especial Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e Defesas Cíveis 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 Mirorós;
- Autorizar a emissão da declaração de encerramento de emergência;

- Programar as reuniões de avaliação depois dos eventos de emergência;
- Ter pleno conhecimento das Ações de Resposta do PAE e do Plano de Comunicação;
- Estabelecer, em conjunto com as Defesas Civas Estaduais (Bahia) e as Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais), estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS sobre procedimentos a serem adotados nos Níveis de Resposta 2 e 3; e
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de emergência com a ciência do responsável legal da barragem e das Defesas Civas Estaduais (Bahia) e as Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais).

4.2. RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

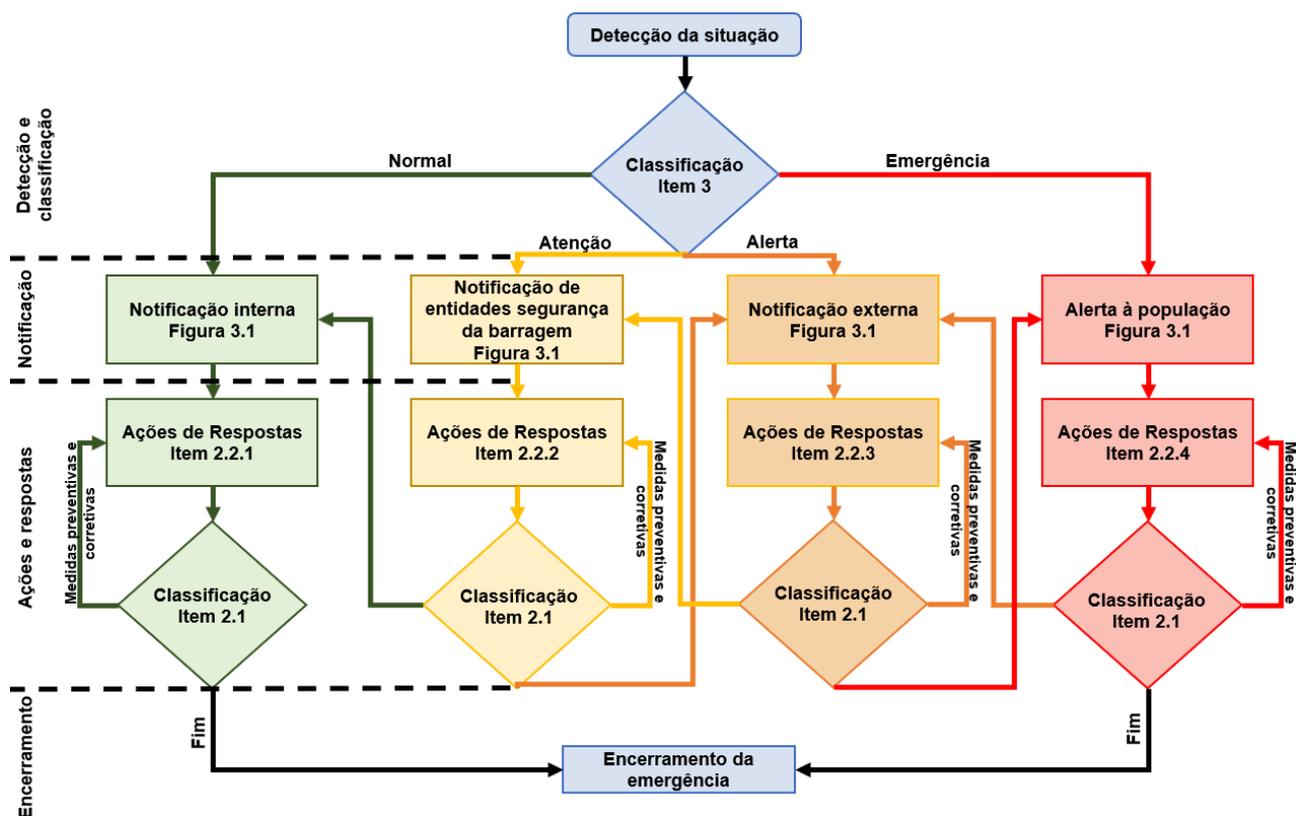
O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) por delegação da Codevasf, possui as seguintes responsabilidades:

- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os Níveis de Resposta;
- Visitar mensalmente a barragem Mirorós;
- Estabelecer contatos com o Empreendedor (Codevasf) e Coordenador Geral;
- Emitir declaração de início e encerramento de situação de emergência;

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

O Coordenador do PAE, é, assim, o responsável por coordenar as ações descritas no PAE (vide Figura 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



Fonte: adaptado ANA, 2021

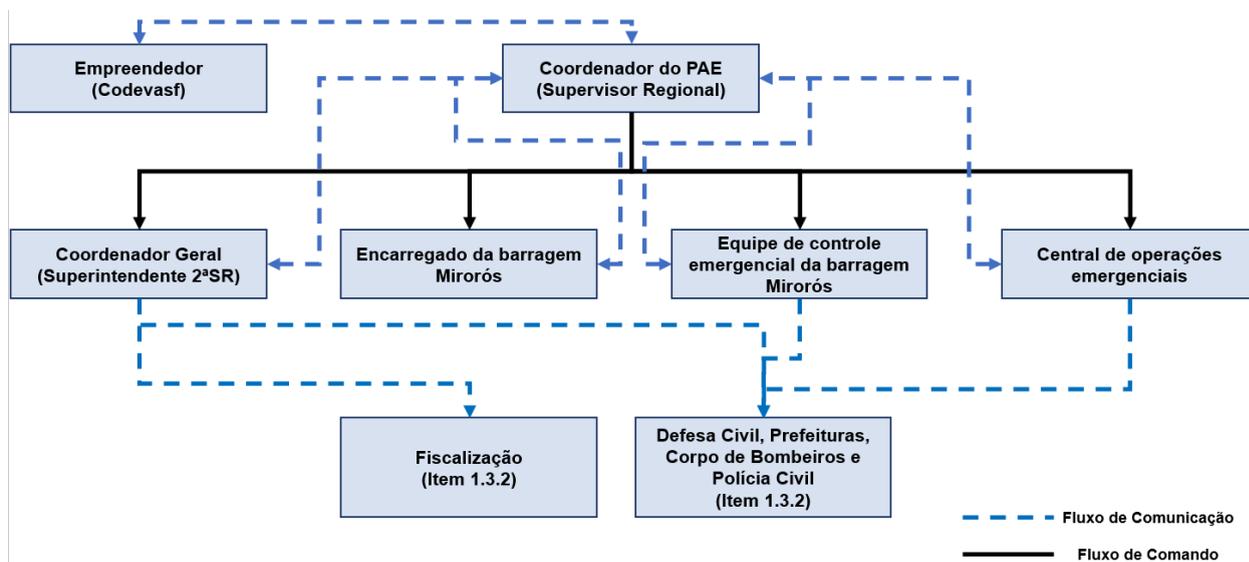
4.3. RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE DO PAE



4.3.1. INTRODUÇÃO

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

Figura 4.2 – Organização a nível de Barragem



Fonte: adaptado ANA, 2021

4.3.2. COORDENADOR GERAL

O Coordenador Geral (Superintendente 2ª SR), por delegação da Codevasf, possui as seguintes responsabilidades:

- Estabelecer e manter contato com as Defesas Cíveis Estaduais (Bahia) e as Defesas Cíveis Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais) e a Entidade Fiscalizadora (ANA);

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

4.3.3. ENCARREGADO DA BARRAGEM

O Encarregado da Barragem Mirorós, 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 Mirorós será criada pela Codevasf quando definida uma situação de Nível de Resposta 3. A Equipe será liderada pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) e possui as seguintes responsabilidades:

- Intensificar o monitoramento hidrológico e/ou estrutural no empreendimento;
- Elaborar e executar o planejamento das intervenções imediatas na barragem; e

- Auxiliar sempre que solicitado as Defesas Civas Estaduais (Bahia) e as Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais).

4.3.5. CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS

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

- Planejamento e execução dos serviços emergenciais;
- Articulação com as Defesas Civas Estaduais (Bahia) e as Defesas Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais); e
- Comunicação com demais autoridades e atingidos.

4.4. SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC)

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), que atua na redução de desastres em todo o território nacional, e, no que interessa a emergências em barragens, é constituído no nível estadual pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), órgão ligado ao gabinete do Governador, que comporta diversos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros) e no âmbito municipal, pelas Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que comportam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde, subprefeituras, serviços de águas e esgoto).

Por força da Lei nº 12.608/2012, os municípios estão obrigados a elaborar os seus respectivos Planos de Contingência Municipais de Proteção e Defesa Civil (PLANCON) para favorecer a ação de proteção e defesa civil para toda e qualquer ameaça a qual o município esteja submetido.

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

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

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

- Fornecer informações sobre quais os meios de comunicação utilizado pelas autoridades de proteção e defesa civil envolvidas nas ações do PAE;
- Orientar a Codevasf sobre quais os meios de comunicação são mais efetivos a serem adotados nas situações de emergência para alertar a população da ZAS;
- Analisar e aprovar as rotas de fuga e pontos de encontro na ZAS, propostos pela Codevasf;
- Proceder à determinação de rotas de fuga e pontos de encontro na ZSS; e

- Divulgar as ações de autossalvamento, organizar treinamentos e simulados externos, com apoio da Codevasf.

5. SÍNTESE DO ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM E MAPA DE INUNDAÇÃO

5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO

Para avaliação dos danos provocados pela hipotética ruptura da barragem Mirorós 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

Com o objetivo de melhor representar as cheias naturais da barragem Mirorós, as simulações para o estudo de inundação e a definição dos respectivos mapas de inundação foram realizados utilizando a modelagem bidimensional do HEC-RAS 5.0.7, cujo software é de domínio público (USACE, 2008, <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>).

Para este estudo foram realizadas simulações para a barragem Mirorós considerando três cenários de cheia natural, a fim de determinar a mancha de inundação. Como foram disponibilizados levantamentos topográficos a laser até uma faixa de aproximadamente 120

km a jusante, o critério de parada foi limitado até esta faixa de extensão de base de dados.

As simulações foram realizadas utilizando a metodologia de cálculo de escoamento em regime não permanente, sendo que, para os cenários de cheia natural (ou seja, sem a existência da barragem), as vazões ao longo do tempo serão constantes com o valor do pico da cheia.

- **EXTENSÃO DO CÁLCULO**

Conforme orientações do documento “Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens” da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (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. No caso deste estudo em particular, para o cenário de ruptura extrema, a onda gerada em seção 120 km a jusante do barramento é maior que 1 m e não pode ser considerada como impacto de baixo risco ou desprezível. Como não há maiores informações sobre a medição topobatimétrica após a seção distante em 120 km, foi adotado como seção de jusante, a seção coincidente com o final da extensão de medição do MDT. Dessa forma, para o estudo da hipotética ruptura da barragem Mirorós, foram definidos os seguintes limites:

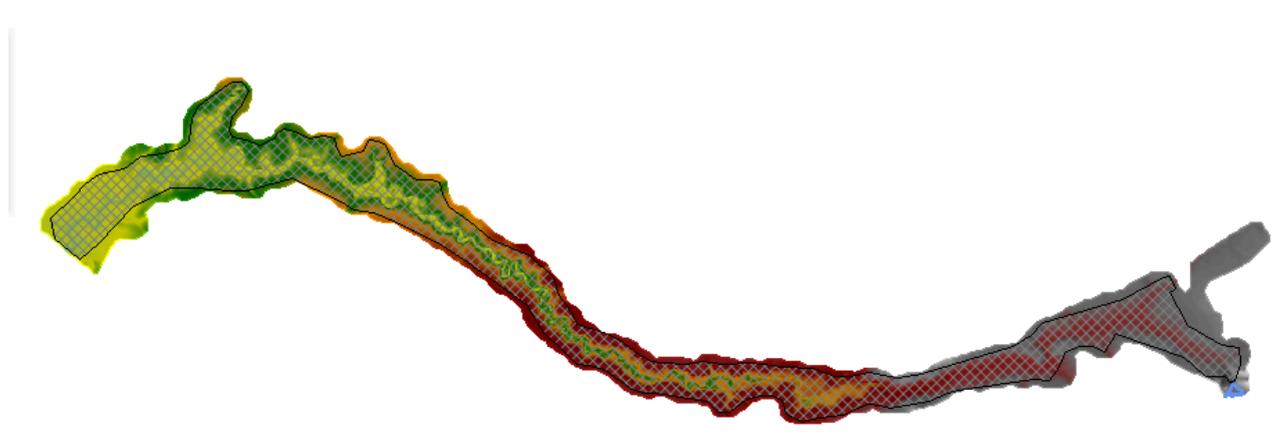
- Como limite de montante para a área de estudo a Barragem Mirorós;



- Como limite de jusante para a área de estudo, uma seção cerca de 120 km a jusante (final da extensão do MDT disponibilizado).

A base cartográfica que gerou o modelo digital do terreno (MDT) foi desenvolvida a partir das informações da cobertura aerofotogramétrica, na escala 1:5.000, executada pela empresa SAI - Serviços Aéreos Industriais em maio de 2019, contemplando uma área de aproximadamente 606 km². O sistema de referência e projeção utilizados foram o SIRGAS2000 e UTM (Universal Transversa de Mercator), respectivamente. A base cartográfica está indicada na Figura 5.1, com o reservatório delimitado em cor azul e o limite computacional delimitado em cor preta.

Figura 5.1 – Base Cartográfica de Interesse



Fonte: PSB, Volume 5, 2019d



- **CONDIÇÕES DE CONTORNO A JUSANTE**

Como condição de contorno de jusante, devido à falta de informações disponíveis, definiu-se a declividade da linha de energia na seção de saída como sendo igual a 0,1%. Essa declividade é um valor típico para rios de grande porte como o rio São Francisco.

- **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 5.1.

Tabela 5.1 – Valores de coeficiente de rugosidade de Manning

Tipo de Canal e descrição	Valor do coeficiente ($m^{-1/3}s$)		
	Mínimo	Normal	Máximo
Pastagens, sem arbustos e com grama alta	0.030	0.035	0.050
Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050
Arbustos pequenos e arvores no inverno	0.035	0.050	0.060

Fonte: PSB, Volume 5, 2019d

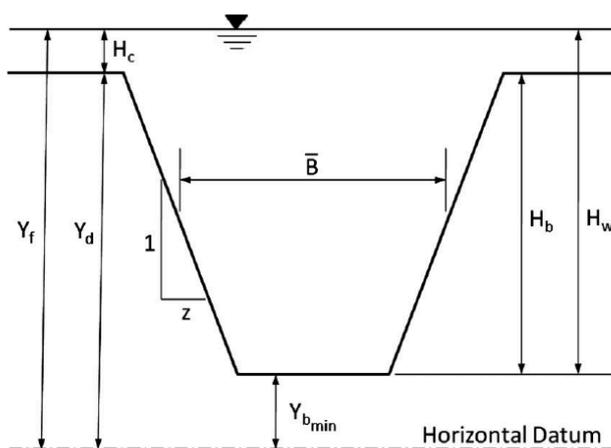
A região a jusante da Barragem Mirorós é predominantemente ocupada por plantações e vegetações nativas. Portanto, o coeficiente de rugosidade de Manning único adotado para o

rio Verde para os estudos de ruptura hipotética é igual a $0,035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$, estando este valor próximo ao limite inferior sugerido na bibliografia.

5.1.2. MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA BRECHA DE RUPTURA

O modelo de desenvolvimento de brecha utilizado neste estudo foi o de Froehlich (2008). Os principais parâmetros utilizados neste modelo para a caracterização da brecha de ruptura são apresentados na Figura 5.2.

Figura 5.2 – Parâmetros para Definição da Brecha



Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

As características da brecha foram determinadas conforme indicado a seguir:

$$\bar{B} = 0,27 K_0 V_W^{0,32} H_b^{0,04} \quad \text{Equação 5-1}$$

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

$$B_b = \bar{B} - z H_b \quad \text{Equação 5-3}$$

Onde,

- \bar{B} : Largura média da brecha final (m);
- K_0 : Coeficiente do modo da ruptura ($K_0 = 1,3$ para galgamento ou $K_0 = 1,0$ para erosão interna - piping);
- V_W : Volume do reservatório acima da cota final do fundo da brecha (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 piping);
- Z_b : Elevação do fundo da brecha (m).

Dadas as equações apresentadas, na sequência são apresentadas as características da brecha de ruptura determinadas para a barragem Mirorós (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Descrição das brechas simuladas

<i>Cenário</i>	<i>Tipo de ruptura</i>	Z_{crista} (m)	NA (m)	Z_b (m)	H_b (m)	V_w (hm^3)	K_0 (-)	z (H:V)	T (h)	\bar{B} (m)	B_b (m)
5	Mais Provável	535	532,0 0	495,0 0	36,50	159,7 3	1,0	0,7	1,77	132,0	104
6	Extrema	535	535,1 5	498,5 0	40,00	182,1 6	1,3	1,0	2,07	178,3	142

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

5.1.3. CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

O “Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens” recomenda que se deve optar por simular o menor número possível de cenários. Assim, 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. O cenário de operação hidráulica extrema não será avaliado neste estudo.

Além desses cenários, considerando a existência da barragem, foram realizadas simulações considerando apenas o pico das cheias afluentes (denominadas cheias naturais no presente estudo), ou seja, sem considerar o efeito de amortecimento ao longo do reservatório. Estes três 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 5.3, serão os cenários a serem simulados.

Tabela 5.3 – Descrição dos cenários simulados

<i>Cenário</i>	<i>Descrição do cenário</i>	<i>Vazão afluyente</i>
1	<i>Cheias naturais – Sem considerar a existência da barragem</i>	<i>TR = 100 anos</i>
2		<i>TR = 1.000 anos</i>
3		<i>TR = 10.000 anos</i>
4	<i>Operação hidráulica extrema Vertimento máximo (nível de água na El. 552,25 m)</i>	<i>Vertimento Máximo</i>
5	<i>Ruptura com volume mais provável</i>	<i>TR = 100 anos</i>
6	<i>Ruptura extrema</i>	<i>Vertimento Máximo</i>

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

- **CENÁRIO DE CHEIAS NATURAIS**

Foram simulados 3 cenários de cheias naturais, ou seja, sem considerar a existência da barragem. Os cenários de cheias naturais simulados foram as recorrências de 100, 1.000 e 10.000 anos. Nestes cenários considerou-se sempre o pico dos hidrogramas.

- **CENÁRIO DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA EXTREMA**

Não foi possível realizar o estudo deste cenário.

- **CENÁRIOS DE RUPTURA**

Para as simulações de ruptura da barragem, foram considerados dois cenários: um com ruptura por mecanismo estrutural (Piping) considerando o nível de água máximo normal,

correspondente ao cenário de ruptura mais provável, e outro de ruptura extrema, que considera a ocorrência de galgamento. Em ambos os cenários, é considerada uma estrutura no barramento que representa um descarregador de fundo. Esta estrutura é controlada e sua abertura é realizada de modo que não ocorra o amortecimento no reservatório.

Para estes cenários, foi considerada a passagem de seus respectivos hidrogramas, sendo que o modelo foi programado para que a ruptura ocorresse no pico destes hidrogramas. A partir da chegada do pico do hidrograma, programou-se a comporta para que esta se mantivesse totalmente aberta. A onda decorrente da ruptura se deu pela diferença entre hidrograma de ruptura e o hidrograma sem a ruptura da barragem.

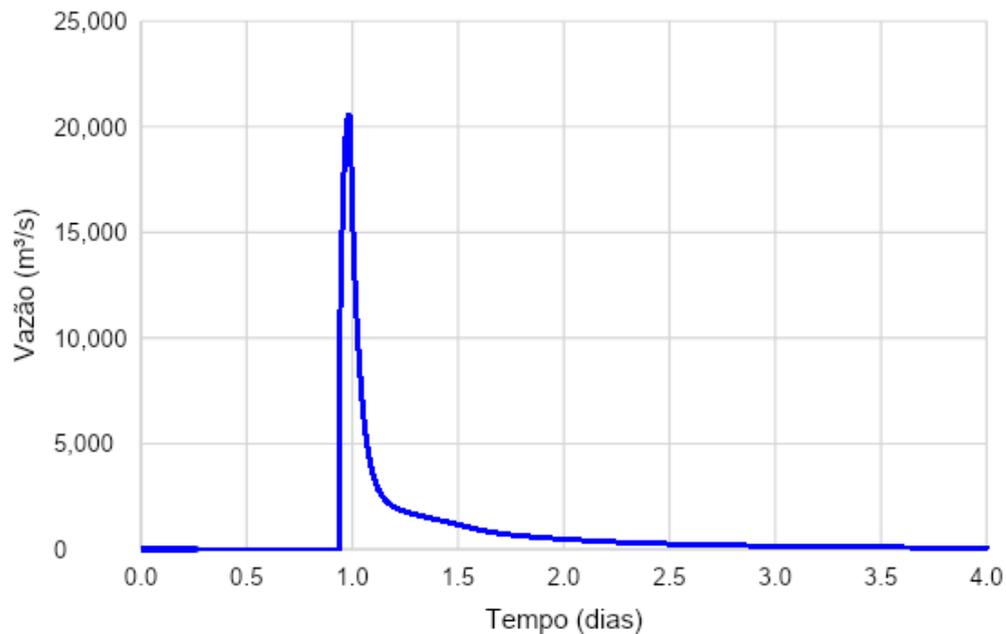
o Cenário de Ruptura Mais Provável

Para o cenário de ruptura mais provável, que pode ser considerado um cenário de ruptura em dia de sol – sem influência da precipitação, considerou-se a ruptura por mecanismo estrutural (Piping). Neste cenário, foram consideradas as seguintes premissas:

- Vazão afluente correspondente ao hidrograma de 100 anos de recorrência;
- Nível do reservatório no instante inicial correspondente ao nível máximo normal (El. 532,00 m);
- Características da brecha de ruptura conforme Froehlich (2008);
- Tempo para início da ruptura coincidente com a hora de pico do hidrograma: 22 horas;
- Coeficiente de piping: 0,5;
- Elevação inicial do piping: 497,50 m;

O hidrograma efluente pela brecha encontra-se indicado na Figura 5.3.

Figura 5.3 – Hidrograma da Brecha de Ruptura Mais Provável



Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

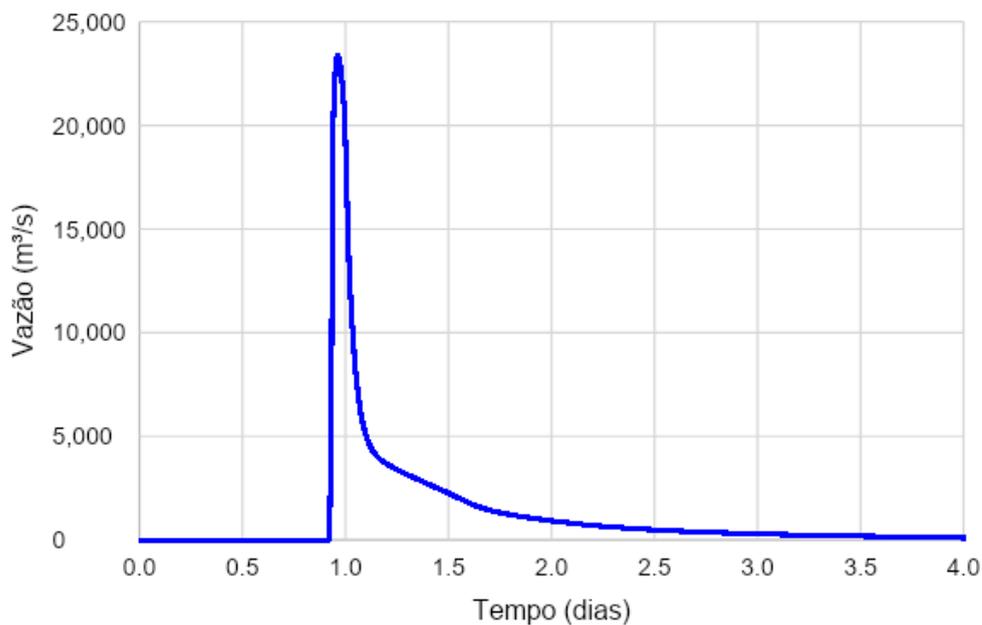
- o Cenário de Ruptura Extrema

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

- Vazão afluente correspondente à passagem do hidrograma com recorrência de 10.000 anos;
- Nível do reservatório no início da formação da brecha na elevação 535,15 m, ou seja, 15 cm acima da cota de coroamento da barragem conforme recomendação ANA (2016);
- Características da brecha de ruptura conforme Froehlich (2008).
- Tempo para início da ruptura coincidente com a hora de pico do hidrograma: 22 horas.

O hidrograma efluente pela brecha encontra-se indicado na Figura 5.4

Figura 5.4 – Hidrograma da Brecha de Ruptura Extrema



Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

- **CENÁRIOS DETALHADOS A SIMULAR**

Estão apresentados de maneira detalhada na Tabela 5.4 os cenários objeto deste estudo hidráulico.



Tabela 5.4 - Descrição detalhada dos cenários a serem simulados

<i>Cenário</i>	<i>Descrição do cenário</i>	<i>Critério</i>	<i>Vazão afluente (m³/s)</i>	<i>Largura média da brecha (m)</i>	<i>Tempo de formação da brecha</i>	<i>Nível de água no reservatório no início da simulação (m)</i>
1	Cheias Naturais	TR = 100 anos	2.103	não se aplica	não se aplica	não se aplica
2		TR = 1.000 anos	3.110			
3		TR = 10.000 anos	4.142			
4	Operação Hidráulica Extrema Vertimento máximo	Vertimento Máximo Efluente	Não simulado	não se aplica	não se aplica	não se aplica
5	Ruptura mais provável por mecanismo estrutural (piping)	Hidrograma TR 100 anos	2.103	104 m Froehlich (2008)	1,77 horas Froehlich (2008)	532,00
6	Ruptura extrema por galgamento	Hidrograma TR 10.000 anos	4.142	142 m Froehlich (2008)	2,07 horas Froehlich (2008)	535,15

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

5.1.4. RESULTADOS DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO

Para a apresentação dos resultados do estudo de inundação foram elaborados mapas de inundação. Esses mapas são apresentados no Anexo 9.

Complementarmente, foram traçadas seções transversais no rio Verde, 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 5.5 e na Tabela 5.6 e apresentadas detalhadamente no Anexo 9. A posição das seções está indicada de maneira esquemática na Figura 5.5.

Tabela 5.5 – Características Hidráulicas – Cenário de Ruptura Mais Provável

<i>Seção</i>	<i>Tempo de chegada da frente de onda (h)</i>	<i>Tempo de chegada da frente de onda a partir da ruptura (h)</i>	<i>Tempo de chegada do pico da onda (h)</i>	<i>Tempo de chegada do pico da onda a partir da ruptura (h)</i>	<i>Velocidade Máxima (m/s)</i>	<i>Vazão Máxima (m³/s)</i>	<i>Nível Máximo (m)</i>	<i>Duração da onda (h)</i>
<i>Seção 1</i>	22:05	00:05	23:30	01:30	10.3	21,641	500.9	-*
<i>Seção 2</i>	22:10	00:10	23:35	01:35	11.9	21,634	491.8	06:25

Seção 3	22:15	00:15	23:40	01:40	4.9	21,610	485.1	05:40
Seção 4	22:20	00:20	23:45	01:45	4.2	21,560	482.9	05:35
Seção 5	22:25	00:25	23:45	01:45	4.1	21,498	481.2	05:40
Seção 6	22:30	00:30	23:50	01:50	3.4	21,397	480.1	05:45
Seção 7	22:35	00:35	23:55	01:55	4.6	21,229	477.5	06:10
Seção 8	22:45	00:45	24:05	02:05	5.5	20,927	474.7	06:40
Seção 9	23:00	01:00	24:40	02:40	2.5	17,219	473.1	09:50
Seção 10	23:10	01:10	24:45	02:45	6.5	13,949	471.9	10:10
Seção 11	23:45	01:45	25:15	03:15	4.2	13,435	462.1	09:50
Seção 12	24:15	02:15	25:50	03:50	3.8	12,904	450.5	10:30
Seção 13	24:50	02:50	26:10	04:10	6.5	12,733	432.1	10:05
Seção 14	25:20	03:20	27:55	05:55	2.9	10,856	426.6	16:00
Seção 15	26:00	04:00	30:25	08:25	4.1	7,444	422.4	19:20
Seção 16	26:40	04:40	31:40	09:40	4.4	6,186	420.5	20:20
Seção 17	29:15	07:15	35:10	13:10	2.3	4,929	416.1	22:20
Seção 18	31:10	09:10	37:40	15:40	3.4	4,304	412.4	25:00
Seção 19	32:50	10:50	42:20	20:20	2.4	3,495	409.2	25:25
Seção 20	34:20	12:20	44:50	22:50	1.8	3,279	406.7	26:40
Seção 21	36:50	14:50	49:45	27:45	1.9	2,841	404.0	28:35
Seção 22	38:35	16:35	50:55	28:55	2.0	2,720	402.6	28:10

*: O nível de água no fim da simulação para a respectiva seção não se iguala para o cenário sem a ruptura.

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

Tabela 5.6 – Características Hidráulicas – Cenário de Ruptura Extrema

<i>Seção</i>	<i>Tempo de chegada da frente de onda (h):</i>	<i>Tempo de chegada da frente de onda a partir da ruptura (h):</i>	<i>Tempo de chegada do pico da onda (h)</i>	<i>Tempo de chegada do pico da onda a partir da ruptura (h)</i>	<i>Velocidade Máxima (m/s):</i>	<i>Vazão Máxima (m³/s)</i>	<i>Nível Máximo (m):</i>	<i>Duração da onda (h):</i>
<i>Seção 1</i>	22:10	00:10	23:00	01:00	11.0	25,142	502.0	-*
<i>Seção 2</i>	22:10	00:10	23:05	01:05	12.8	25,137	492.5	05:45
<i>Seção 3</i>	22:15	00:15	23:10	01:10	5.2	25,092	485.6	05:00
<i>Seção 4</i>	22:20	00:20	23:15	01:15	4.5	25,020	483.4	04:55
<i>Seção 5</i>	22:20	00:20	23:20	01:20	4.6	24,912	481.8	05:05
<i>Seção 6</i>	22:25	00:25	23:25	01:25	3.7	24,766	480.7	05:30
<i>Seção 7</i>	22:30	00:30	23:35	01:35	5.0	24,573	478.2	05:45
<i>Seção 8</i>	22:40	00:40	24:10	02:10	5.8	24,204	475.6	06:55
<i>Seção 9</i>	22:50	00:50	24:30	02:30	2.5	20,378	474.3	08:35
<i>Seção 10</i>	22:55	00:55	24:35	02:35	7.0	18,315	473.0	08:30
<i>Seção 11</i>	23:20	01:20	25:00	03:00	4.7	17,815	463.2	08:50
<i>Seção 12</i>	23:50	01:50	25:25	03:25	4.1	17,287	451.7	09:15
<i>Seção 13</i>	24:10	02:10	25:45	03:45	7.2	17,110	433.1	09:00
<i>Seção 14</i>	24:40	02:40	27:05	05:05	2.8	14,419	427.9	14:25
<i>Seção 15</i>	25:20	03:20	29:10	07:10	4.0	11,035	424.1	17:25
<i>Seção 16</i>	25:50	03:50	30:05	08:05	4.4	9,465	422.2	18:50
<i>Seção 17</i>	27:00	05:00	32:40	10:40	2.4	8,032	417.5	21:45
<i>Seção 18</i>	29:00	07:00	34:40	12:40	4.0	7,151	414.1	23:10
<i>Seção 19</i>	30:40	08:40	39:15	17:15	2.5	5,607	411.0	25:20
<i>Seção 20</i>	32:10	10:10	41:20	19:20	2.3	5,239	408.0	25:10
<i>Seção 21</i>	34:30	12:30	46:30	24:30	2.1	4,596	405.4	27:20

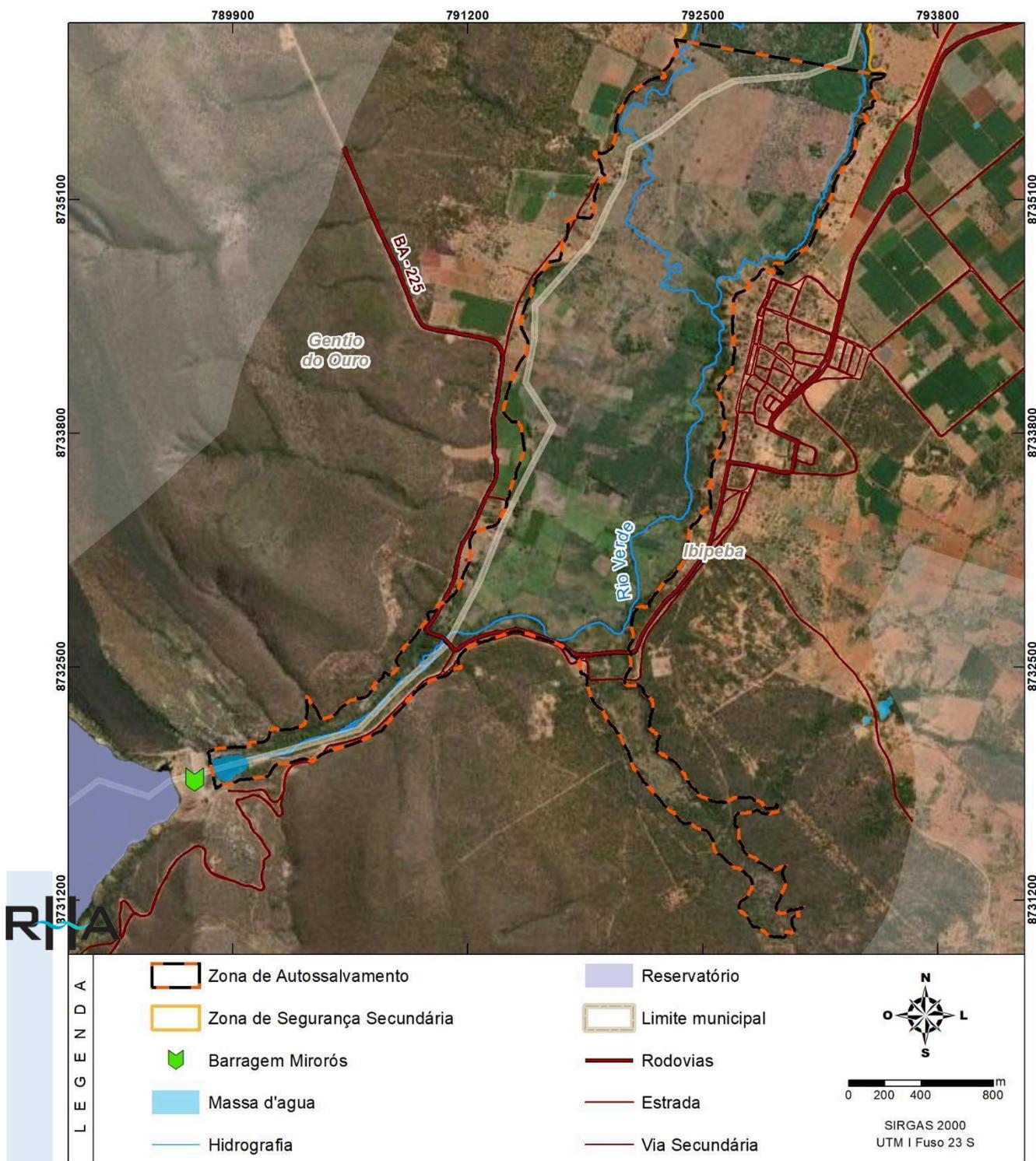
Seção 22	36:05	14:05	47:25	25:25	2.4	4,440	404.2	27:10
----------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------	-------

*: O nível de água no fim da simulação para a respectiva seção não se iguala para o cenário sem a ruptura.

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)

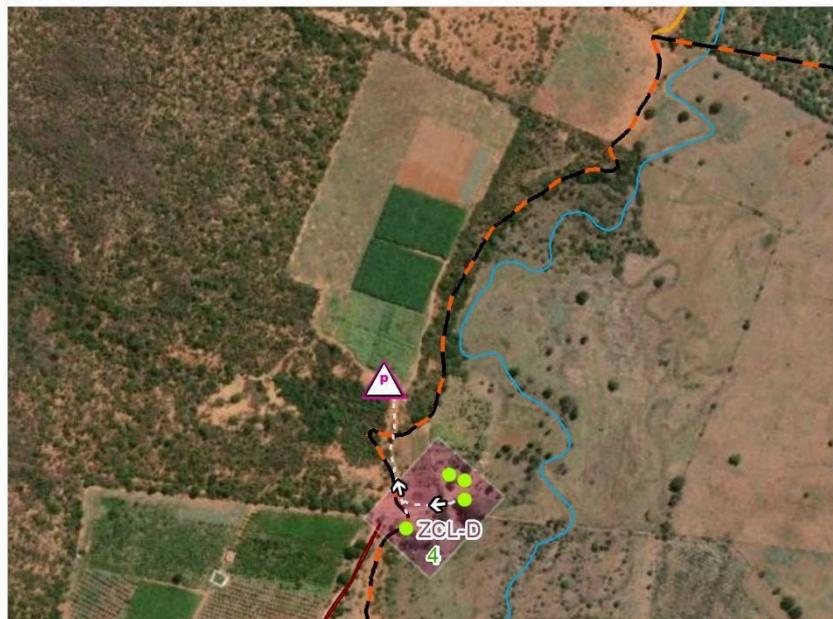


Fonte: RHA Engenharia, 2021.

5.3. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO

Os critérios adotados para delimitação das Rotas de Fuga (RF) e Pontos de Encontro (PE) das Zonas de Concentração Local (ZCL) estão inseridos no Anexo 6. A Figura 5.7 exemplifica a representação adotada no Mapa da ZAS (Anexo 9), enquanto que a Tabela 5.7 relaciona as ZCLs com seus respectivos PEs.

Figura 5.7 – Exemplo de representação utilizado no Mapa da ZAS



-  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 de Zona de Autossalvamento, RHA (2021).

Tabela 5.7 – Resumo das ZCLs e PEs adotadas no Mapa da ZAS

Cód. ZCL	Nº Edif. ZCL	Cód. PE
ZCL-A	2	PE-A
ZCL-B	5	PE-BC

ZCL-C	2	PE-BC
ZCL-D	4	PE-D

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

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

5.4.1. MAPEAMENTO DE DANOS NA MANCHA DE INUNDAÇÃO

Com o objetivo de mitigar os estragos humanos e da infraestrutura em um cenário de desastre, a partir de dados cartografados foram identificados e quantificados os danos no vale de jusante afetado pelo possível rompimento da Barragem Mirorós, 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 5.8, 5.9, 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 6.

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

A metodologia adotada para a determinação da população atingida envolveu a análise

espacial da interseção entre as manchas de inundação e os setores censitários delimitados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os quais foram atribuídos com os valores de população residente extraídos do Censo 2010 (IBGE, 2010).

As estimativas foram então atualizadas para o ano de 2019 por meio da taxa de crescimento populacional estimada pelo IBGE para cada município atingido, disponível no portal Brasil em Síntese/ IBGE Cidades (Tabela 5.8).

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 5.8 – Estimativa da População

UF	Município	População 2010	População 2019	Taxa de crescimento calculada	
				Diferença	Taxa (%)
BA	Gentio Do Ouro	10622	11233	611	5,752
	Ibipeba	17008	18211	1203	7,073
	Itaguaçu da Bahia	13209	14429	1220	9,236

Fonte: IBGE, 2019.

Tabela 5.9 – Estimativa da População e das Edificações Atingidas pela Mancha de Inundação do Cenário Mais Crítico

UF	Município	Descrição	População Atingida		
			Urbano	Rural	Total
BA	Gentio do Ouro	População atingida (habitantes)	-	72	72
		Edificações Atingidas (unidades)	-	22	22
	Ibipeba	População atingida (habitantes)	-	95	95
		Edificações Atingidas (unidades)	-	27	27
	Itaguaçu da Bahia	População atingida (habitantes)	-	5529	5529
		Edificações atingidas (unidades)	-	1362	1362
População total atingida (hab.)			5696		
Edificações total atingidas (unid.)			1411		

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 5.10 – Levantamento dos Danos na Zona de Segurança Secundária

Tema	Descrição	Quantificação	%
------	-----------	---------------	---

Dados Gerais	Área do município de Gentio do Ouro na ZSS	11,72	0,31
	Área do município de Ibipêba na ZSS	11,72	0,84
	Área do município de Itaguaçu da Bahia na ZSS	133,40	3,14
	Área total atingida (km²)	156,84	
População e edificações	População atingida (habitantes)	5.660	
	Cemitérios (unidade)	3	
	Edificações - Domicílios (unidade)	1.400	
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	9	
	Edificações - Comércio (unidade)	0	
	Estação de bombeamento - irrigação (unidade)	15	
	Quadra Esportiva (unidade)	2	
	Total de Edificações atingidas (unidades)	1.429	
Sistema Viário	Rodovias (quilômetros)	18	
	Estradas (quilômetros)	53	
	Vias primárias (quilômetros)	0	
	Vias secundárias (quilômetros)	76	
	Caminho e Trilha (quilômetros)	0	
	Ferrovias (Quilômetros)	0	
	Total (quilômetros)	147	
Saneamento e Energia	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	11	
	Linha de transmissão (Quilômetros)	0	
	Estação de tratamento de esgoto	0	

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 5.11 – Levantamento dos Danos na Zona de Autossalvamento

Tema	Descrição	Quantificação	%
-------------	------------------	----------------------	----------

Dados Gerais	Área do município de Gentio do Ouro na ZAS	0,71	0,02
	Área do município de Ibipeba na ZAS	3,93	0,28
	Área total atingida (km²)	4,64	
População e domicílios	População atingida (habitantes) - 2019	36	
	Cemitérios (unidade)	0	
	Edificações - Domicílios (unidade)	11	
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	0	
	Edificações - Indústria (unidade)	2	
	Edificações - Comércio (unidade)	0	
	Quadra Esportiva (unidade)	0	
	Total de Edificações atingidas (unidades)	13	
Sistema Viário	Rodovias (Quilômetros)	1	
	Estradas (Quilômetros)	0	
	Vias primárias (Quilômetros)	0	
	Vias Secundárias (Quilômetros)	2	
	Caminhos e trilhas (Quilômetros)	0	
	Ferrovias (Quilômetros)	0	
	Total (Quilômetros)	3	
Saneamento e energia	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	1	
	Linha de transmissão (Quilômetros)	0	
	Estação de tratamento de esgoto	0	

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 5.12 – Levantamento dos Danos na Mancha Máxima

Tema	Descrição	Quantificação	%
Dados Gerais	Área do município de Gentio do Ouro na mancha	12,43	0,33

	<i>Área do município de Ibipoba na mancha</i>	15,65	1,13
	<i>Área do município de Itaguaçu da Bahia na mancha</i>	133,40	3,14
	<i>Área total atingida (km²)</i>	161,48	
<i>População e edificações</i>	<i>População atingida (habitantes)</i>	5.696	
	<i>Cemitérios (unidade)</i>	3	
	<i>Edificações - Domicílios (unidade)</i>	1.411	
	<i>Edificações - Equipamento Social (unidade)</i>	9	
	<i>Edificações - Indústria (unidade)</i>	2	
	<i>Edificações - Comércio (unidade)</i>	15	
	<i>Quadra Esportiva (unidade)</i>	2	
		<i>Total de Edificações atingidas (unidades)</i>	1.442
<i>Sistema Viário</i>	<i>Rodovias (quilômetros)</i>	19	
	<i>Estradas (quilômetros)</i>	53	
	<i>Vias primárias (quilômetros)</i>	0	
	<i>Vias secundárias (quilômetros)</i>	78	
	<i>Caminho e Trilha (quilômetros)</i>	0	
	<i>Ferrovias (Quilômetros)</i>	0	
		<i>Total (quilômetros)</i>	150
	<i>Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)</i>	12	
<i>Saneamento e energia</i>	<i>Linha de transmissão (Quilômetros)</i>	0	
	<i>Estação de tratamento de esgoto</i>	0	

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

5.4.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS

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

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

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

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

populações nas sociedades contemporâneas.

Casa subíndice é composto pelos indicadores apresentados na Tabela 5.13.

Tabela 5.13 – 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
	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.

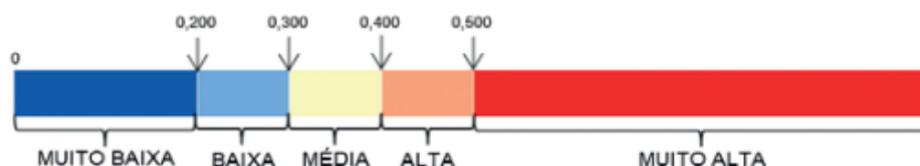
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade
	Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal
	Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (2010) e dependentes de idosos
	Taxa de atividade das pessoas 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



Fonte: IPEA, 2015.

A Tabela 5.14 apresenta os IVS para os municípios inseridos na ZAS.

Tabela 5.14 – IVS para os municípios inseridos na ZAS

<i>Município</i>	<i>IVS</i>	<i>Escala</i>
<i>Gentio do Ouro</i>	<i>0,615</i>	<i>Muita Alta</i>
<i>Ibipeba</i>	<i>0,623</i>	<i>Muita Alta</i>

Fonte: IPEA, 2015.

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

REFERÊNCIAS

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

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

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

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 Mirorós.



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





ANEXO 1 – PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

A avaliação da credibilidade do PAE, na ausência de situações reais de crise, é conseguida através de um sistema de avaliação, constituído por ordem ascendente de complexidade: i) teste dos sistemas de notificação e de alerta; ii) exercício de nível interno (“tabletop exercise”) e iii) exercício de simulação. Os dois primeiros níveis estão inclusos no treinamento interno, de competência da Codevasf, e o último nível corresponde ao treinamento externo, de competência do empreendedor e dos órgãos locais de proteção e defesa civil, de acordo com a Lei nº 14.066/2020.

A1.1 RESUMO DO PLANO DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO DO PAE

Tipo	Informações
Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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;

	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	<ul style="list-style-type: none"> • 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

A1.3 TREINAMENTO INTERNO

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

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

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

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

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

Por meio desses exercícios é possível:

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

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

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

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

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

A vantagem deste tipo de exercício traduz-se no investimento que não é

significativo em termos de tempo, custo e recursos. Ele oferece um método eficaz de revisão dos planos, procedimentos de execução e políticas e serve como um instrumento de formação para o pessoal-chave com responsabilidades numa eventual emergência. Um exercício deste tipo serve também para familiarizar os técnicos do Empreendedor com outros técnicos e agentes de defesa civil.

A1.4 EXERCÍCIOS DE SIMULAÇÃO

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

Deverá haver a participação de todas as entidades listadas no plano de emergência (pessoal e meios referentes ao Empreendedor, Entidade Fiscalizadora, Agentes de Defesa Civil e da população e seus representantes). Para auxiliar quanto ao realismo, este tipo de exercício requer a mobilização efetiva de meios e recursos através de:

- Ações e decisões no terreno;
- Evacuação de pessoas e bens;
- Emprego de meios de comunicação;
- Mobilização de equipamento;
- Colocação real de pessoal e recursos.

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

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

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

A1.5 DIVULGAÇÃO

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

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

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

Na preparação das ações de sensibilização e de educação e treino da população, há que se atentar para o nível cultural e educacional dos indivíduos em risco. Por exemplo, no caso de estes terem um nível de escolaridade muito baixo, deve-se limitar o uso da

comunicação escrita, investindo-se no suporte visual e audiovisual e no contato direto com a população. Os cidadãos que residem na área de risco devem ser esclarecidos sobre algumas práticas de mitigação do risco que podem ser implementadas, de forma simples, nomeadamente, as seguintes:

- Ser pré-informado sobre a entidade que lhe transmite a notícia da iminência de emergência, bem como a ordem de estado de prontidão;
- Conhecer o significado dos diversos alertas; no caso de sirenes fixas, deve ser divulgado, por exemplo, o significado do sinal de alerta para ficar em estado de prontidão (preparar-se para uma eventual evacuação e de alerta para proceder à evacuação);
- Conhecer o plano de evacuação e, nomeadamente:
 - Deve estar informado sobre a entidade que lhe transmite a notícia da iminência de emergência, bem como a ordem de evacuação;
 - Deve conhecer os limites do perímetro de inundação;
 - Deve conhecer o local de refúgio (e certificar-se de que todos os elementos próximos também o conhecem), no caso de habitar na ZAS, onde se preconiza o autossalvamento;
 - Deve conhecer os acessos ao local de refúgio.
 - Deve ser pré-esclarecido no sentido de agir de acordo com as informações sobre o evoluir da situação, nomeadamente, sobre o momento em que é permitido aos desalojados regressar às áreas afetadas após o período crítico do desastre e sobre o modo de implementar as necessárias medidas para a recuperação.

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

ANEXO 2 – MEIOS E RECURSOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A Codevasf se compromete a fazer o levantamento de meios e recursos em situação de emergência para a barragem Mirorós, 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			

	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 _____

RHA



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

(nome e assinatura)

(cargo e RG)

FIM DE MENSAGEM.



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.



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 adotadas:



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

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

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

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

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

Fim da Mensagem.

ANEXO 4 – COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS

O quadro abaixo traz a quantificação das edificações atingidas na Zona de Autossalvamento em caso de ruptura da estrutura da barragem Mirorós. Destacando o agrupamento das residências nas zonas de concentração local (ZCL) e seus respectivos pontos de encontro, fora da região atingida pela água. O sistema de referência das coordenadas está em SIRGAS 2000 **zona 23 Sul**. Para cada edificação, têm-se, também, o risco hidrodinâmico, que consiste no grau de perigo e o tempo de chegada da onda.

Cód. Edificação	Cód. ZCL	Nº de edif. na ZCL	Cód. PE	Tipo	Coord (x)	Coord (y)	Cenário Ruptura Extrema		Localização
							Risco hidrodinâmico (m ² /s)	Tempo chegada onda (h)	
1	A		PE-A	Industria	791835	8732480	0,296479	0,916667	ZAS
2	A	2	PE-A	Industria	791836	8732510	0,509939	0,833333	ZAS
3	B		PE-BC	Residência	791327	8733260	1,64354	1	ZAS
4	B		PE-BC	Residência	791415	8733290	11,2129	0,416667	ZAS
5	B	5	PE-BC	Residência	791384	8733330	0,169149	-	ZAS
6	B		PE-BC	Residência	791437	8733360	4,3996	0,583333	ZAS
7	B		PE-BC	Residência	791439	8733380	5,28885	0,666667	ZAS

8	C		PE-BC	Residência	791538	873375 0	9,20623	0,5	ZAS
9	C	2	PE-BC	Residência	791545	873377 0	13,0503	0,416667	ZAS
10	D		PE-D	Residência	791958	873521 0	3,63601	0,75	ZAS
11	D	4	PE-D	Residência	792051	873526 0	19,4426	-	ZAS
12	D		PE-D	Residência	792027	873530 0	13,2345	0,583333	ZAS
13	D		PE-D	Residência	792051	873529 0	17,1752	0,333333	ZAS

ANEXO 5 – PERSONOGRAMA

A5.1 – 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:	gabinete@codevasf.gov.br
Setor Central:	AD/GEP – Gerência de Estudos e Projetos		
Resp. Técnico:	Danielson Vieira de Araújo		
Cargo:	Gerente de Estudos e Projetos		
Formação:	Eng. Eletricista		
Telefone:	(61) 2028-4389	E-mail:	ad.gep@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		

Cargo:	Superintendente		
Telefone:	(077) 3481-8000	E-mail:	2sr-sr@codevasf.gov.br protocolo.2sr@codevasf.gov.br

Resp. Regional:	2ºGRD – Gerência Regional de Infraestrutura		
Cargo:	Gerente		
Resp. Técnico:	Renato do Rosário Bittencourt Lopes		
Formação:	Eng. Civil, MSc		
Telefone:	(077) 3481-8021	E-mail:	protocolo.2sr@codevasf.gov.br

Setor Regional:	2ºGRD/UEP – Unidade Regional de Estudos e Projetos		
Resp. Técnico:	Sergio Roberto Alves Farias		
Cargo:	Analista de desenvolvimento regional		
Formação:	Eng. Civil, MSc		
Telefone:	(077) 3481-8056	E-mail:	protocolo.2sr@codevasf.gov.br

Setor Regional:	2ºEIR – Unidade Regional de Meio Ambiente		
Resp. Técnico:	Isaias Neri Santana		
Cargo:	Auxiliar Operacional em Desenvolvimento Regional		
Telefone:	(74) 3686-8107	E-mail:	protocolo.2sr@codevasf.gov.br

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

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

Danielson Vieira de Araújo (DVA). Eng. Eletricista. CREA 4128/D-PB.

Codevasf: Elaboração Técnica

Flávio Damasceno Aragão (FDA). Eng. Agrônomo, CREA 15248/D-DF.

RHA. Representante Legal

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

RHA. Responsável Técnico

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

RHA. EQUIPE DE CHAVE: Elaboração Técnica

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.

Isabella Maria Martins de Souza (IMMS). Eng. Civil.

João Carlos Franco Contin (JCFC). Eng. Civil.

João Vicente Zancan Godoy (JVZG). Eng. Hídrico.

Karine Krunn (KK). B.Sc. Geógrafa.



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

RHA

ANEXO 6 – REGISTROS

A6.1 - REGISTRO DE CÓPIAS DISTRIBUIDAS

Nº	Data	Órgão/Setor	Protocolo
1		AD/GEP/USB	
2		Biblioteca Central	
3		2ª/SR	
4		2ª/EIR	
5		Gentio do Ouro - BA	
6		Ibipeba - BA	
7		Itaguaçu da Bahia -BA	

A6.2 - Acesso a documentação digital

Versão final no servidor interno da Codevasf: <\\drive\AD.Barragens\PSB\2SR\1.2.1.Miroros>

Servidor Externo: Não há.

A6.3 - REGISTROS DE REVISÕES

Projeto:	Plano de Segurança das Barragens da Codevasf	Brasília, 05/11/2021
Título:	Volume 1 – Plano de Ação de Emergência	
Código: 1912-MI-00-RT-005	Revisão. RHA:	Oi

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



Elaborado r	Verificado r	Superviso r	Emissão Inicial	Gerente do Projeto	Resp. Técnico
RHA	PBS	LMC	NOV/21	João Carlos Franco Contin	Laertes Munhoz da Cunha CREA 5124/D-PR
ART N°					



A6.4 - CONTROLE DE PÁGINAS REVISADAS

Volume 4: Plano de Ação de Emergência da Barragem Mirorós

FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
Capa							21							45							69						
i							22							46							70						
ii							23							47							71						
iii							24							48							72						
1							25							49							73						
2							26							50							74						
3							27							51							75						
4							28							52							76						
5							29							53							77						
6							30							54							78						
7							31							55							79						
8							32							56							80						
9							33							57							81						
10							34							58							n/e						
11							35							59							n/e						
12							36							60							n/e						
13							37							61							n/e						
14							38							62							n/e						
15							39							63							n/e						
16							40							64							n/e						
17							41							65							n/e						
18							42							66							n/e						
19							43							67							n/e						
20							44							68							n/e						

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

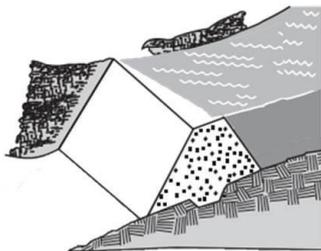
Anexo 1						Anexo 2						Anexo 3						Anexo 4									
FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
a							a							a							a						
b							n/e							b							b						
c							n/e							c							n/e						



ANEXO 7 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3**A7.1 RUPTURA IMINENTE¹**

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 01	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR- 3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Nível do reservatório próximo ao da cota da crista da barragem. O galgamento da barragem é iminente com potencial evolução para o desenvolvimento de brecha.</i>			
CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	

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.



*Ocorrência de erosões no maciço ou ombreiras.
Instabilidade do talude.
Ruptura do talude de montante ou de jusante.*

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

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

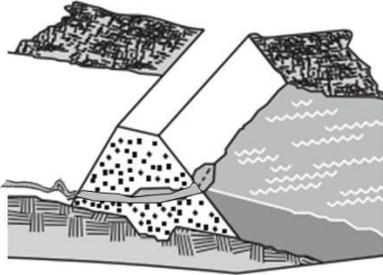
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

Inspeções visuais / Informações hidrometeorológicas.

FICHA DE EMERGÊNCIA

Nº 02



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

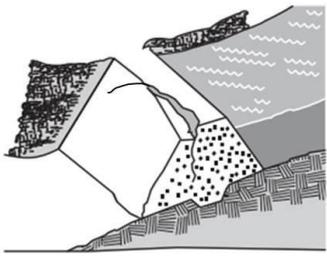
Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;

Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;

Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

Inspeções visuais.

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

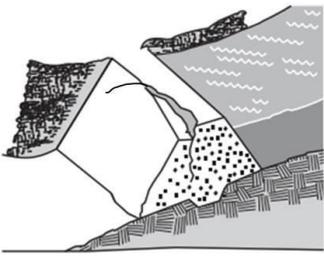


Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;
Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório;
Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento;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

MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

Inspeções visuais.

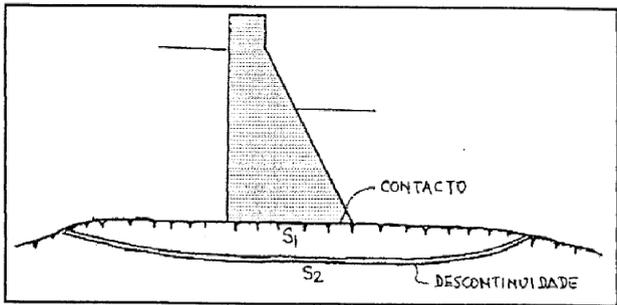


	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 04	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Instabilização localizada com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
		<i>Formação de superfície de ruptura localizada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

MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

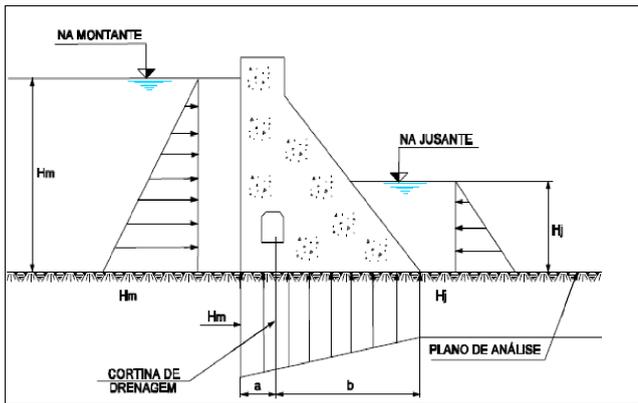
Inspeções visuais.

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

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

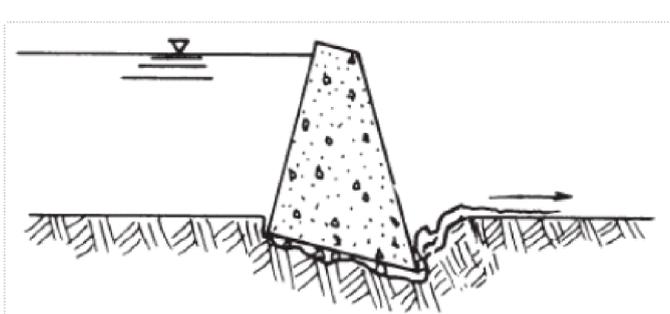
Inspeção / avaliação visual

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

*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

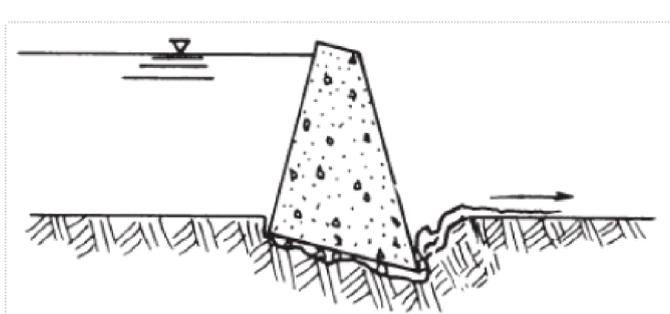
Inspeção / avaliação visual

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 07	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<p><i>Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o tombamento, levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i></p>			
ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
		<p><i>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.</i></p>	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO			



*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*

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

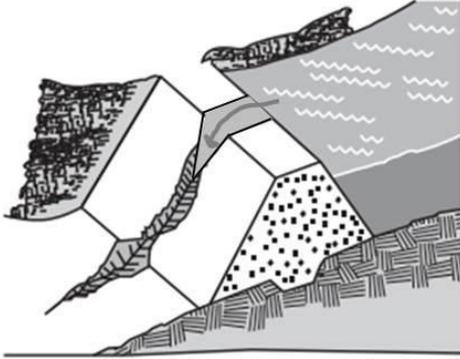
Estabelecer **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar **NR-3**;
 Continuação da realização das inspeções das estruturas, fundações e comportas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;
 Continuação da realização da auscultação da instrumentação 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 OCORREU²

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.

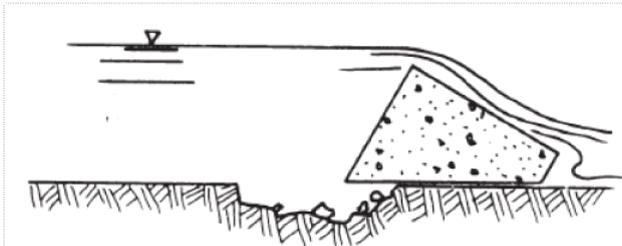
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 09	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Formação de brecha de ruptura. A ruptura está ocorrendo ou já ocorreu.</i>			
CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
		<p><i>Descarga descontrolada de água para jusante com formação de onda de cheia induzida pela ruptura da barragem.</i></p> <p><i>Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante.</i></p> <p><i>Danos ambientais.</i></p> <p><i>Prejuízos financeiros e à imagem da empresa.</i></p> <p><i>Problemas de ordem legal e jurídica.</i></p>	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO			

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

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

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 10	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<p>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.</p>			
CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	



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





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 **1:7.500**, 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





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 afluyente associada ao evento de rompimento e ao baixo tempo de resposta nesta situação, a ZAS é definida para o cenário mais crítico da inundação induzida pelo rompimento.

A8.2 – ZONA DE CONCENTRAÇÃO LOCAL (ZCL)

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

A ZCL engloba um conjunto de edificações próximas, cujo ponto de encontro é o

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

A8.3 – PONTOS DE ENCONTRO

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

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

Figura A8.1 – Exemplo de Identificação de um Ponto de Encontro



Fonte: ANDRADE, SÍLVIO DE (2019).

Para definir os pontos de encontro levou-se em consideração as seguintes características: (i) pontos bem identificáveis no terreno e de fácil acesso; (ii) evitar percursos muito longos, que obriguem pessoas a percorrerem grandes distâncias a pé³; (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 sido avaliados somente através de base cartográfica, sugere-se a validação em campo desses locais em conjunto com a Defesa Civil, para averiguar a acessibilidade, estrutura e capacidade de acolhimento do

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.



contingente de população prevista ao local.

A8.4 – ROTAS DE FUGA

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

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

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

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

A8.5 – EDIFICAÇÕES

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

A restituição do levantamento cartográfico, originalmente, representava as edificações



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

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

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

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

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

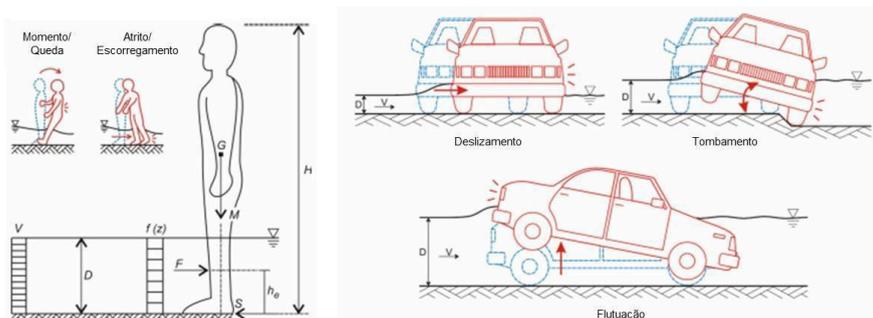
A8.5.1 – RISCO HIDRODINÂMICO



A segurança das pessoas, veículos e edificações durante os eventos de inundação pode ser comprometida quando estes estão expostos a escoamentos que causem escorregamento/deslizamento, queda/tombamento ou flutuação. Estes mecanismos, ilustrados na Figura A8.2, podem levar a uma perda total da estabilidade, resultando no arraste para jusante.

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

Figura A8.2 – Mecanismos de falha de estabilidade devido a inundações



Fonte: COPEL, 2019.

A Tabela A8.1 apresenta o critério para graduação do risco, estático e dinâmico, em função da profundidade e da velocidade (VISEU *et al.*, 1999).

Tabela A8.1 – Classificação do risco hidrodinâmico conforme sua magnitude

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

Fonte: (Viseu *et al.*, 1999).

A8.6 – PONTES DANIFICADAS

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

A8.7 – SISTEMA VIÁRIO E HIDROGRAFIA



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

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

Os dados do OpenStreetMap foram adquiridos em formato vetorial do tipo linha, através do portal do OpenStreetMap (OSM, 2020). Estes dados estão organizados em diferentes categorias de atributos, como por exemplo, as rodovias principais correspondem ao atributo “highway”, já as autos-estradas como “motorway”, as ligações de auto-estradas como “motorway_link”, rodovias importantes “trunk”, as ligações de rodovia primária como “primary_link”.

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

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

d'água representantes da drenagem.

A8.8 – BASE DE DADOS GEOGRÁFICA PARA A BARRAGEM MIRORÓS

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).

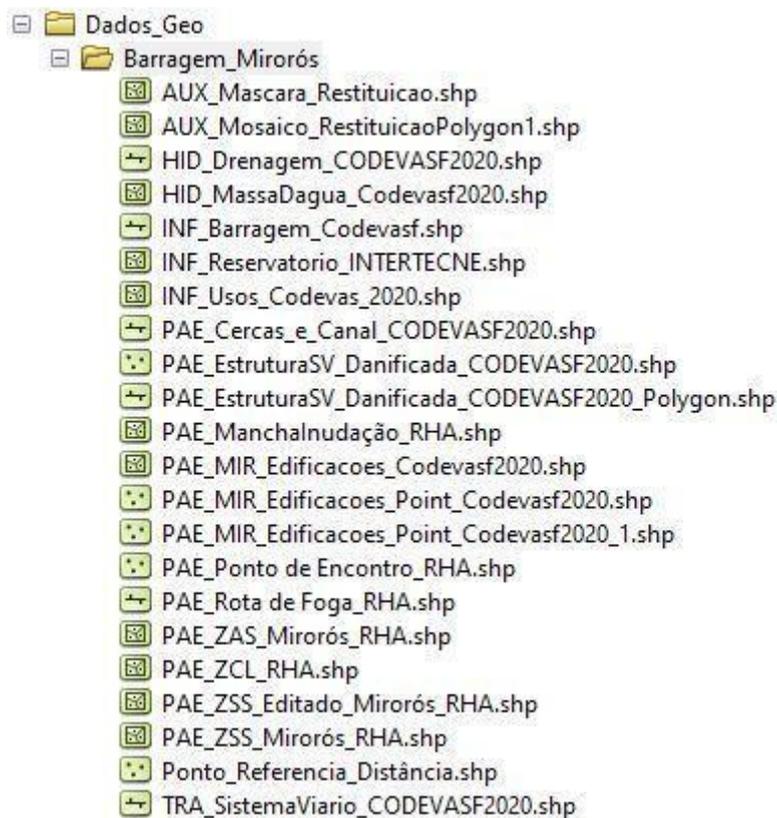
Todos os dados geográficos, procedentes de várias fontes, utilizados na composição do mapa de ZAS foram organizados em uma única base de dados espaciais. Estes dados foram armazenados em diferentes camadas temáticas, conhecidas como layers. Foi definido como padrão de formato vetorial da base de dados geográfica, o formato “shapefile”⁴.

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 Mirorós.

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

Figura A8.3: Exemplo da estrutura de pastas e nomenclatura adotada para nomear os arquivos

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.



Fonte: RHA, 2021.

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

com recorte menores, Sistemas de Coordenadas planas, UTM, Fuso 23.

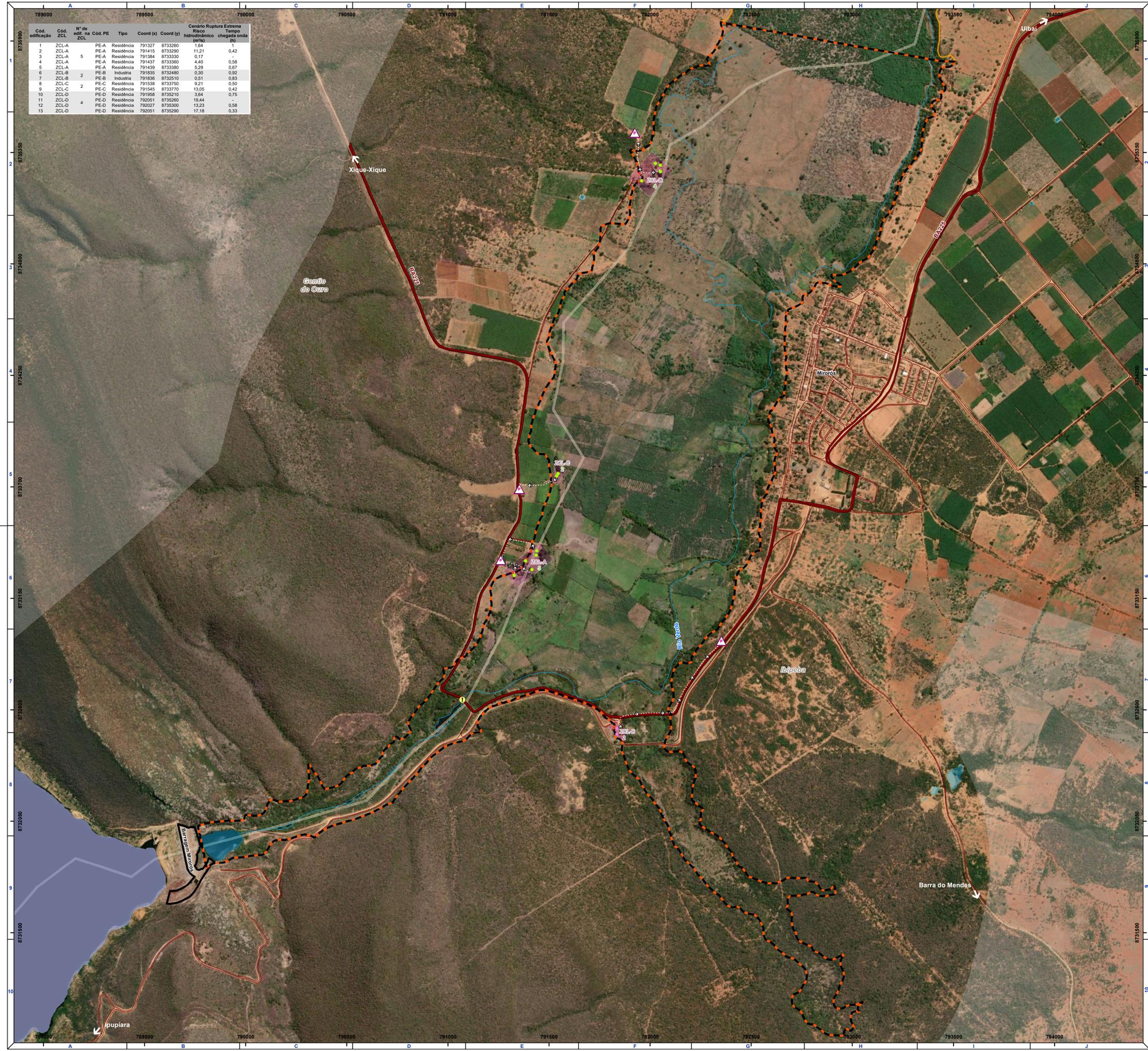
Estando todos os dados no mesmo formato de arquivo e com a mesma referência espacial (SIRGAS-2000) foi possível, através de um software SIG, visualizar todas as informações em uma única base.

ANEXO 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

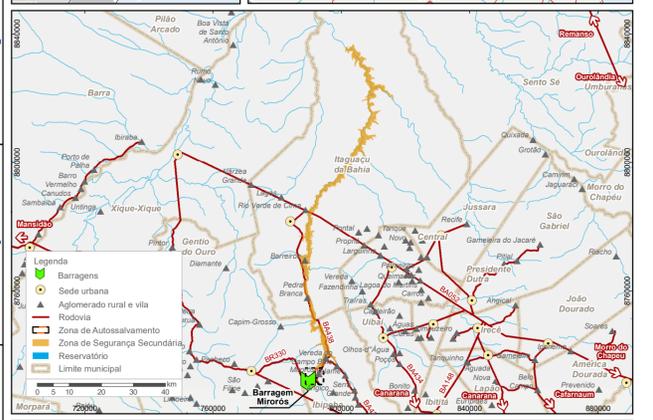
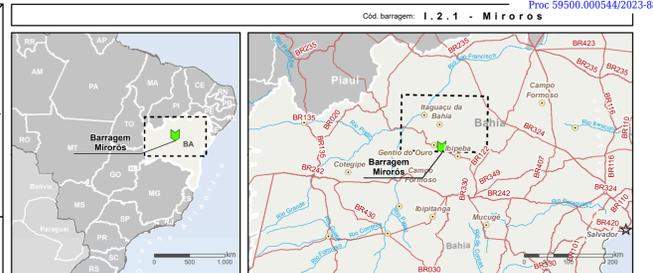
1. MAPA DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO
2. MAPA DA ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA
3. 1901-MI-0-GE-G00-00-C-13-DE-0001 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE INUNDAÇÃO – PLANTA – CHEIA NATURAL – TR = 100 ANOS;
4. 1901- MI -0-GE-G00-00-C-13-DE-0002 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE INUNDAÇÃO – PLANTA – CHEIA NATURAL – TR = 1.000 ANOS;
5. 1901- MI -0-GE-G00-00-C-13-DE-0003 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE INUNDAÇÃO – PLANTA – CHEIA NATURAL – TR = 10.000 ANOS.
6. 1901-MI-0-GE-G00-00-C-13-DE-0005 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE INUNDAÇÃO – PLANTA – RUPTURA MAIS PROVÁVEL;
7. 1901-MI-0-GE-G00-00-C-13-DE-0006 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE INUNDAÇÃO – PLANTA – RUPTURA EXTREMA.
8. 1901-MI-0-GE-G00-00-C-13-DE-0011 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE INUNDAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – CHEIA NATURAL – TR = 100 ANOS;
9. 1901- MI -0-GE-G00-00-C-13-DE-0012 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE INUNDAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – CHEIA NATURAL – TR = 1.000 ANOS;
10. 1901- MI -0-GE-G00-00-C-13-DE-0013 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE INUNDAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – CHEIA NATURAL – TR = 10.000 ANOS;
11. 1901- MI -0-GE-G00-00-C-13-DE-0015 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE INUNDAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – RUPTURA MAIS PROVÁVEL;

12.1901- MI -0-GE-G00-00-C-13-DE-0016 – BARRAGEM MIRORÓS – MAPA DE
INUNDAÇÃO - SEÇÕES TRANSVERSAIS – RUPTURA EXTREMA.

RHA



Cód. edificação	Cód. ZCL	Nº de edif. na ZCL	Cód. PE	Tipo	Coord (x)	Coord (y)	Cenário Ruptura Extrema	Risco	Tempo chegada onda (s)
1	ZCL-A	1	PE-A	Residência	791327	8733260	1,64	1	
2	ZCL-A	1	PE-A	Residência	791415	8733290	11,21	0,42	
3	ZCL-A	5	PE-A	Residência	791384	8733330	0,17	-	
4	ZCL-A	1	PE-A	Residência	791437	8733360	4,40	0,58	
5	ZCL-A	1	PE-A	Residência	791439	8733380	5,29	0,67	
6	ZCL-B	1	PE-B	Indústria	791835	8732460	0,30	0,92	
7	ZCL-B	2	PE-B	Indústria	791836	8732510	0,51	0,83	
8	ZCL-C	2	PE-C	Residência	791538	8733750	9,21	0,50	
9	ZCL-C	1	PE-C	Residência	791545	8733770	13,05	0,42	
10	ZCL-D	1	PE-D	Residência	791958	8735210	3,64	0,75	
11	ZCL-D	4	PE-D	Residência	792051	8735260	19,44	-	
12	ZCL-D	1	PE-D	Residência	792027	8735300	13,23	0,58	
13	ZCL-D	1	PE-D	Residência	792051	8735290	17,18	0,33	



LEGENDA

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

Zona de Autoressalvamento – 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 consideram-se não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente.

Zona de Segurança Secundária – ZSS: trecho constante do mapa de inundação não 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
- Indústria atingida
- Comércio atingido
- Cemitério
- Quadra esportiva
- Barragem
- Limite municipal
- Rodovias
- Estrada
- Via Secundária
- Hidrografia
- Reservatório
- Massa d'água
- Limite dos dados com restituição aerofotogramétrica

Levantamento dos danos		ZAS	ZSS	Total
Tema	Descrição	Quantificação	Quantificação	Quantificação
Área do município no recorte de estudo	Genio do Duro (BA)	0,71 km² 0,02%	11,72 km² 0,31%	12,43 km² 0,33%
	Ibipoba (BA)	3,93 km² 0,28%	11,72 km² 0,84%	15,65 km² 1,13%
	Itaguaçu da Bahia (BA)	-	133,40 km² 3,14%	133,40 km² 3,14%
	Área total atingida /km	4,64 km²	156,84 km²	161,48 km²
População atingida	População atingida	36 habitantes	5660 habitantes	5696 habitantes
Edificações - Domicílio	Edificações - Domicílio	11 unidades	1400 unidades	1411 unidades
Edificações - Equipamento social	Edificações - Equipamento social	-	9 unidades	9 unidades
Edificações - Indústria	Edificações - Indústria	2 unidades	-	2 unidades
Edificações - Comércio	Edificações - Comércio	-	15 unidades	15 unidades
Quadras esportivas	Quadras esportivas	-	2 unidades	2 unidades
Cemitérios	Cemitérios	-	3 unidades	3 unidades
Rodovias	Rodovias	1 km	18 km	19 km
Estradas	Estradas	-	53 km	53 km
Vias primárias	Vias primárias	-	-	-
Vias secundárias	Vias secundárias	2 km	76 km	78 km
Caminhos e trilhas	Caminhos e trilhas	-	-	-
Ferrovias	Ferrovias	-	-	-
	Total (quilômetros)	3 km	147 km	150 km
Pontes sujeitas a danos	Pontes sujeitas a danos	1 unidade	11 unidades	12 unidades
Energia e saneamento	Linha de transmissão	-	-	-
	Estação tratamento de esgoto	-	-	-

Fontes: ZAS, ZSS, ZCL, PE, rotas de fuga (RHA, 2021); Reservatório (SAI, 2021); Limites municipais (BGE, 2019); Sistema Viário (SAI 2020); Edificações e pontes (SAI, 2020; RHA, 2021); Cemitério, Quadras Esportivas, Praia de Pauso e Hidrografia (SAI, 2021); Imagens de satélite: (World Imagery Basemap - DigitalGlobe, 2017).

Esala numérica: 1:9.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator Fuso 23 S Meridiano Central 45° O Datum horizontal SIRGAS 2000

Nº	Descrição	Prep.	Aprov.	Data

RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA

Contratada: RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA

Contratante: Flávio Damasceno Aragão

Elaborador: Lourival Rocha

Gestor de Contrato: Flávio Damasceno Aragão

Verificador: Karine Kunn

Gerente: Emílio Santos

Supervisor: Patrícia Barcelos e Silva

Fiscal: Flávio Damasceno Aragão

Responsável Técnico: Laertes Munhoz da Cunha

Fiscal: Flávio Damasceno Aragão

CREA PR-5124/D

CODEVASF

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

BARRAGEM MIRORÓS

MAPA DE ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

CENÁRIO DE RUPTURA EXTREMA

TR = 10.000 ANOS

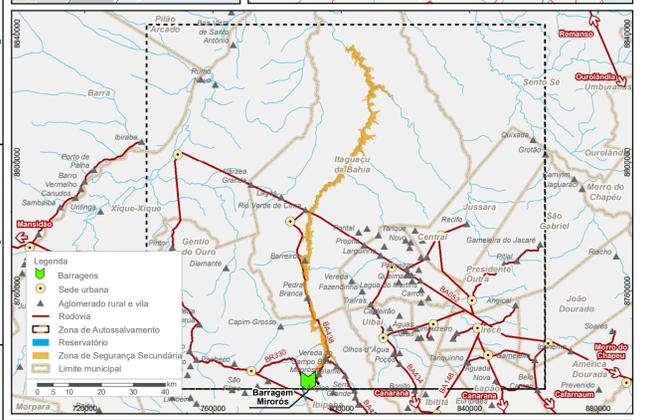
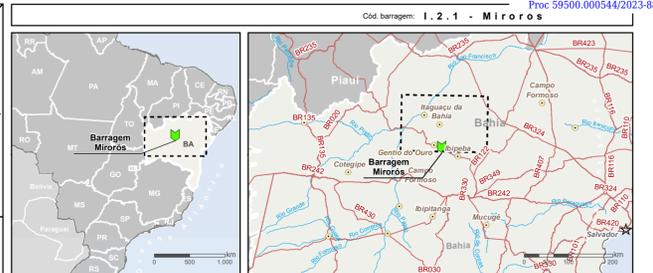
Mapa 1 de 1

Folha 1 de 1

Código Cliente: I.2.1.P.S.B.1.0.v00

Código RHA: MI-PSB-V-I-r00

Revisão: A



LEGENDA

- Zona de Autossalvamento
- Zona de Segurança Secundária
- Limite municipal
- Rodovia
- Estrada
- Área Edificada
- Barragem Mirorós
- Sede Municipal
- Aglomerado rural e Vila
- Aeroporto público
- Hidrografia
- Reservatório

Zona de Autossalvamento - ZAS: zona do vale a jusante da barragem que 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	Quantificação	Quantificação
Área do município no recorte de estudo	Genio do Duro (BA)	0,71 km² 0,02%	11,72 km² 0,31%	12,43 km² 0,33%
	Itapiba (BA)	3,93 km² 0,28%	11,72 km² 0,84%	15,65 km² 1,13%
Área total atingida (km²)	Itaguçu da Bahia (BA)	-	133,40 km² 3,14%	133,40 km² 3,14%
	Área total atingida (km)	4,64 km²	156,84 km²	161,48 km²
População e edificações	População atingida	36 habitantes	5660 habitantes	5696 habitantes
	Edificações - Domicílio	11 unidades	1400 unidades	1411 unidades
	Edificações - Equipamento social	-	9 unidades	9 unidades
	Edificações - Indústria	2 unidades	-	2 unidades
	Edificações - Comércio	-	15 unidades	15 unidades
	Quadras esportivas	-	2 unidades	2 unidades
	Cemitérios	-	3 unidades	3 unidades
Sistema viário	Rodovias	1 km	18 km	19 km
	Estradas	-	53 km	53 km
	Vias primárias	-	-	-
	Vias secundárias	2 km	76 km	78 km
	Caminhos e trilhas	-	-	-
Energia e saneamento	Ferrovias	-	-	-
	Total (quilômetros)	3 km	147 km	150 km
Pontes sujeitas a danos	Linha de transmissão	1 unidade	11 unidades	12 unidades
	Estação tratamento de esgoto	-	-	-

Fontes:
 ZAS, ZSS (RHA, 2021)
 Reservatório (BAI, 2021)
 Limites municipais, Área Edificada (BGE, 2019)
 Sistema Viário (BGE, 2015)
 Hidrografia (BGE, 2016)
 Imagens de satélite (World Imagery Basemap - DigitalGlobe, 2017)
 Escala numérica: 1:200.000
 Escala gráfica: 0 2.000 4.000 6.000 8.000 10.000 metros
 Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator
 Fuso 23 S
 Meridiano Central 45° O
 Datum horizontal SIRGAS 2000

Nº	Descrição	Prep.	Aprov.	Data

RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA

Contratada: **RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA**

Elaborador: Lourival Rocha
 Verificador: Karine Kunn
 Supervisor: Patrícia Barcelos e Silva
 Responsável: Laertes Munhoz da Cunha
 Técnico: CREA-PR-5124/D

Contratante:
 Gestor de Contrato: Flávio Damasceno Aragão
 Gerente: Danielson Vieira de Araújo
 Fiscal: Flávio Damasceno Aragão

CODEVASF

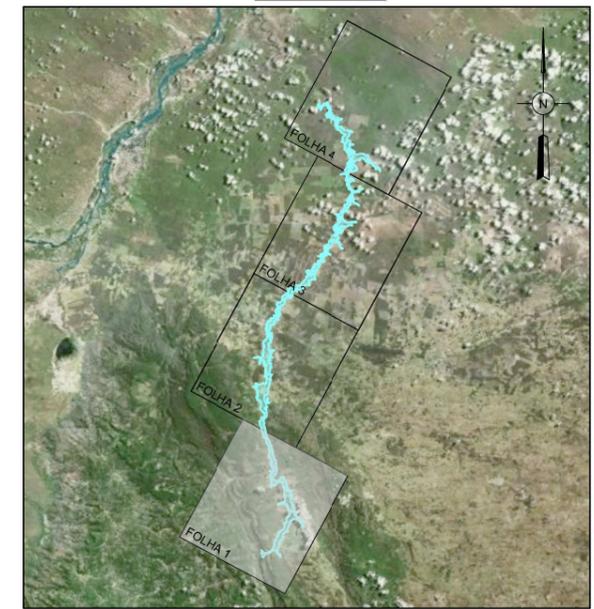
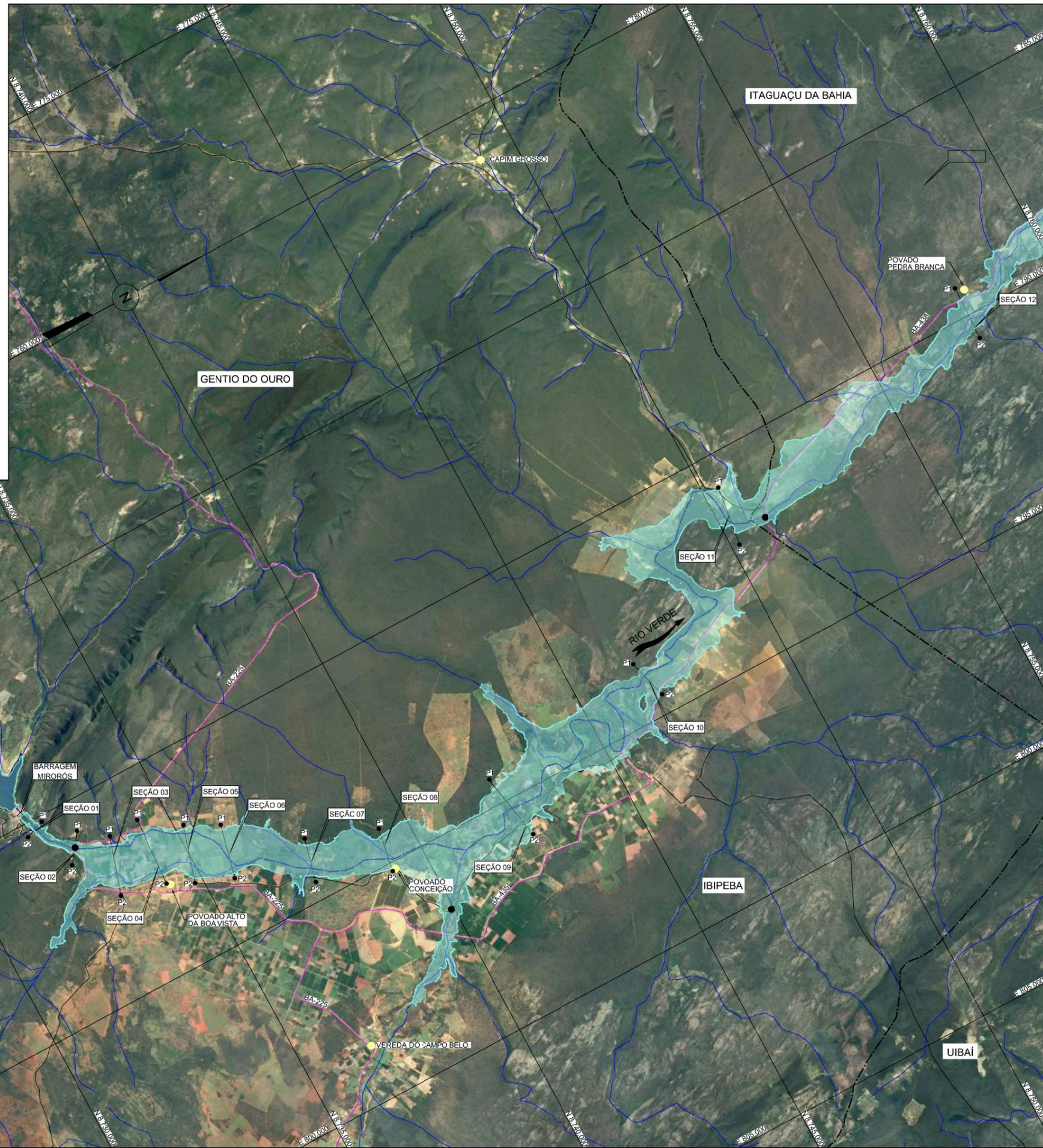
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

BARRAGEM MIRORÓS

MAPA DE ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)
 CENÁRIO DE RUPTURA EXTREMA
 TR = 10.000 ANOS

Mapa: 2 | Folha: 1 de 1 | Código Cliente: I.2.1.PSB.1.0.v00 | Código RHA: MI-PSB-V-1-r00 | Revisão: A

TABELA DE COORDENADAS			
SEÇÕES	PONTOS	COORDENADAS	
		N	E
SEÇÃO 1	P1	8.732.244	790.142
	P2	8.731.777	790.314
SEÇÃO 2	P1	8.732.884	790.737
	P2	8.732.390	791.405
SEÇÃO 3	P1	8.733.525	791.223
	P2	8.733.085	792.613
SEÇÃO 4	P1	8.734.293	791.195
	P2	8.734.195	792.882
SEÇÃO 5	P1	8.735.215	791.832
	P2	8.734.800	793.195
SEÇÃO 6	P1	8.736.014	792.256
	P2	8.735.704	793.547
SEÇÃO 7	P1	8.737.632	793.505
	P2	8.737.372	794.549
SEÇÃO 8	P1	8.739.313	794.141
	P2	8.739.123	795.193
SEÇÃO 9	P1	8.742.207	794.356
	P2	8.742.517	796.015
SEÇÃO 10	P1	8.746.580	793.560
	P2	8.746.845	794.522
SEÇÃO 11	P1	8.750.399	790.790
	P2	8.750.197	792.243
SEÇÃO 12	P1	8.757.686	789.272
	P2	8.757.650	790.609



- LEGENDA:**
- MANCHA DE INUNDAÇÃO
 - SEÇÕES TRANSVERSAIS
 - LIMITE MUNICIPAL - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
 - RODOVIA ESTADUAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO - DNIT (2020)
 - RODOVIA FEDERAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO - DNIT (2020)
 - ~ HIDROGRAFIA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
 - ÁREA EDIFICADA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
 - PONTES (IMAGENS GOOGLE EARTH)
 - AGLOMERADO RURAL - 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-MI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0015.

SISTEMA DE REFERÊNCIA:
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

SISTEMA DE PROJEÇÃO:
UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
FUSO 23S - BANDA K
MC 45° WGr.



nº	descrição	prep.	aprov.	data
REVISÃO				

Intertechne CONSULTORES S.A.

aprovador: _____ data: ABR/21
 elaborador: MPL / NNFD Camila de Goes Silva gerente de projeto
 verificador: EJAJ José F. P. Machado - CR1A PR 20532/D responsável técnico
 supervisor: CBGS

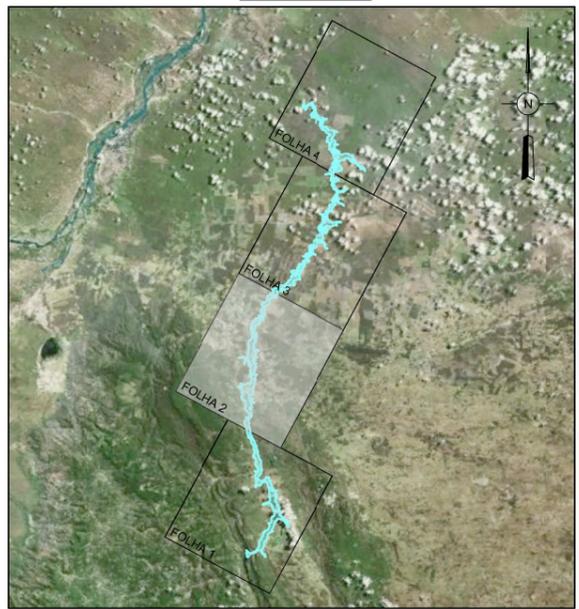
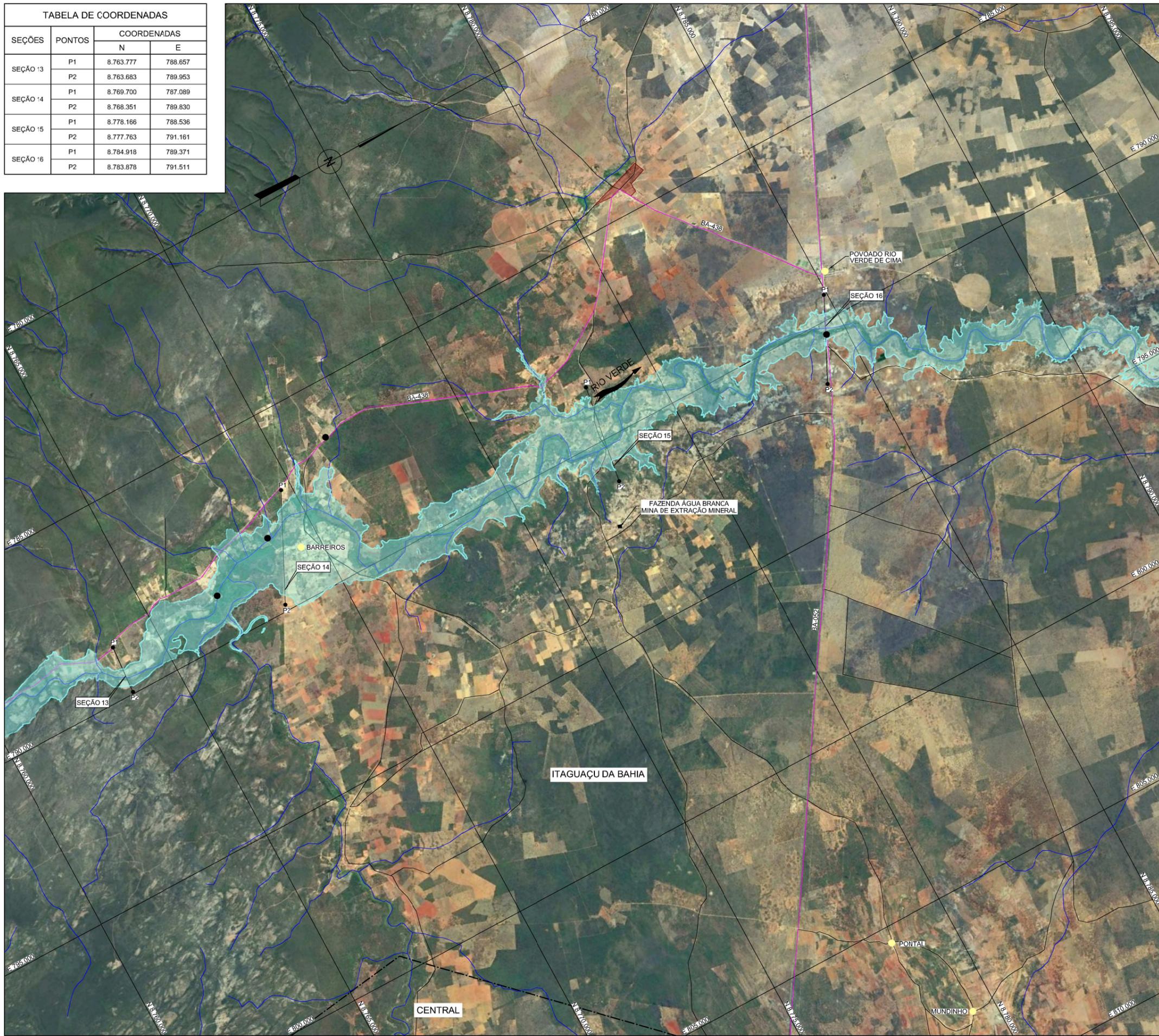


REVISÃO PERIÓDICA DAS BARRAGENS DA CODEVASF

titulo
**BARRAGEM MIRORÓS
 MAPA DE INUNDAÇÃO - PLANTA
 RUPTURA MAIS PROVÁVEL**

escala	folha	Código Cliente	revisão
INDICADA	1 de 4	1901-MI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0005	0

TABELA DE COORDENADAS			
SEÇÕES	PONTOS	COORDENADAS	
		N	E
SEÇÃO 13	P1	8.763.777	788.657
	P2	8.763.683	789.953
SEÇÃO 14	P1	8.769.700	787.089
	P2	8.768.351	789.830
SEÇÃO 15	P1	8.778.166	788.536
	P2	8.777.763	791.161
SEÇÃO 16	P1	8.784.918	789.371
	P2	8.783.878	791.511



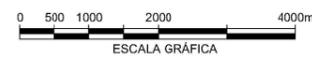
PLANTA CHAVE SEM ESCALA

- LEGENDA:**
- MANCHA DE INUNDAÇÃO
 - SEÇÕES TRANSVERSAIS
 - LIMITE MUNICIPAL - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
 - RODOVIA ESTADUAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO - DNIT (2020)
 - RODOVIA FEDERAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO - DNIT (2020)
 - HIDROGRAFIA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
 - ÁREA EDIFICADA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
 - PONTES (IMAGENS GOOGLE EARTH)
 - AGLOMERADO RURAL - 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-MI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0015.

SISTEMA DE REFERÊNCIA:
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

SISTEMA DE PROJEÇÃO:
UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
FUSO 23S - BANDA K
MC 45° WGr.



nº	descrição	prep.	aprov.	data
REVISÃO				

Intertechne CONSULTORES S.A.

aprovador: _____
 elaborador: MPL / NNFD _____
 Camilla de Goes Silva _____ data: ABR/21
 gerente de projeto
 verificador: EJAJ _____
 José F. P. Machado - CREA PR 20532/D _____
 supervisor: CBGS _____
 responsável técnico

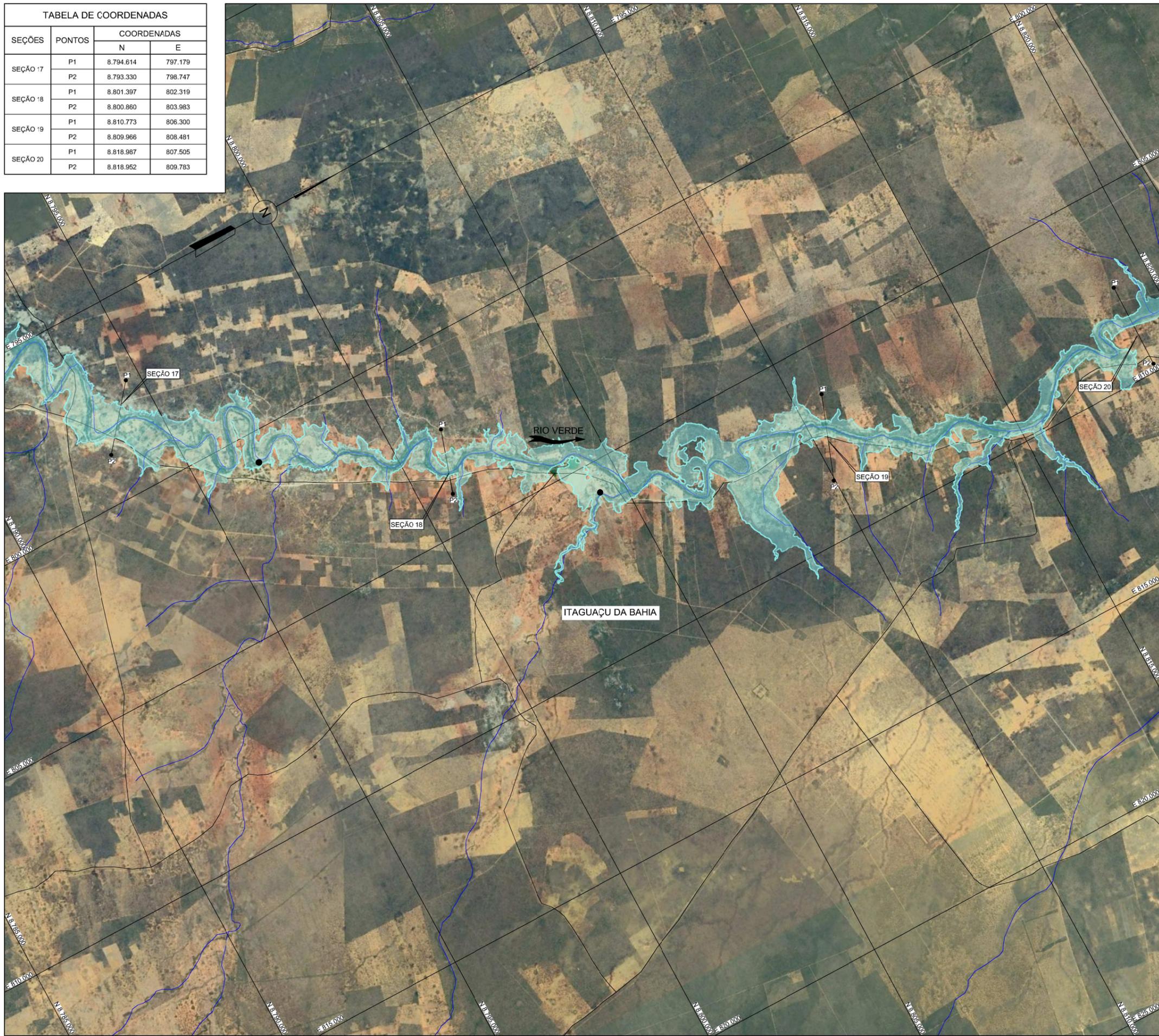


REVISÃO PERIÓDICA DAS BARRAGENS DA CODEVASF

titulo
BARRAGEM MIRORÓS
MAPA DE INUNDAÇÃO - PLANTA
RUPTURA MAIS PROVÁVEL

escala	folha	Código Cliente	revisão
INDICADA	2 de 4	1901-MI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0005	0

TABELA DE COORDENADAS			
SEÇÕES	PONTOS	COORDENADAS	
		N	E
SEÇÃO 17	P1	8.794.614	797.179
	P2	8.793.330	798.747
SEÇÃO 18	P1	8.801.397	802.319
	P2	8.800.860	803.983
SEÇÃO 19	P1	8.810.773	806.300
	P2	8.809.966	808.481
SEÇÃO 20	P1	8.818.987	807.505
	P2	8.818.952	809.783



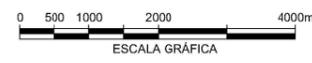
PLANTA CHAVE SEM ESCALA

- LEGENDA:**
- MANCHA DE INUNDAÇÃO
 - SEÇÕES TRANSVERSAIS
 - LIMITE MUNICIPAL - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
 - RODOVIA ESTADUAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO - DNIT (2020)
 - RODOVIA FEDERAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO - DNIT (2020)
 - HIDROGRAFIA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
 - ÁREA EDIFICADA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
 - PONTES (IMAGENS GOOGLE EARTH)
 - AGLOMERADO RURAL - 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-MI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0015.

SISTEMA DE REFERÊNCIA:
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

SISTEMA DE PROJEÇÃO:
UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
FUSO 23S - BANDA K
MC 45° WGr.



nº	descrição	prep.	aprov.	data
REVISÃO				

Intertechne CONSULTORES S.A.

aprovador: _____
 elaborador: MPL / NNFD _____
 verificador: EJAJ _____
 supervisor: CBGS _____

Camila de Goes Silva
 gerente de projeto
 data: ABR/21

José F. P. Machado - CR1A PR 20532/D
 responsável técnico



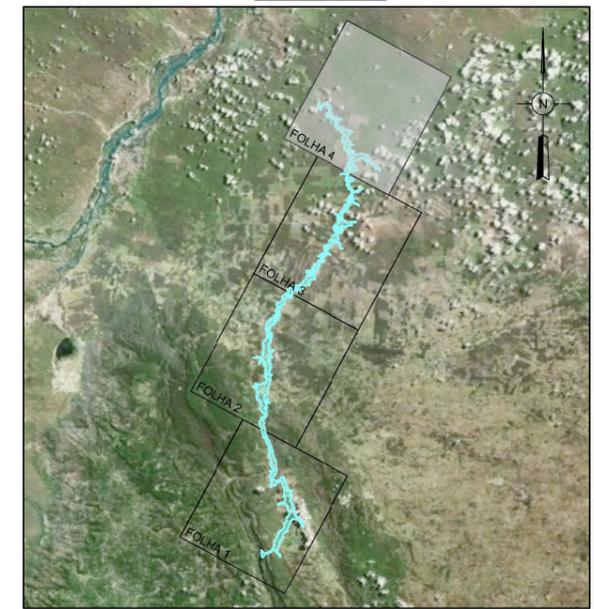
REVISÃO PERIÓDICA DAS BARRAGENS DA CODEVASF

titulo
**BARRAGEM MIRORÓS
 MAPA DE INUNDAÇÃO - PLANTA
 RUPTURA MAIS PROVÁVEL**

escala	folha	Código Cliente	revisão
INDICADA	3 de 4	1901-MI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0005	0

PLANTA

TABELA DE COORDENADAS			
SEÇÕES	PONTOS	COORDENADAS	
		N	E
SEÇÃO 21	P1	8.826.501	807.194
	P2	8.827.258	809.926
SEÇÃO 22	P1	8.831.152	805.138
	P2	8.833.850	806.327



PLANTA CHAVE SEM ESCALA

LEGENDA:

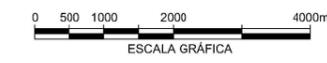
- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE MUNICIPAL - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DC BRASIL - IBGE (2019)
- RODOVIA ESTADUAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO - DNIT (2020)
- RODOVIA FEDERAL - SISTEMA NACIONAL DE VIAÇÃO - DNIT (2020)
- HIDROGRAFIA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
- ÁREA EDIFICADA - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL - IBGE (2019)
- PONTES (IMAGENS GOOGLE EARTH)
- AGLOMERADO RURAL - 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-MI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0015.

SISTEMA DE REFERÊNCIA:
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

SISTEMA DE PROJEÇÃO:
UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
FUSO 23S - BANDA K
MC 45° WGr.



nº	descrição	prep.	aprov.	data
REVISÃO				

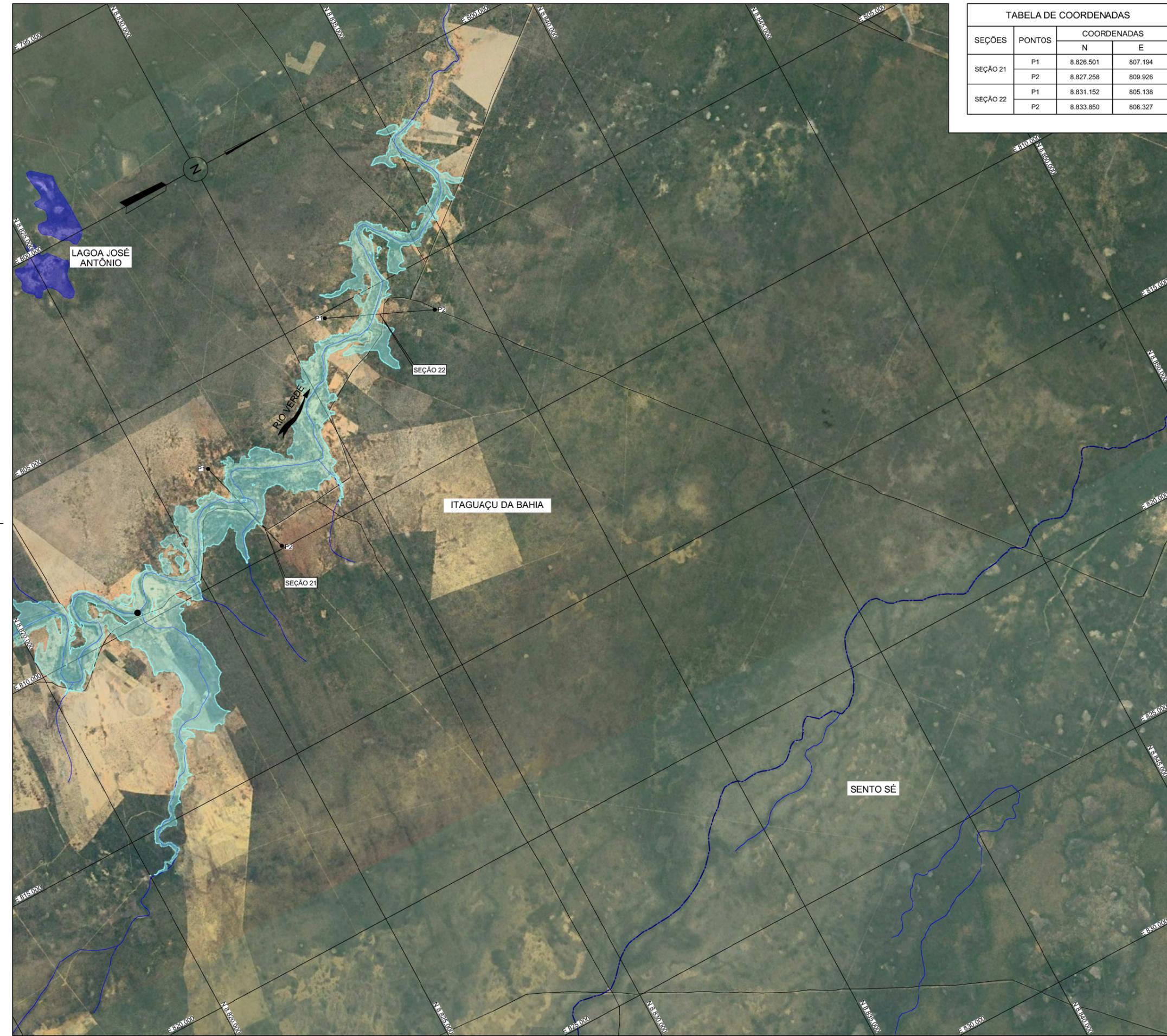
Intertechne CONSULTORES S.A.			
elaborador	MPL / NNFD	Camilla de Goes Silva	data ABR/21
verificador	EJAJ	responsável técnico	
supervisor	CBGS	José F. P. Machado - CREA PR 20532/D	



REVISÃO PERIÓDICA DAS BARRAGENS DA CODEVASF

titulo
BARRAGEM MIRRORÓS
MAPA DE INUNDAÇÃO - PLANTA
RUPTURA MAIS PROVÁVEL

escala	folha	Código Cliente	revisão
INDICADA	4 de 4	1901-MI-0-GE-G00-00-G-00-DE-0005	0



PLANTA

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

BARRAGEM POÇO DO MAGRO

VOLUME 3. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



Documento:
1912-PO-00-RT-005

Revisão nº:
0i



SUMÁRIO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM POÇO DO MAGRO

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	<i>Documentação Técnica: compilação de toda documentação técnica e administrativa do empreendimento, incluindo, projetos, estudos, títulos de propriedade, licenças ambientais e outorgas de recursos hídricos.</i>
Volume 2	<i>Plano de Operação, Manutenção e Monitoramento (POMM): manual técnico para normatizar e orientar as atividades de: Operação, Manutenção, Recuperação, Melhoria, Inspeção (Regular e Especial), Monitoramento e Instrumentação.</i>
Volume 2.A	<i>Registros do POMM: compilação das fichas e relatórios relativos as atividades normatizadas pelo Volume 2.</i>
Volume 3	<i>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.</i>
Volume 4	<i>Revisão Periódica de Segurança da Barragem (RPSB): relatório técnico cujo objetivo é revisar os conteúdos do PSB e diagnosticar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização de dados hidrológicos, as alterações das condições a montante e a jusante do empreendimento,</i>



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

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

Acesso a documentação digital

Servidor Interno: <\\drive\AD.Barragens\PSB\2SR\K.2.7.Poço.Magro>

Servidor Externo: N/E



SUMÁRIO

1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM	3
1.1. APRESENTAÇÃO	3
1.2. OBJETIVO	5
1.3. DISPONIBILIDADE E ATUALIZAÇÃO DO PAE	5
1.4. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA BARRAGEM	6
1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM	7
1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM	10
1.4.3. RESERVATÓRIO	11
1.4.4. ÓRGÃOS EXTRAVASORES	14
1.4.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS	17
1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO	20
1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM	20
2. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO, MITIGAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA AS SITUAÇÕES ANÔMALAS À BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS	23
2.1. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO, DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM OU DE OUTRAS OCORRÊNCIAS ANORMAIS	25
2.2. SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM INTEGRADO AOS PROCEDIMENTOS EMERGENCIAIS	26
2.3. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS E AÇÕES DE RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS IDENTIFICADAS NOS CENÁRIOS ACIDENTAIS	27



2.3.1. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-0) - VERDE	31
2.3.2. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-1) - AMARELO	31
2.3.3. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-2) - LARANJA	32
2.3.4. AÇÕES DE RESPOSTA (NR-3) - VERMELHO	33
2.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS DE MITIGAÇÃO DE SITUAÇÕES EMERGENCIAIS	35
2.5. RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA RESPOSTA AO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO	35
3. PLANO DE COMUNICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA	38
3.1. OBJETIVO	38
3.2. PLANO DE COMUNICAÇÃO	38
3.3. SISTEMA DE ALERTA	39
4. ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES DOS ENVOLVIDOS NO PAE	40
4.1. EMPREENDEDOR (CODEVASF)	40
4.2. COORDENADOR DO PAE (SUPERVISOR REGIONAL)	41
4.3. COORDENADOR GERAL	41
4.4. ENCARREGADO DA BARRAGEM	42
4.5. EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM	42
4.6. CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS	42
4.7. SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL E DEMAIS AUTORIDADES	43
5. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO E MAPAS DE INUNDAÇÃO	44
5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO	44
5.2. DELIMITAÇÃO DA ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA	49



5.3. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO	50
6. LEVANTAMENTO CADASTRAL E MAPEAMENTO DA POPULAÇÃO ZAS, INCLUINDO A IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADES SOCIAIS	51
6.1. MAPEAMENTO DE DANOS NA MANCHA DE INUNDAÇÃO	51
6.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS	54
7. PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO	56
7.1. TREINAMENTO INTERNO	57
7.2. EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO	58
7.3. DIVULGAÇÃO	59
8. REFERÊNCIAS	61
9. ANEXOS	63
ANEXO 1 – LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO DO PAE	a
ANEXO 2 – FORMULÁRIOS TIPO	a
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	a
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



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

ANEXO 10 – GLOSSÁRIO

a

ANEXO 11 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

a



1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

1.1. APRESENTAÇÃO

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

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

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

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



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

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

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

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



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



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

1.2. OBJETIVO

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

1.3. DISPONIBILIDADE E ATUALIZAÇÃO DO PAE

O PAE deve estar disponível conforme apresentado na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Disponibilidade do PAE.

Local	Meio
Site do Empreendedor	Digital
SNISB	Digital
Entidade Fiscalizadora	Digital
Residência do Coordenador do PAE	Físico
Empreendimento	Físico
Escritório Regional, caso exista	Físico



Sede	Físico
Prefeituras Municipais	Físico
Defesas Cíveis Estaduais e Municipais	Físico

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

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

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

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**.

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

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



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

1.4. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA BARRAGEM

A barragem Poço do Magro é de propriedade da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF). O levantamento para construção iniciou em 1983 por meio do estudo topográfico e geológico-geotécnico, realizado pela ECOPLAN - Engenharia, Consultoria e Planejamento Ltda. que evidenciou a necessidade da implantação de diques para fechamento das selas topográficas da região.

Em 1985, a empresa HIDROTERRA S.A. - Engenharia e Comércio desenvolveu o Anteprojeto de Engenharia da Barragem do Poço do Magro, concomitantemente com os estudos hidrológicos e de alternativas. Inicialmente o Anteprojeto propôs a construção do barramento em maciço de terra compactada com o extravasor em concreto armado. Para fechamento das selas topográficas, foi recomendada a construção de cinco diques de terra compactada. Em conclusão, a HIDROTERRA recomendou o estudo de um eixo situado a 700 m a montante do eixo por ela estudado.

Posteriormente, em 1996, o eixo recomendado pela HIDROTERRA foi estudado por Grupo de Trabalho, formado por servidores da Codevasf, e consultores. Este estudo culminou no Projeto Básico da barragem Poço do Magro com a previsão de barragem em CCR com sete diques.

Já em 2002 a empresa GEOTECHNIQUE elaborou o Detalhamento do Projeto Básico substituindo um dos sete diques por um extravasor e mantendo a barragem em maciço de



CCR, porém incorporando extravasor ao maciço, reduzindo o coroamento para a 521,70 m e soleira vertente na cota 519,0 m. Para substituição do dique, a GEOTECHNIQUE apresentou, dentro do Anteprojeto, um Projeto Executivo do Dimensionamento do Sangradouro Labirinto. O Anteprojeto culminou na construção da barragem, iniciada em 2002 e concluída em 2004, pela construtora EIT - Empresa Industrial Técnica S/A.

Posteriormente a construção da barragem e enchimento do reservatório, constatou-se que a qualidade da água reservada inviabilizava os usos previstos para barragem: abastecimento humano e irrigação. Neste sentido, em 2008 a Codevasf solicitou ao SENAI a realização de análise da qualidade da água no reservatório Poço do Magro. Como resultado, o estudo constatou a alta concentração dos sais sódio, cálcio e magnésio e de sais dissolvidos. Devido a essas características, a água foi classificada como salobra e, portanto, incompatível com os usos para abastecimento humano e irrigação.

Em 2019 a consultora INTERTECHNE realizou a primeira RPSB, usada como base para o presente PSB, elaborado pela empresa RHA Engenharia e Consultoria.

1.4.1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

As Tabelas 1.2 e 1.3 apresentam as principais informações do empreendimento.

Tabela 1.2 – Informações Gerais da Barragem.

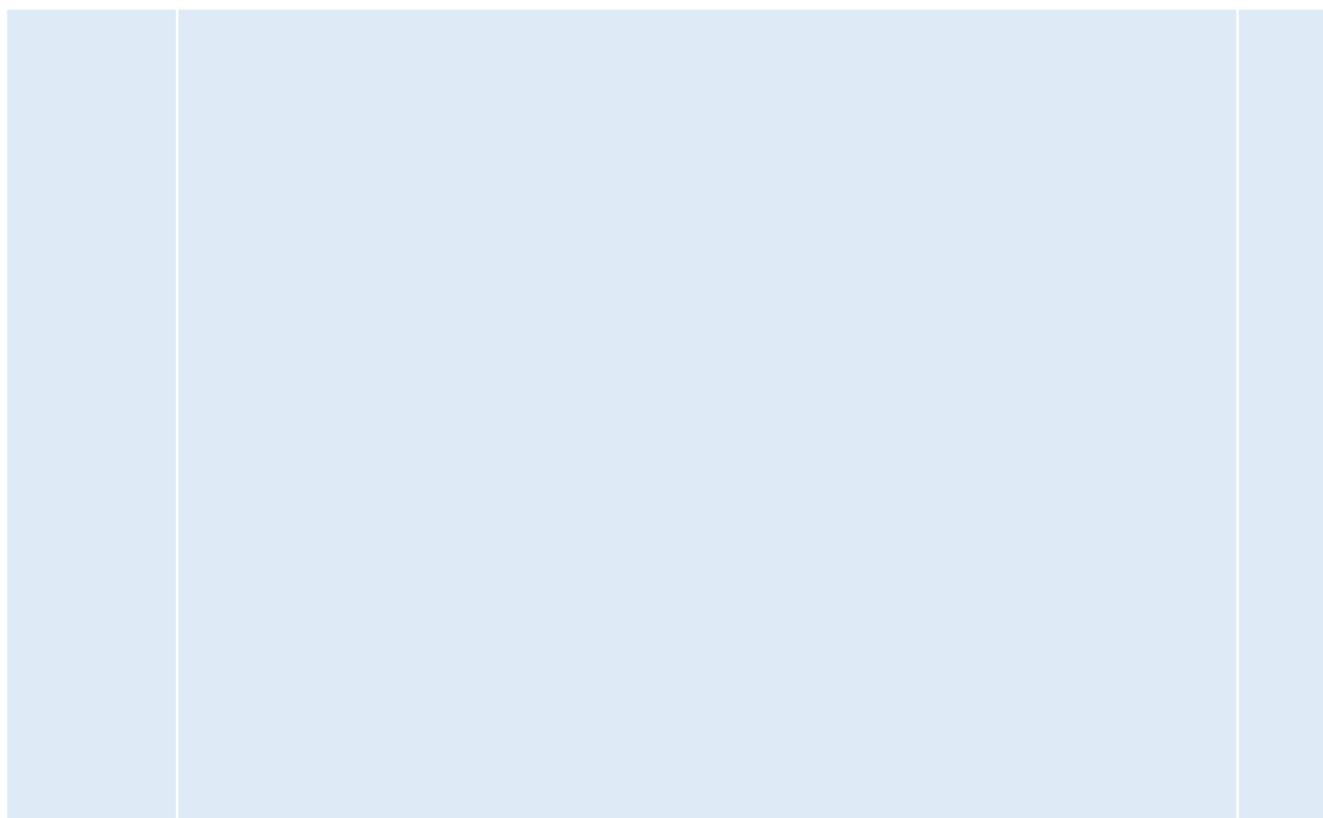
INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM	
<i>Denominação oficial</i>	<i>Barragem Poço do Magro</i>
<i>Denominação popular</i>	<i>Poço do Magro</i>
<i>Empreendedor</i>	<i>Codevasf - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba</i>
<i>Fiscalizador</i>	<i>INEMA - Instituto do Meio Ambiente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



Fonte: PSB Poço do Magro - Volume 1, 2021.

O arranjo da barragem Poço do Magro, apresentado na Figura 1.1, é constituído pela barragem principal (maciço de concreto) com vertedouro auxiliar, seis diques de terra homogênea, um sistema de adução de água bruta por tubulação e vertedouro principal de tipo labirinto.

Figura 1.1 – Arranjo da Barragem Poço do Magro.





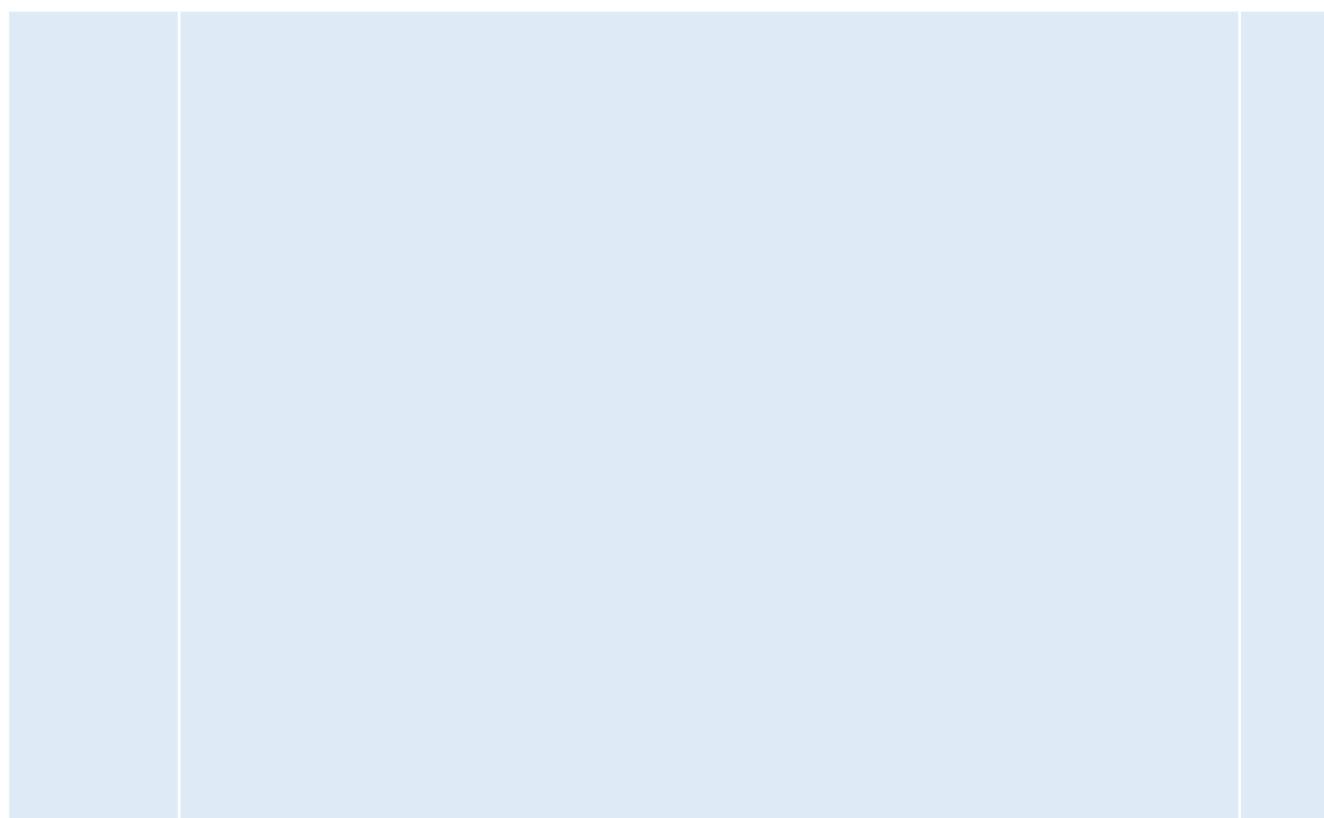
Fonte: Ministério da Integração Nacional (2018) - Plano de Segurança da Barragem Poço do Magro.

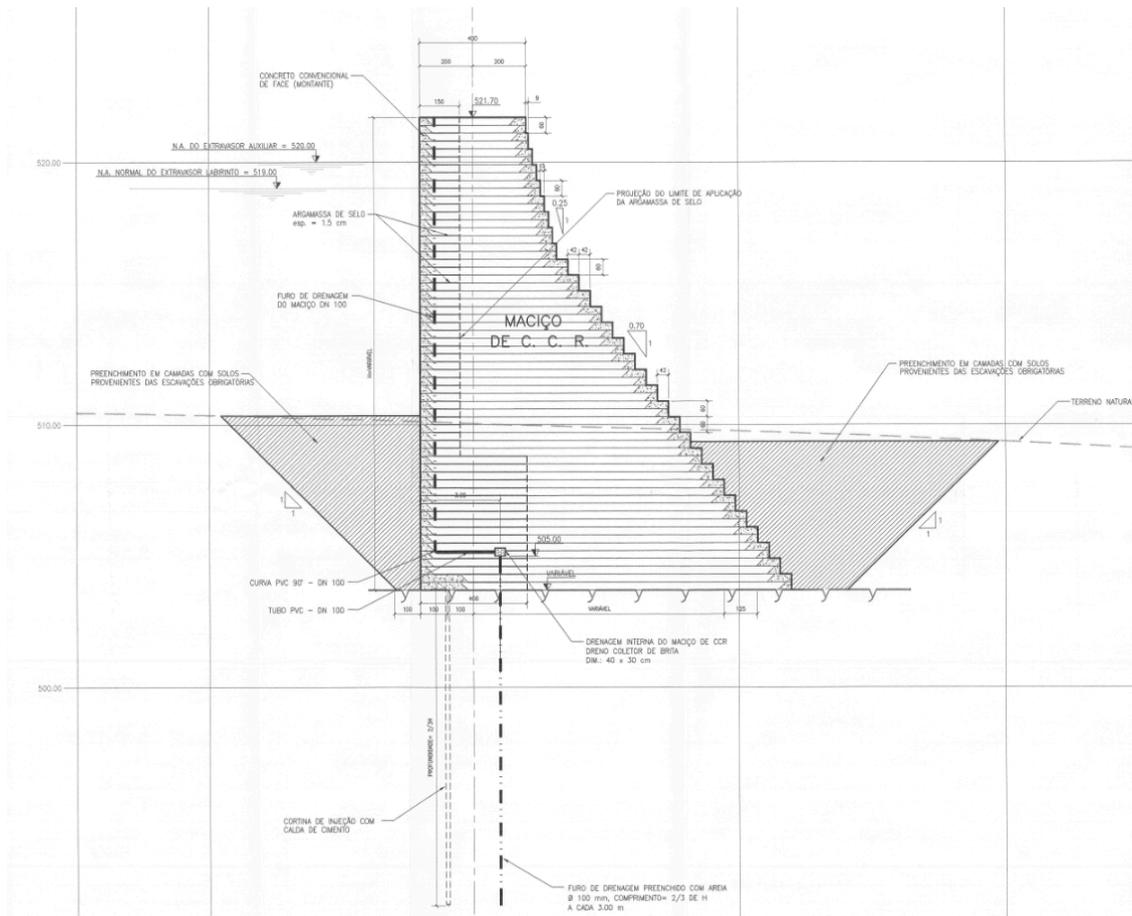
Quanto ao maciço da barragem, este é de Concreto Compactado a Rolo (CCR) com paramento de montante vertical, em placas de concreto convencional selante, e o de jusante



em degraus com inclinação de 1V:0,70H. Possui 22 m de altura, comprimento total da crista de 540 m, largura de 4 m e coroamento na elevação 522,00 m. A Figura 1.2 apresenta uma seção transversal típica da barragem.

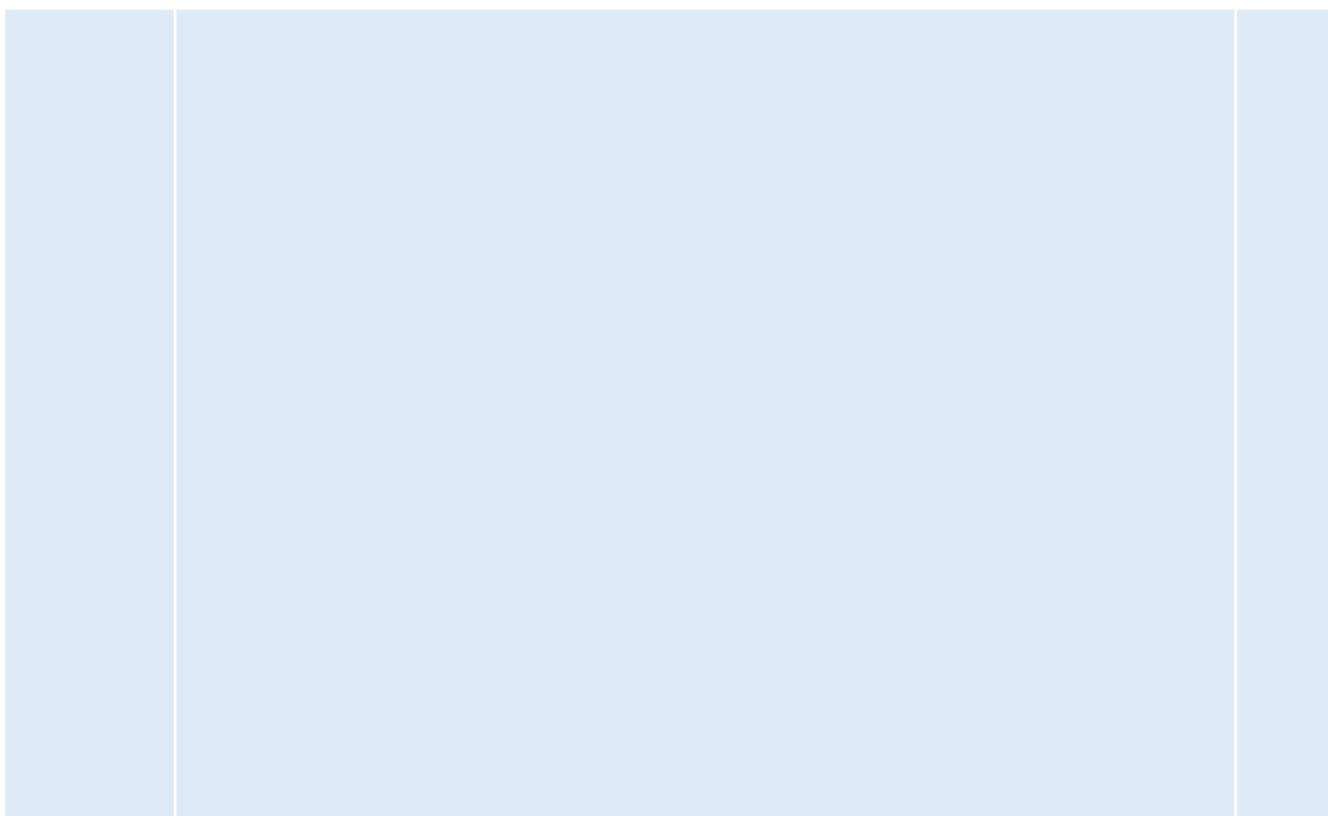
Figura 1.2 – Seção Transversal da Barragem Principal.





Fonte: Geotechnique, 2002c.

Tabela 1.3 – Informações da Localização do Empreendimento.



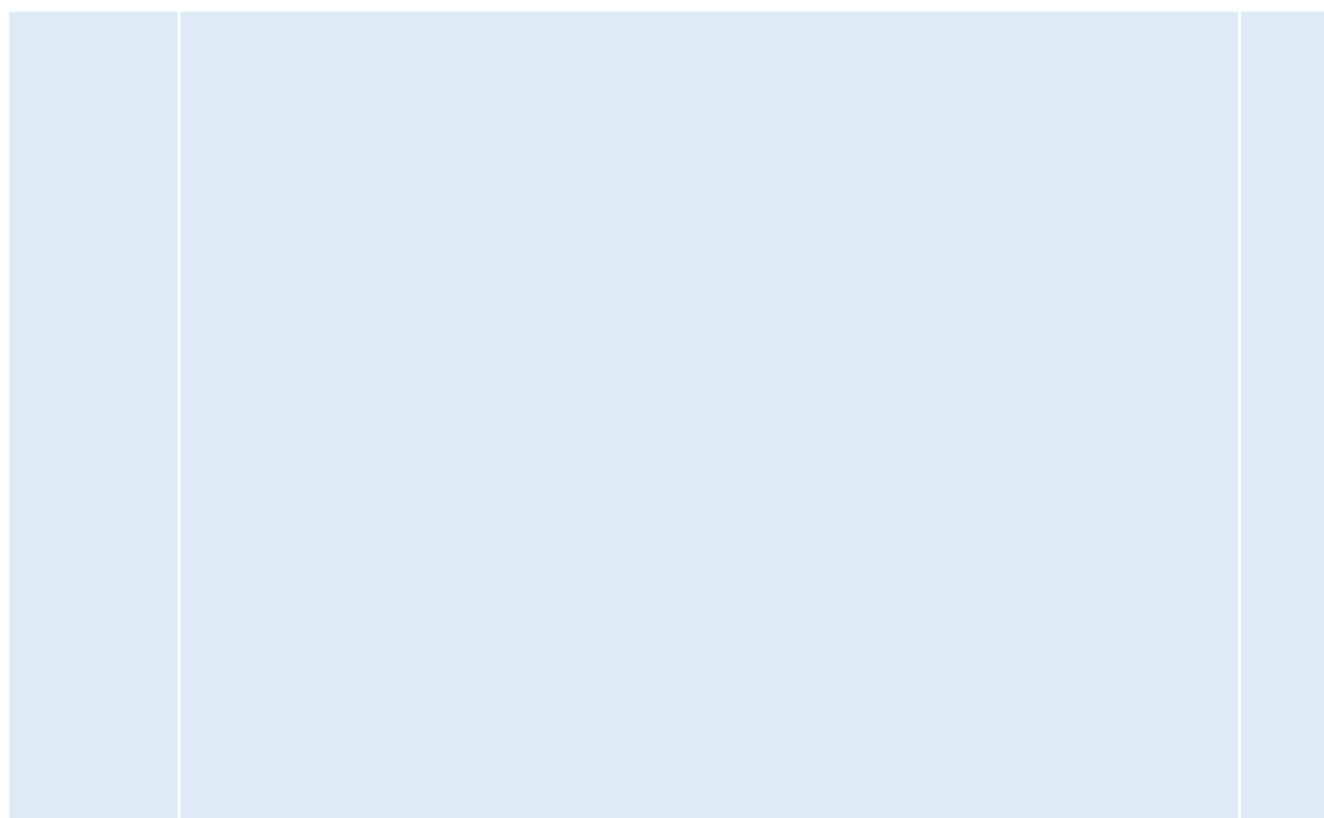


Informação		Referência	Pág.
Município	Guanambi	INTT, 2020b	a (Anexo 1)
UF	Bahia		
Rio	Riacho Poço do Magro		
Domínio	Estadual		
Latitude	14°15'26" S		
Longitude	42°49'01" O		
Macro Bacia	São Francisco		
Sub-Bacia	Carnaíba de Dentro, 45		
Barragens (montante)	Não identificado		
Barragens (jusante)	UHE Sobradinho (dista 822 km, no rio São Francisco)		

Fonte: PSB Poço do Magro - Volume 1, 2021.

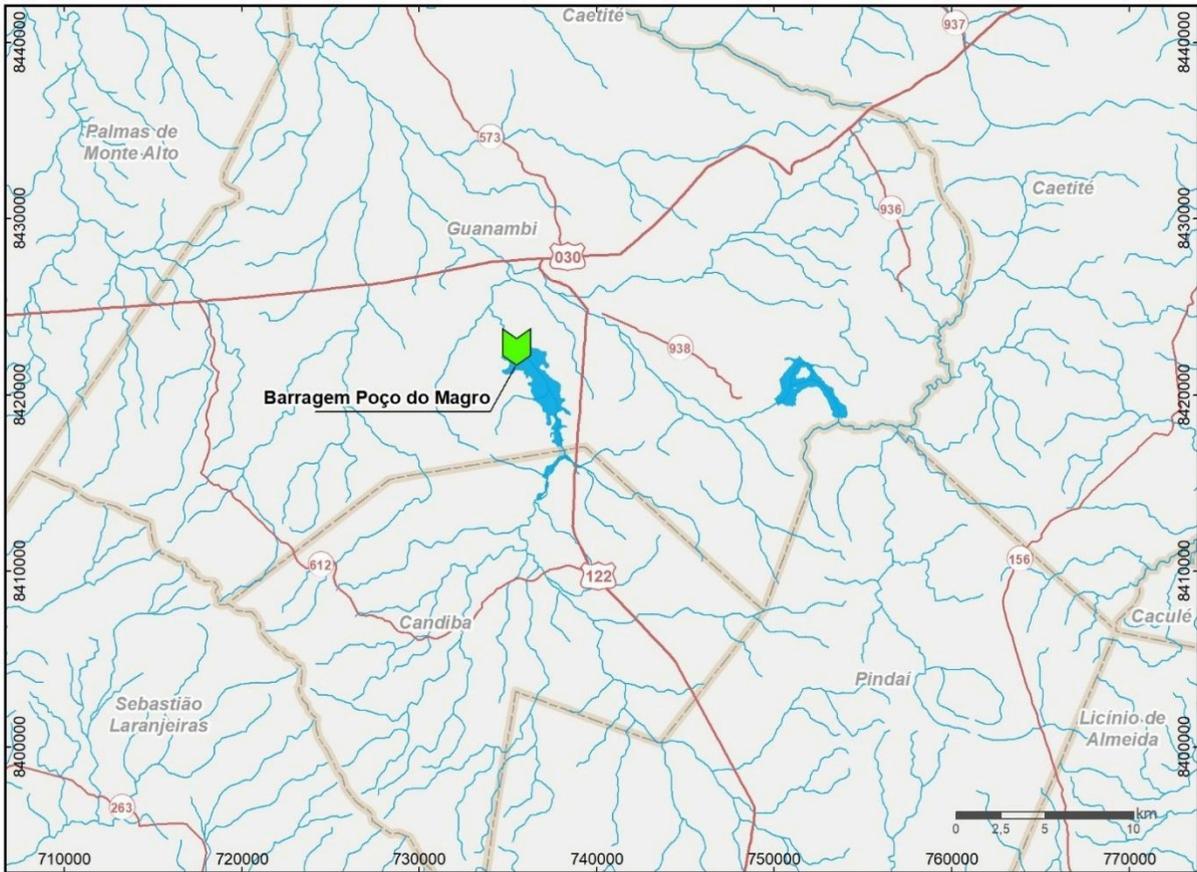
A barragem de Poço do Magro barra o rio Poço do Magro de domínio do Estado da Bahia, afluente da margem direita do rio São Francisco, localizado a 5 km do município de Guanambi. Localizada nas coordenadas (DATUM SIRGAS 2000) 14°15'26" de Latitude Sul e 42°49'01" de Longitude Oeste. O Código no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens é SNISB 364, com localização representada na Figura 1.3.

Figura 1.3 – Localização Georreferenciada da Barragem Poço do Magro.





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



Fonte: RHA Engenharia, 2021.

1.4.2. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A Tabela 1.4 apresenta as informações do corpo da Barragem Poço do Magro.

Tabela 1.4 – Características do Corpo da Barragem.

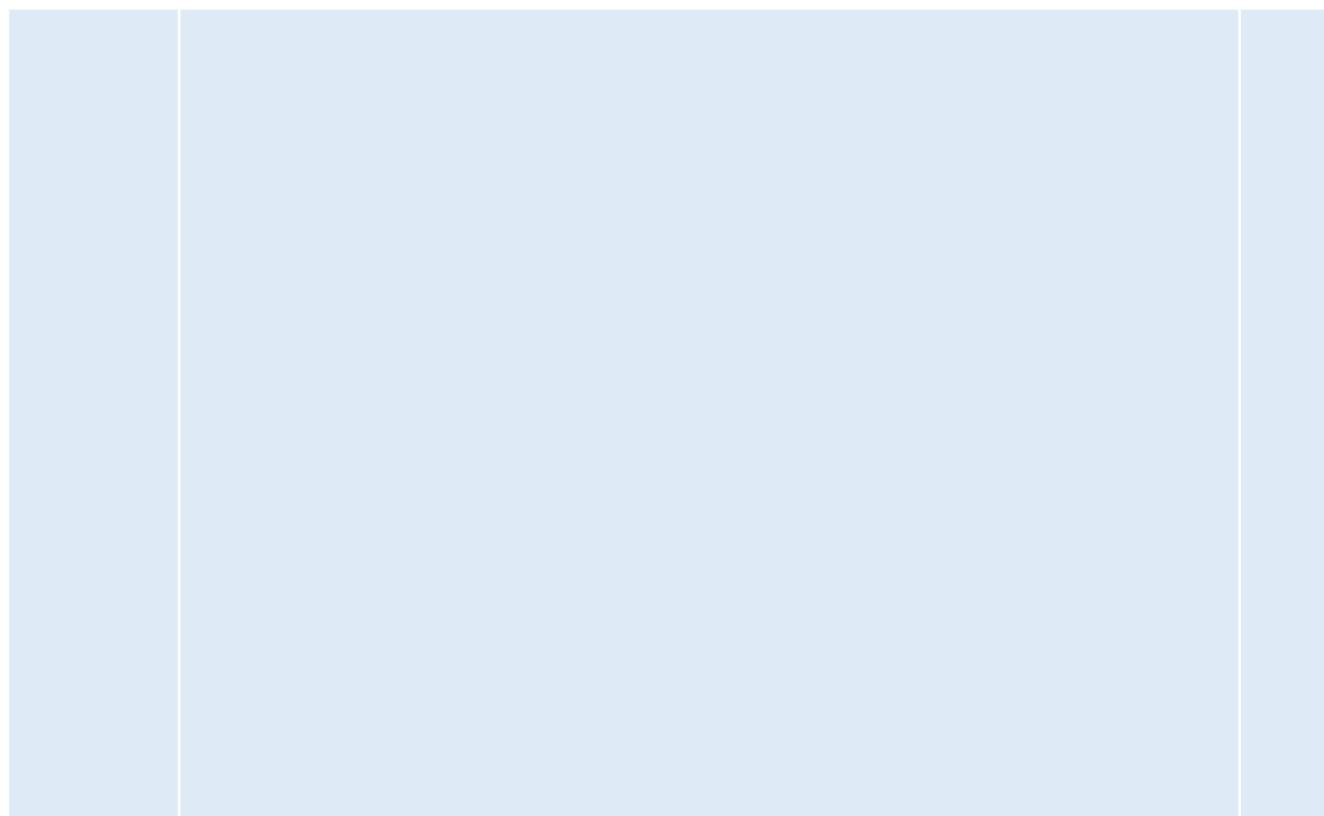
Informação		Referência	Pág.
Tipo estrutural:	Concreto Compactado a Rolo (CCR)	INTT, 2020b	5
Comprimento do coroamento (m):	540 m		
Cota do coroamento (m):	522,00 m		
Largura da coroamento (m):	4,00 m		
Altura máxima acima da fundação (m):	22 m		
Borda livre mínima (m):	0,50 m (considerando que a lâmina máxima do vertedouro auxiliar na cota 520,00 m é de 1,50 m)	INTT, 2020b	a (Anexo I)
Paramento de montante		Geotechnique, 2002c	2
Inclinação:	Inferior - 1V:0,70H (entre fundação e 516,3 m). Superior - 1V:0,25H (entre 516,3 m e 522,00 m)		
Tipo de proteção:	Não há.		
Paramento de jusante		INTT, 2020b	15
Inclinação:	Vertical		
Tipo de proteção:	Não há		
Dispositivos de drenagem e filtragem:	Drenos verticais de alívio de tubulação perfurada e preenchida com brita	Geotechnique, 2002c	2

Informação		Referência	Pág.
	conectados por tubo de PVC (3,00 m) a dreno coletor de brita (40 x 30 cm) na cota 505,00 m.		
Volume total de aterro:	Não informado	-	-
Tipo de materiais do aterro:	CCR	Geotechnique, 2002c	2
Tipo de materiais dos filtros:	Não há		
Tipo de materiais dos drenos:	Brita no coletor Areia nos furos de drenagem abaixo do CCR.	INTT, 2020b	a (Anexo I)
Fundações	Rocha muito alterada, fraturada, muito pouco coerente e com elevada. Injeção de consolidação em furos de 5,00 m de profundidade, espaçados a 3 m da hombreira esquerda até sobrepor a largura do rio. Cortina de injeções de profundidade variável (4,00 a 12,00 m), com furos espaçados a 6,00 m.	INTT, 2020u	8
Sismicidade adotada para cálculos de estabilidade	Horizontal $a_{g,h} = 0,05 \cdot g$ & Vertical $a_{g,v} = 0,03 \cdot g$	INTT, 2020v	5

Fonte: PSB Poço do Magro - Volume 1, 2021.

1.4.3. RESERVATÓRIO

O reservatório possui 06 (seis) diques (Figura 1.4) para fechamento das selas topográficas em maciço de terra homogêneo com proteção do talude de montante com rip-rap e de jusante com grama. As cristas estão posicionadas na El. 522,00 m e possuem 4,0 m de

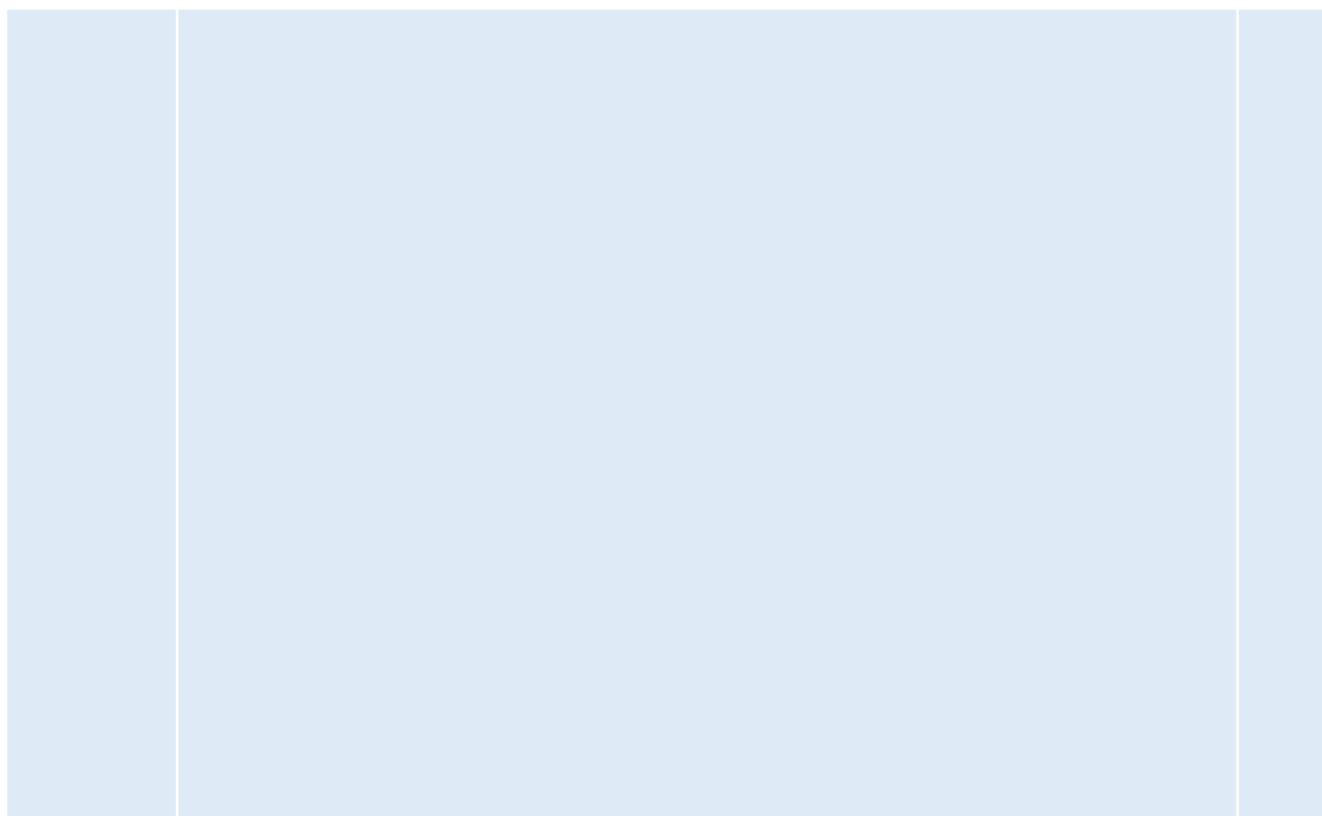


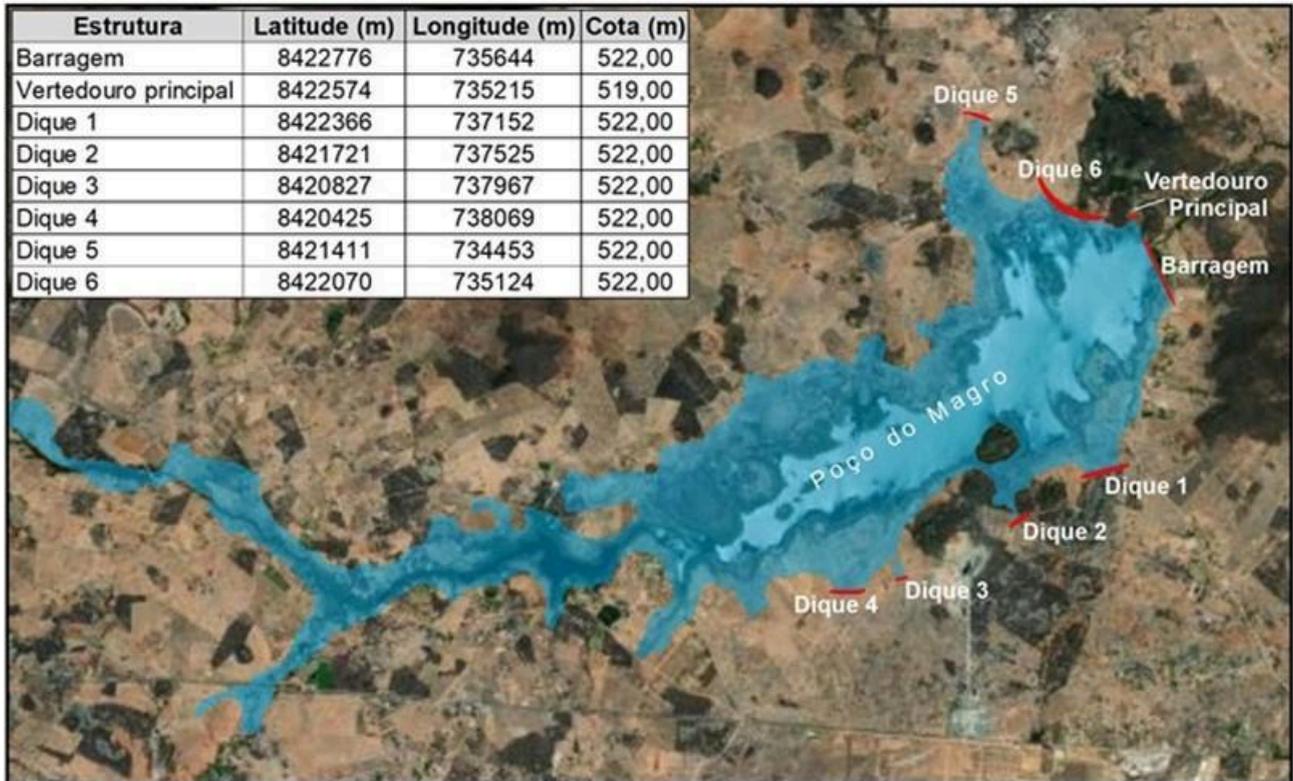


largura, e inclinação dos taludes de jusante e montante de 1V:2H. Conforme apontado pela Figura 1.5, os diques dispõem de um “cut off”, preenchido com solo compactado com largura base de 3,00 m para montante e taludes de 1V:1H. Excepcionalmente, o sexto dique possui um filtro horizontal de areia com espessura 30 cm conforme ilustrado na Figura 1.6.

O resumo das informações gerais de geometria e volumes dos diques é apresentado na Tabela 1.5.

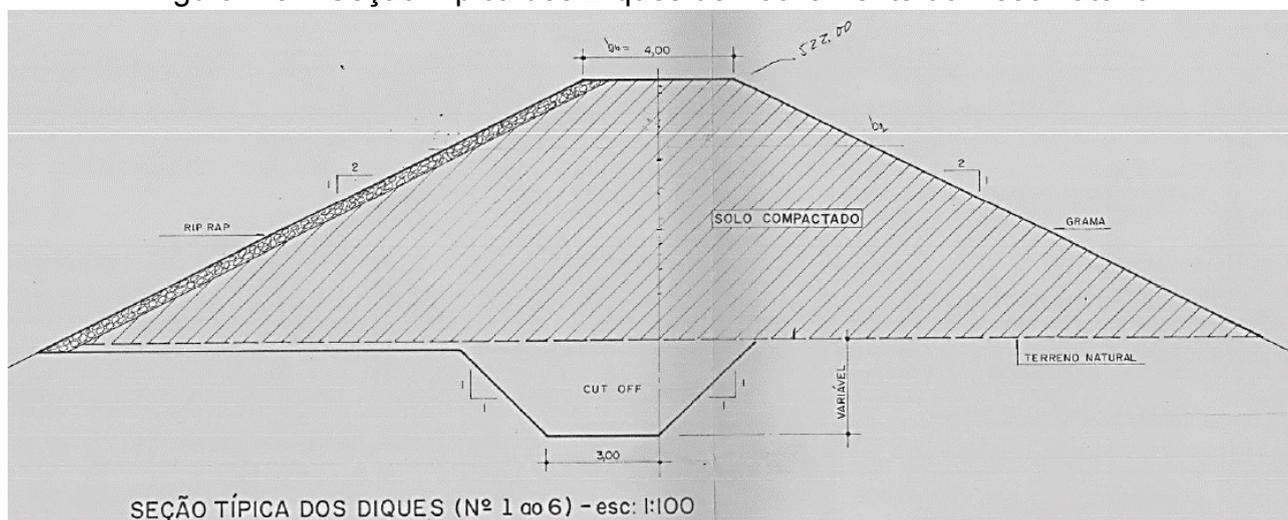
Figura 1.4 – Localização dos Diques no Empreendimento.





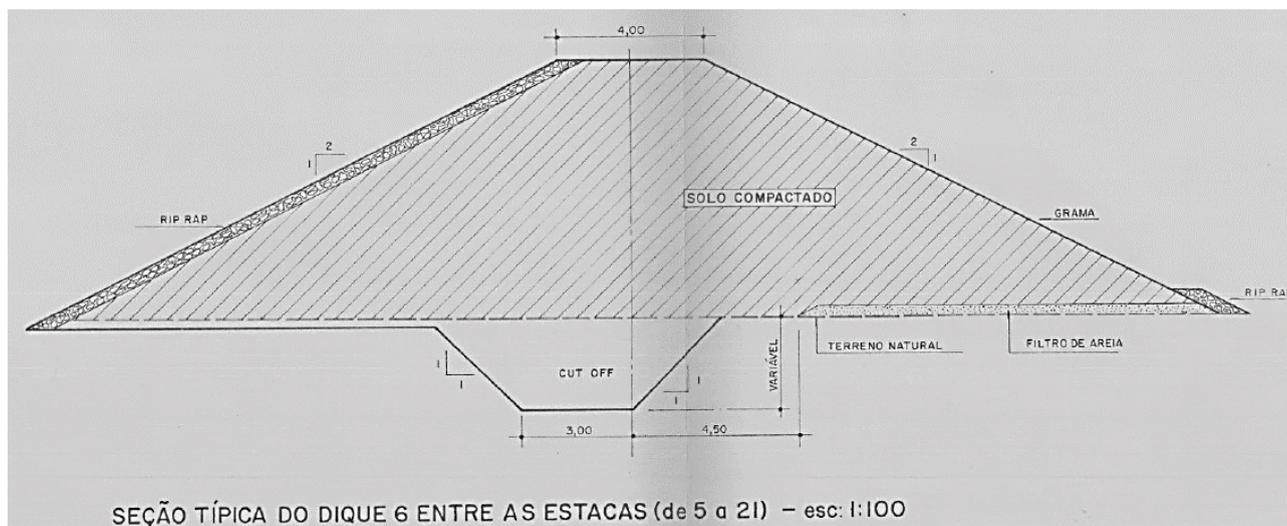
Fonte: Elaborado a partir de Codevasf, 1996a.

Figura 1.5 – Seção Típica dos Diques de Fechamento do Reservatório.



Fonte: Codevasf, 1996d.

Figura 1.6 – Seção Típica do Sexto Dique.



Fonte: Codevasf, 1996d.

Tabela 1.5 – Informações Gerais de Geometria e Volumes dos Diques.

Dique	1	2	3	4	5	6
Comprimento do coroamento (m)	400,00	190,50	140,00	240,00	160,00	615,00
Largura do coroamento (m)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Cota do coroamento (m)	522,00	522,00	522,00	522,00	522,00	522,00
Altura máxima (m)	5,00	3,00	1,50	4,50	2,50	7,80
Volume de maciço de terra compactada (m³)	4.686,00	2.845,00	845,00	7.940,00	1.470,00	51.289,00

Fonte: Elaborado a partir de Codevasf, 1996a.

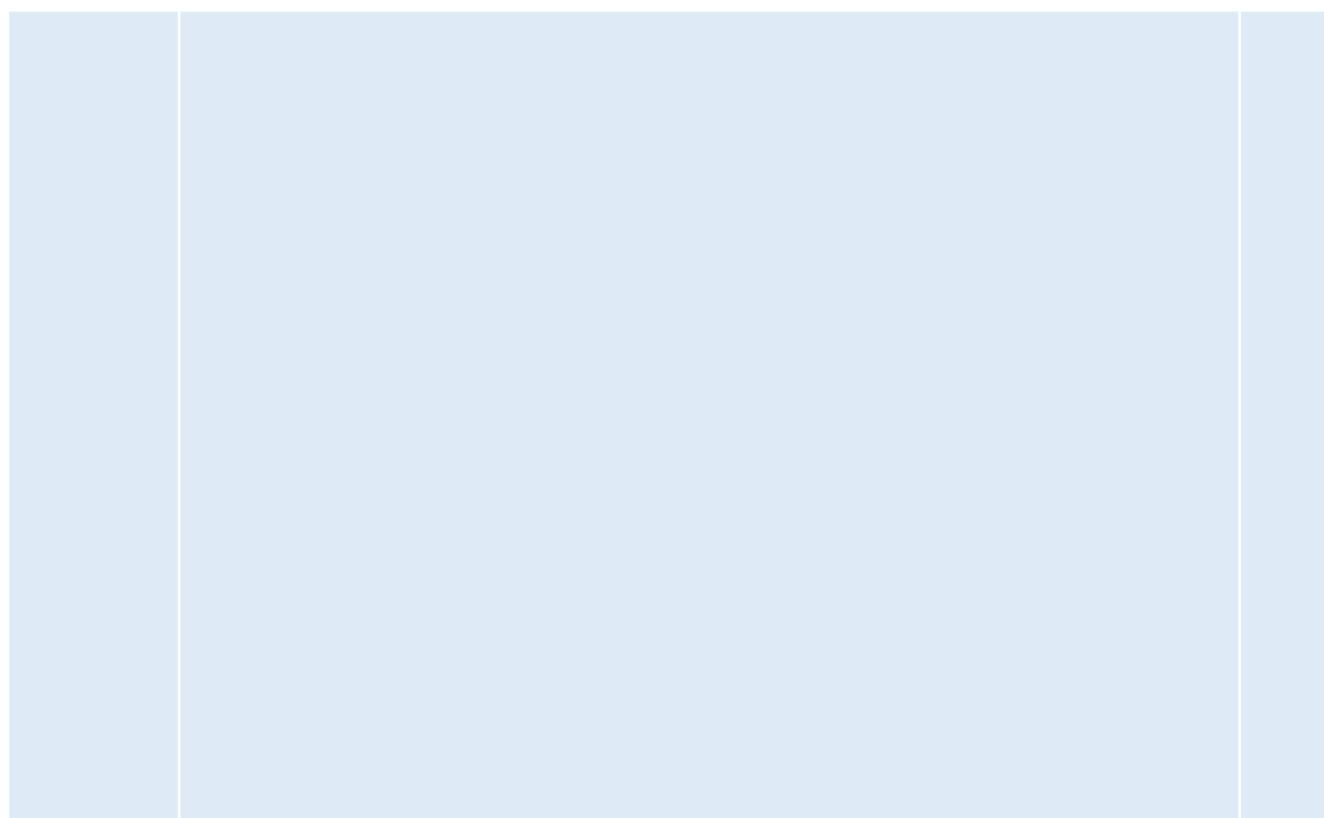
A Tabela 1.6 apresenta um resumo das informações sobre o reservatório e a Figura 1.7 apresenta a sua curva cota x área volume.

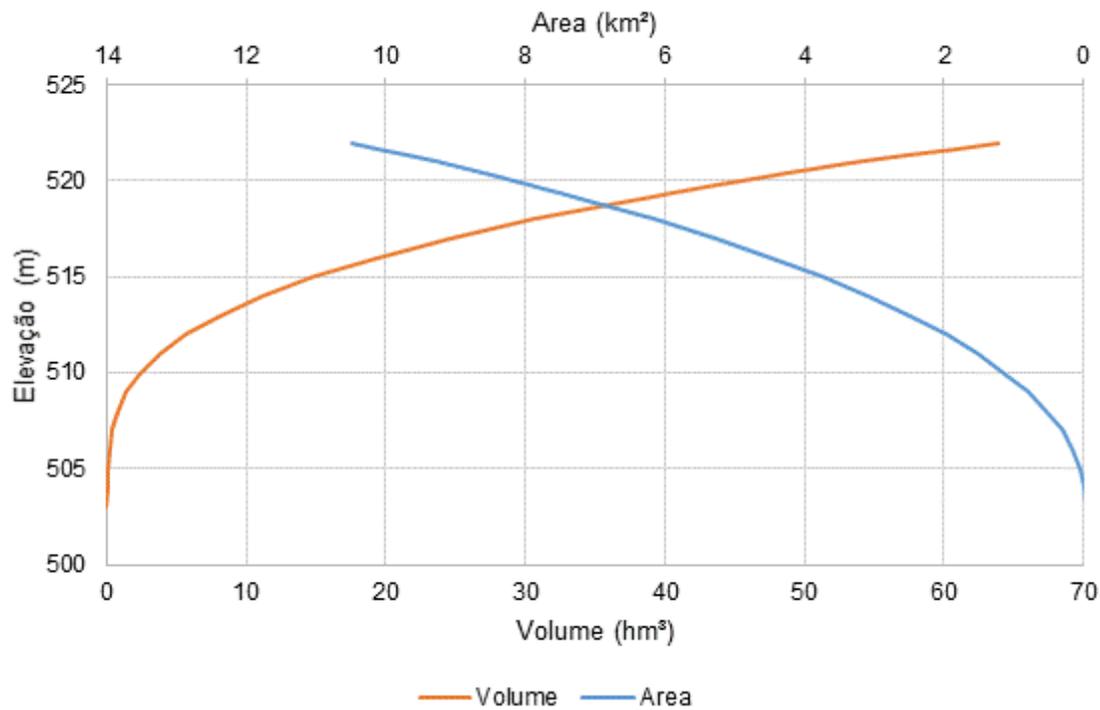
Tabela 1.6 – Reservatório.

Informação			Referência	Pág.
Cota de Coroamento			INTT, 2020x	13
Nível Máximo Maximorum (NMM)				
Nível Máximo Normal (NMN)				
Nível Mínimo Operacional (NMO)				
Áreas inundadas	Coroamento	10,49 km ²	INTT, 2020x	7
	NMM	9,67 km ²		
	NMN	7,10 km ²		
	NMO	0,31 km ²		
Volume	Coroamento	63,91 hm ³	INTT, 2020x	13
	NMM	57,26 hm ³		
	NMN	37,53 hm ³		
	NMO	0,40 hm ³		
Tempo de esvaziamento			-	-

Fonte: PSB Poço do Magro - Volume 1, 2021.

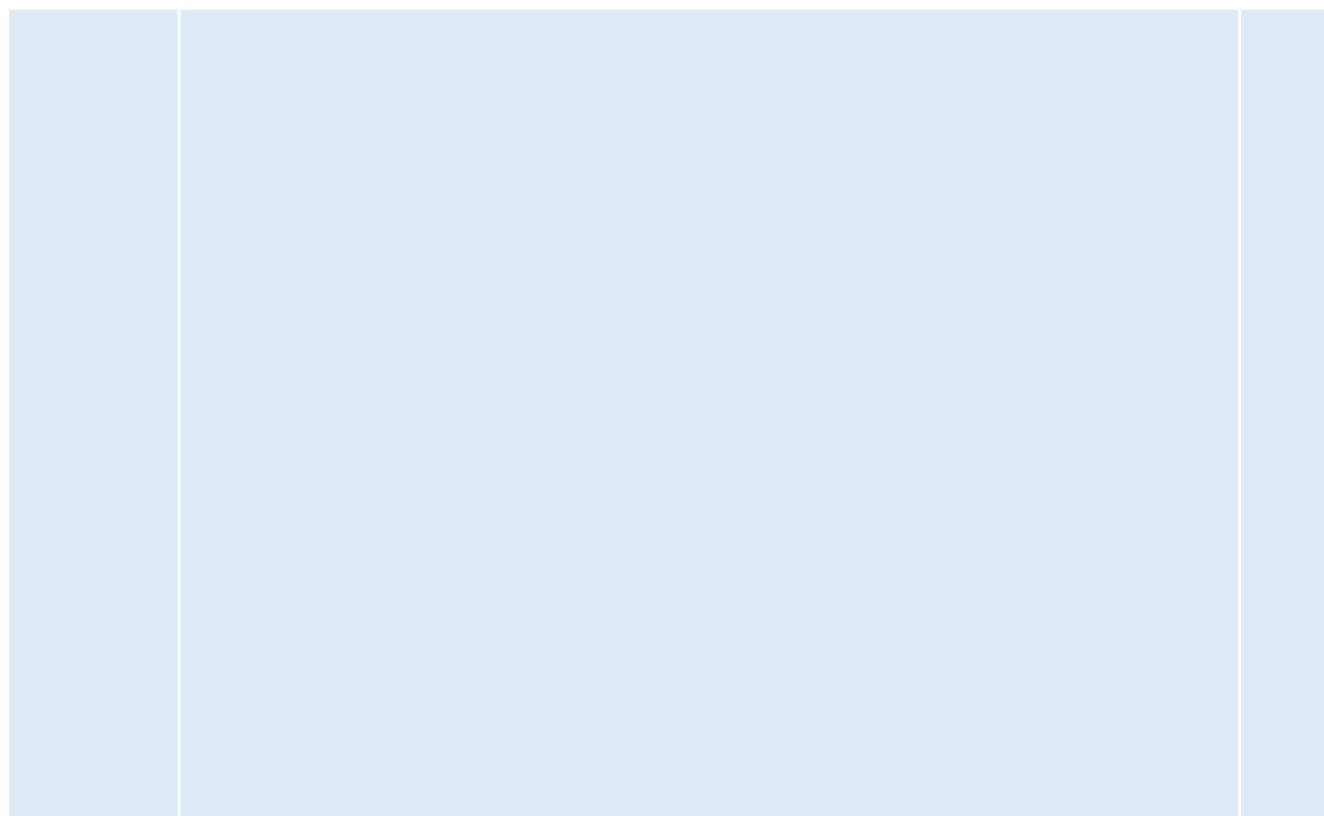
Figura 1.7 – Curva Cota x Área x Volume do reservatório de Poço do Magro.





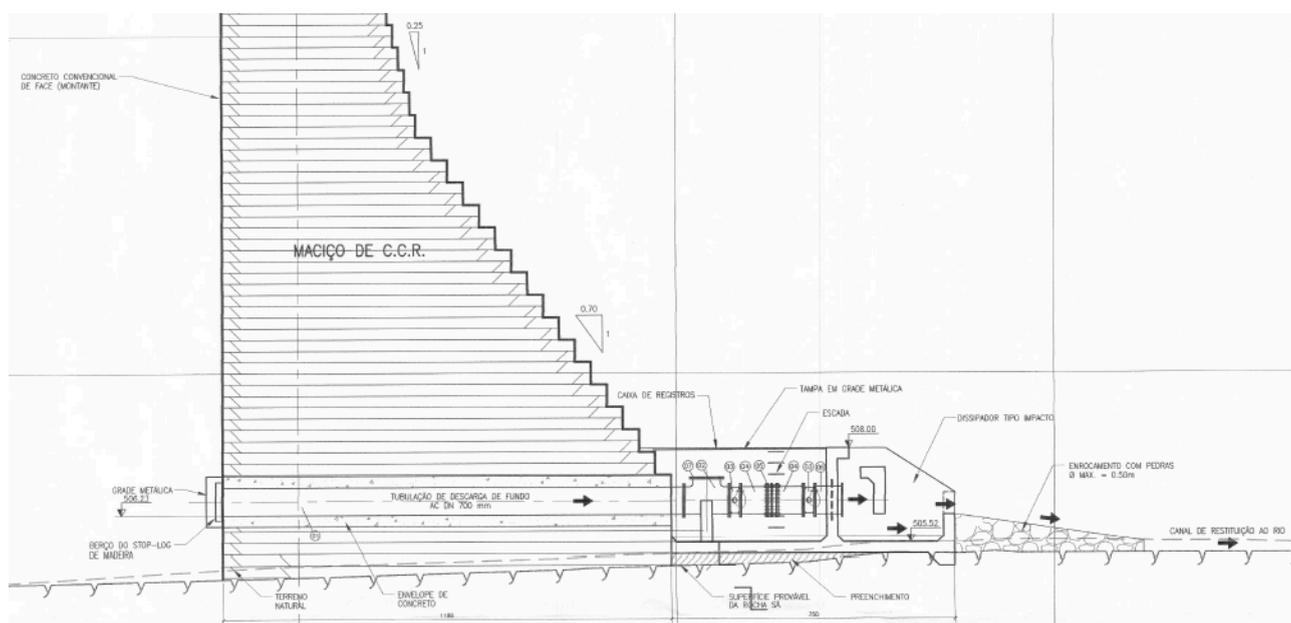
Fonte: INTT, 2020c.

1.4.4. ÓRGÃOS EXTRAVASORES



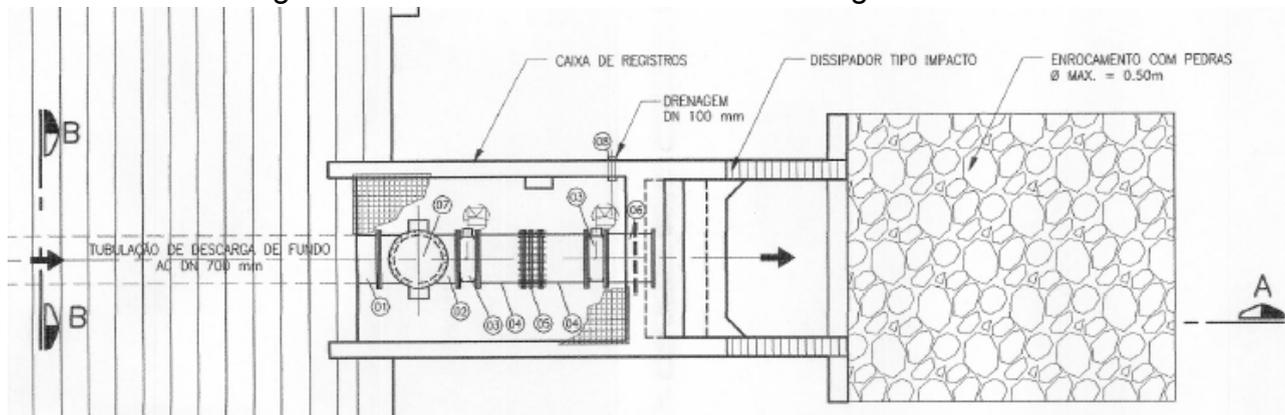
A tomada de água e conduto de descarga estão localizados no pé da barragem de CCR, próximos a ombreira esquerda, na elevação 506,93 m. Esse sistema, conforme apresentado nas Figura 1.8 e Figura 1.9, é constituído por grade metálica na entrada da tubulação à montante, tubulação de \varnothing 700 mm, duas válvulas borboleta, acesso para inspeção (“manhole”) com grade de proteção e dissipador de energia tipo impacto na saída da tubulação seguido de enrocamento com pedras. A Tabela 1.7 apresenta detalhes do dimensionamento.

Figura 1.8 – Seção Longitudinal da Tomada de Adução e Descarga.



Fonte: Geotechnique, 2002c.

Figura 1.9 – Detalhamento da Tomada D'água à Jusante.



Fonte: Geotechnique, 2002c.

Tabela 1.7 – Tomada de água

	Informação	Referência	Pág.
<i>Tipo</i>	<i>Galeria tubular no corpo do maciço CCR</i>	<i>INTT, 2020b</i>	<i>6</i>
<i>Localização</i>	<i>Maciço CCR, próxima à ombreira esquerda</i>	<i>INTT, 2020b</i>	<i>6</i>
<i>Dimensões principais</i>	<i>Diâmetro 0,70 m, comprimento 11,86 m</i>	<i>INTT, 2020w</i>	<i>14</i>
<i>Controle na entrada</i>	<i>Sem controle, apenas grade metálica</i>	<i>INTT, 2020b</i>	<i>14</i>
<i>Controle na saída</i>	<i>Duas válvulas tipo borboleta "AWWA"</i>	<i>INTT, 2020w</i>	<i>14</i>
<i>Cota da tomada de água</i>	<i>506,93 m</i>	<i>INTT, 2020w</i>	<i>14</i>
<i>Forma de acionamento</i>	<i>Manual, volante de manobra</i>	<i>INTT, 2020w</i>	<i>14</i>



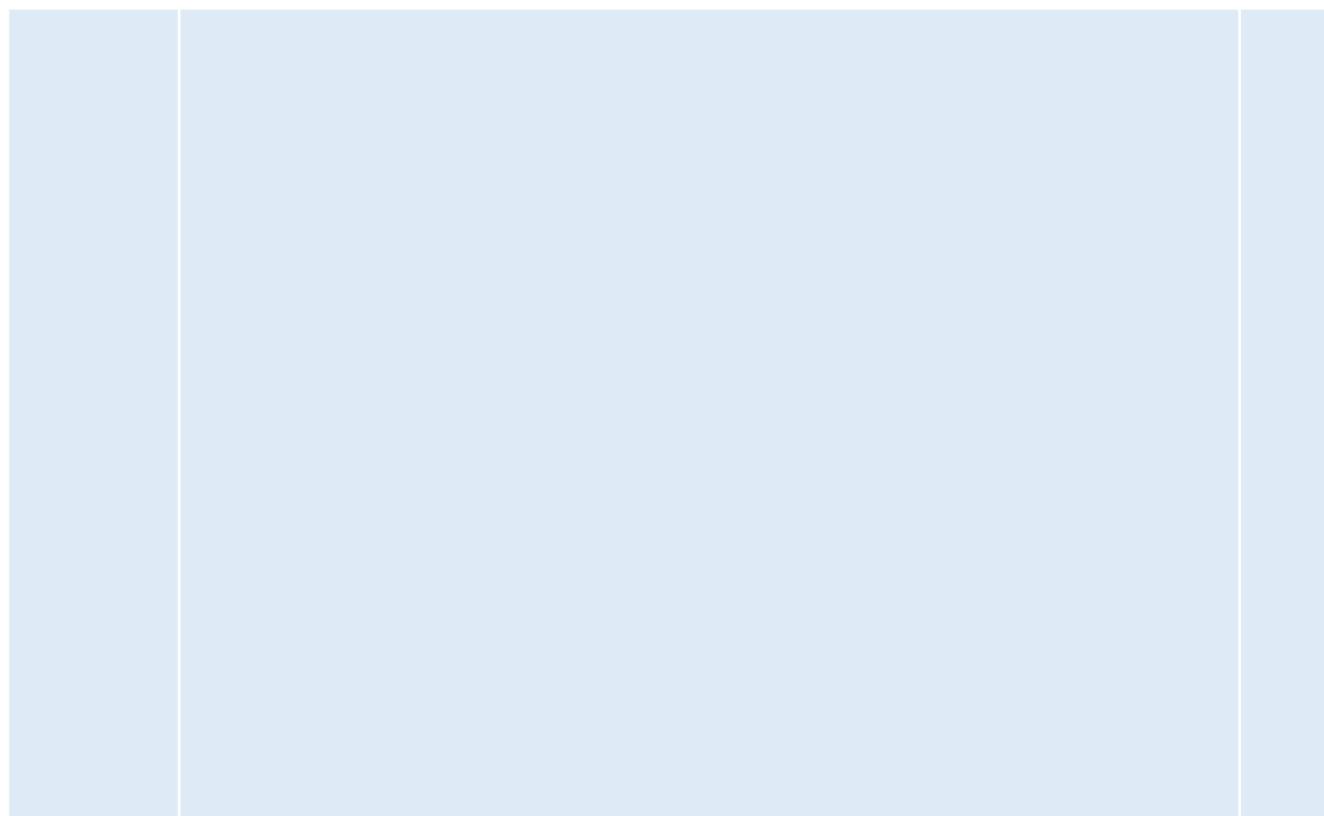
Vazão máxima	3,5 m ³ /s (N.A. 522,00 m, válvulas totalmente abertas)	INTT, 2020w	14
--------------	--	-------------	----

Fonte: PSB Poço do Magro - Volume 1, 2021.

O extravasamento de cheias é realizado por um vertedouro principal (El. 519,00 m) do tipo labirinto de concreto na margem esquerda do reservatório e um vertedouro auxiliar de concreto do tipo “Creager” na ombreira direita da barragem principal (El. 520,00 m).

Especificamente, o vertedouro principal está localizado no reservatório à esquerda e possui perfil labirinto, construído em concreto armado, com largura reduzida de 50 m, largura efetiva de extravasamento de 140,72 m, greide da soleira na elevação 519,0 m e bacia de dissipação escavada em terreno natural revestida em concreto. O vertedouro foi dimensionado considerando a vazão de projeto de 660,0 m³/s, referente a vazão máxima secular. A Figura 1.10 apresenta o vertedouro principal em perspectiva e na Tabela 1.8 detalhes do dimensionamento.

Figura 1.10 – Perspectiva do vertedouro principal.





Fonte: Geotechnique (2002c).

Tabela 1.8 – Vertedouro Principal.

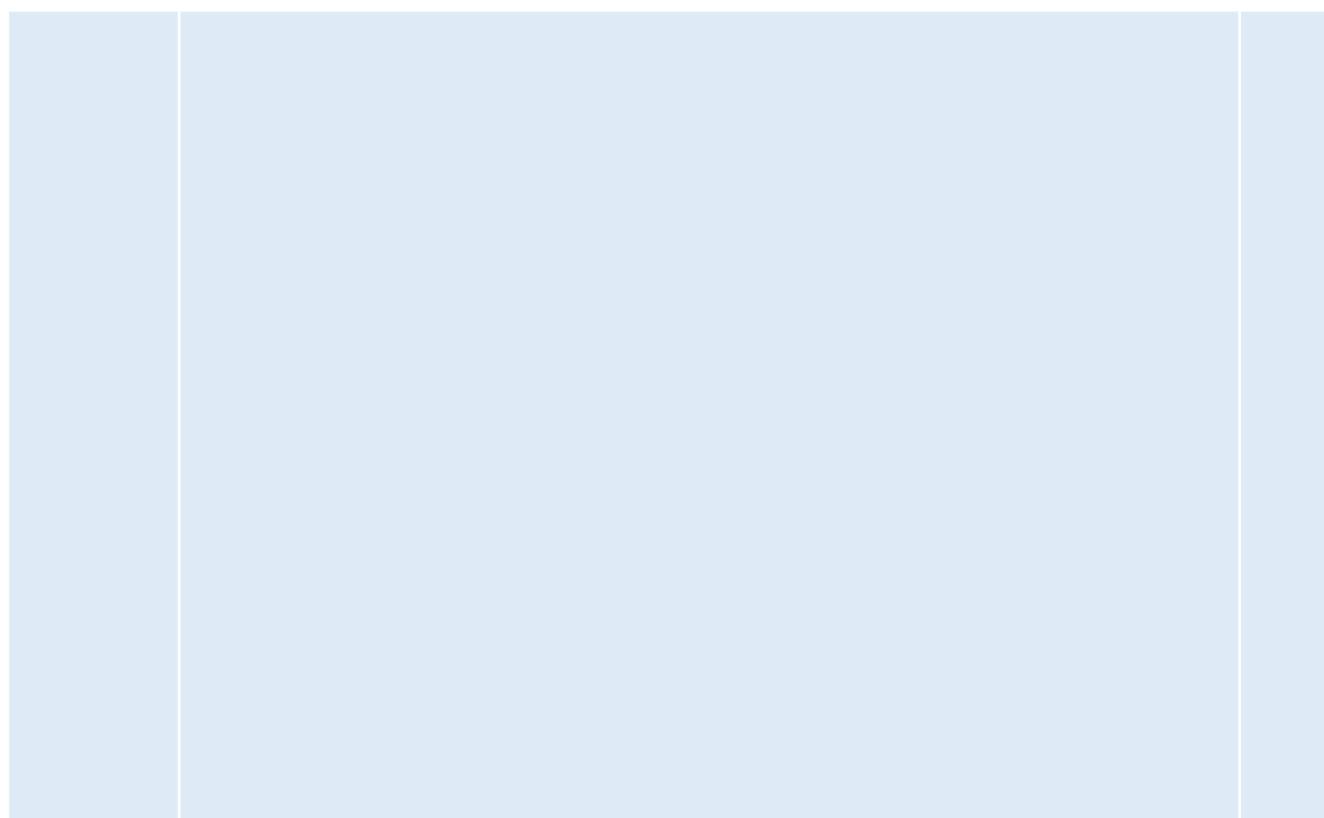
Informação		Referência	Pág.
<i>Tipo</i>	<i>Labirinto</i>		
<i>Localização</i>	<i>Reservatório à esquerda</i>	INTT, 2020b	7
<i>Descarga de projeto</i>	<i>660,00 m³/s</i>		
<i>Lâmina máxima de sangria</i>	<i>2,00 m</i>	Geotechnique, 2002a	13

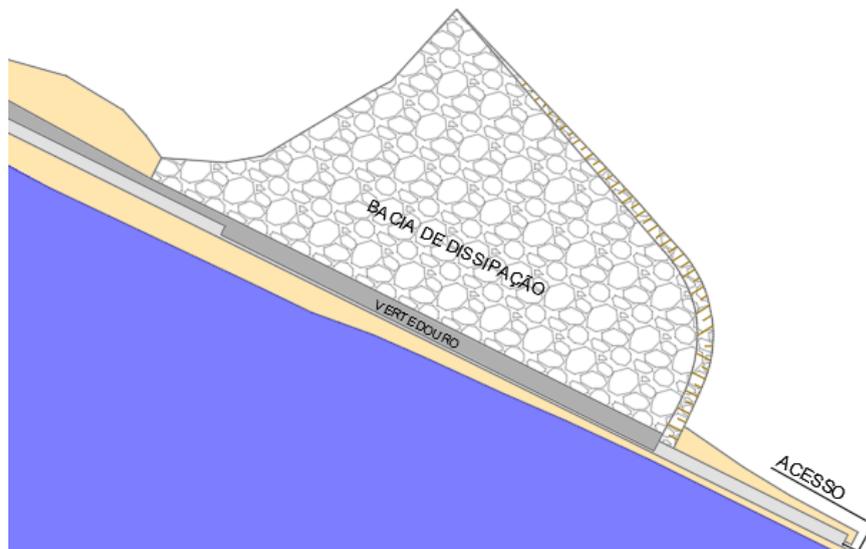
<i>Dimensão a</i>	<i>2,00 m</i>		
<i>Dimensão b</i>	<i>30,00 m</i>		
<i>Ângulo do labirinto</i>	<i>$\alpha = 15,82^\circ$</i>		
<i>Desenvolvimento de um módulo</i>	<i>$lw = 70,36m$</i>		
<i>Número de módulos</i>	<i>$n = 2$</i>		
<i>Desenvolvimento total do labirinto</i>	<i>$L_T = 140,72 m$</i>		
<i>Largura do labirinto</i>	<i>$L_W = 50,00 m$</i>		
<i>Largura de um módulo</i>	<i>25,00 m</i>		
<i>Cota da Soleira</i>	<i>519,00 m</i>		
<i>Profundidade do canal de acesso</i>	<i>$P = 3,50 m$</i>		
<i>Cota do canal de acesso</i>	<i>515,50 m</i>		
<i>Restituição do fluxo efluente</i>	<i>Bacia escavada em terreno natural revestida em concreto</i>	<i>INTT, 2020b</i>	<i>7</i>

Fonte: PSB Poço do Magro - Volume 1, 2021.

Por sua vez, o vertedouro auxiliar, localizado no corpo da barragem, possui perfil tipo “Creager”, construído em concreto convencional, largura de 150,0 m e greide da soleira na elevação 520,0 m. O vertedouro foi dimensionado considerando a vazão de projeto de 542,0 m³/s, referente a vazão máxima secular. A dissipação é feita através de escadas que desembocam em bacia de dissipação escavada em terreno natural protegido com enrocamento. A Figura 1.11 e Figura 1.12 apresentam, respectivamente, a vista em planta e a seção transversal do vertedouro auxiliar e a Tabela 1.8 o resumo das suas dimensões.

Figura 1.11 – Planta do Vertedouro Auxiliar.





Fonte: Ministério da Integração Nacional (2018) - Plano de Segurança da Barragem Poço do Magro.
Figura 1.12 – Seção Transversal do Vertedouro Auxiliar.

Informação		Referência	Pág.
Descarga de projeto através do extravasor	542,00 m ³ /s	INTT, 2020b	7
Largura	150 m		
Cota da Soleira	520,00 m		
Cota de coroamento da Barragem	522,00 m	INTT, 2020x	13
Nível de Água Maximorum	521,33 m		
Lâmina máxima sobre o Creager	0,67 m	INTT, 2020b	7
Restituição do fluxo efluente à bacia de dissipação	Escavada no terreno natural na cota 514,00 m Preenchida com pedras de diâmetro $\geq 0,50$ m	Geotechnique, 2002a	14

Fonte: PSB Poço do Magro - Volume 1, 2021.

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)	$A_t = 690 \text{ km}^2$	INTT, 2020c	14
Área de drenagem da bacia sendo controlada pela barragem (aproximado)	$A = 643 \text{ km}^2$		14
Comprimento do Talvegue Principal	$L = 47 \text{ km}$		15

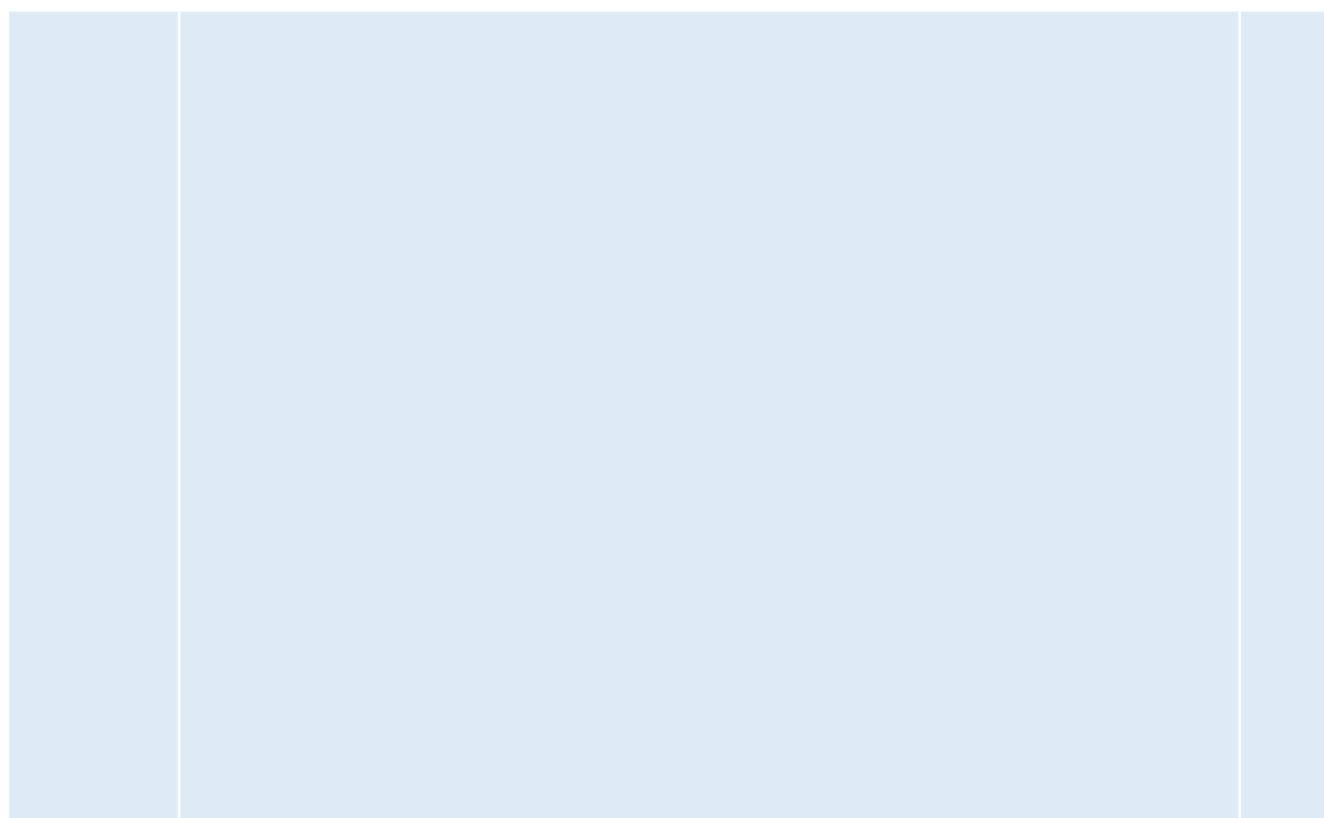


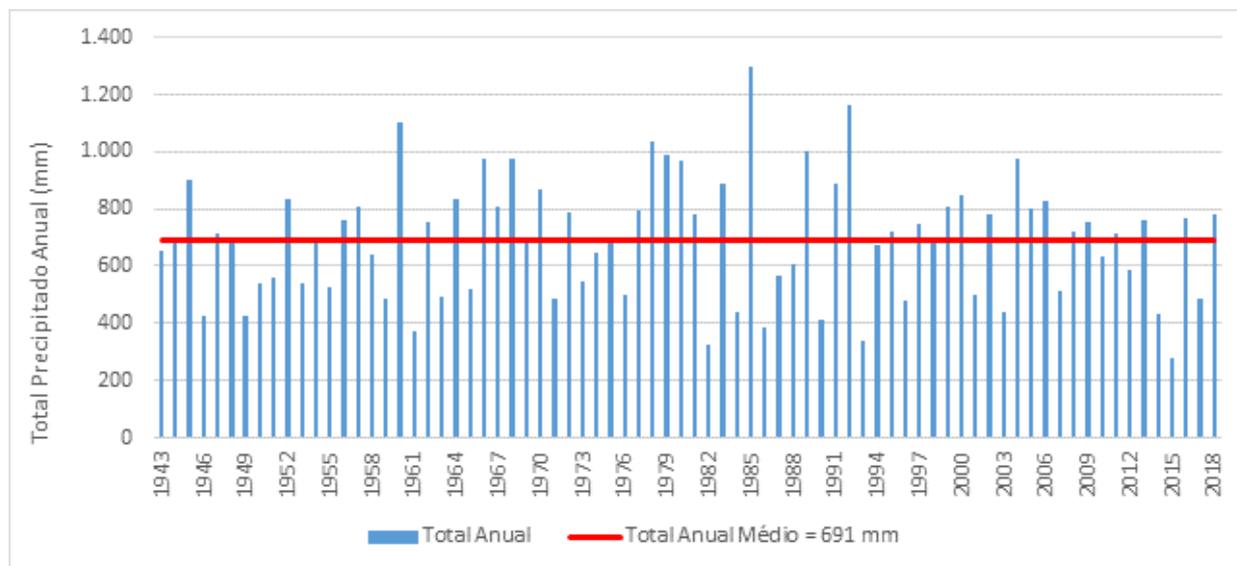
Perímetro	$P = 156 \text{ km}$	15
Comprimento total dos cursos d'Água	$LT = 737 \text{ km}$	15
Comprimento Reto entre a Nascente e a Exutória	$L_t = 34,2 \text{ km}$	15
Elevação da Nascente	$H_n = 705 \text{ m}$	15
Elevação no Barramento	$H_f = 505 \text{ m}$	15
Declividade média	$i = 4,26 \text{ m/km}$	15
Tempo de concentração	$t_c = 15,76 \text{ horas}$	15
Evaporação potencial local	2441 mm	23
Precipitação total anual média	691 mm	33
Vazão Média Mensal	1,09 m ³ /s	81
Coefficiente de Escoamento Superficial	0,65	84
Vazões máximas	631 m ³ /s (TR 1.000 anos; Instantânea)	66

Fonte: PSB Poço do Magro - Volume 1, 2021.

O total anual precipitado médio sobre a bacia hidrográfica da Barragem Poço do Magro é de 691 mm, com valores variando de 277 mm, em 2015, a 1.296 mm, em 1985. A Figura 1.13 apresenta os totais precipitados anuais.

Figura 1.13 – Totais Precipitados Anuais (mm).

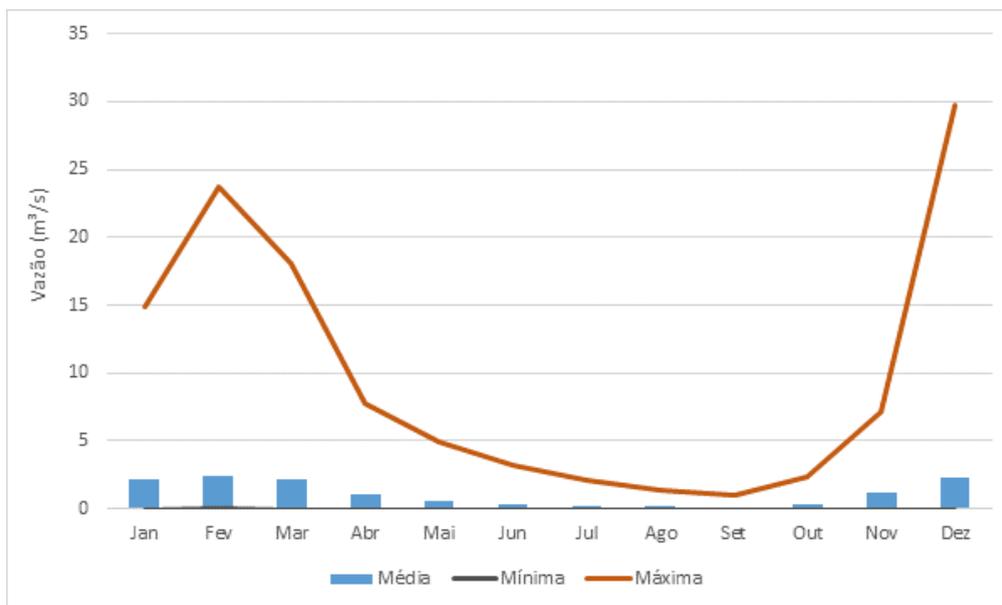




Fonte: Intertechne, 2020c.

A série de vazões médias mensais afluentes ao reservatório de Poço do Magro é apresentada na Figura 1.14.

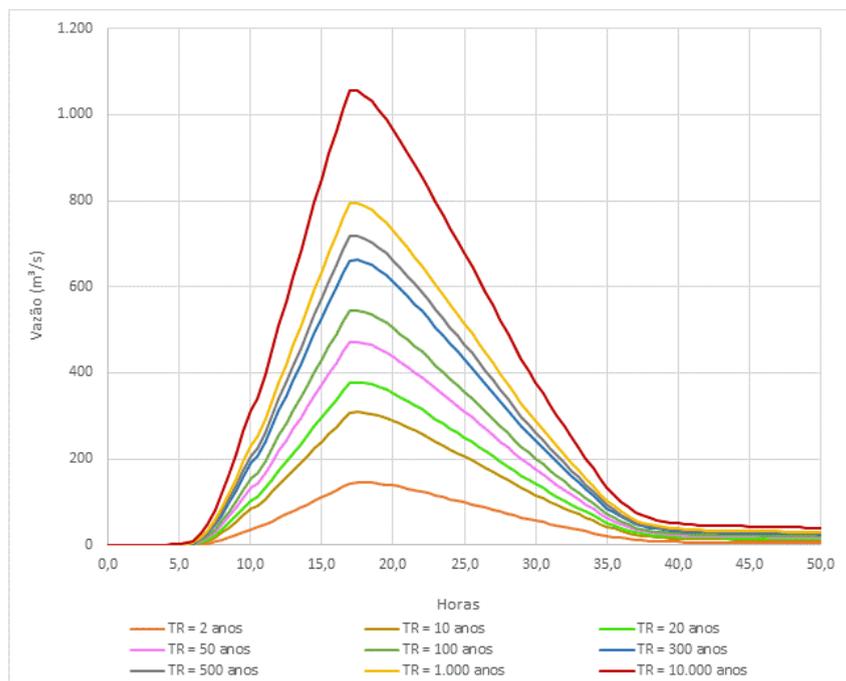
Figura 1.14 – Vazões Médias Características.



Fonte: Intertechne, 2020c.

As vazões de cheia em função do tempo de recorrência são apresentadas na Figura 1.15.

Figura 1.15 – Hidrograma de Cheias.



Fonte: Intertechne, 2020c.

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

Tabela 1.11 – Características Geológicas e Sísmicas.

Informação	Referência	Pág.
<i>Fundação</i>	<i>Rocha muito alterada, fraturada, muito pouco coerente e com elevada fragmentação</i>	<i>INTT, 2020b</i>

b
(Anexo1)



Suscetibilidade a escorregamento	Não identificado	-	-
Sismicidade potencial	Zona 0, $a_g = 0,0-0,025 \text{ m/s}^2$	ABNT NBR 15421, 2006	6 e 7

Fonte: PSB Poço do Magro - Volume 1, 2021.

1.4.6. INSTRUMENTAÇÃO

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

1.4.7. ACESSOS À BARRAGEM

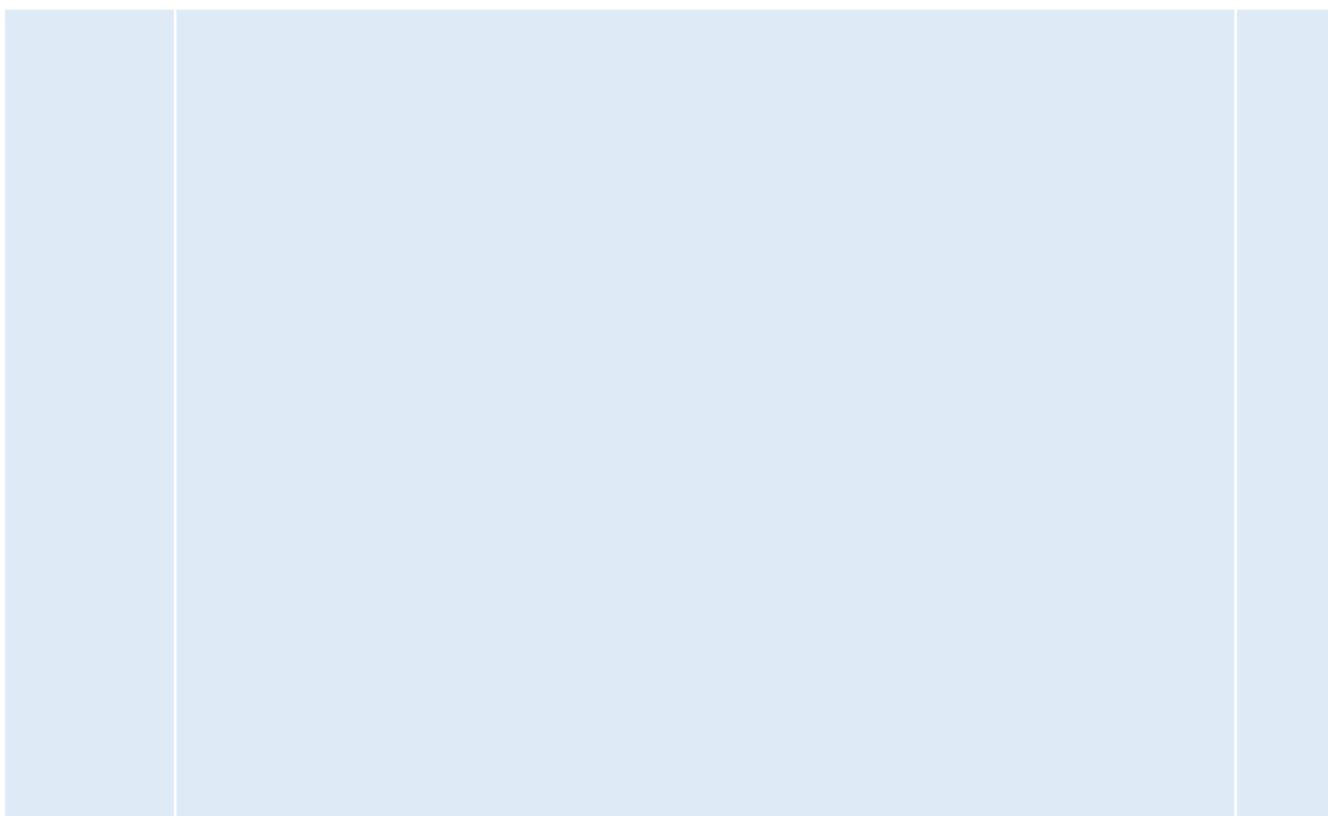
A Barragem de Poço do Magro é, preferencialmente, acessada pelo escritório regional da Codevasf situado na cidade de Guanambi (BA). Partindo do escritório da Codevasf, percorre-se a Avenida Deolinda Martin por 400 metros, em direção à Avenida Joaquim Chaves. Alcançada esta última, deve-se percorrê-la por 1 km, em direção a saída para cidade de Urandi-BA, até acesso a estrada rural (Figura 1.16). A partir do acesso a estrada rural, deve-se seguir pela mesma por, aproximadamente, 4,5 km até a barragem de Poço do Magro.

Tendo Salvador como origem pode-se acessar a barragem percorrendo a BR-324 por 119 km até Feira de Santana, onde deve-se acessar a BR-116 e percorrê-la por 402 km até Vitória da Conquista. Nesta, deve-se acessar a BA-262 e percorrê-la por 127 km até Brumado



onde acessa-se a BR-030. Por fim, transitando pela BR-030 deve-se seguir por 143 km até Guanambi.

Figura 1.16 – Acesso à estrada rural na Av. Joaquim Chaves em Guanambi (BA).



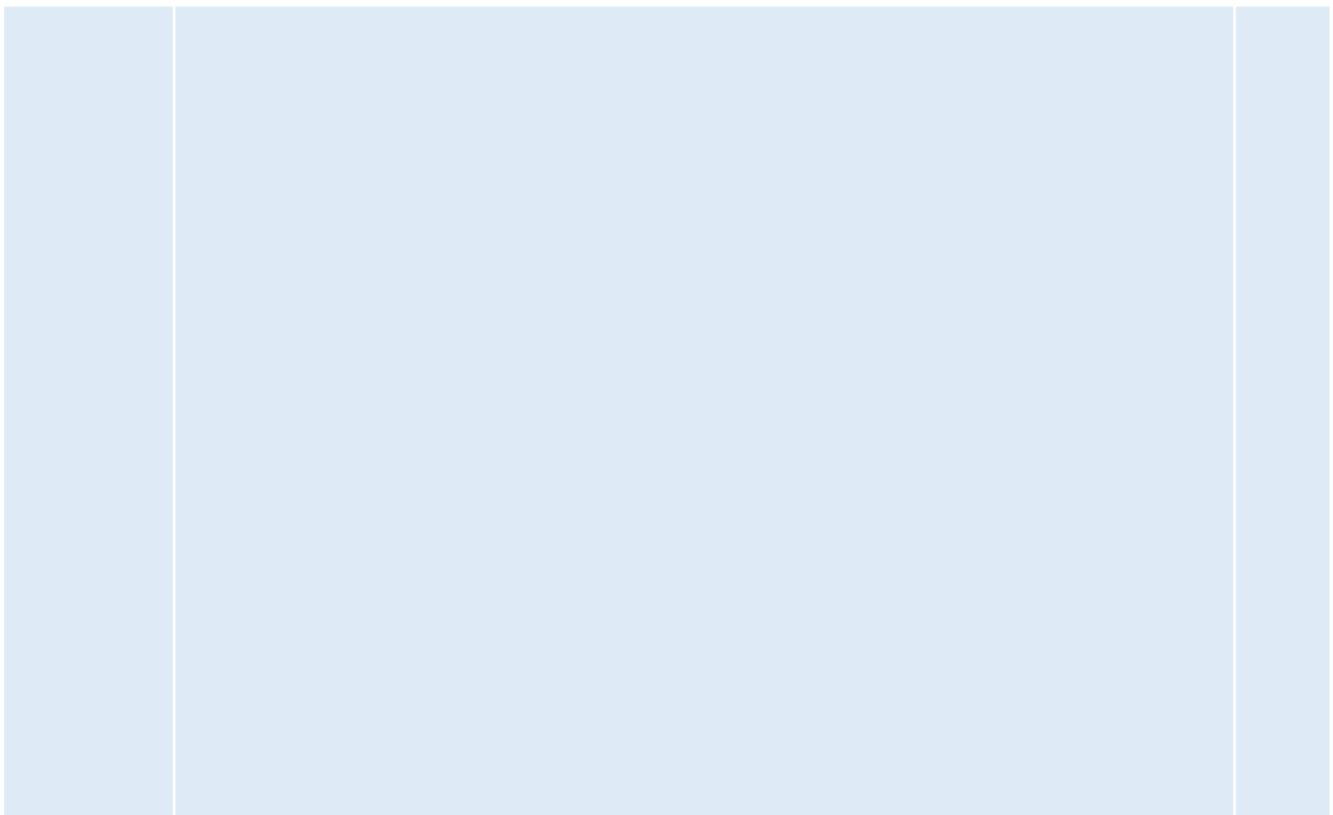


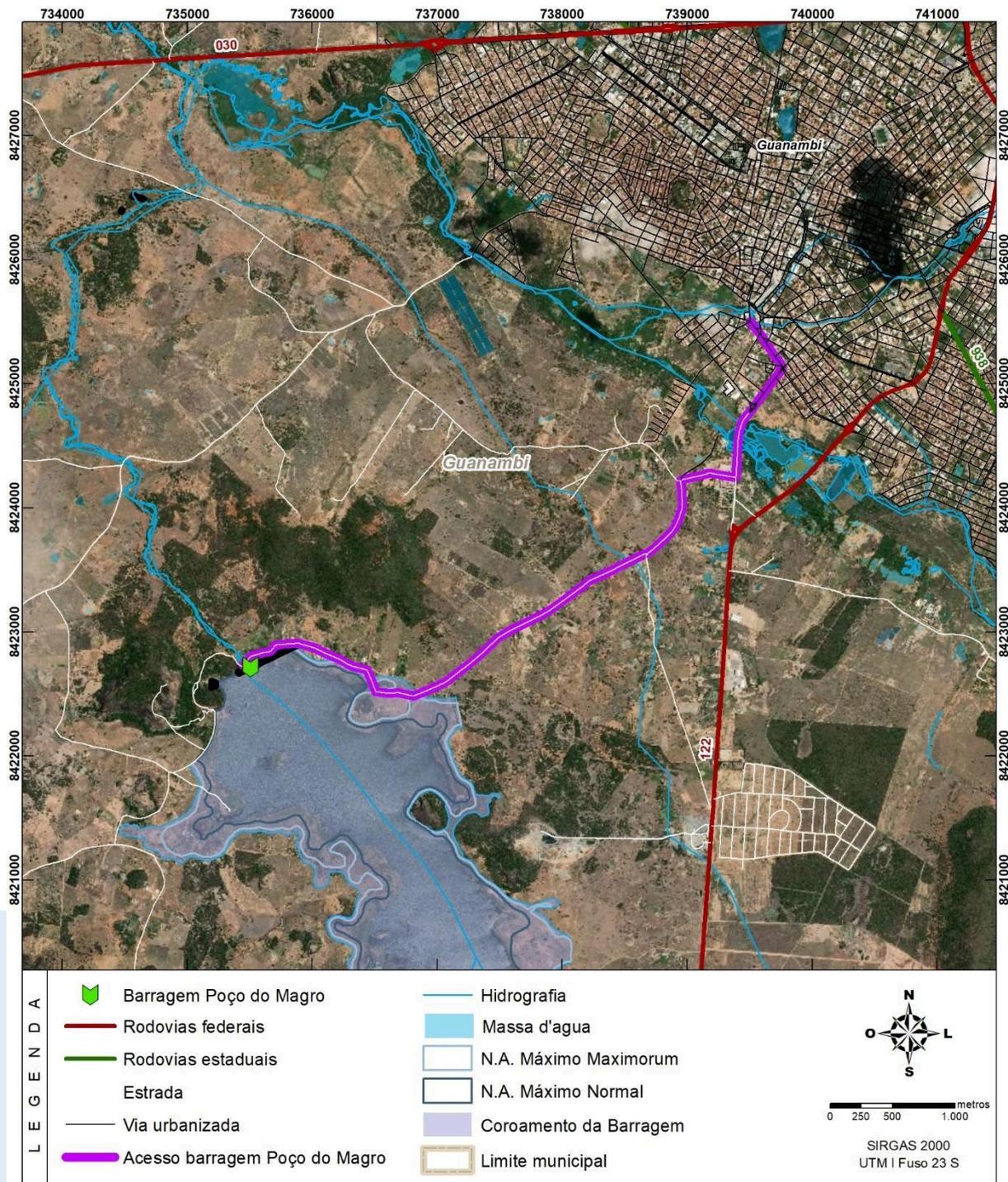
Fonte: *Google Maps* (2020), adaptado por RHA Engenharia

A Figura 1.17 apresenta os acessos à Barragem Poço do Magro.



Figura 1.17 – Acessos à Barragem Poço do Magro.







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

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

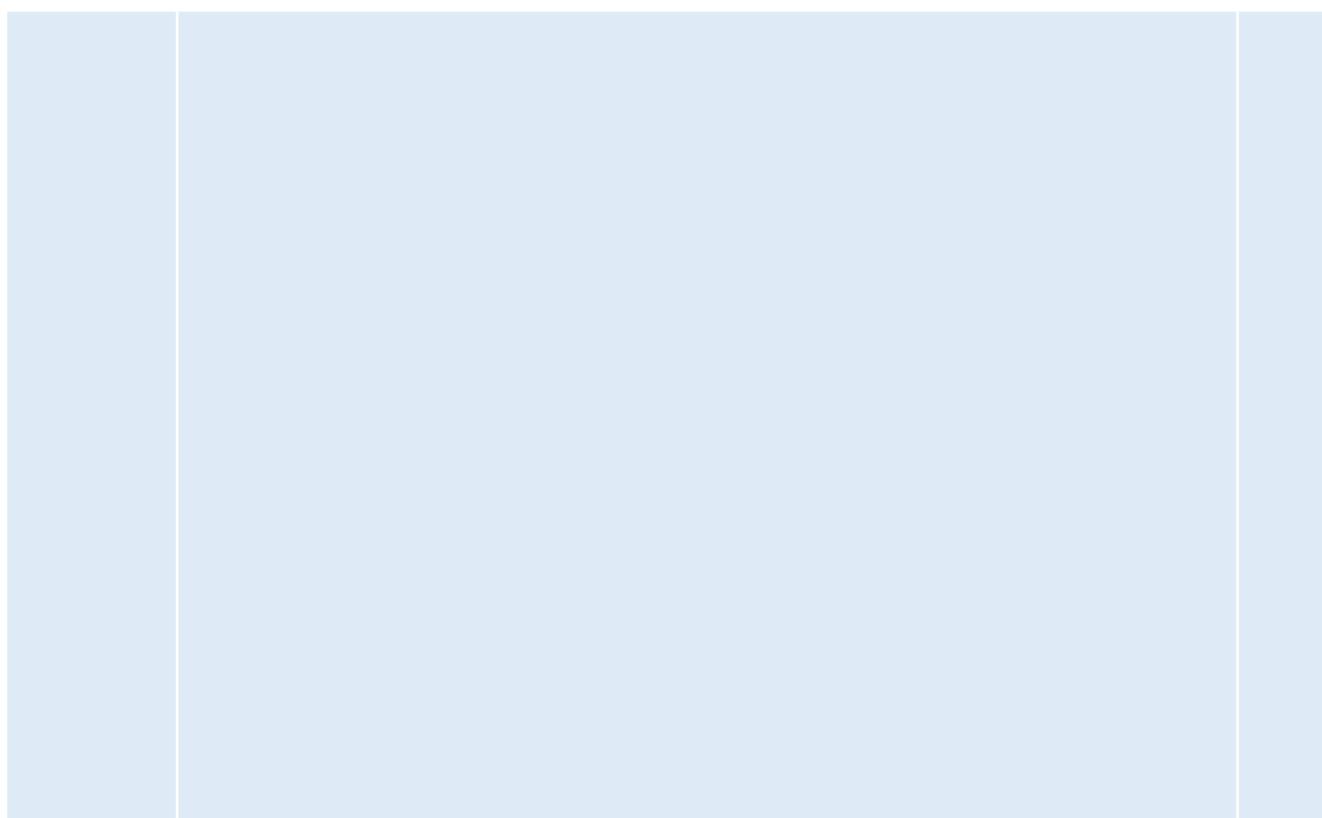


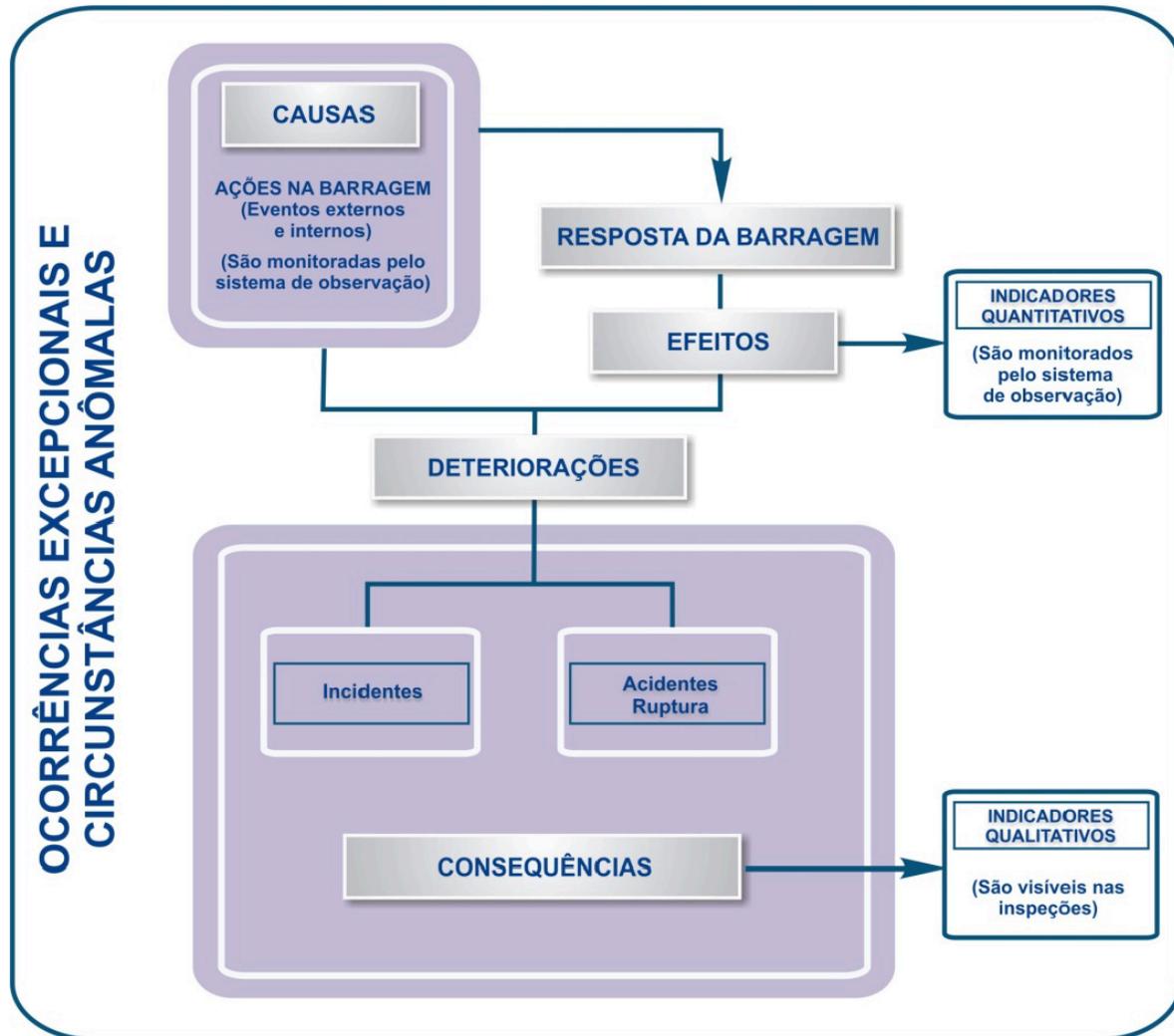
2. PROCEDIMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO, MITIGAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA AS SITUAÇÕES ANÔMALAS À BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

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

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

Figura 2.1 – Ocorrências Excepcionais e Circunstâncias Anômalas.







Fonte: ANA, 2016.

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

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

As situações devem ser classificadas em quatro Níveis de Resposta (NR), conforme caracterização apresentada na Tabela 2.1, com base na observação ou inspeção à barragem (que permitem a detecção de “sinais” – indicadores qualitativos – de eventuais anomalias de comportamento) e/ou através da análise dos resultados da exploração da instrumentação

(baseando-se na definição de bandas de variação para grandezas observadas consideradas representativas do estado da obra – indicadores quantitativos).

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

Tabela 2.1 – Níveis de Resposta com Respectivas Caracterizações.

Níveis de Resposta	Caracterização
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



A Barragem Poço do Magro possui um encarregado pelo monitoramento 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 Poço do Magro 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 Poço do Magro.

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

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

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

Tabela 2.2 – Resumo dos Procedimentos de Identificação.

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

--	--	--	--



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

Fonte: RHA Engenharia, 2021.



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

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

A Barragem Poço do Magro não possui sistema de instrumentação para monitoramento e controle de estabilidade, apenas monitoramento visual conforme apresentado no item anterior. No entanto, a CODEVASF está implementando o sistema indicado na última Revisão Periódica de Segurança de Barragem realizado pela Intertechne (2019) 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;
- Medidores de deformação para monitorar possíveis deslocamentos dos blocos da barragem;
- Piezômetros elétricos.

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

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

Situação Anômala	Cenários possíveis	Indicador	NR
		NA = Nível de Água (m) PLU = Precipitação (mm/dia) Bacia da Barragem Poço do Magro	
Cheias	Operação normal	$NA < NMM$	0
	Vertimento projetado	$NMM > \underline{NA} > NMM$ E $PLU < TR100 = 108$	1
		$42,9 = NMM > \underline{NA} > NMM$ E $PLU < TR1000 = 137$	2
	Vertimento acima do projetado com Risco de Galgamento	$NA > NMM$ OU $NMM > \underline{NA} > NMM$ E $PLU > TR10000 = 167$	Ficha nº 01

Fonte: Adaptado de Intertechne, 2020.

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

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

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



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

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

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



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

continua

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

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

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



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

continua

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

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



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

continua

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

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

--	--	--	--	--



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

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

continua

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

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



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

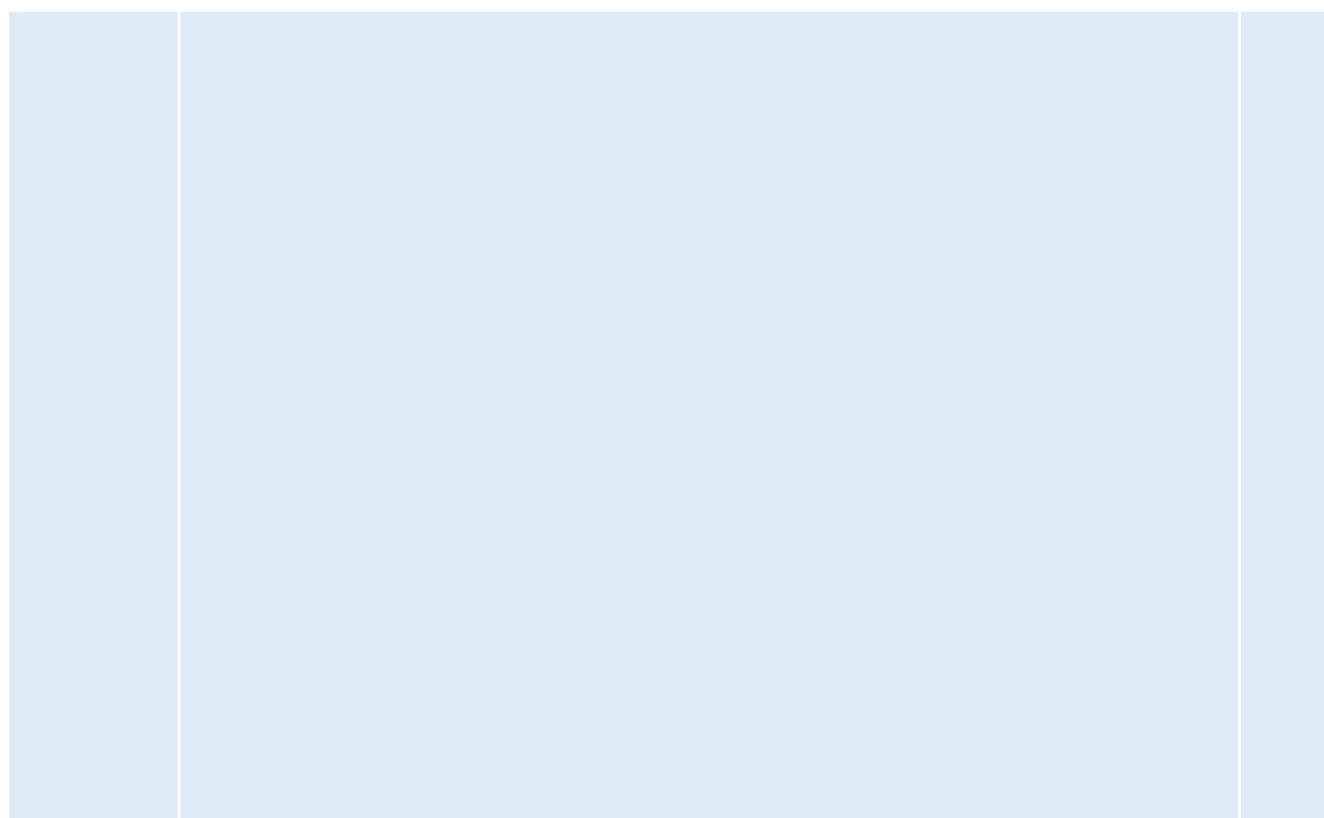
Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

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

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

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

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





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

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

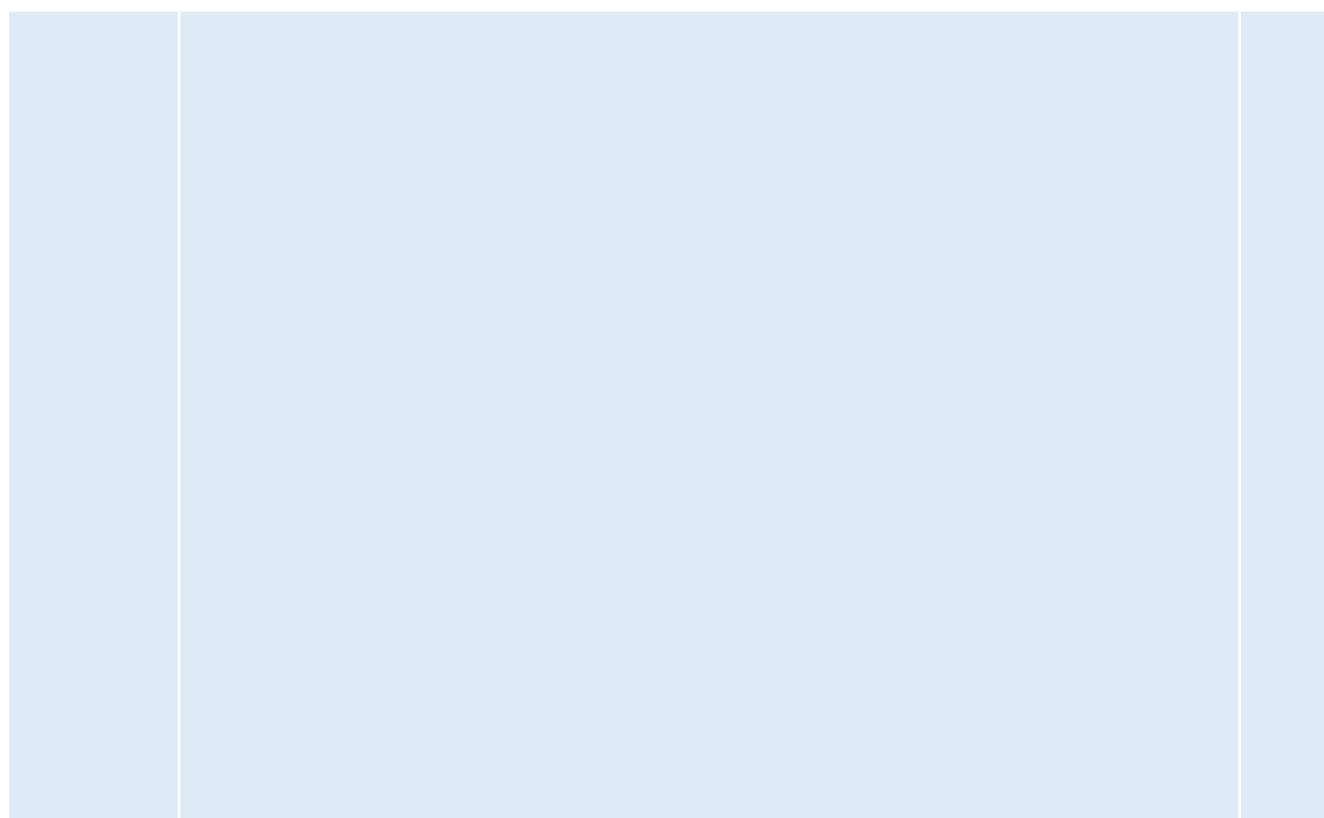
O Empreendedor deverá solicitar ao setor competente a adoção das medidas indicadas.

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

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

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de ALERTA na barragem e/ou no vale a jusante, devido a consideráveis riscos estruturais ou hidrológicos, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias naturais com elevado período de retorno, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente superior às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes).

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





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

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

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

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



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

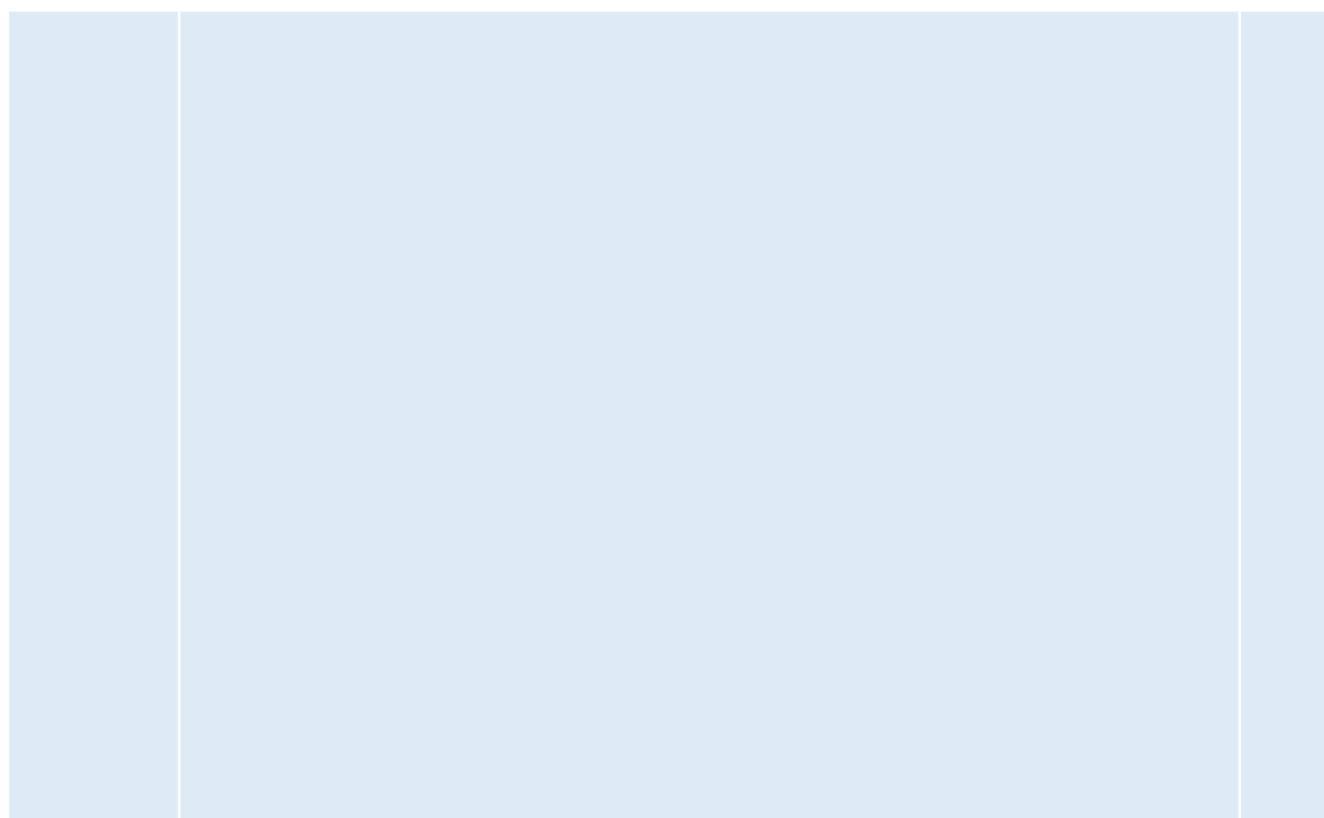
As Defesas Cíveis deverão atuar na Zona de Segurança Secundária.

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

Corresponde a etapa na qual existem situações que impõem um estado de EMERGÊNCIA na barragem e/ou no vale a jusante, devido a grandes e iminentes riscos estruturais ou hidrológicos, que pode acarretar em inundações naturais ou induzidas pelo rompimento/galgamento da barragem, devido a existência de problemas no maciço da barragem e/ou previsão de cheias com elevado período de retorno, inclusive no caso em que a magnitude da vazão 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:





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

O Coordenador Geral deverá adotar a seguinte medida:

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

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



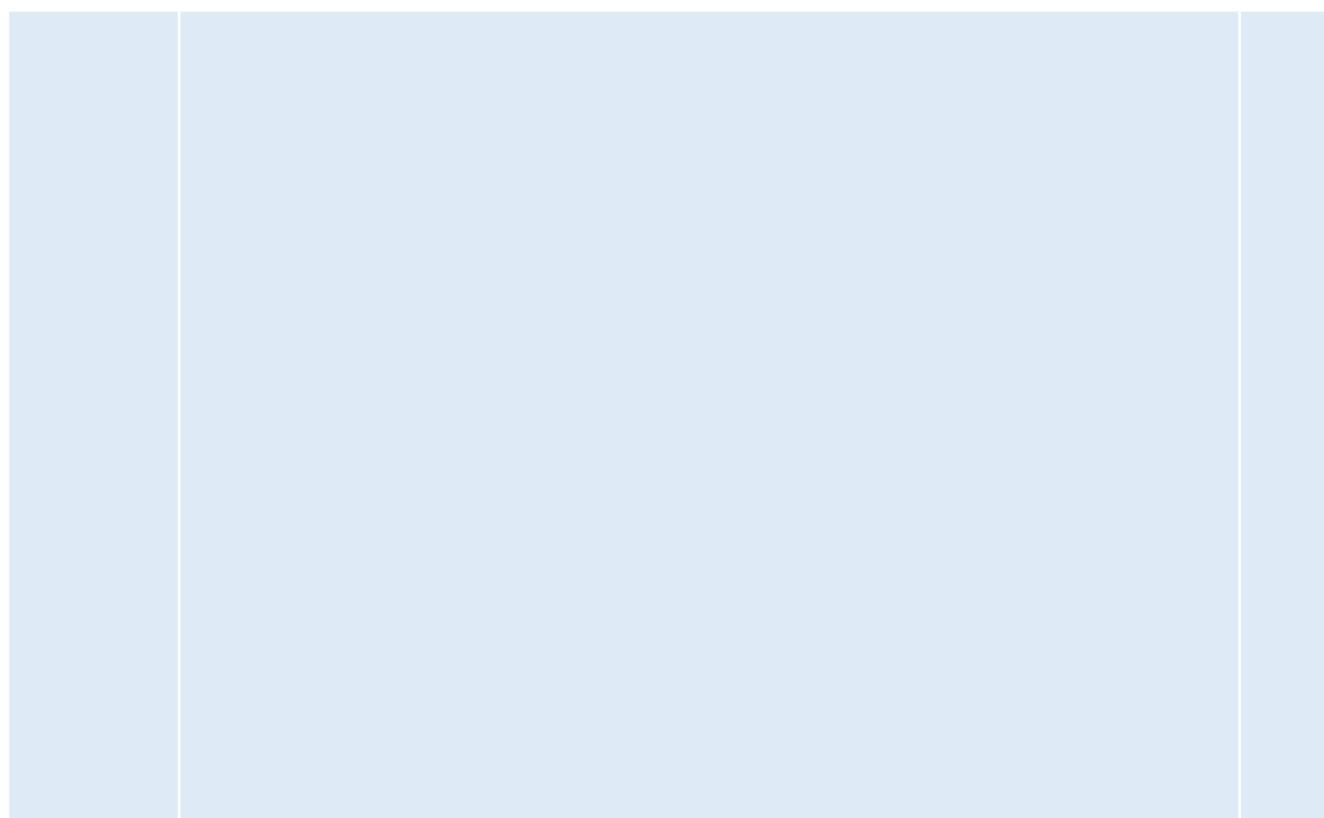
- Controle Emergencial da Barragem: A equipe coordenada pelo Coordenador do PAE (Supervisor Regional) deverá intensificar o monitoramento estrutural e/ou hidrológico no barramento; elaborar e executar planejamento das intervenções imediatas na barragem, e auxiliar sempre que solicitado as Defesas Civis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

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

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

O INEMA deverá comunicar a situação de risco à ANA.

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





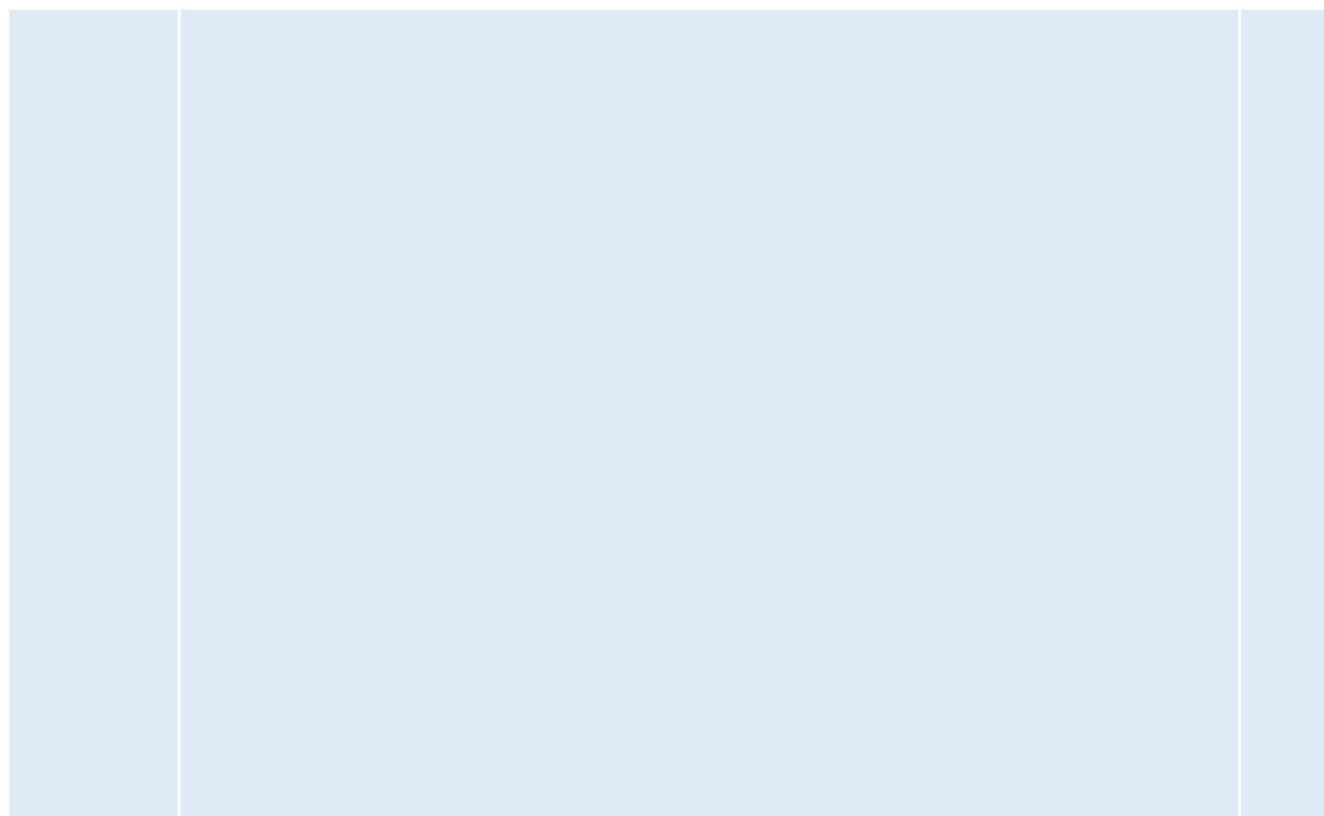
encontra-se apresentado e recomenda-se minimamente que contenha os seguintes itens (Res. ANA n° 236/2017):

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

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

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

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





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

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

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

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

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

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



- Motorista.

Para fazer face a situação de emergência devem existir recursos materiais fixos, mobilizáveis e renováveis, devendo ser apresentados no Anexo 3, com destaque para os meios de comunicação, de fornecimento de energia, de alerta, de transporte e outros.

Quanto aos recursos fixos salientam-se os seguintes:

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

A Central de Operações é o local onde o Coordenador do PAE e os recursos humanos irão permanecer em situação de alerta, e de onde se pode:

- Recolher e disseminar informação;
- Coordenar e emitir ordens para ações,
- Mobilizar e gerir recursos;
- Manter e arquivar registros do desenrolar da situação e dos custos relacionados com as operações de emergência;
- Manter a comunicação com os agentes envolvidos no controle da situação de emergência (Centros Operacionais de Defesa Civil e Entidades Fiscalizadoras).



Os recursos mobilizáveis são essencialmente equipamentos e recursos de materiais diversos, devendo também ser identificadas as zonas próximas onde é possível obter estes recursos. Os municípios podem, por exemplo, providenciar, numa situação de acidente, mão de obra, equipamento e materiais.

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

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

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

- Combustíveis e lubrificantes;
- Material diverso de manutenção e reparação, como areia, brita, cordas, lona plástica, gabião tela, aço zincado, tábuas, tijolos, etc.;
- Material para primeiros socorros.



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

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

3. PLANO DE COMUNICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

3.1. OBJETIVO

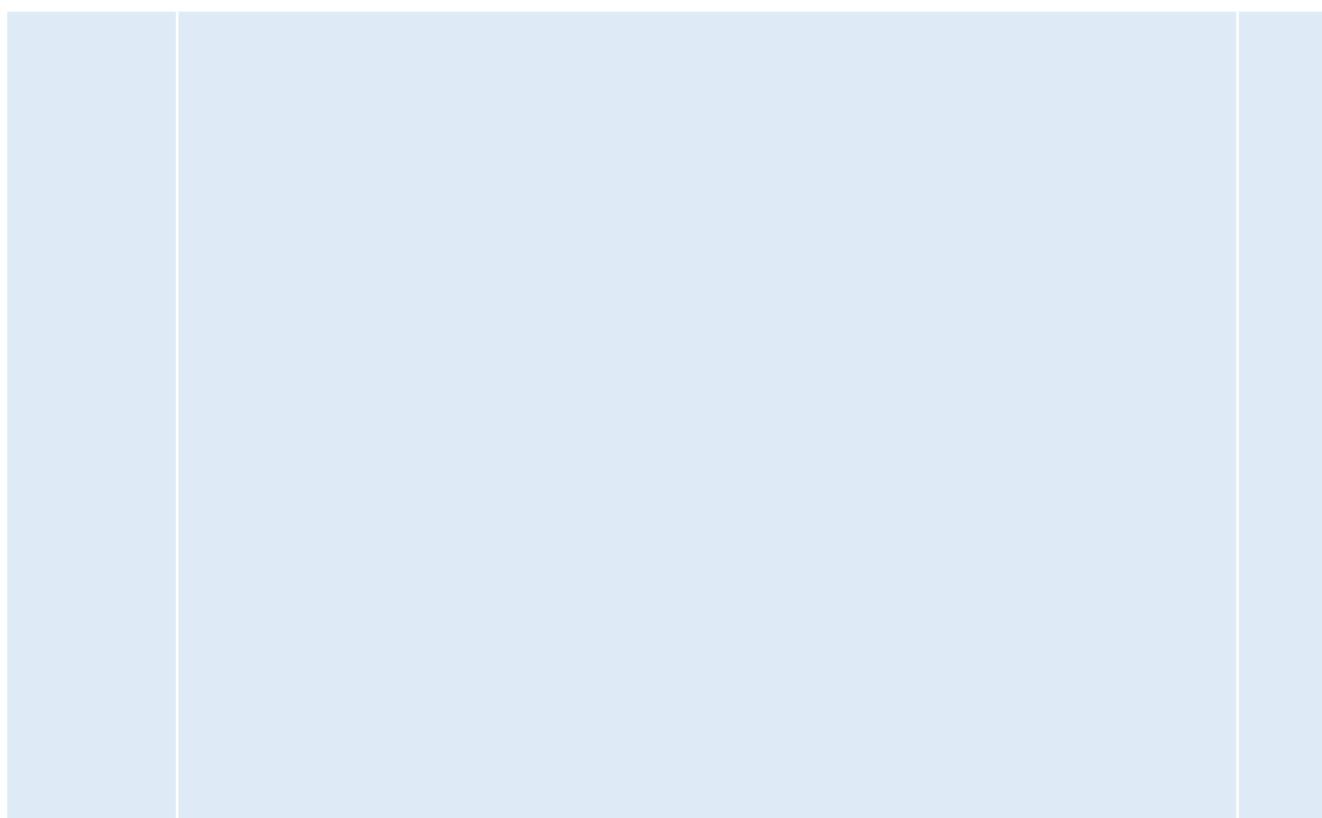
Os procedimentos de comunicação visam garantir os seguintes pontos:

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

3.2. PLANO DE COMUNICAÇÃO

A comunicação deve ser estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação e segurança da barragem (notificação interna), e entre estes e as entidades externas com responsabilidades instituídas (INEMA e Sistema de Defesa Civil), conforme Figura 3.1.

Figura 3.1 – Organograma Esquemático dos Participantes do PAE.





Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

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

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

O Fluxograma de Acionamento está apresentado no Anexo 7.



3.3. SISTEMA DE ALERTA

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

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

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



4. ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES DOS ENVOLVIDOS NO PAE

4.1. EMPREENDEDOR (CODEVASF)

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

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

Ademais, a CODEVASF possui as seguintes responsabilidades.



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



4.2. COORDENADOR DO PAE (SUPERVISOR REGIONAL)

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

- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os Níveis de Resposta;
- Visitar mensalmente a Barragem de Poço do Magro;
- 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;



- 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 Poço do Magro, por delegação da CODEVASF, possui as seguintes responsabilidades:

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

4.5. EQUIPE DE CONTROLE EMERGENCIAL DA BARRAGEM

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



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

4.6. **CENTRAL DE OPERAÇÕES EMERGENCIAIS**

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

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

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

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



polícia militar e os Corpos de bombeiros) e no âmbito municipal, pelas Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que comportam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde, subprefeituras, serviços de águas e esgoto).

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

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

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

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

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



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

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



5. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO E MAPAS DE INUNDAÇÃO

5.1. SÍNTESE DO ESTUDO DE ROMPIMENTO

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

Para este estudo foram realizadas simulações para a Barragem Poço do Magro considerando diversos cenários de ruptura hipotética, a fim de determinar a mancha de inundação. Como foram disponibilizados levantamentos topográficos a laser até uma faixa de aproximadamente 100 km a jusante, o critério de parada foi limitado até esta distância, não chegando no deságue do Rio São Francisco. Os cenários que foram simulados são apresentados na Tabela 5.1.

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

Para efetuar a simulação do processo de formação da brecha, necessita-se definir a 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. As características da brecha são apresentadas na Tabela 5.2.

A condição hidrodinâmica de Poço do Magro e do rio a jusante da barragem principal no instante de sua hipotética ruptura foi definida como sendo correspondente ao pico da



vazão efluente pela barragem, em condição previamente estabilizada (regime permanente) à simulação da hipotética ruptura.

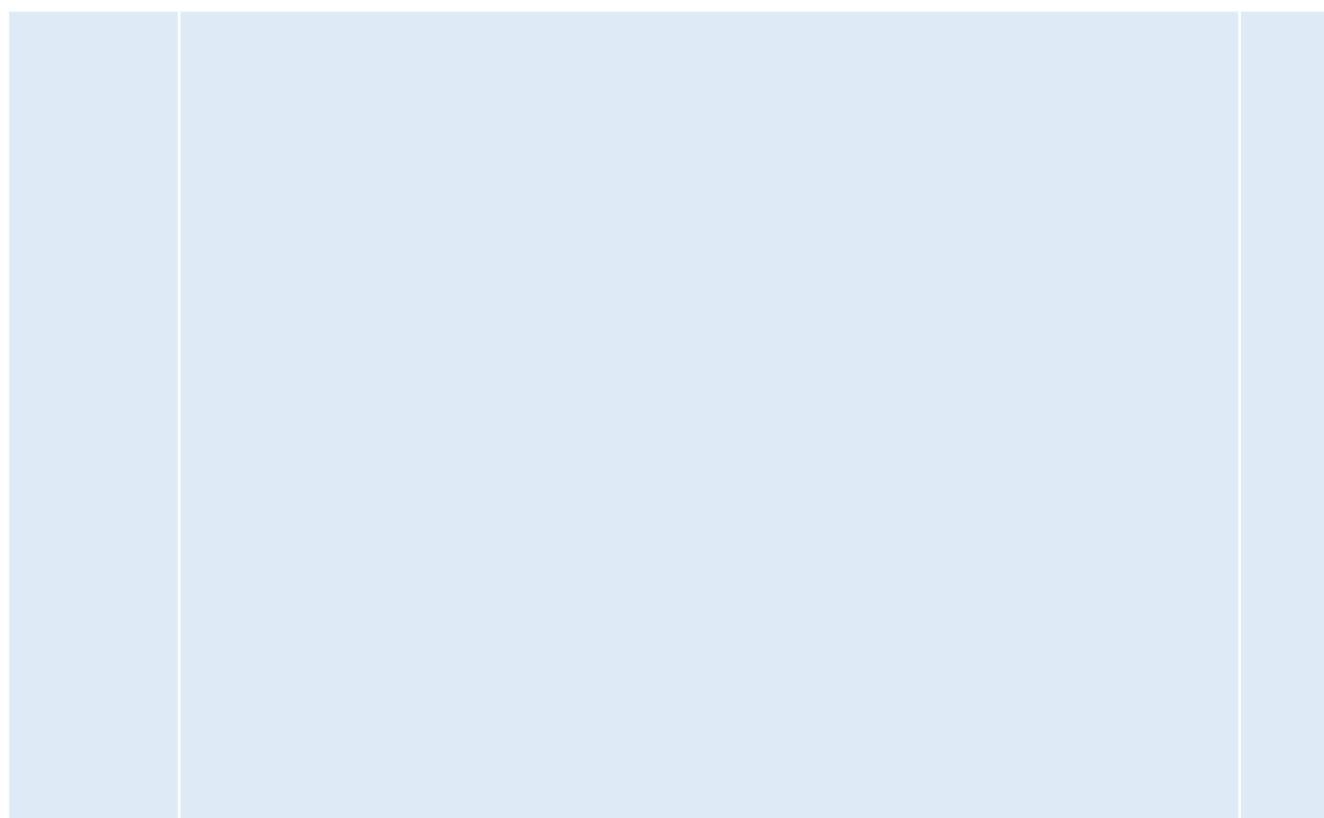
Como condição de contorno de jusante, devido à falta de informações disponíveis, definiu-se a declividade da linha de energia na seção de saída como sendo igual a 0,05%. Essa declividade é um valor típico para rios de grande porte como o rio São Francisco.

O passo de tempo do modelo variou para cada simulação.

As simulações foram realizadas utilizando a metodologia de cálculo de escoamento em regime não permanente, sendo que, para os cenários de cheia natural (ou seja, sem a existência 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.

Em todos os cenários, o trecho bidimensional foi representado por uma malha ortogonal base com células de dimensões 100 m x 100 m. O valor do coeficiente de rugosidade foi selecionado a partir de valores de referência apresentados por Chow (1959). O valor único adotado foi de $0,035 \text{ m}^{1/2\text{s}}$.

O Modelo Digital de Terreno (MDT) utilizado foi desenvolvido a partir de Perfilamento Laser Aerotransportado, contemplando uma área na ordem de 420 km² com amostragem espacial de 10 m de aresta, a qual abrange a região das estruturas e o vale a jusante do barramento de Poço do Magro. 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 e Figura 5.3 apresentam o hidrograma de ruptura calculado a jusante da Barragem Poço do Magro nos Cenários de Ruptura Mais Provável e Ruptura Extrema, respectivamente.

Foram traçadas 21 seções transversais a jusante, esquematizadas na planta apresentada Figura 5.4, 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 e Tabela 5.4 consistem na síntese dos resultados obtidos para cada seção estudada dos cenários de ruptura mais provável e ruptura extrema, respectivamente.

Tabela 5.1 – Cenários Simulados.

Cenário	Descrição do Cenário	Critério	Vazão (m ³ /s)		Largura da brecha (m)	Tempo de formação de brecha	Nível de água no reservatório no início da simulação (m)
			Afluente	Efluente			
1	Cheias Naturais	TR = 100 anos	545	545	N/A	N/A	N/A
2		TR = 1.000 anos	795	795			N/A
3		TR = 10.000 anos	1.056	1.056			N/A
4	Operação Hidráulica Extrema	Vertimento Máximo	2.030	1.758			522,00

	(Vertimento máximo)						
5	Ruptura mais provável por mecanismo estrutural	TR = 100 anos	545	408	3 blocos (45,5 metros)	0,3 horas	520,34
6	Ruptura extrema	Vertimento Máximo	2.030	1.758	Toda a barragem	0,1 horas	522,00

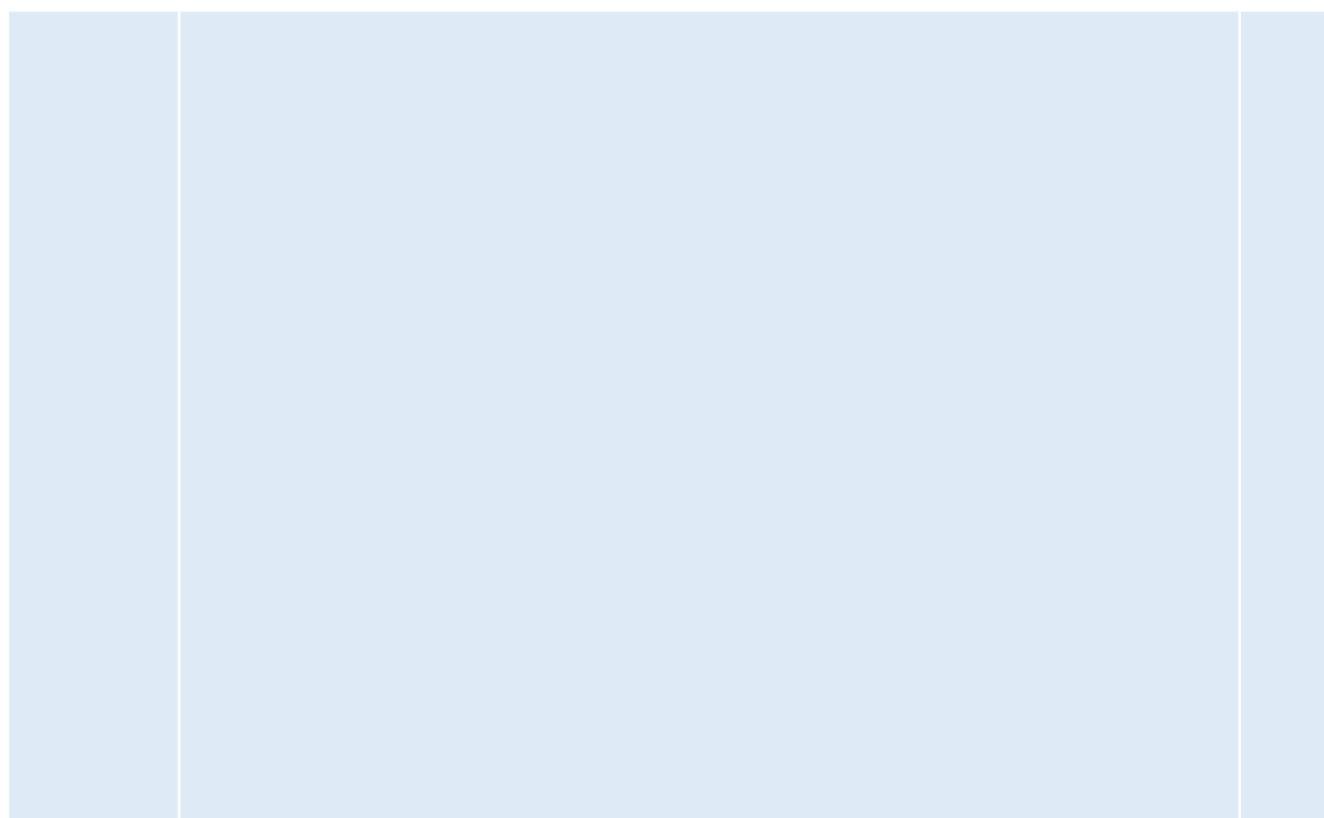
Fonte: Intertechne, 2021.

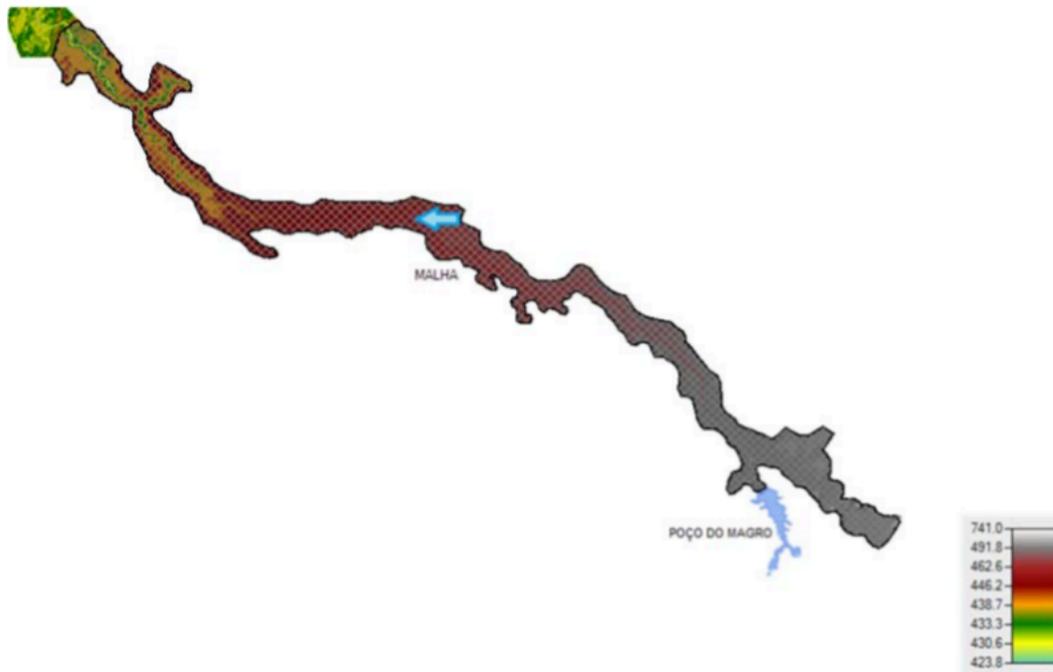
Tabela 5.2 – Características de Brecha de Ruptura.

Cenário	Tipo de ruptura	Z _{crista} (m)	NA de ruptura (m)	Cota de fundo (m)	Inclinação dos taludes laterais (H:V)	Tempo de ruptura (h)	Largura média (m)
5	Mais Provável	522	520,34	506,20	0,0	0,3	45,5
6	Extrema	522	522,00	506,20	Ombreiras	0,1	Total

Fonte: Intertechne, 2021.

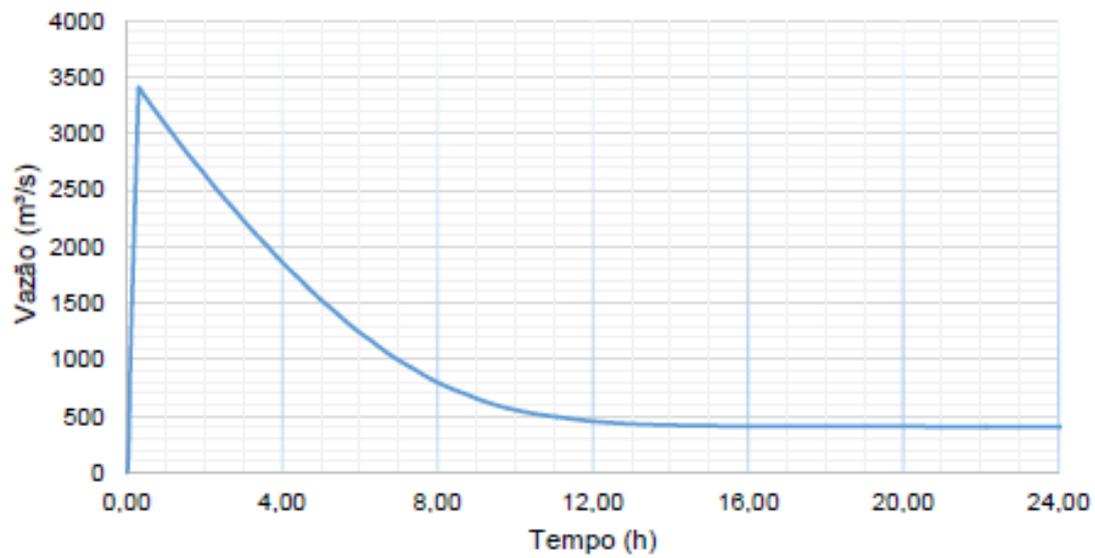
Figura 5.1 – Modelo Digital de Terreno (MDT).





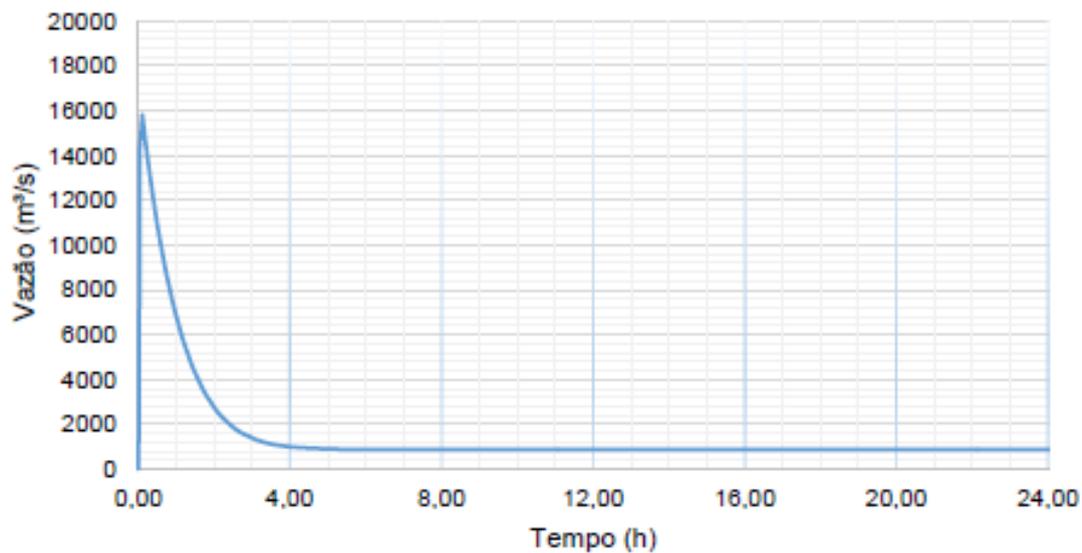
Fonte: Intertechne, 2021.

Figura 5.2 – Hidrográfico de ruptura por Falha Estrutural – Cenário 5.



Fonte: Intertechne, 2021.

Figura 5.3 – Hidrograma de ruptura por Galgamento – Cenário 6.



Fonte: Intertechne, 2021.

Figura 5.4 – Seções para Apresentação dos Resultados.



Fonte: adaptado de Intertechne, 2021.



	frente de onda (h):	pico da onda (h):				
Seção 1	00:05	00:10	10,1	16.350	516,0	02:45
Seção 2	00:05	00:10	8,4	15.972	514,7	02:35
Seção 3	00:05	00:10	8,2	15.812	512,5	02:35
Seção 4	00:10	00:45	7,9	15.025	510,2	03:20
Seção 5	00:15	00:55	6,9	9.144	505,0	03:20
Seção 6	00:40	01:20	0,9	57	502,2	02:15
Seção 7	00:30	01:20	1,1	209	502,2	02:55
Seção 8	00:30	01:25	5,0	8.561	501,2	03:40
Seção 9	00:35	01:35	3,1	8.343	500,1	03:50
Seção 10	00:40	01:35	3,7	8.257	499,6	03:45
Seção 11	00:45	01:45	4,1	8.130	497,5	03:40
Seção 12	01:10	02:10	4,2	7.598	493,5	03:35
Seção 13	01:45	02:55	2,7	7.039	488,2	04:15
Seção 14	02:35	04:10	3,1	6.123	482,0	04:55
Seção 15	03:40	05:05	2,9	5.759	474,3	04:05
Seção 16	05:40	07:45	2,3	4.725	464,6	06:00
Seção 17	08:05	09:50	2,0	4.314	455,3	04:35
Seção 18	10:00	12:15	2,6	3.961	449,1	06:00
Seção 19	10:40	13:00	2,1	3.818	446,3	06:05
Seção 20	14:35	18:10	1,9	3.280	439,0	09:15
Seção 21	17:55	20:30	3,1	2.986	435,2	06:20

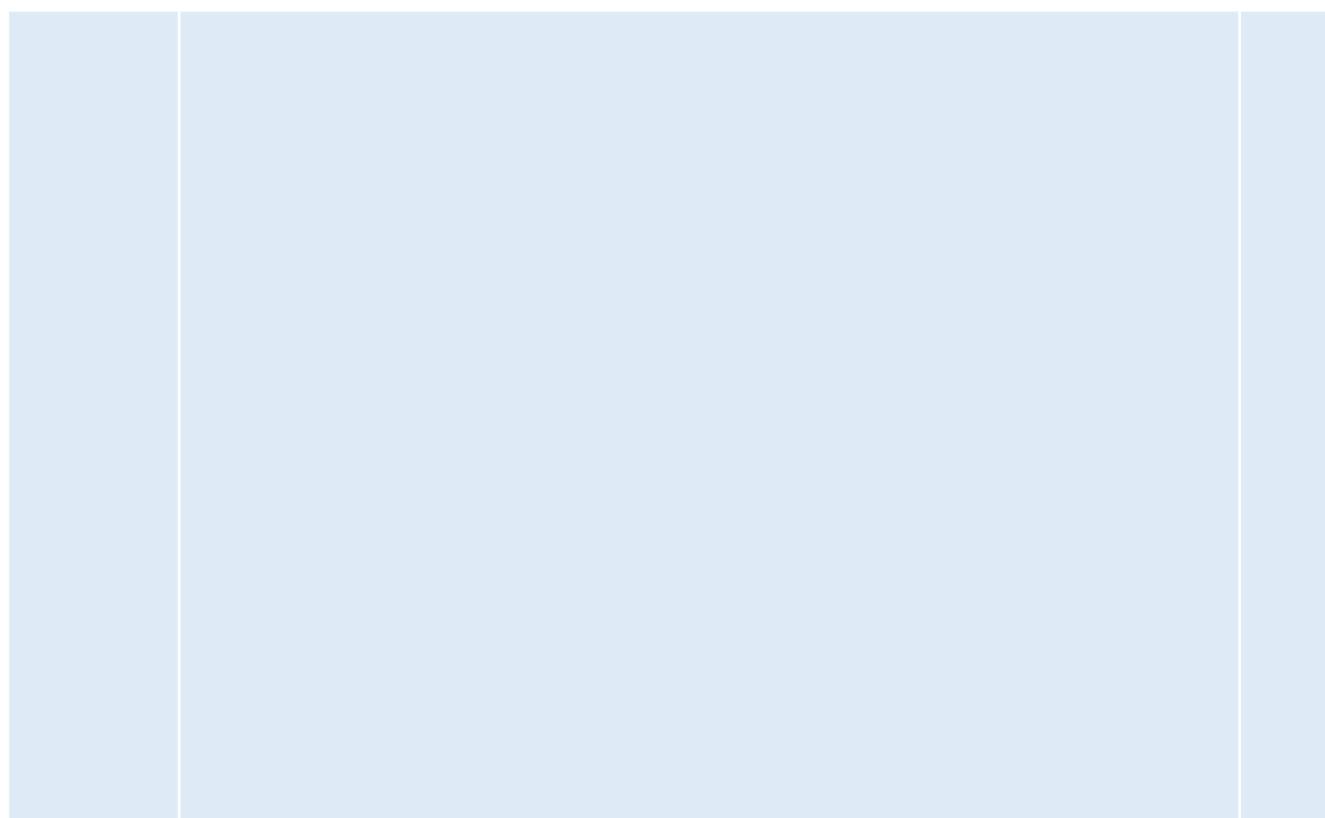
Fonte: Intertechne, 2021.

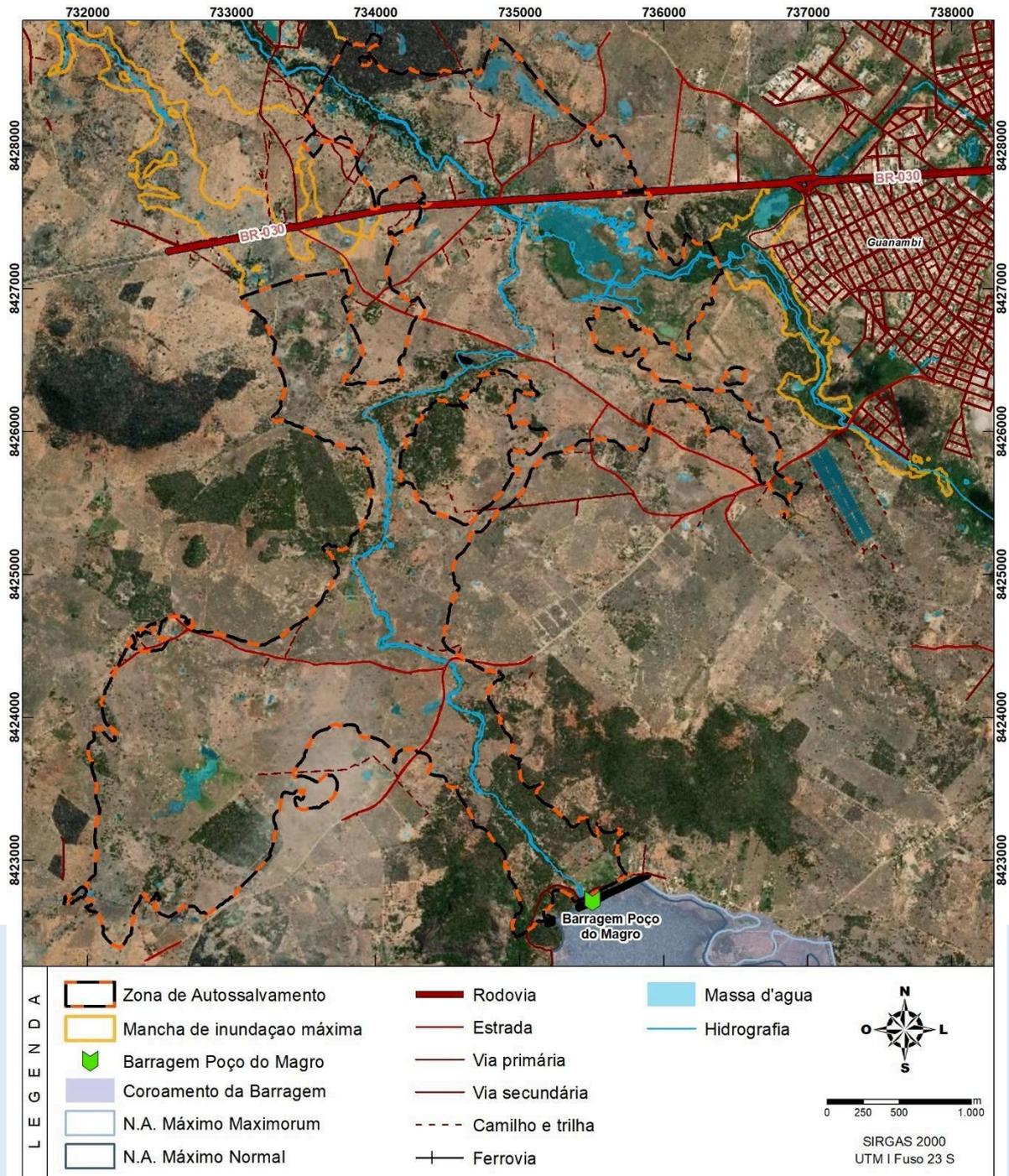


5.2. DELIMITAÇÃO DA ZONAS DE AUTOSSALVAMENTO E SEGURANÇA SECUNDÁRIA

A Figura 5.5 apresenta a ZAS da Barragem Poço do Magro.

Figura 5.5 – Zona de Autossalvamento (ZAS)







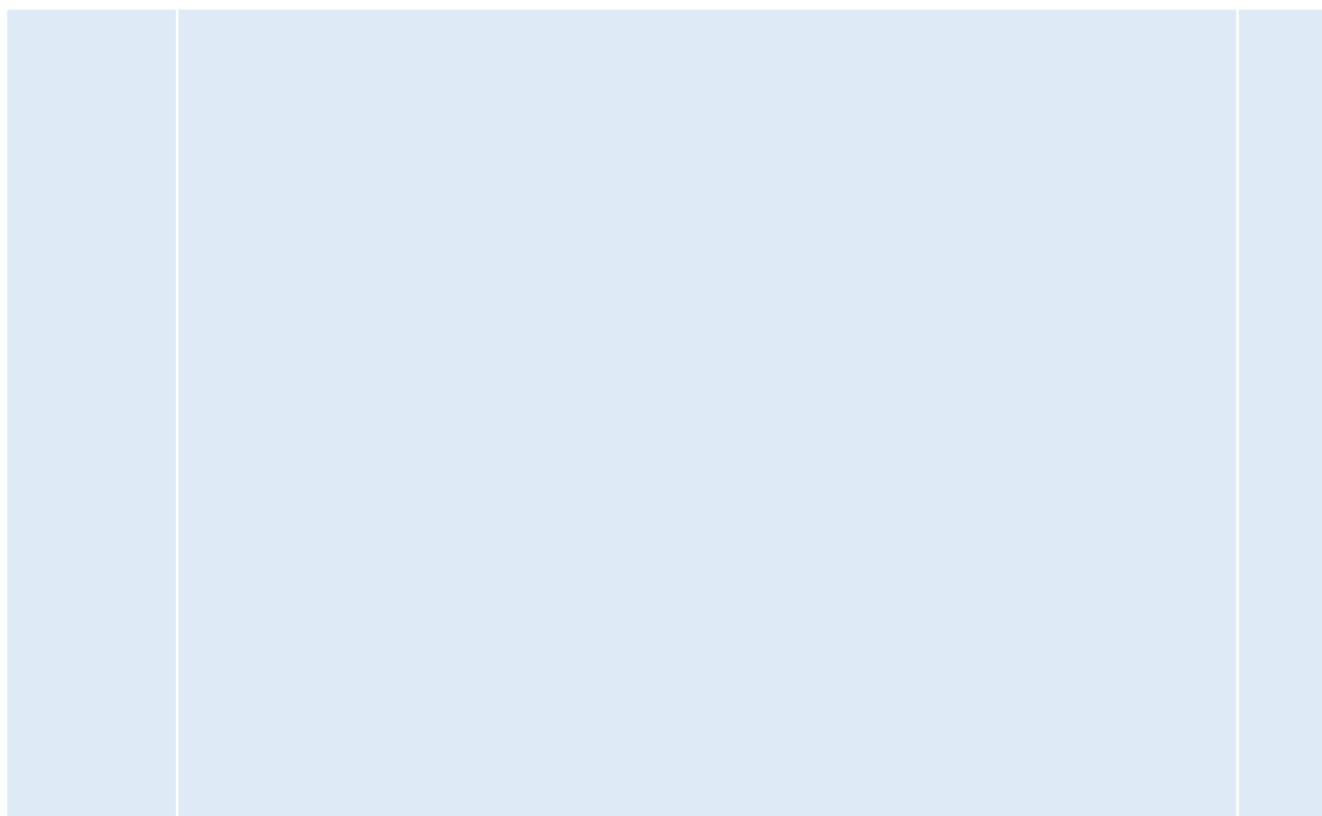
Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Os critérios adotados para delimitação da ZAS, esquematicamente apresentada na Figura 5.5, 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 5.6 exemplifica a representação adotada no Mapa da ZAS (Anexo 11).

Figura 5.6 – Exemplo de representação utilizado no Mapa da ZAS.





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

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



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 Poço do Magro, 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 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4, tais tabelas trazem o cômputo dos danos tanto para o vale a jusante (mancha de inundação) quanto para a ZAS como para a ZSS.

As metodologias e procedimentos adotados estão apresentados no Anexo 6.

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



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

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

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

Tabela 6.1 – Estimativa da População.

UF	Município	População 2010	População 2019	Taxa de crescimento calculada	
				Diferença	Taxa (%)
BA	Bom Jesus da Lapa	63.480	69.148	5.668	8,93
	Guanambi	78.833	84.481	5.648	7,16
	Malhada	16.014	16.845	831	5,19
	Palmas de Monte Alto	20.775	21.750	975	4,69
	Riacho de Santana	30.646	35.421	4.775	15,58

Fonte: IBGE, 2010.

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

UF	Município	Descrição	População Atingida			
			Urbano	Rural	Total	
BA	Bom Jesus da Lapa	População atingida (hab.)	-	40	40	
		Edificações atingidas (unid.)	-	9	9	
	Guanambi	População atingida (hab.)	140	609	749	
		Edificações atingidas (unid.)	38	158	196	
	Malhada	População atingida (hab.)	-	17	17	
		Edificações atingidas (unid.)	-	4	4	
	Palmas de Monte Alto	População atingida (hab.)	346	489	835	
		Edificações atingidas (unid.)	93	126	219	
	Riacho de Santana	População atingida (hab.)	-	702	702	
		Edificações atingidas (unid.)	-	143	143	
	População total atingida (hab.)			2.343		
	Edificações total atingidas (unid.)			571		

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 6.3 – Levantamento de Danos na Zona de Autossalvamento.

Tema	Descrição	Quantificação	%
Dados Gerais	Área do município de Guanambi na ZAS	10,01	0,79
	Área total atingida (km ²)	10,01	

População e domicílios	População atingida (habitantes) - 2019	116
	Cemitérios (unidade)	0
	Edificações - Domicílios (unidade)	28
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	0
	Edificações - Indústria (unidade)	0
	Edificações - Comércio (unidade)	0
	Quadra Esportiva (unidade)	0
	Total de Edificações atingidas (unidades)	28

continua

Tabela 6.3 – Levantamento de Danos na Zona de Autossalvamento. (continuação)

Sistema Viário	Rodovias (Quilômetros)	1
	Estradas (Quilômetros)	7
	Vias primárias (Quilômetros)	0
	Vias Secundárias (Quilômetros)	2
	Caminhos e trilhas (Quilômetros)	3
	Ferrovias (Quilômetros)	0
	Total (Quilômetros)	13
Saneamento e energia	N° de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	2
	Linha de transmissão (Quilômetros)	8
	Estação de tratamento de esgoto	0

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

Tabela 6.4 – Levantamento de Danos na Zona de Segurança Secundária.

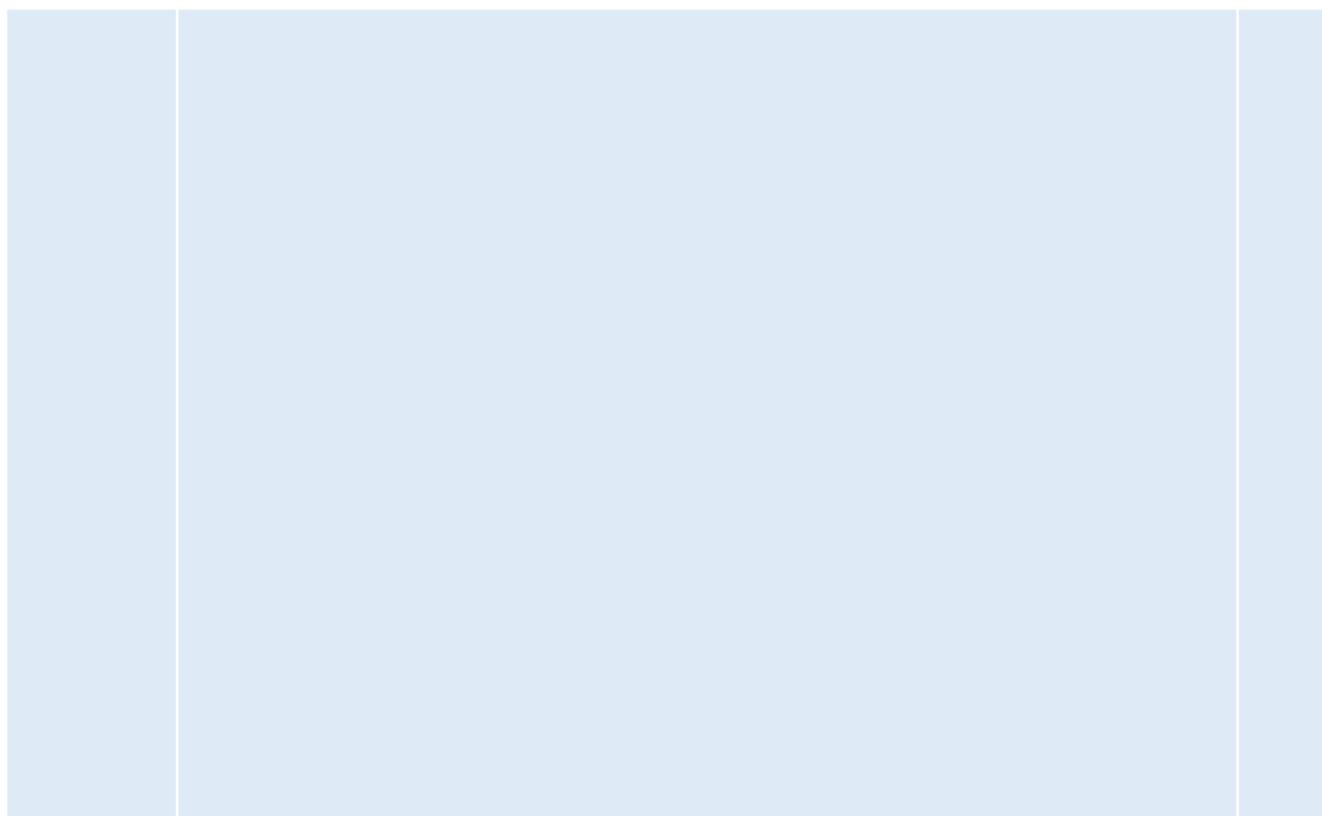
Tema	Descrição	Quantificação	%
Dados Gerais	Área do município de Bom Jesus da Lapa na ZSS	5,15	0,13
	Área do município de Guanambi na ZSS	28,77	2,28



	Área do município de Malhada na ZSS	5,55	0,28
	Área do município de Palmas de Monte Alto na ZSS	67,62	2,64
	Área do município de Riacho de Santana na ZSS	30,25	0,95
	Área total atingida (km ²)	137,33	
População e edificações	População atingida (habitantes)	2.227	
	Cemitérios (unidade)	6	
	Edificações - Domicílios (unidade)	542	
	Edificações - Equipamento Social (unidade)	1	
	Edificações - Indústria (unidade)	0	
	Edificações - Comércio (unidade)	0	
	Quadra Esportiva (unidade)	2	
	Total de Edificações atingidas (unidades)	551	
Sistema Viário	Rodovias (quilômetros)	1	
	Estradas (quilômetros)	64	
	Vias primárias (quilômetros)	1	
	Vias secundárias (quilômetros)	96	
	Caminho e Trilha (quilômetros)	52	
	Ferrovias (Quilômetros)	1	
	Total (quilômetros)	213	
	N° de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	15	
Saneamento e energia	Linha de transmissão (Quilômetros)	106	
	Estação de tratamento de esgoto	0	

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

6.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS





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

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

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

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

Casa subíndice é composto pelos indicadores apresentados na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 – 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
<i>Capital humano</i>	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
	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
Renda e trabalho	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
	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo.
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade

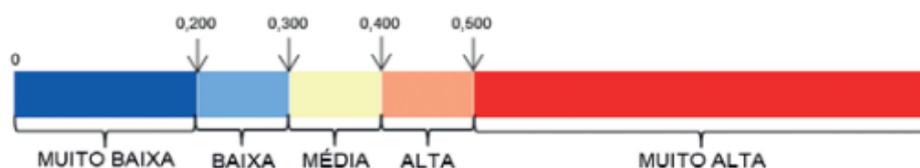
	Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal
	Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (2010) e dependentes de idosos
	Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade

Fonte: IPEA, 2010.

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

A Figura 6.1 apresenta a escala de variação do IVS.

Figura 6.1 – Variação do IVS



Fonte: IPEA, 2010.

A Tabela 6.6 apresenta os IVS para os municípios inseridos na ZAS.

Tabela 6.6 – IVS para os municípios inseridos na ZAS.

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

Fonte: IPEA, 2010.



A análise de vulnerabilidade social realizada na ZAS da Barragem Poço do Magro é de caráter simplificado, de tal forma que recomenda-se estudo mais detalhado em revisões futuras do PAE.



7. PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO

A avaliação da credibilidade do PAE, na ausência de situações reais de crise, é conseguida através de um sistema de avaliação, constituído por ordem ascendente de complexidade: i) teste dos sistemas de notificação e de alerta; ii) exercício de nível interno (“tabletop exercise”) e iii) exercício de simulação. Os dois primeiros níveis estão inclusos no treinamento interno, de competência da CODEVASF, e o último nível corresponde ao treinamento externo, de competência do empreendedor e dos órgãos locais de proteção e defesa civil, de acordo com a Lei nº 14.066/2020.

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

Tabela 7.1 – Resumo dos Treinamento do PAE.

Tipo	Informações
Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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;



	<ul style="list-style-type: none">• 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)	<ul style="list-style-type: none">• 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.



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

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

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

Por meio desses exercícios é possível:

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



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

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

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

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

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

7.2. EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO



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

Deverá haver a participação de todas as entidades listadas no plano de emergência (pessoal e meios referentes ao Empreendedor, Entidade Fiscalizadora, Agentes de Defesa Civil e da população e seus representantes). Para auxiliar quanto ao realismo, este tipo de exercício requer a mobilização efetiva de meios e recursos através de:

- Ações e decisões no terreno;
- Evacuação de pessoas e bens;
- Emprego de meios de comunicação;
- Mobilização de equipamento;
- Colocação real de pessoal e recursos.

A realização de um exercício de simulação completa o programa de exercícios e expande o alcance e a visibilidade do mesmo. Como resultado, um exercício de campo produtivo pode resultar na melhoria substancial da atenção do público e da credibilidade.

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



7.3. DIVULGAÇÃO

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

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

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

Na preparação das ações de sensibilização e de educação e treino da população, há que se atentar para o nível cultural e educacional dos indivíduos em risco. Por exemplo, no



caso de estes terem um nível de escolaridade muito baixo, deve-se limitar o uso da comunicação escrita, investindo-se no suporte visual e audiovisual e no contato direto com a população. Os cidadãos que residem na área de risco devem ser esclarecidos sobre algumas práticas de mitigação do risco que podem ser implementadas, de forma simples, nomeadamente, as seguintes:

- Ser pré-informado sobre a entidade que lhe transmite a notícia da eminência de emergência, bem como a ordem de estado de prontidão;
- Conhecer o significado dos diversos alertas; no caso de sirenes fixas, deve ser divulgado, por exemplo, o significado do sinal de alerta para ficar em estado de prontidão (preparar-se para uma eventual evacuação e de alerta para proceder à evacuação);

- Conhecer o plano de evacuação e, nomeadamente:
 - Deve estar informado sobre a entidade que lhe transmite a notícia da iminência de emergência, bem como a ordem de evacuação;
 - Deve conhecer os limites do perímetro de inundação;
 - Deve conhecer o local de refúgio (e certificar-se de que todos os elementos próximos também o conhecem), no caso de habitar na ZAS, onde se preconiza o autossalvamento;



- Deve conhecer os acessos ao local de refúgio.
- Deve ser pré-esclarecido no sentido de agir de acordo com as informações sobre o evoluir da situação, nomeadamente, sobre o momento em que é permitido aos desalojados regressar às áreas afetadas após o período crítico do desastre e sobre o modo de implementar as necessárias medidas para a recuperação.

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



8. REFERÊNCIAS

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

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

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

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

BALBI, Diego A F. Metodologias para a Elaboração de Planos de Ações Emergências 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. Projeto Básico Vol4. Desenhos. 1995.

DIGITAL GLOBE. World Imagery Basemap. (2020).

Geotechnique. Detalhamento do Projeto Básico. 2002.

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



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010: Características da população e dos domicílios. Resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: fev. de 2020.

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

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

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

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

Intertechne. Volumes da Revisão Periódica da Barragem de Poço do Magro. 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.



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

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

OPENSTREETMAP. Disponível em <<https://www.openstreetmap.org/>>. Acesso em: Agosto de 2020.

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, de 10 de abril de 2012.

RHA Engenharia e Consultoria. Poço do Magro - Plano de Segurança da Barragem: Volume 1. Resumo Geral, 2020.

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



9. ANEXOS

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



ANEXO 1 – LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO DO PAE

A1.1 – CONTATOS EXTERNOS

Órgãos Federais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
Secretaria Nacional de Defesa Civil Federal – SEDEC Secretário: Renato Newton Ramlow	(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: 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 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



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

SEMA – SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DA BAHIA Secretário: João Carlos de Oliveira da Silva	(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: Paulo Sérgio Menezes Luiz	(71) 3115-3000 (71) 3371-9874	http://www.defesacivil.ba.gov.br/ paulosergio.luz@sudec.ba.gov.br
POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DA BAHIA Comandante Geral: Coronel PM Anselmo Alves Brandão	(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: Francisco Luiz Telles de Macêdo	(71) 3116-6782	http://www.cbm.ba.gov.br/ cg.gabinete@cbm.ba.gov.br
INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - BA (INEMA): COORDENAÇÃO DE CADASTRO DE USUÁRIOS E SEGURANÇA DE BARRAGEM Diretora: Maria Quitéria Oliveira	(71) 3118-4133 (71) 3118-4101 (71) 3118-4103	http://www.inema.ba.gov.br/
Órgãos Municipais		
Órgão	Contato	Site / E-mail
PREFEITURA MUNICIPAL BOM JESUS DA LAPA- BA Prefeito: Carlos Nascimento Costa	(77) 3481-3374 (77) 3481-5777 (77) 3481-4211	http://www.bomjesusdalapa.ba.gov.br/ prefeitura.lapa@gmail.com



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 (COMDEC) BOM JESUS DA LAPA- BA Coordenador: Sem informação*	Sem informação*	Sem informação*
PREFEITURA MUNICIPAL GUANAMBI- BA Prefeito: Jairo Silveira Magalhães	(77) 3452-4306 (77) 3452-4301	http://www.guanambi.ba.gov.br/
DEFESA CIVIL (COMDEC) GUANAMBI - BA Coordenador: Cleber Lopes	Sem informação*	Sem informação*
PREFEITURA MUNICIPAL MALHADA - BA Prefeito: Gimmy Everton Mouraria Ramos	(77) 3691-2145 (77) 3691-2149	www.malhada.ba.gov.br contato@malhada.ba.gov.br
DEFESA CIVIL (COMDEC) MALHADA - BA Coordenador: Sem informação*	Sem informação*	Sem informação*
PREFEITURA MUNICIPAL PALMAS DE MONTE ALTO – BA Prefeito: Manoel Rubens Vicente da Cruz	(77) 3662-2113 (77) 3662-2005 (77) 3662-2114	https://www.palmasdemontealto.ba.gov.br sac@palmasdemontealto.ba.gov.br
DEFESA CIVIL (COMDEC) PALMAS DE MONTE ALTO - BA Coordenador: Sem informação*	Sem informação*	Sem informação*
PREFEITURA MUNICIPAL	(77) 3457-2121	https://www.riachodesantana.gov.br/



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

RIACHO DE SANTANA - BA Prefeito: Tito Eugênio Cardoso de Castro		contato@riachodesantana.ba.gov.br
DEFESA CIVIL (COMDEC) RIACHO DE SANTANA - BA Coordenador: Antônio do Amaral Jardim	Sem informação*	Sem informação*

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

Unidades hospitalares mais próximas da barragem		
Local	Contato	Endereço
Serviço de Atendimento Médico de Urgência (SAMU)	192	-
Hospital Regional de Guanambi	(77) 3451-3107 (77) 3451-6035 (77) 3451-6060	Rua Dr. José Humberto Nunes, 1750, Paraíso, Guanambi - BA, 46430-000
Hospital Nova Aliança	(77) 3452-3500	Rua Álvaro Guimarães, 45 – Aeroporto Velho, Guanambi – BA, 46430-000
Hospital Municipal Carmela Dutra	(77) 3481-4215	Av. Dr. Manoel Novaes, 1022 - Centro, Bom Jesus da Lapa - BA, 47600-000



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

Hospital Municipal de Pindaí	(77) 3667-2124	R. Alvorada, S/N, Centro, Pindaí – BA, 46360-000
-------------------------------------	----------------	--

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

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

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

Coordenador do PAE e Supervisor Regional			
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

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



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

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

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

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

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

RHA. EQUIPE DE APOIO: Organização da Documentação Técnica

Camila Ebbes Fabiani (CEF). Eng. Civil.

Carlos Henrique Machado (CHM). Eng. Civil.

Douglas Meira Brito (DMB). Eng. Civil.

Elaine Manoela Lutz (EML), Estagiária Eng. Civil.

João Carlos Franco Contin (JCFC). Eng. Civil.



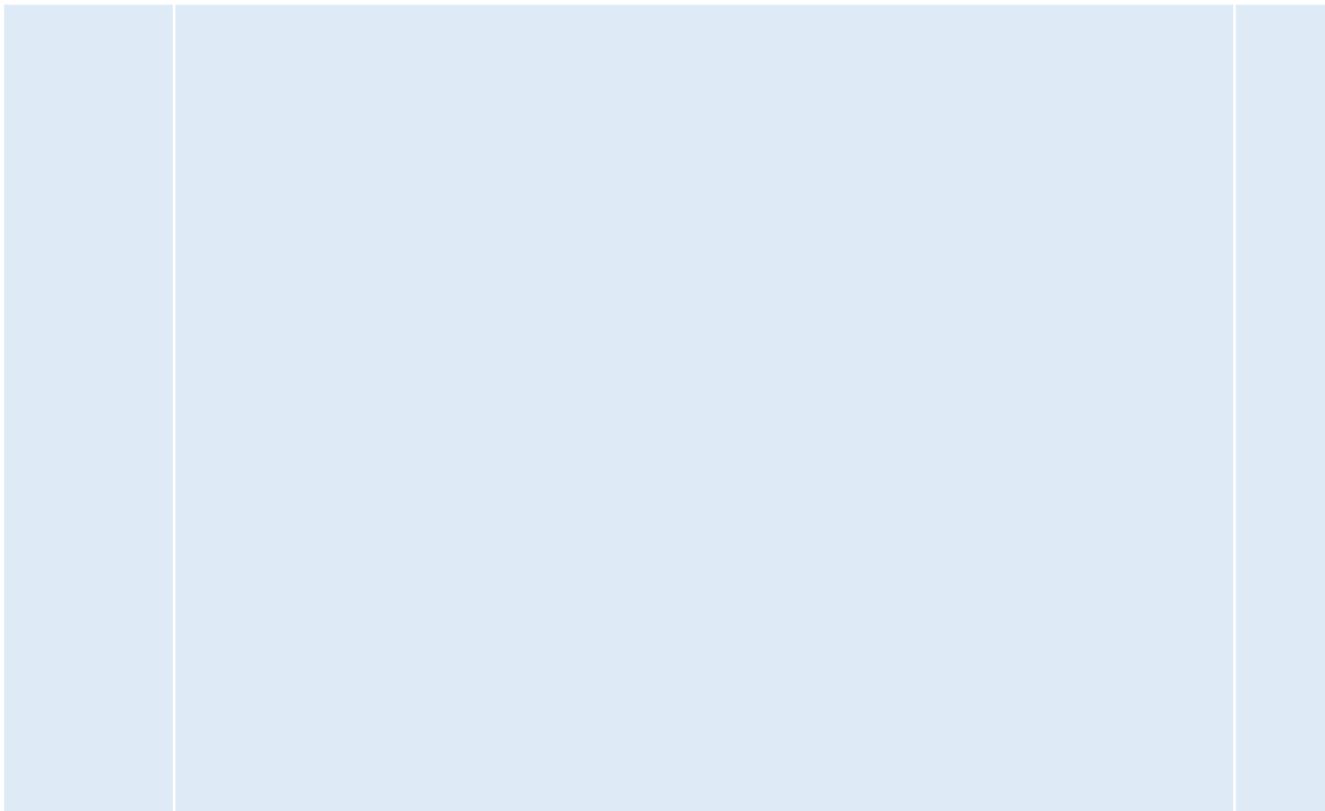
MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

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



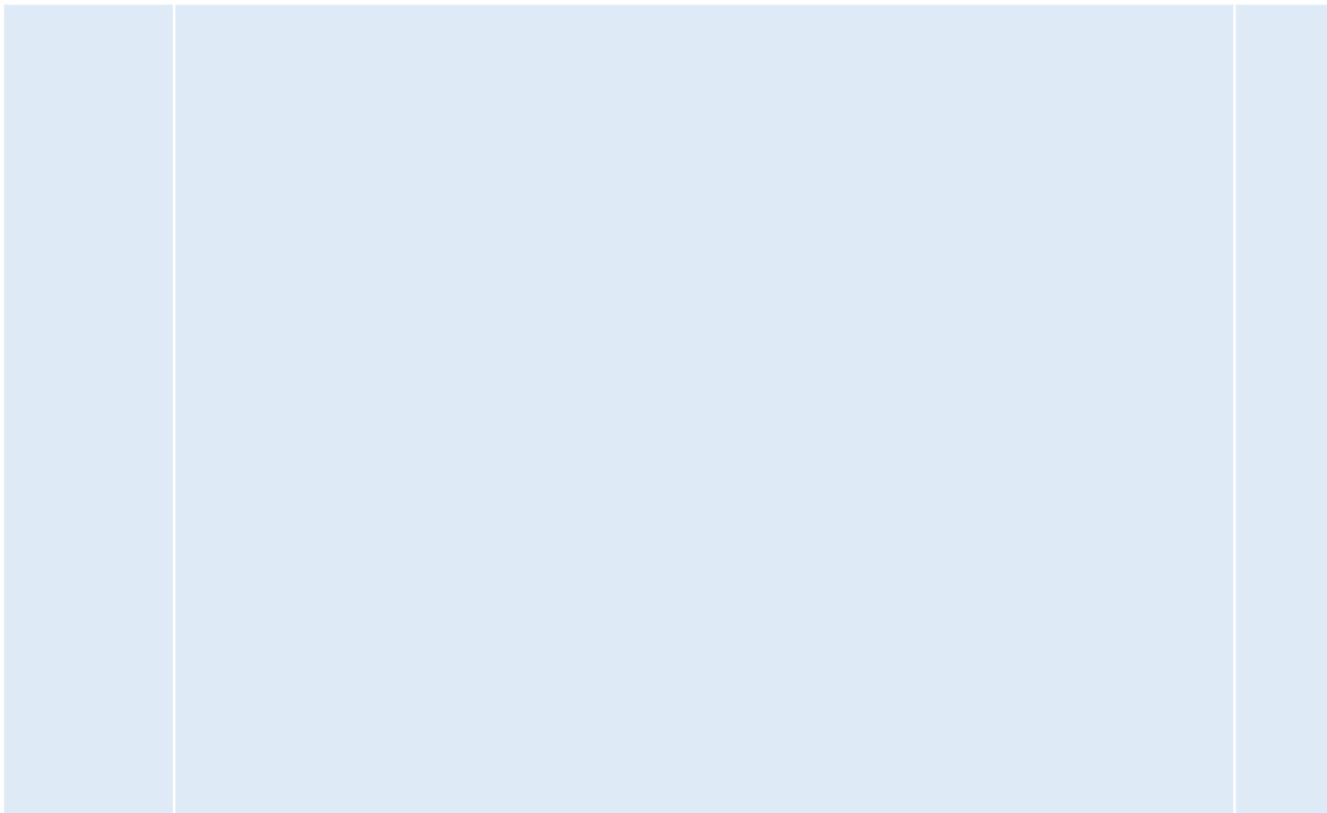
A1.3 – CONTATOS NOTIFICADOS

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





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





ANEXO 2 – FORMULÁRIOS TIPO

A2.1 – FORMULÁRIO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA

PROPRIETÁRIO: CODEVASF
BARRAGEM POÇO DO MAGRO

DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

DECLARAÇÃO DE EMERGÊNCIA
SITUAÇÃO NÍVEL _____

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



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

_____, de _____ d
_____, de _____ e _____
(local) (dia) (mês) (ano)

(Nome / Assinatura)

(Cargo / RG)

A2.2 – FORMULÁRIO DE REGISTRO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Nome da Barragem: Poço do Magro
Cidade: _____ **Estado:** _____
País: _____
Data da ocorrência: ____/____/____ **Horário da ocorrência:** __ h __ min
Condições climáticas locais: _____
Descrição geral da situação de emergência:



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

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

A2.3 – FORMULÁRIO DE DECLARAÇÃO ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA

--	--	--



PROPRIETÁRIO: CODEVASF
BARRAGEM: POÇO DO MAGRO

DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA

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

O encerramento da emergência ocorre a partir das _____ (horas e minutos) do dia ____/____/____, em função da recuperação das condições adequadas de Segurança da Barragem e eliminação do Risco de Ruptura.

OBS.: Para quaisquer esclarecimentos favor contatar _____ pelo telefone _____

_____, de _____ d
e _____
(local) (dia) (mês) (ano)



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

(Nome / Assinatura)

(Cargo / RG)



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

MODELO DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO URGENTE.

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

Estamos ativando o Nível de Resposta _____ do nosso Plano de Ação Emergencial da Barragem Poço do Magro.

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

A causa da declaração:

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente a



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

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

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

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

Para outras informações, contate _____ no telefone
_____.

Fim da mensagem.



ANEXO 3 – MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

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

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



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



ANEXO 4 – CONTROLES DE REVISÃO E DISTRIBUIÇÃO

A4.1 – REGISTRO DE CÓPIAS DISTRIBUIDAS

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

A4.2 – ACESSO A DOCUMENTAÇÃO DIGITAL

Servidor interno da CODEVASF: <\\drive\AD.Barragens\PSB\2SR\K.2.7.Poço.Magro>

Servidor Externo: Não há.

A4.3 – REGISTRO DE REVISÕES

Projeto:	Plano de Segurança das Barragens da CODEVASF	Brasília, 10/06/2021
Título:	Volume III: Plano de Ação de Emergência	
Código:	1912-PO-00-RT-005	Revisão: -



HISTÓRICO DE REVISÕES				
No	Descrição	Prep.	Aprov.	Data
-	EMISSÃO INICIAL	EML/ RGSLP/ PBS	JCFC	JUN/21

Elaborador	Verificador	Supervisor	Emissão Inicial	Gerente do Projeto	Resp. Técnico
RHA	JCFC	LMC	JUN/21	João Carlos F. Contin	Laertes Munhoz da Cunha CREA 5124/D-PR
ART N°	1720212640325				

A4.4 – CONTROLE DE PÁGINAS REVISADAS

Plano de Ação de Emergência da Barragem de Poço do Magro

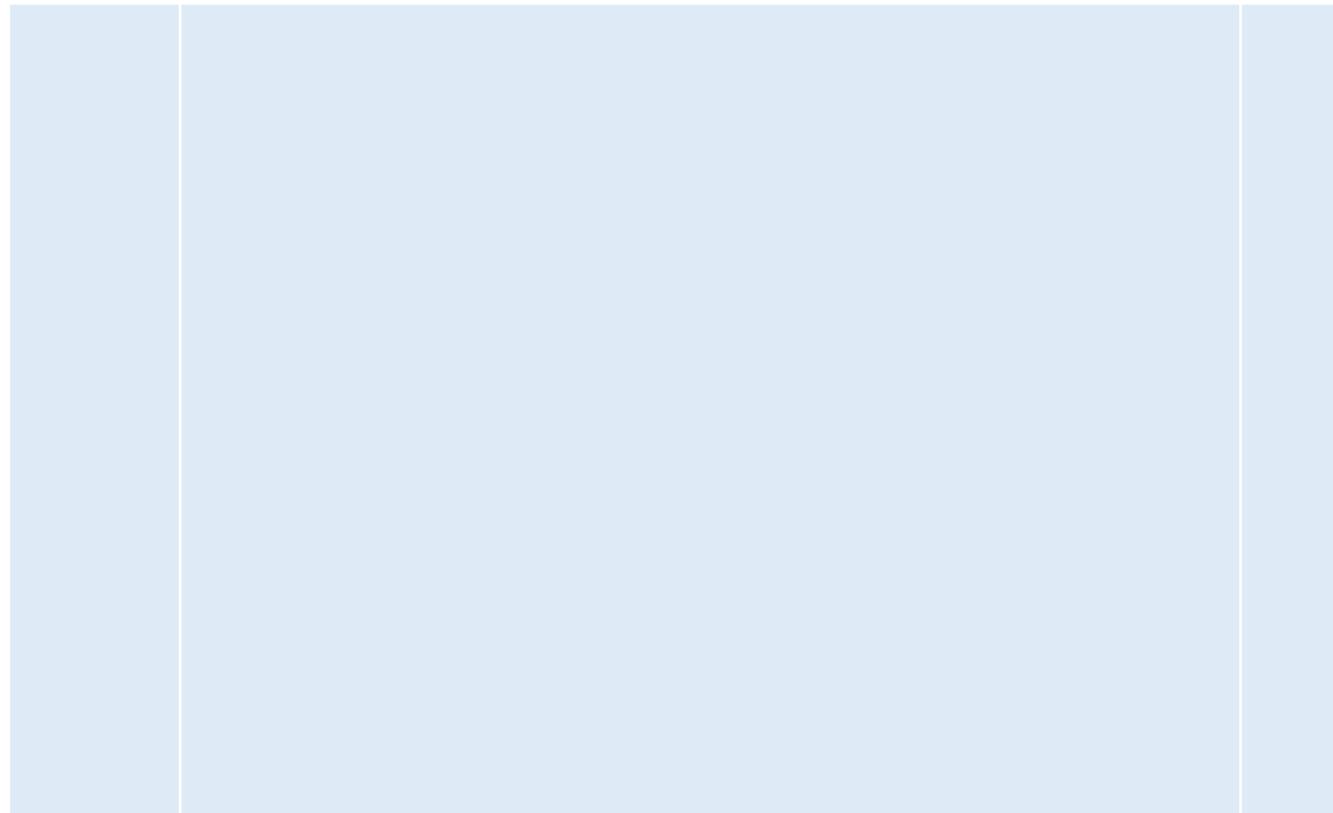
FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
Capa							16							33							50						



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

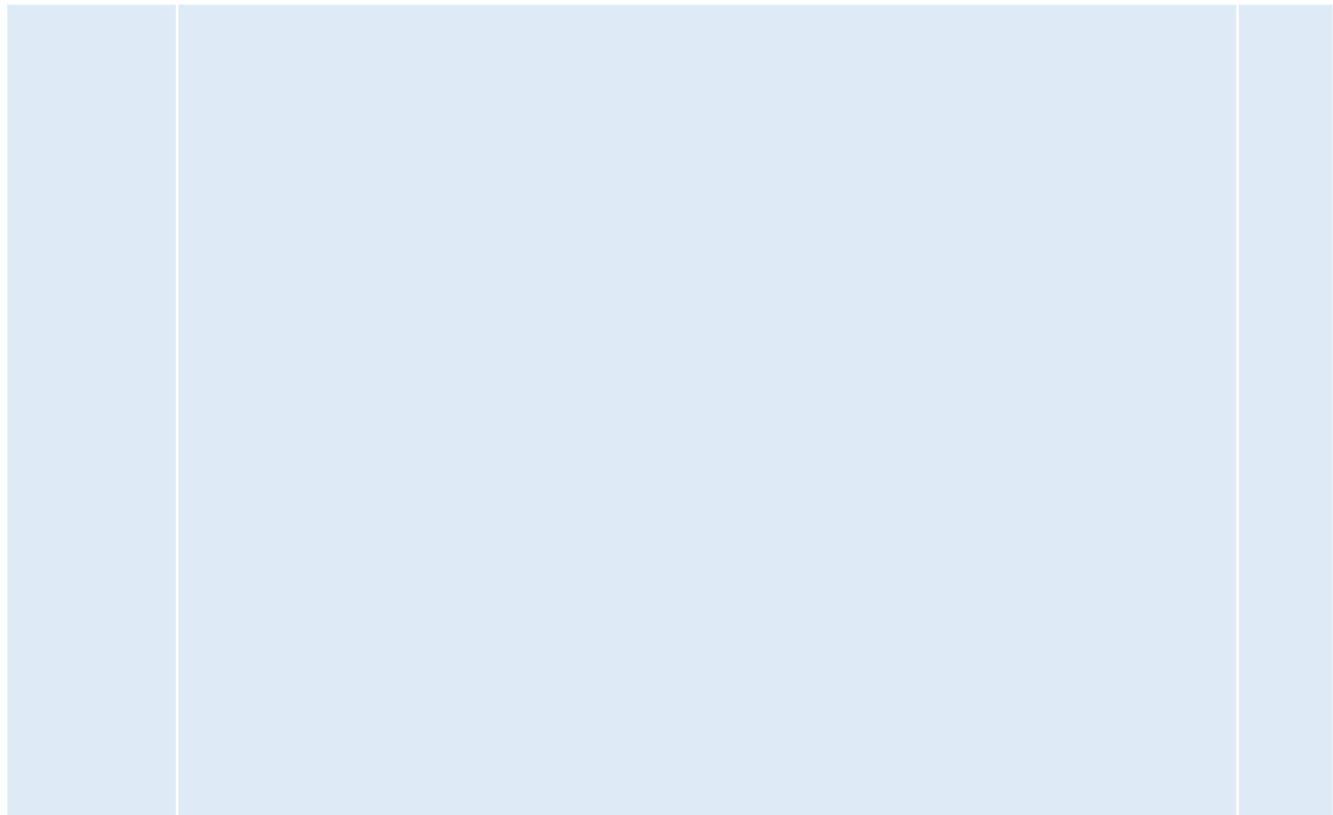
ANEXO 5 – REGISTRO DOS TREINAMENTOS DO PAE

Tipo de Treinamento	Local da Realização	Data	Participantes	Observações





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





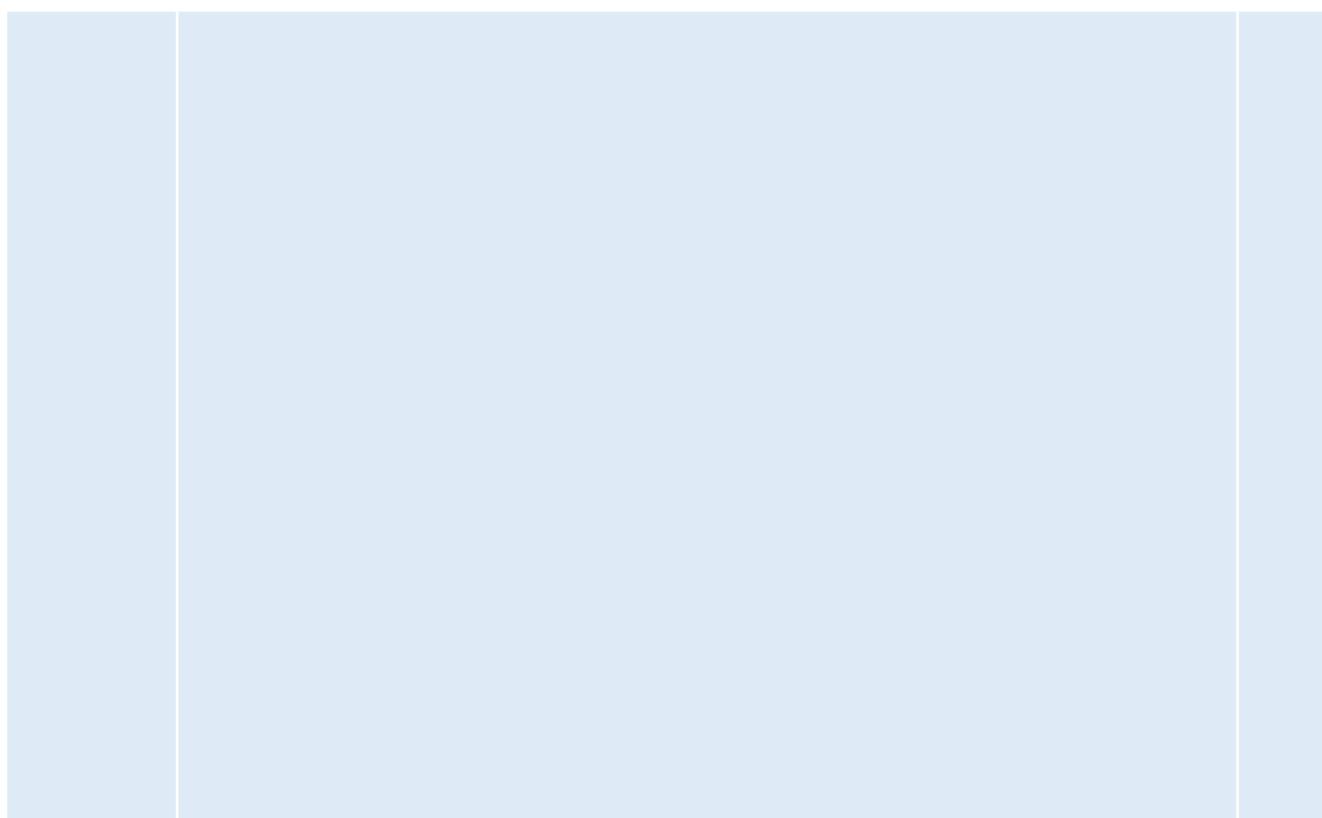
ANEXO 6 – METODOLOGIA PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, DA ZSS, DAS ROTAS DE FUGA E DOS PONTOS DE ENCONTRO

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

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

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

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





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

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

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

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



A6.2 – ZONA DE CONCENTRAÇÃO LOCAL (ZCL)

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

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

A6.3 – PONTOS DE ENCONTRO

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



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

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

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



Fonte: ANDRADE, SÍLVIO DE. (2019)

Para definir os pontos de encontro levou-se em consideração as seguintes características: (i) pontos bem identificáveis no terreno e de fácil acesso; (ii) evitar percursos muito longos, que obriguem pessoas a percorrerem grandes distâncias a pé¹; (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



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

A6.4 – ROTAS DE FUGA

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

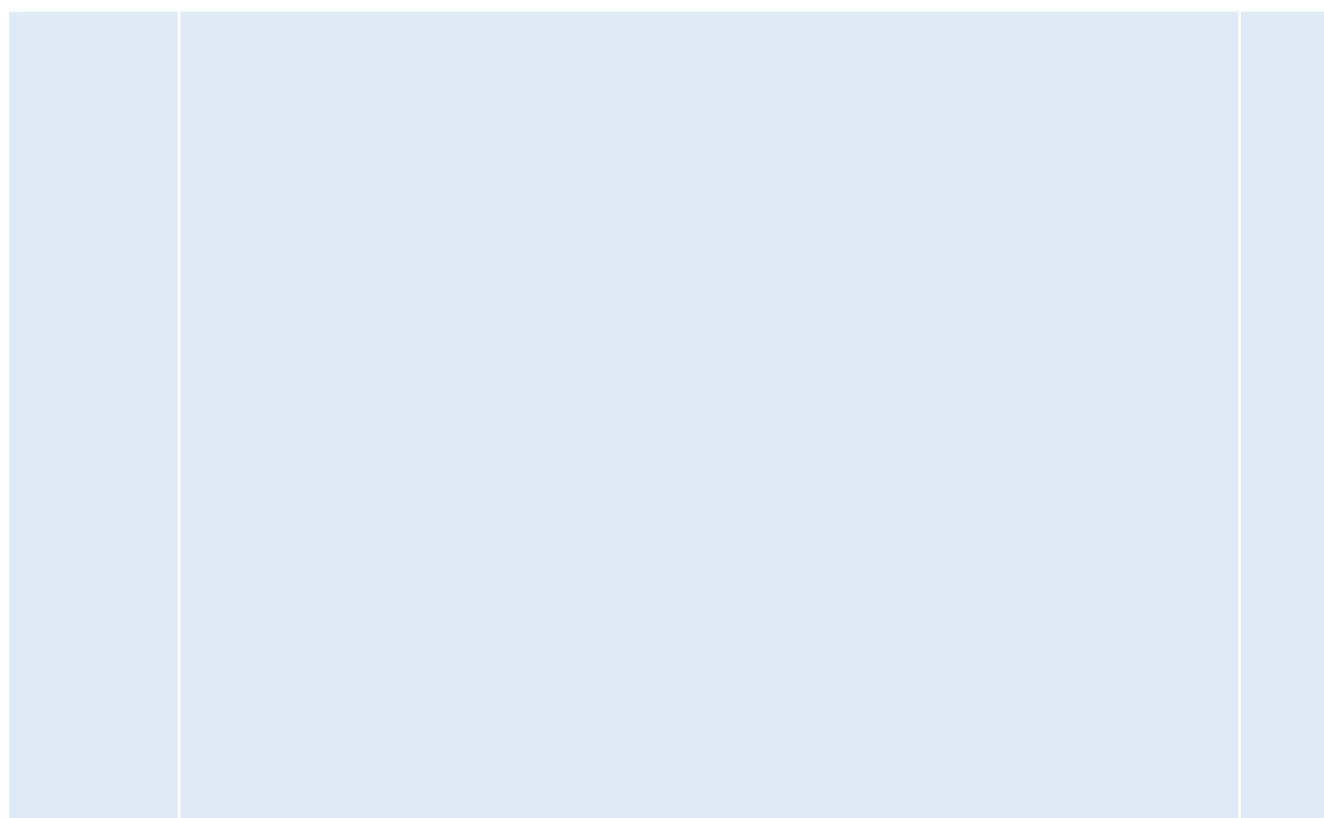
As rotas principais caracterizam-se por representarem as vias principais. Ou seja, vias de maior hierarquia no sistema viário e, portanto, com melhor estrutura para escoamento da população. As rotas secundárias (vicinais) são as vias que ligam as edificações às rotas principais.

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

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

A6.5 – EDIFICAÇÕES

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





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

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

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

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

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

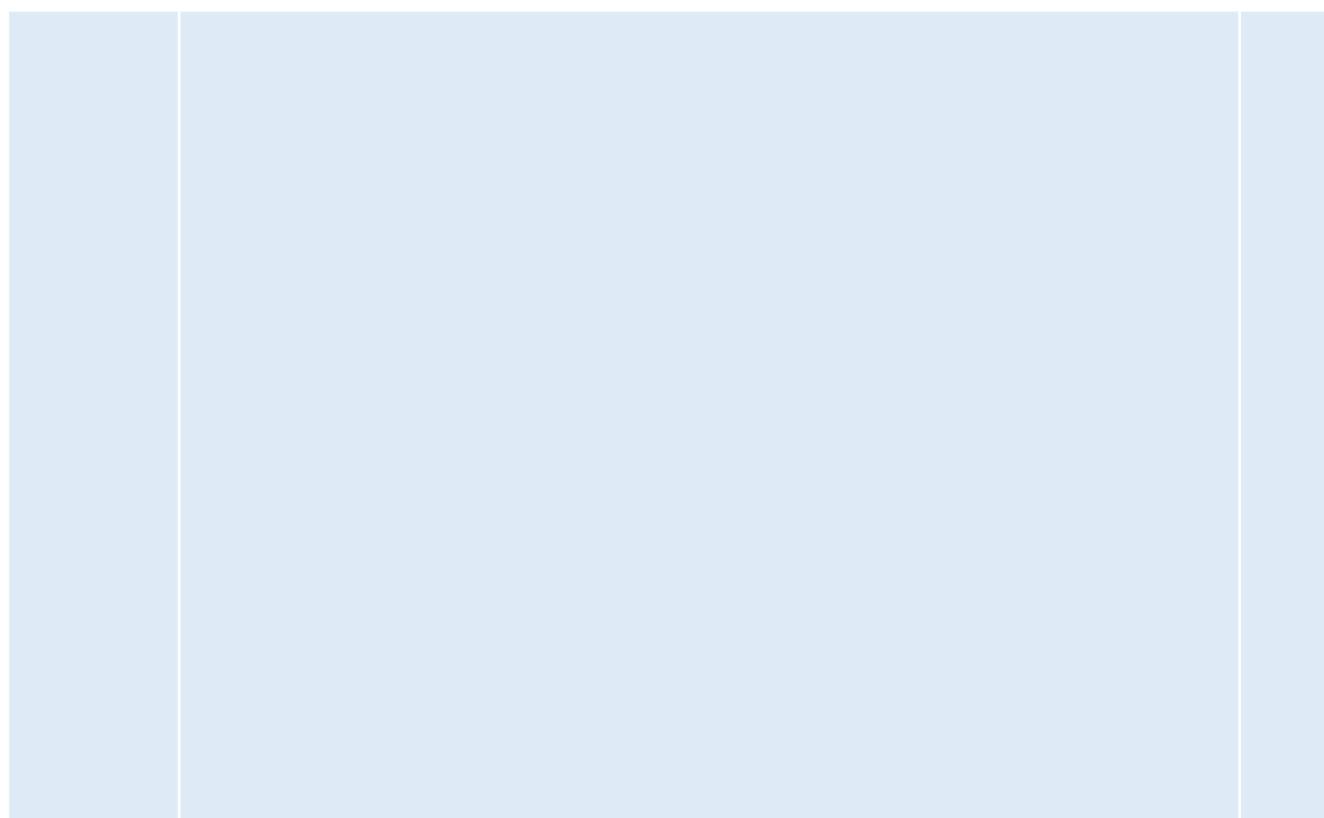
A atribuição das edificações com os valores de risco hidrodinâmico se justifica pela relevância desta informação expressar o nível de perigo para cada edificação mapeada. Neste contexto, é mister expor os conceitos compreendem esta temática.

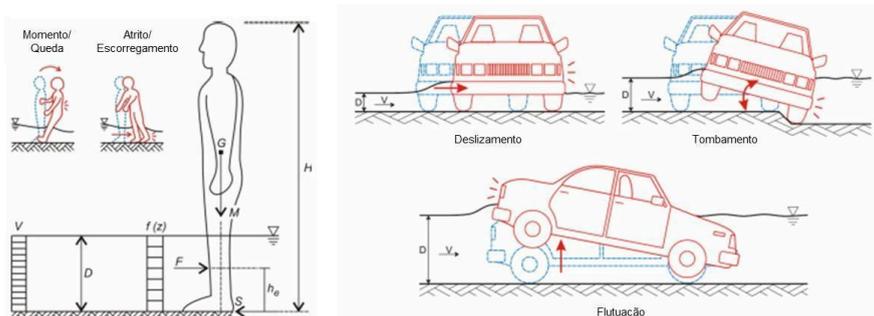
A6.5.1 – RISCO HIDRODINÂMICO

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

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

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





Fonte: COPEL, 2019.

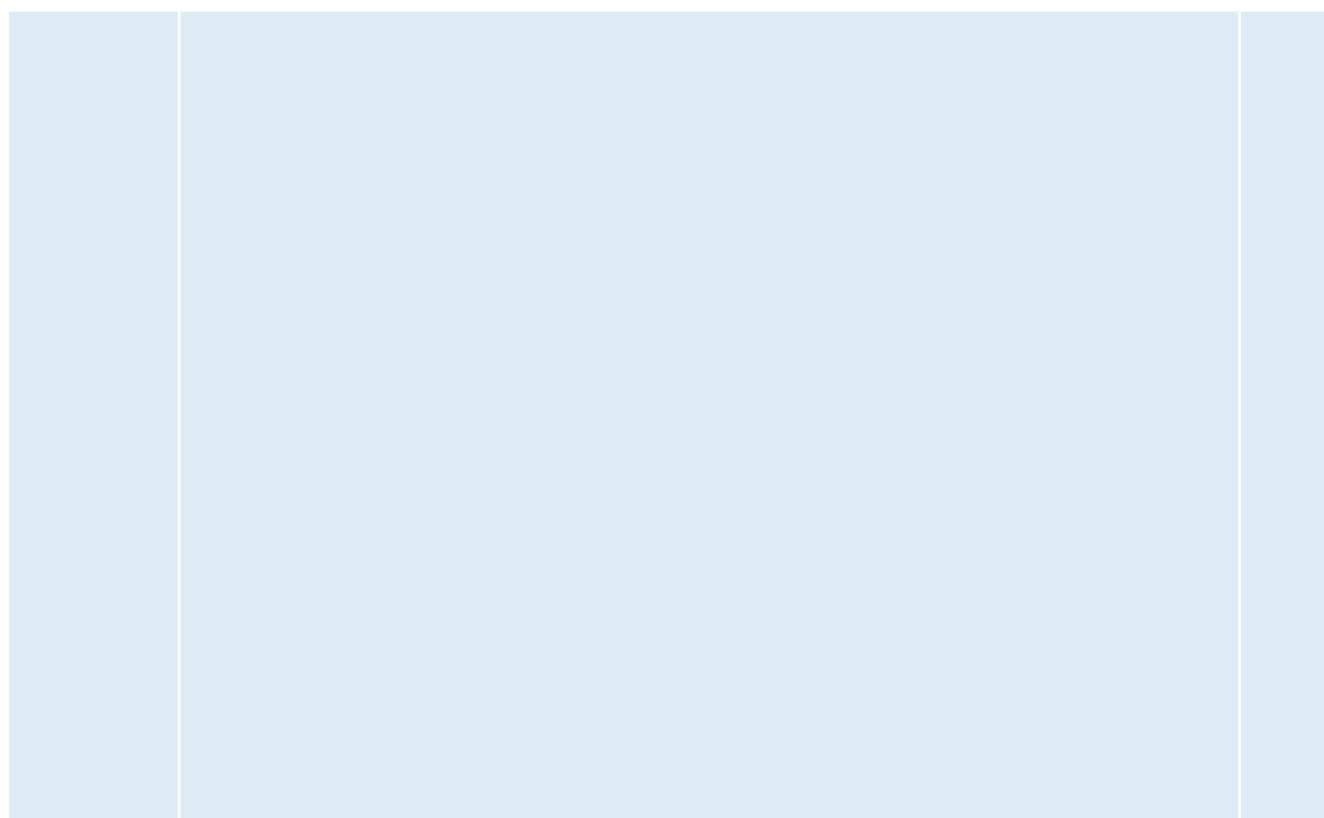
A Tabela A6.1 apresenta o critério para graduação do risco, estático e dinâmico, em função da profundidade e da velocidade (VISEU *et al.*, 1999).

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

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

Fonte: (Viseu et al., 1999).

A6.7 – PONTES DANIFICADAS





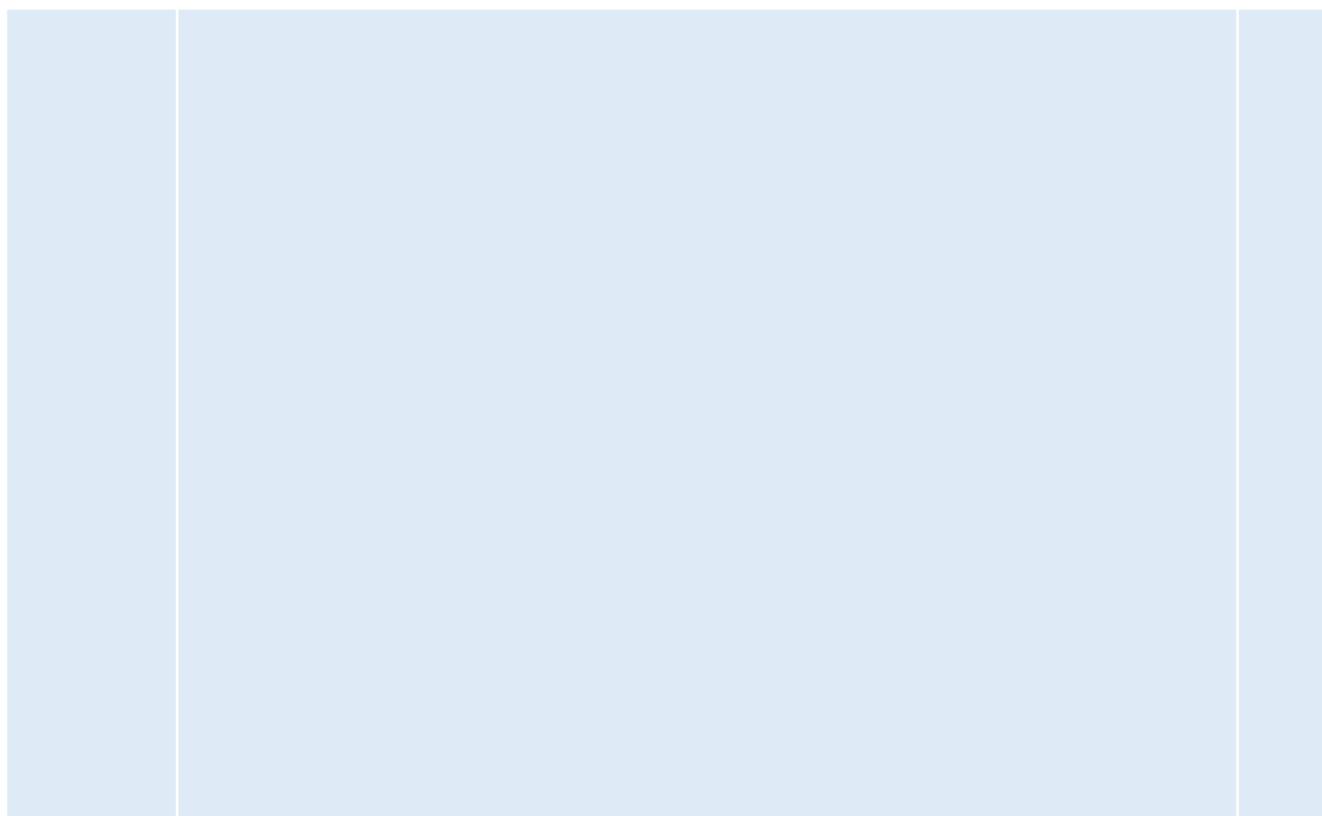
Para o mapeamento das pontes danificadas utilizou-se de software de Sistema de Informação Geográfica (GIS) para edição vetorial. O reconhecimento destas feições teve como base de informação, o levantamento cartográfico aerofotogramétrico digital das áreas a jusante dos reservatórios Ceraíma e Poço do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

A6.8 – SISTEMA VIÁRIO E HIDROGRAFIA

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

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

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





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

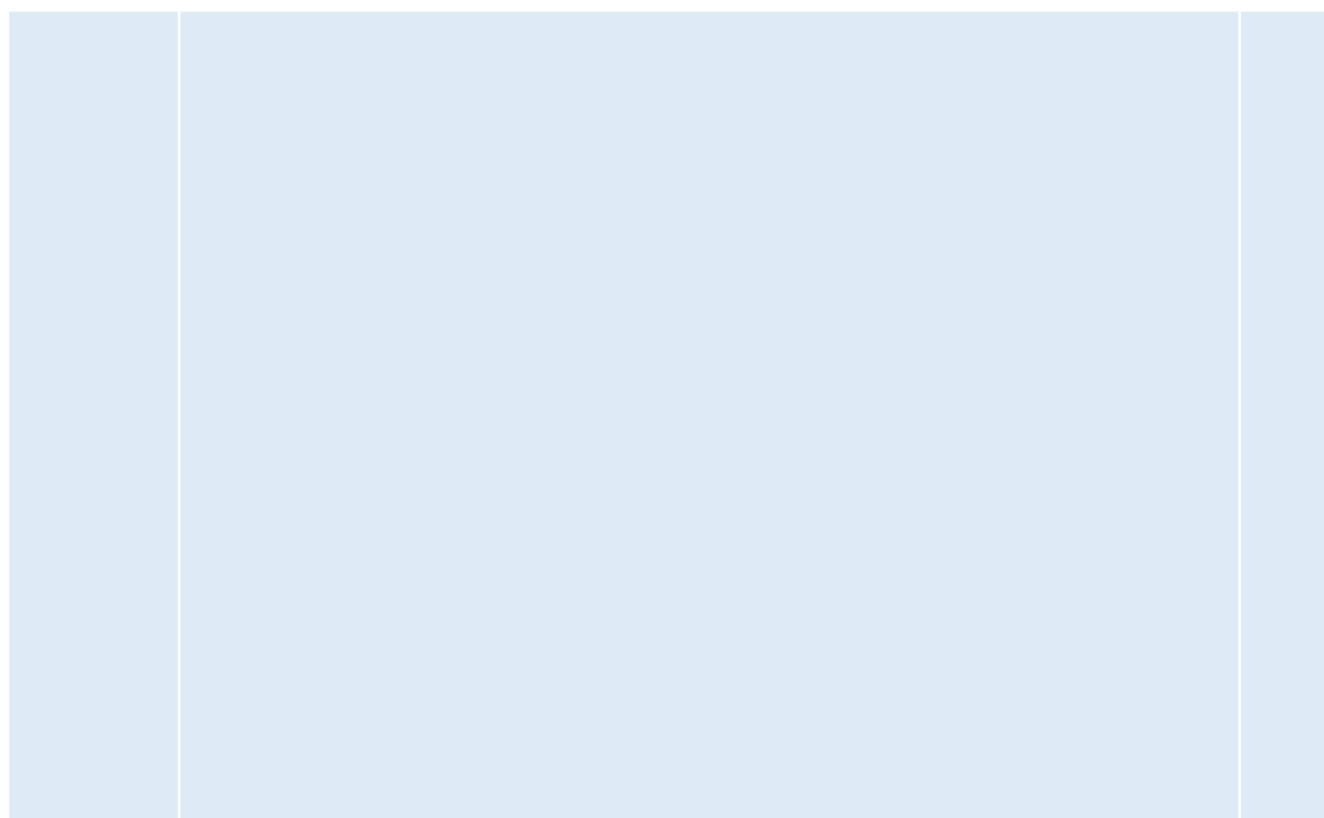
Assim, compatibilizar os dados de fontes diferentes, realizou-se a reclassificação dos dados de atributos do OSM para três categorias, sendo elas: (i) rodovia federal; (ii) rodovia estadual; (iii) estrada e via.

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

A6.9 – BASE DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA A BARRAGEM POÇO DO MAGRO

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*”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 Poço do Magro.

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.



- [-] POÇO.MAGRO
 - [-] DADOS
 - [img] AUX_Mascara_Restituicao.shp
 - [img] AUX_Mosaico_Restituicao.shp
 - [img] HID_Drenagem_CODEVASF2020.shp
 - [img] HID_MassaDagua_CODEVASF2020.shp
 - [img] INF_Barragem_CODEVASF2020.shp
 - [img] INF_CER_Reservatorio_INTERTECNE.shp
 - [img] INF_Infraestrutura_CODEVASF2020.shp
 - [img] INF_POC_Reservatorio_INTERTECNE_RHA.shp
 - [img] INF_Saneamento_RHA.shp
 - [img] INF_Usos_CODEVASF2020.shp
 - [img] Limites_Municipios_250k_IBGE_2019.shp
 - [img] PAE_CER_POC_Edificacoes_Codevasf2020.shp
 - [img] PAE_CER_POC_EstruturaSV_Danificada_CODEV
 - [img] PAE_PO_ZAS_Poço_do_Magro_RHA.shp
 - [img] PAE_PO_ZSS_Poço_do_Magro_RHA.shp
 - [img] PAE_POC_Ponto_Encontro_RHA.shp
 - [img] PAE_POC_Rota_Fuga_RHA.shp
 - [img] PAE_POC_ZCL_RHA2020.shp
 - [img] TRA_SistemaViario_CODEVASF2020.shp
 - [img] TRA_SistemaViario_OSM2020.shp

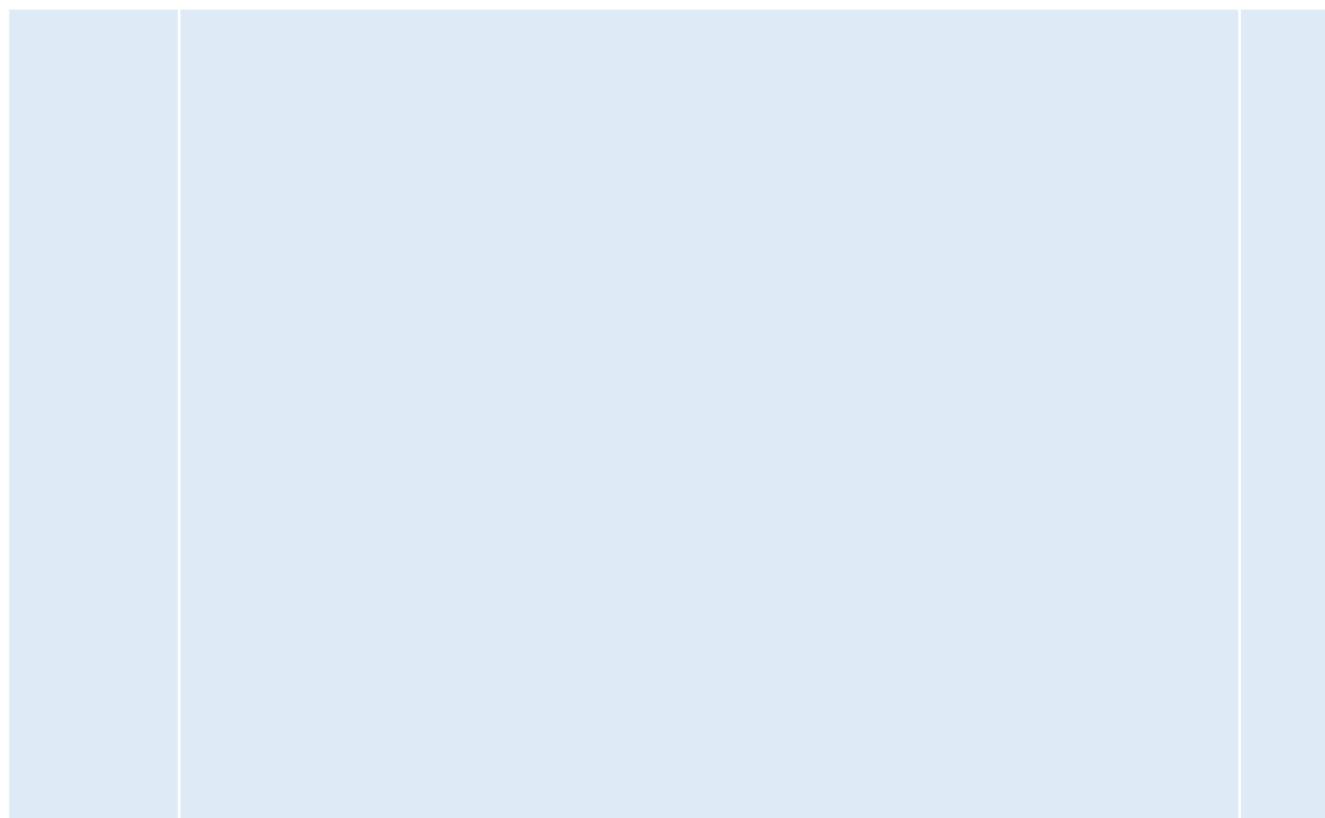
Fonte: RHA Engenharia, 2021.

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.



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

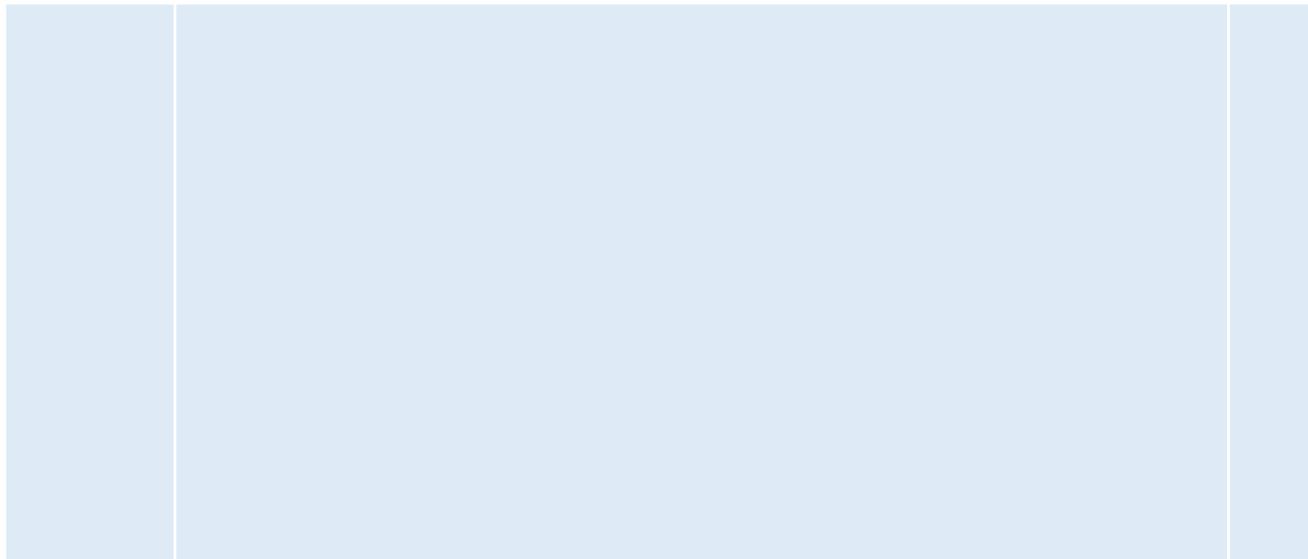
Estando todos os dados no mesmo formato de arquivo e com a mesma referência espacial (SIRGAS-2000) foi possível, através de um software SIG, visualizar todas as informações em uma única base.





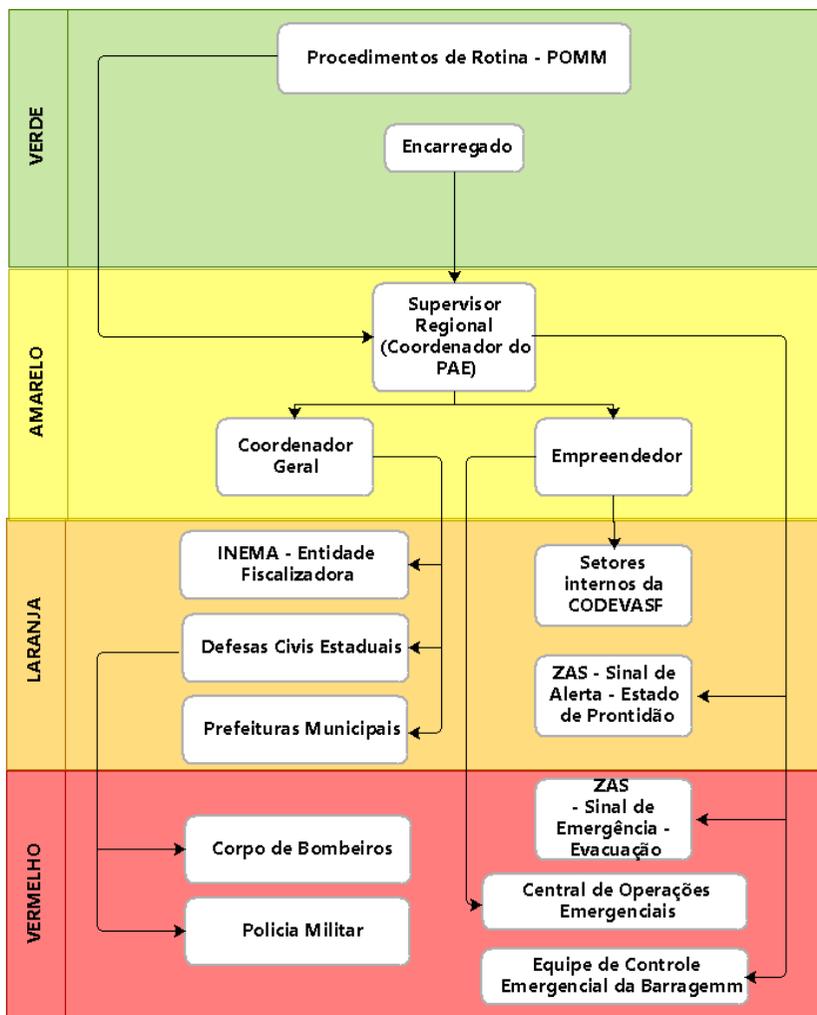
MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

ANEXO 7 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO





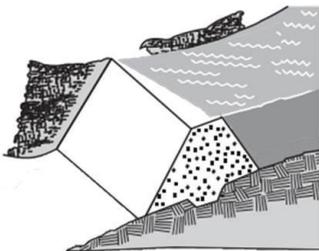
MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA
AD/GEP/USB - UNIDADE DE GESTÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS



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

ENTIDADE FISCALIZADORA - INEMA
(71) 3118-4133
<http://www.inema.ba.gov.br/>
EMPREENDEDOR
PR - Presidência
Marcelo Andrade Moreira Pinto
Presidente
(61) 96244-6100
marcelo.moreira@codevasf.gov.br
COORDENADOR GERAL
5ª/SR - 5ª 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
thaise.tojal@codevasf.gov.br

ANEXO 8 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA IMINENTE³

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

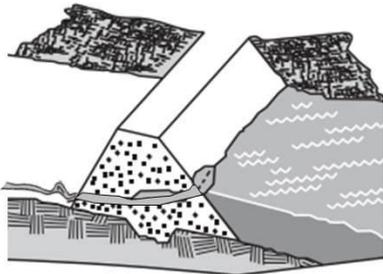
³ As figuras que são apresentadas como “Croqui Típico da Anomalia” foram obtidas dos seguintes documentos:
- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens - Ministério da Integração Nacional – Secretaria da Infraestrutura Hídrica – Brasília, 2002.
- Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem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

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO

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

MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

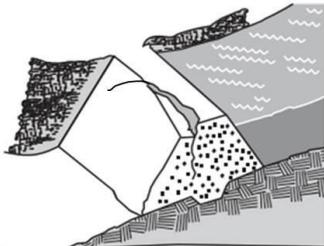
Inspeções visuais / Informações hidrometeorológicas.

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

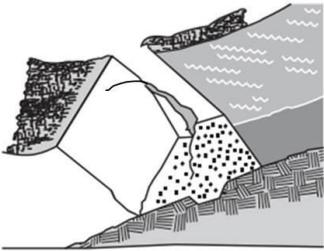
Inspeções visuais.

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 03	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Instabilização global com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
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			

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.

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 04	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Instabilização localizada com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
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			

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;

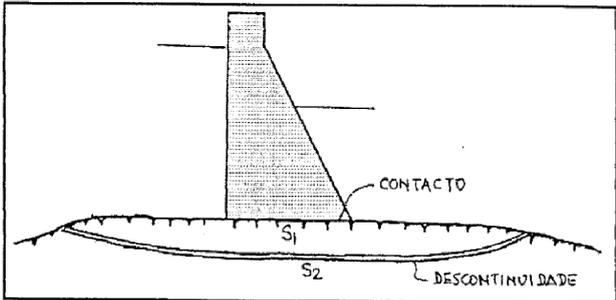
Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;

Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;

Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

Inspeções visuais.

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 05	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Presença ou surgimento de plano de deslizamento preferencial no maciço de fundação ou no contato concreto-fundação que afetaram a estabilidade da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
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			

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

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 06	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<p><i>Falha do sistema de drenagem ou do sistema de bombeamento com aumento da subpressão levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i></p>			
ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
<p>NA MONTANTE H_m NA JUSANTE H_j CORTINA DE DRENAGEM PLANO DE ANÁLISE a b</p>		<p>Aumento da subpressão. Inundação da galeria de drenagem. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Instabilização/ruptura da estrutura.</p>	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO			

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;

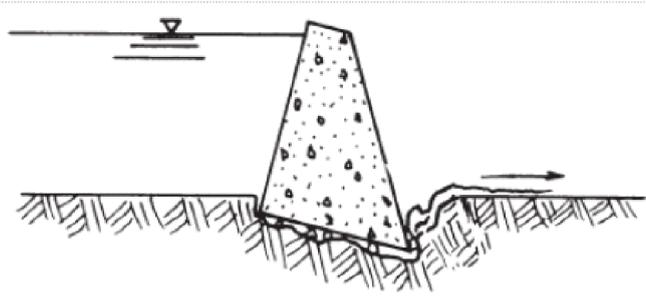
Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;

Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;

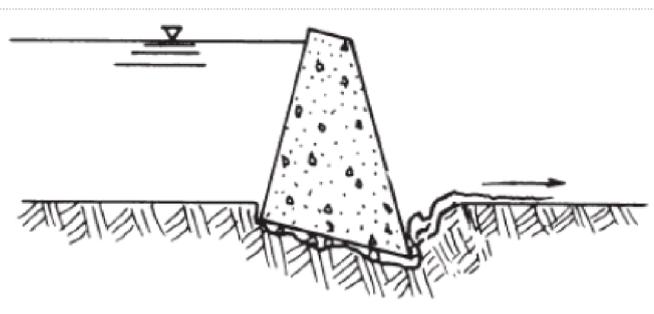
Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO

Inspeção / avaliação visual

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

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

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

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

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

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

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

Abertura das comportas do vertedouro;

Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;

Acompanhamento das ações dos órgãos externos.

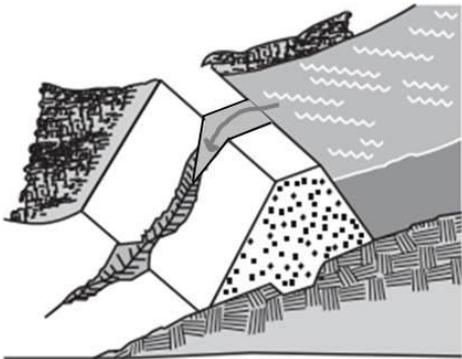
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO

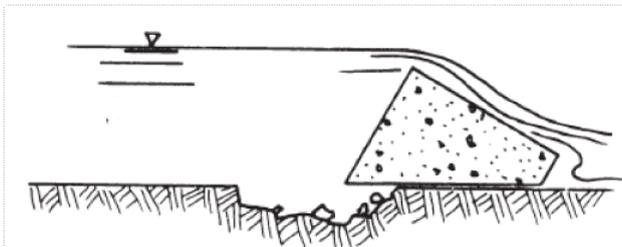
Inspeção / avaliação visual

ANEXO 9 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3 – RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU⁴

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 09	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Formação de brecha de ruptura. A ruptura está ocorrendo ou já ocorreu.</i>			
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.

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

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

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:

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:

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

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:

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



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

Zona de Segurança Secundária (ZSS):

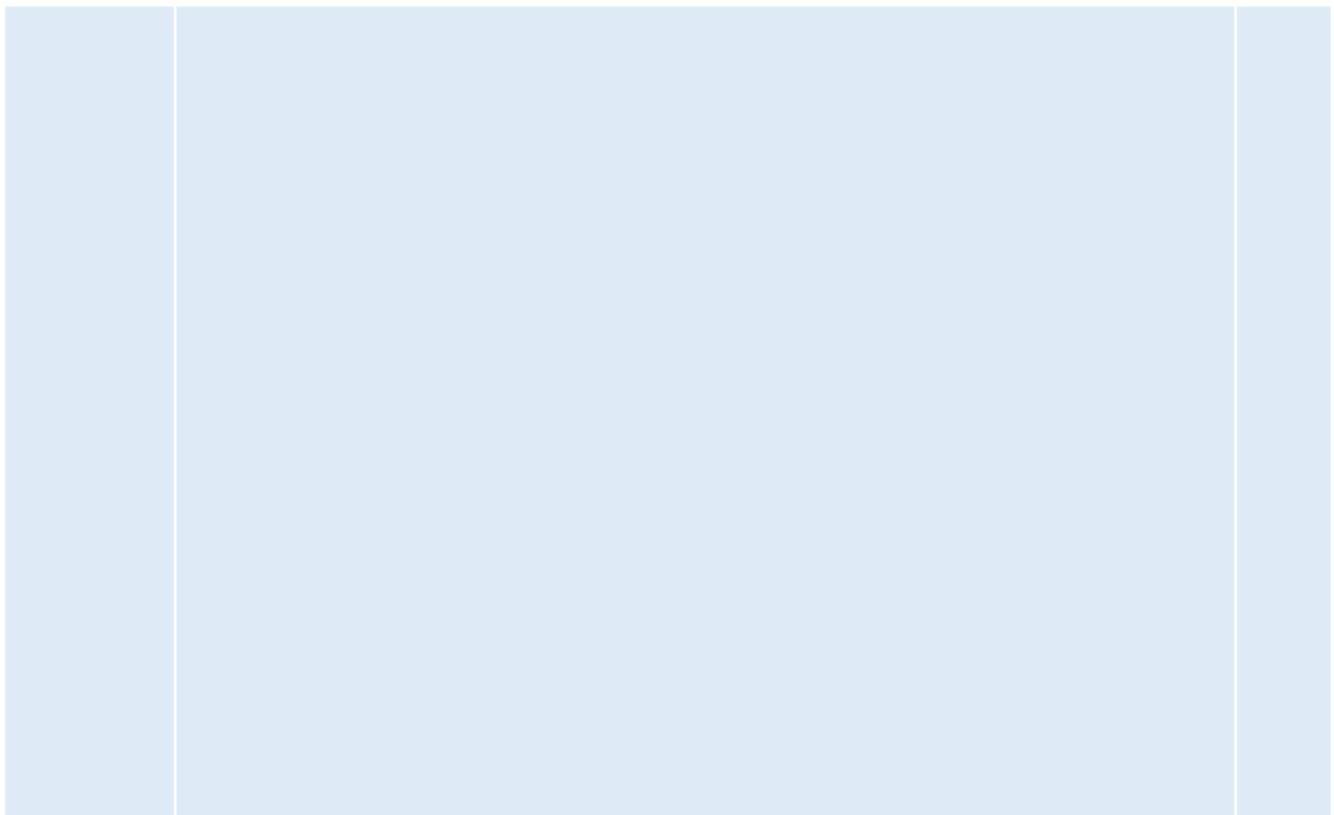
Trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS.

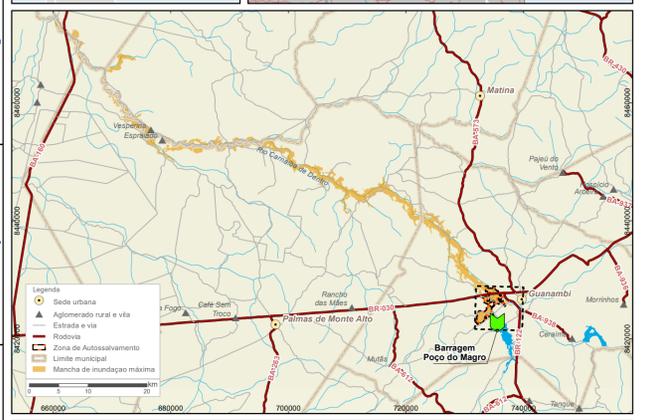
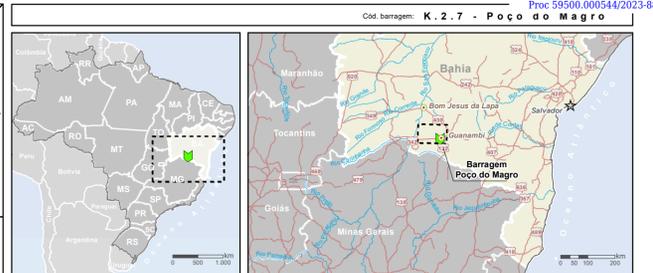
ANEXO 11 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

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



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





LEGENDA

- Zona de Autossalvamento
- Mancha de inundação máxima
- Ponto de Encontro
- Rota de fuga
- Zona de concentração local
- Text: Número total de edificações na ZCL

Mancha de Inundação Máxima: resultante da simulação hidrodinâmica para rompimento por galgamento hipotético da barragem de Poço do Magro.

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.

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
- Residências atingidas na ZAS
- Residências atingidas na mancha
- Indústria atingida na mancha
- Cemitério
- Quadra esportiva
- Rodovia
- Estrada
- Via primária
- Via secundária
- Caminho e trilha
- Ferrovia
- Linhas de transmissão
- Barragem
- Hidrografia
- Reservatório
- N.A. Máximo Maximorum
- N.A. Máximo Normal
- Coroamento da Barragem
- Limite municipal
- Limite dos dados com restituição aerofotogramétrica

Tema	Descrição	Mancha de inundação	ZAS
Bom Jesus da Lapa (BA)		4,6 km² 0,1%	-
Guanambi (BA)		37,6 km² 3%	11,4 km² 0,9%
Malhada (BA)		5,1 km² 0,3%	-
Palmas de Monte Alto (BA)		56,2 km² 2%	-
Rachão de Santana (BA)		24,7 km² 1%	-
Área total atingida (km²)		128,1 km²	11,4 km²
População atingida	1.611 habitantes	160 habitantes	
Edificações - Domicílio	398 unidades	40 unidades	
Edificações - Equipamento social	-	-	
Edificações - Indústrias	1 unidade	-	
Edificações - Comércio	-	-	
Quadras esportivas	2 unidades	-	
Cemitérios	6 unidades	-	
Rodovias	3 km	1 km	
Estradas	60 km	7 km	
Vias primárias	0,3 km	-	
Vias secundárias	81 km	3 km	
Caminhos e trilhas	47 km	4 km	
Sistema Viário	Ferrovias	0,4 km	15 km
	Total (quilômetros)	192 km	
Pontes sujeitas a danos	17 unidades	2 unidades	
Energia	Linhas de transmissão	96 km	10 km

Fontes: ZAS, ZCL, PE, rotas de fuga, edificações (RHA, 2020; SAI, 2020)
 Mancha de inundação e Reservatório (INTERTECNE, 2017) Linhas de transmissão de energia e pontas (SAI, 2020)
 Aglomerado rural (IBGE, 2019) Cemitério, quadras esportivas, hidrografia (SAI, 2020)
 Limites estaduais e municipais (IBGE, 2015) Imagens de satélite (World Imagery Basemap - DigitalGlobe, 2017)

Escala numérica: 1:13.000

Projeção Cartográfica: Universal Transversa de Mercator Fuso 23 S Meridiano Central 45° O Datum horizontal SIRGAS 2000

Revisão	Nº	Descrição	Prep.	Apov.	Data

RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA

Contratada: RHA RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS ENGENHARIA

Contratante: CODEVASF

Elaborador: Raphael Pereira

Gestor de Contrato: Igor Soriano

Verificador: Karline Kunn

Gerente: Emílio Santos

Supervisor: Márian da Costa Rohm

Responsável Técnico: Laertes Munhoz da Cunha - CREA PR-5124/D

Fiscal: ART 1720201380907

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

BARRAGEM POÇO DO MAGRO

MAPA DE ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

CENÁRIO DE RUPTURA EXTREMA TR = 10.000 ANOS

Mapa 1 de 1

Folha 1 de 1

Código Cliente: K. 2.7.PSB.1.0.v.00

Código RHA: PO-PSB-V-I-r.00

Revisão: A

Cód. edificação	Cód. ZCL	Nº de edif. na ZCL	Cód. PE	Tipo	Coord (x)	Coord (y)	Risco hidrodinâmico (m/s)	Tempo chegada onda (s)	Cód. edificação	Cód. ZCL	Nº de edif. na ZCL	Cód. PE	Tipo	Coord (x)	Coord (y)	Risco hidrodinâmico (m/s)	Tempo chegada onda (s)
1	ZCL-A	1	PE-A	Residência	735679	842283	6,00	0,08	21	ZCL-H	8	PE-G-PE-H	Residência	734653	8427693	19,76	0,00
2	ZCL-B	1	PE-B	Residência	735297	8422834	37,98	0,08	22	ZCL-H	PE-G-PE-H	Residência	734589	8427698	18,96	0,00	
3	ZCL-C	1	PE-C	Residência	731134	8423572	3,48	0,33	23	ZCL-H	PE-G-PE-H	Residência	734487	8427688	18,74	0,42	
4	ZCL-D	6	PE-D	Residência	732604	8424073	1,00	0,50	24	ZCL-H	PE-G-PE-H	Residência	734486	8427702	19,66	0,42	
5	ZCL-D	PE-D	Residência	733251	8424216	9,21	0,17	25	ZCL-H	PE-G-PE-H	Residência	734471	8427746	20,59	0,42		
6	ZCL-D	PE-D	Residência	733237	8424341	5,53	0,25	26	ZCL-H	PE-G-PE-H	Residência	734456	8427794	21,69	0,00		
7	ZCL-D	PE-D	Residência	732547	8424573	0,03	-	27	ZCL-H	PE-G-PE-H	Residência	733993	8427922	-	-		
8	ZCL-D	PE-D	Residência	732582	8424694	0,00	-	28	ZCL-H	PE-G-PE-H	Residência	733927	8427954	-	-		
9	ZCL-D	PE-D	Residência	733691	8424820	2,35	0,33	29	ZCL-I	10	PE-I	Residência	735448	8427800	-	-	
10	ZCL-E	1	PE-E	Residência	734226	8424556	6,46	0,25	30	ZCL-I	PE-I	Residência	735440	8427857	-	-	
11	ZCL-F	5	PE-F	Residência	735468	8425999	0,16	-	31	ZCL-I	PE-I	Residência	735192	8427938	0,62	-	
12	ZCL-F	PE-F	Residência	735494	8426047	-	-	32	ZCL-I	PE-I	Residência	735096	8428016	-	-		
13	ZCL-F	PE-F	Residência	735768	8426126	0,07	0,75	33	ZCL-I	PE-I	Residência	735100	8428048	-	-		
14	ZCL-F	PE-F	Residência	735219	8426609	4,01	0,33	34	ZCL-I	PE-I	Residência	735119	8428101	-	-		
15	ZCL-F	PE-F	Residência	735241	8426680	2,78	0,42	35	ZCL-I	PE-I	Residência	735117	8428144	-	-		
16	ZCL-G	5	PE-G-PE-H	Residência	734320	8426973	1,45	0,92	36	ZCL-I	PE-I	Residência	735128	8428157	-	-	
17	ZCL-G	PE-G-PE-H	Residência	734522	8427137	-	-	37	ZCL-I	PE-I	Residência	734837	8428251	-	-		
18	ZCL-G	PE-G-PE-H	Residência	734643	8427201	-	-	38	ZCL-I	PE-I	Residência	734745	8428254	-	-		
19	ZCL-G	PE-G-PE-H	Residência	734695	8427308	-	-	39			Edificação ílhada	Residência	734469	8425638	-	-	
20	ZCL-G	PE-G-PE-H	Residência	734709	8427338	-	-	40			Residência	734592	8425649	-	-		

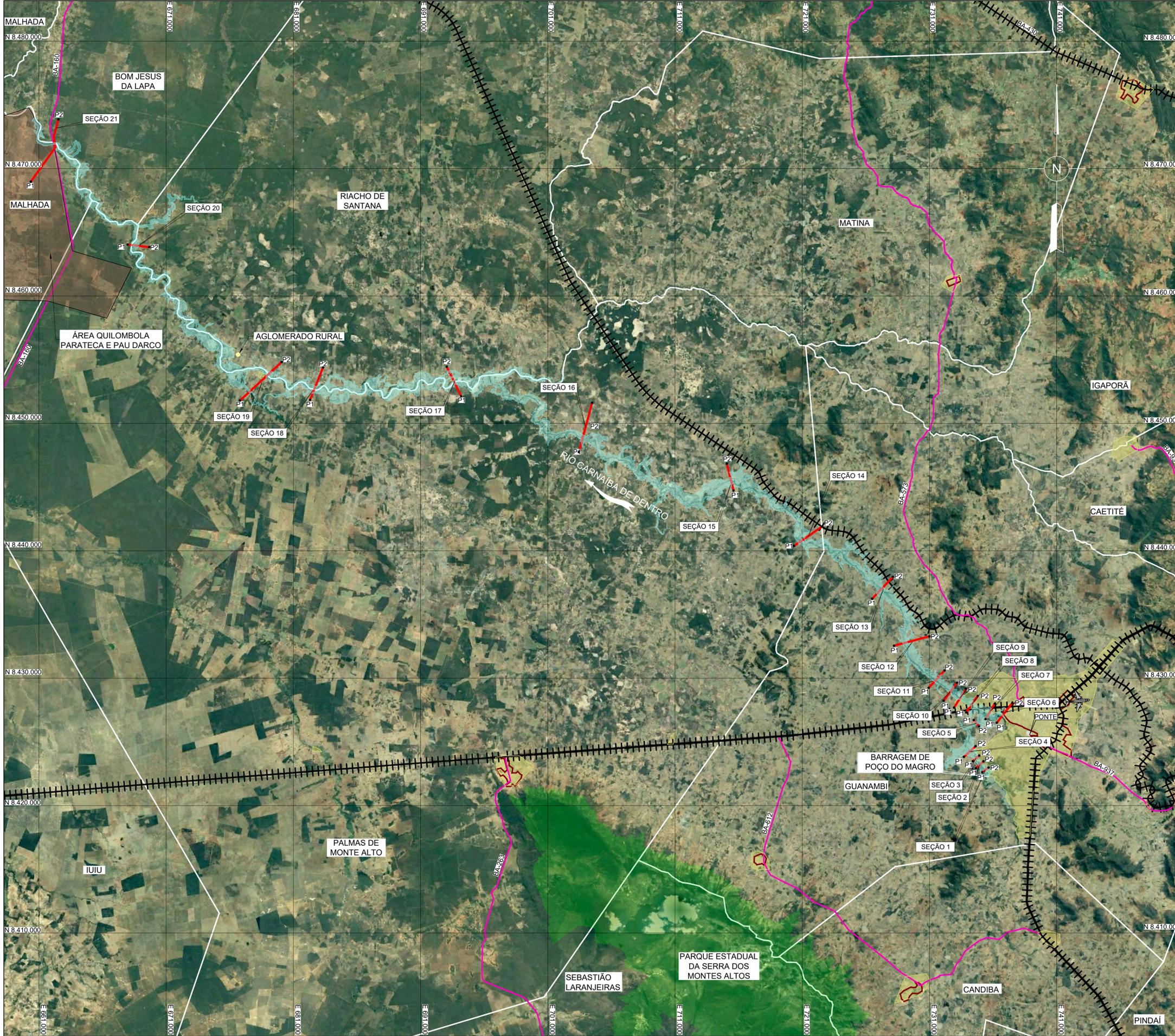


TABELA DE COORDENADAS				TABELA DE COORDENADAS			
SEÇÃO	PONTOS	COORDENADAS		SEÇÃO	PONTOS	COORDENADAS	
		N	E			N	E
SEÇÃO 1	P1	8.422.631	735.146	SEÇÃO 13	P1	8.436.237	726.494
	P2	8.422.990	735.642		P2	8.437.953	728.122
SEÇÃO 2	P1	8.423.942	734.656	SEÇÃO 14	P1	8.440.388	720.348
	P2	8.423.483	735.248		P2	8.441.898	722.548
SEÇÃO 3	P1	8.423.489	734.402	SEÇÃO 15	P1	8.444.729	715.596
	P2	8.423.933	734.904		P2	8.446.841	715.068
SEÇÃO 4	P1	8.423.827	733.705	SEÇÃO 16	P1	8.447.750	703.437
	P2	8.424.669	734.624		P2	8.451.622	704.478
SEÇÃO 5	P1	8.426.714	734.474	SEÇÃO 17	P1	8.452.136	694.182
	P2	8.426.214	734.895		P2	8.454.453	693.053
SEÇÃO 6	P1	8.426.510	736.291	SEÇÃO 18	P1	8.451.842	682.302
	P2	8.428.053	737.507		P2	8.454.395	683.329
SEÇÃO 7	P1	8.426.798	735.403	SEÇÃO 19	P1	8.451.798	676.802
	P2	8.428.014	736.136		P2	8.454.820	680.073
SEÇÃO 8	P1	8.427.320	733.883	SEÇÃO 20	P1	8.464.037	667.970
	P2	8.428.614	734.795		P2	8.463.840	669.668
SEÇÃO 9	P1	8.427.694	732.932	SEÇÃO 21	P1	8.468.971	660.355
	P2	8.429.168	733.860		P2	8.473.865	662.520
SEÇÃO 10	P1	8.428.232	732.114				
	P2	8.429.651	733.158				
SEÇÃO 11	P1	8.429.246	730.937				
	P2	8.430.610	732.184				
SEÇÃO 12	P1	8.432.555	728.210				
	P2	8.433.289	730.996				

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

- NOTAS:**
- TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
 - AS INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS DO ESCOAMENTO AO LONGO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS ESTÃO INDICADAS NO DOCUMENTO 1901-PO-0-GE-G00-00-G-00-DE-0015.
 - 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: SIRGAS 2000

SISTEMA DE PROJEÇÃO
UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
MC 45° WGR.



nº	descrição	prep.	aprov.	data
1	REVISÃO CONFORME O PARECER TÉCNICO DO DIA 27/01/2021	NNFD	EJAJ	FEV/21
0	REVISÃO CONFORME O PARECER TÉCNICO DO DIA 03/07/2020	NNFD	DHT	JAN/21

Intertechne CONSULTORES S.A.

elaborador: NNFD
verificador: JRMA
supervisor: RMS

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

data: ABR/20



REVISÃO PERIÓDICA DAS BARRAGENS DA CODEVASF

titulo: BARRAGEM POÇO DO MAGRO
MAPA DE INUNDAÇÃO - PLANTA
RUPTURA MAIS PROVÁVEL

escala	folha	Código Cliente	revisão
INDICADA	1 de 1	1901-PO-0-GE-G00-00-G-00-DE-0005	1

PLANTA