

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

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

Acesso a documentação digital

Servidor interno: <\\drive\AD.Barragens\PSB\2SR\I.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

Empreendedor			
Resp. Legal:	PR - Presidência		
Representante:	Marcelo Andrade Moreira Pinto		
Cargo:	Presidente		
Telefone:	(61) 98244-6100	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

1.3.2. CONTATOS EXTERNOS

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

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

Rede de Saúde Regional

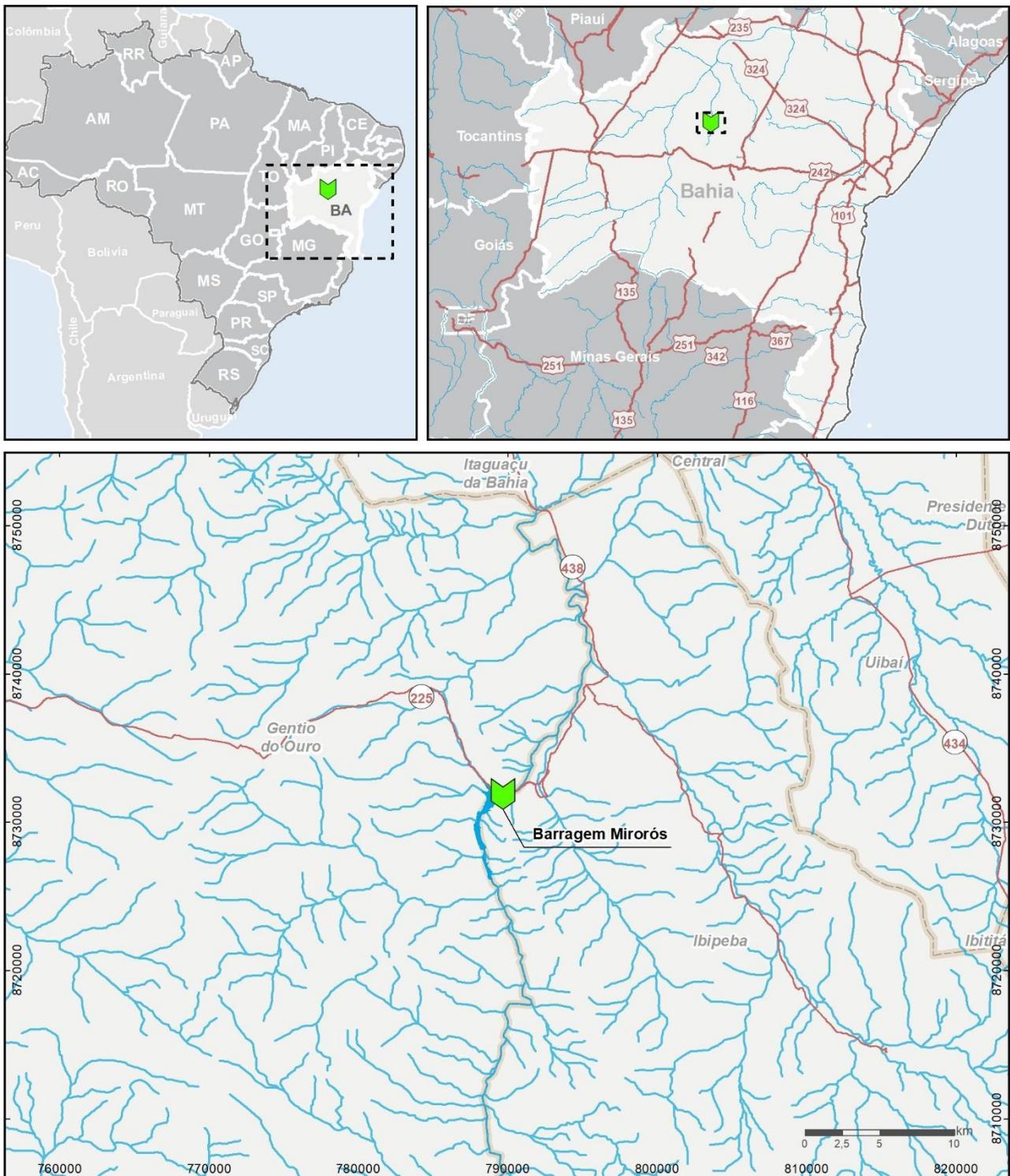
Unidade	Contato	Endereço
HOSPITAL MUNICIPAL DE GENTIO DO OURO	Sem informação	Rua Antônio Mariano - Centro, Gentio do Ouro - BA, 47450-000
HOSPITAL MUNICIPAL GETÚLIO REGINALDO CUNHA	(74) 3637-2001	Gentio do Ouro, BA, 47450-000
HOSPITAL MUNICIPAL DE IBIPEBA	(74) 99997-1017	Av. Josué Alves Barreto - Ibipeba, 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



Fonte: RHA, 2021.

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.

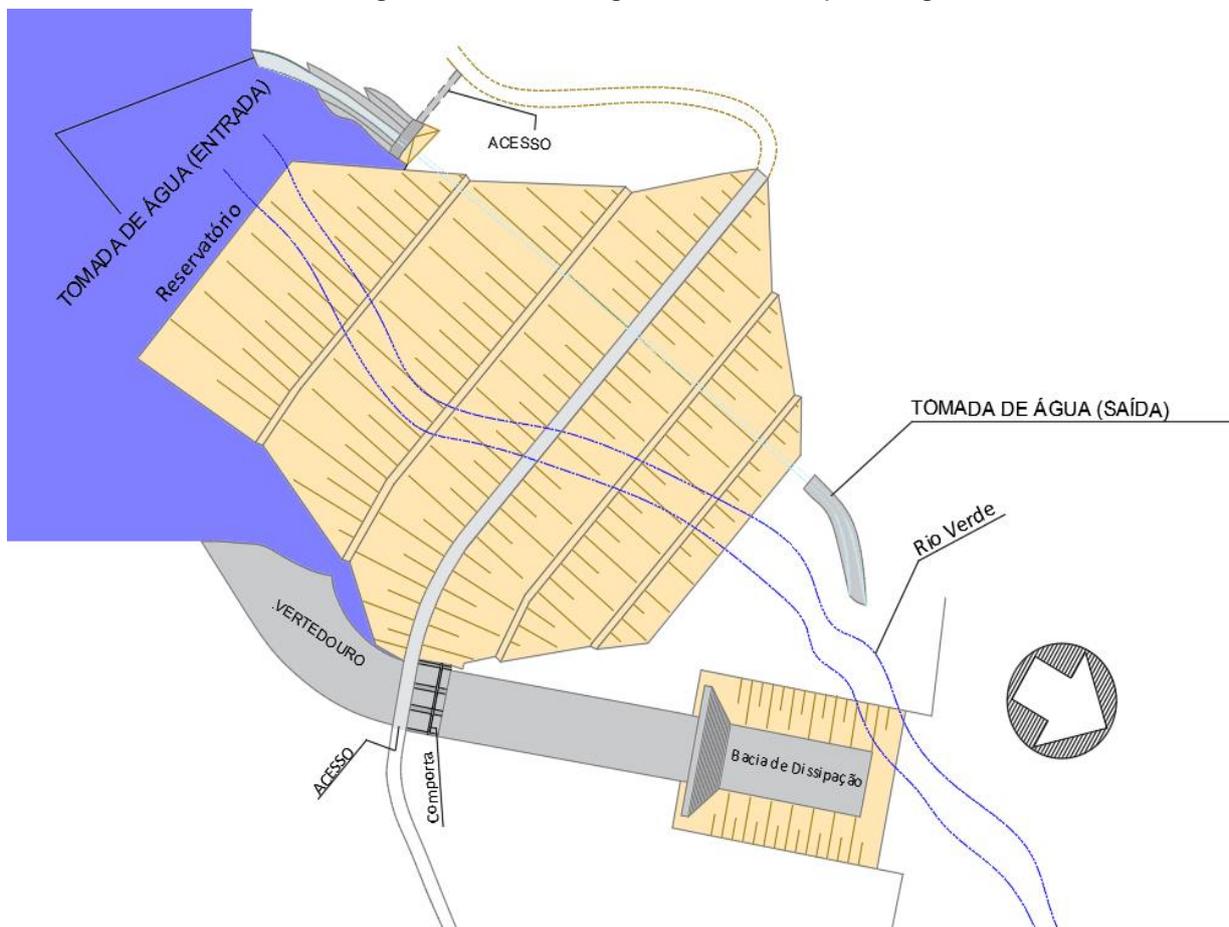
A crista da barragem situa-se na elevação 535 m, sendo que o nível máximo normal se situa na elevação 532,00 m. O volume acumulado é da ordem de 166,92 hm³ e a área alagada é de 7,80 km².

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.

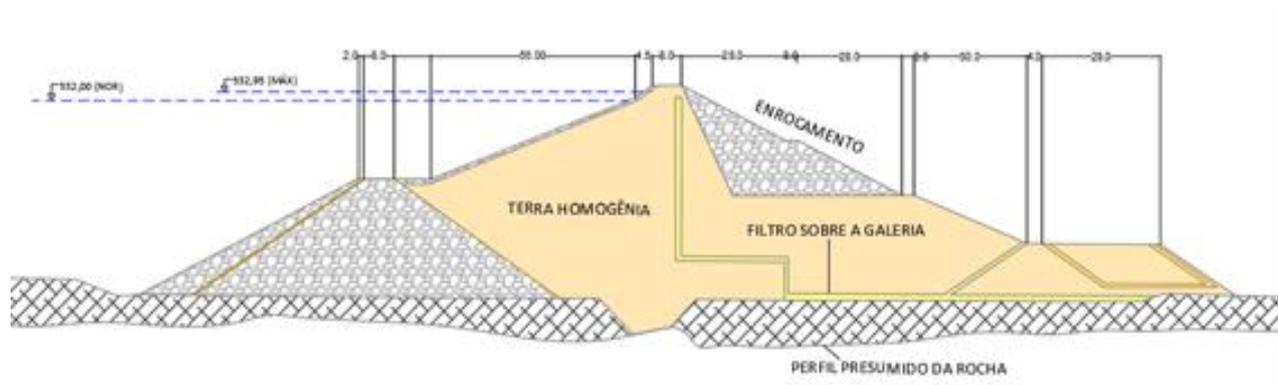
A Figura 1.2 apresenta a planta geral da barragem Mirorós e a Figura 1.3 ilustra a seção tipo da barragem Mirorós.

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 (dista 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 metasilite) 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 m ³ /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		b

	escavada em terreno natural	
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: - Saída da galeria:	El. 535,0 m El. 492,00 a 488,75 m		10
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

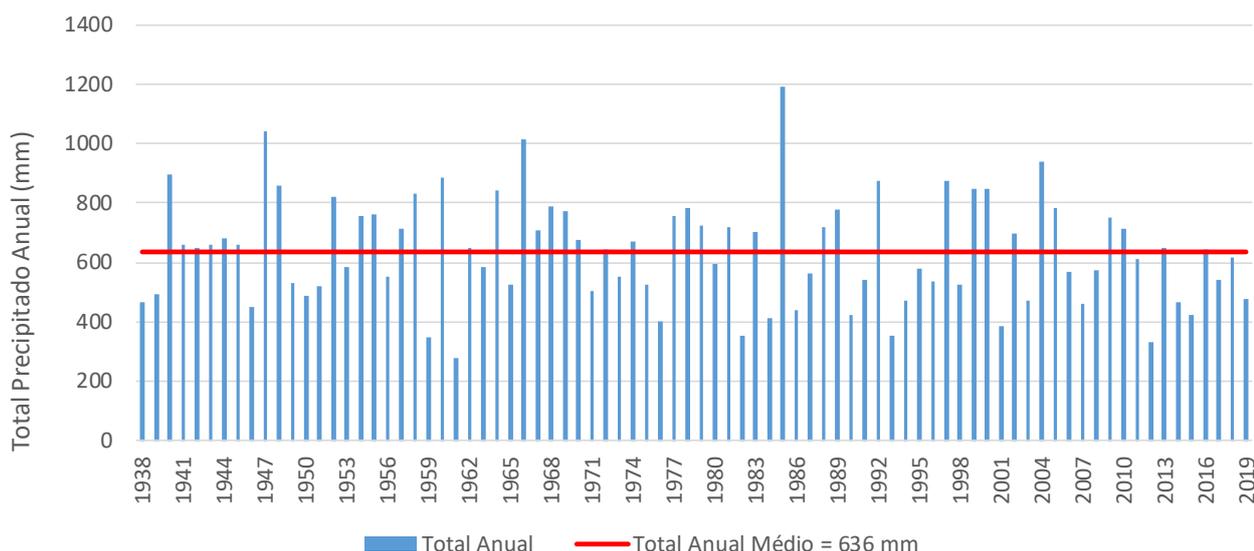
- **CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS**

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 Precitados anuais em milímetros da barragem Mirorós

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



Fonte: PSB Volume 4, 2021c.

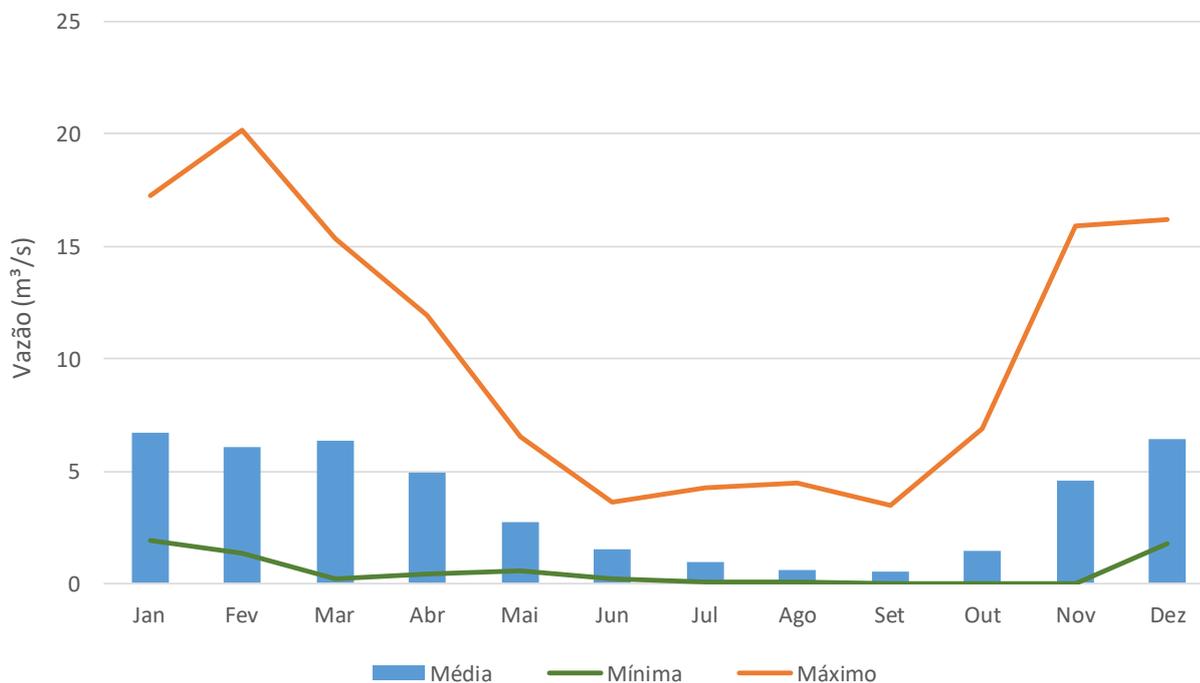
A estimativa da série de vazões médias mensais junto a barragem Mirorós, contou com uma análise de correlação entre as vazões médias mensais dos postos fluviométricos considerados, para o período anterior a construção da barragem Mirorós, visando com isso subsidiar a extensão e preenchimento de falhas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

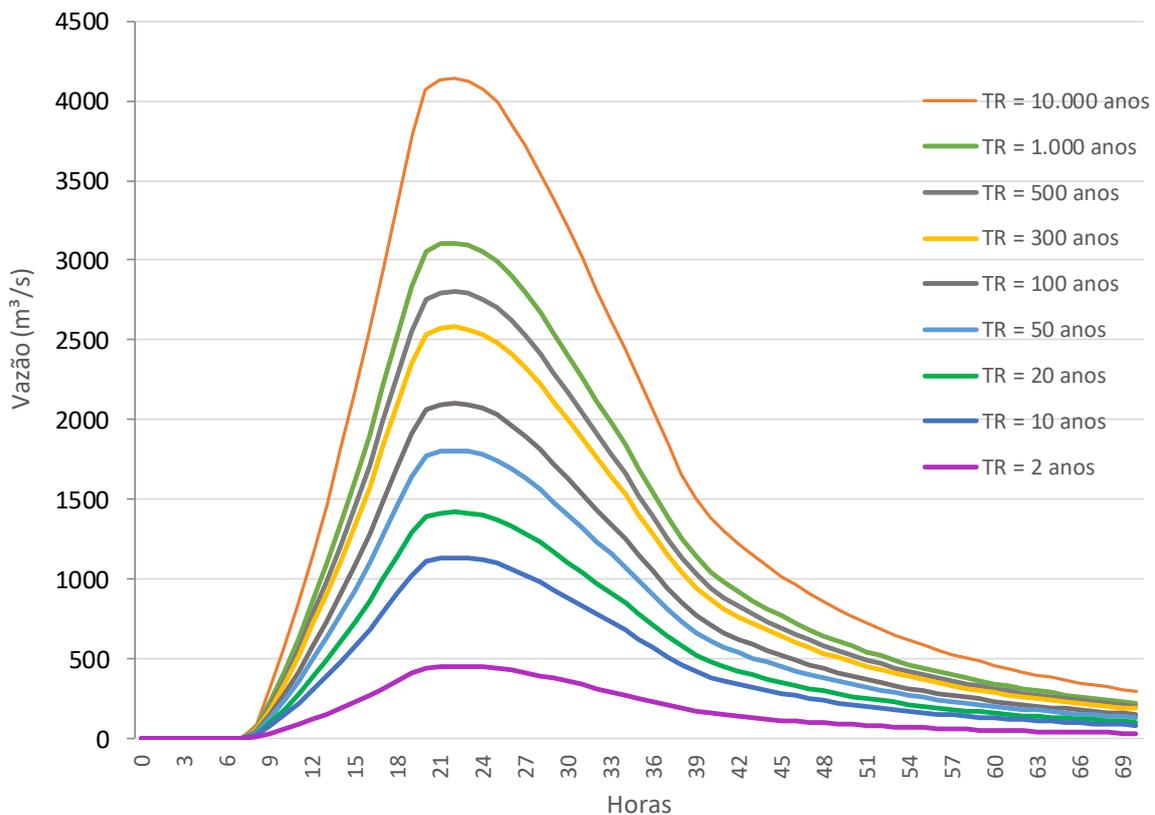
A Tabela 1.2 apresenta, para os diferentes tempos de recorrência, as vazões máximas resultantes na seção da barragem Mirorós, bem como o volume total do hidrograma nessa seção. A Figura 1.6 apresenta os hidrogramas resultantes.

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

TR (anos)	Vazão (m³/s)	Volume (hm³)
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, recobrando 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.

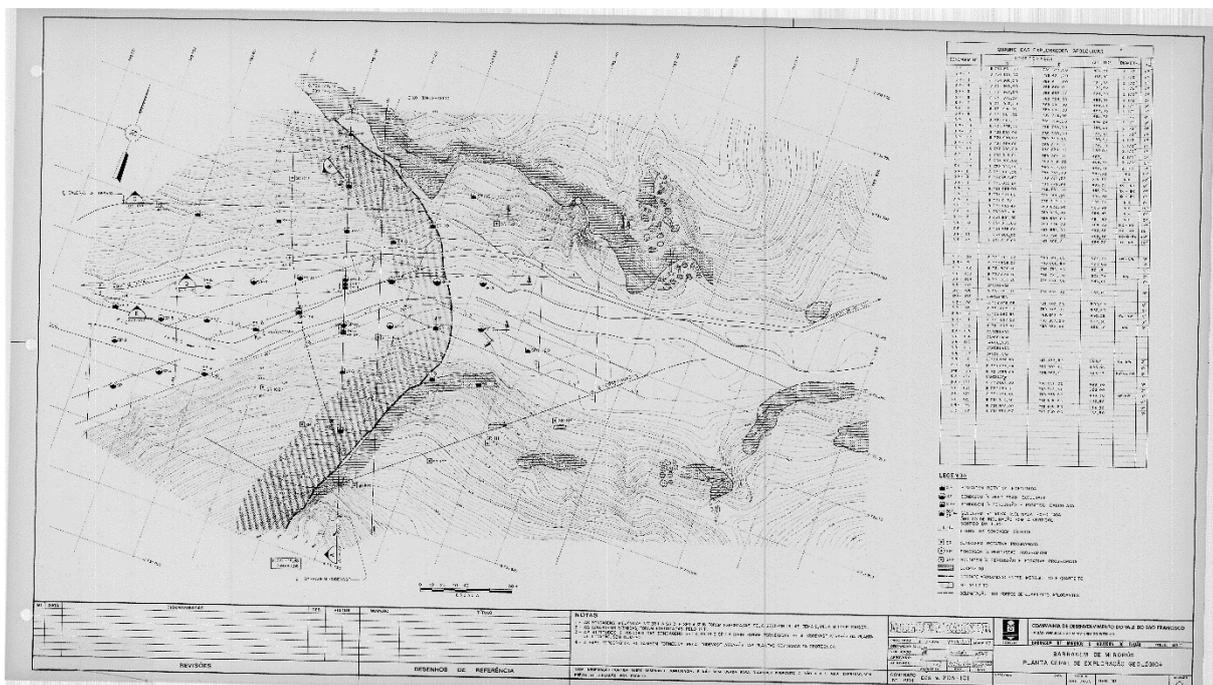
• **CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA**

○ *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.

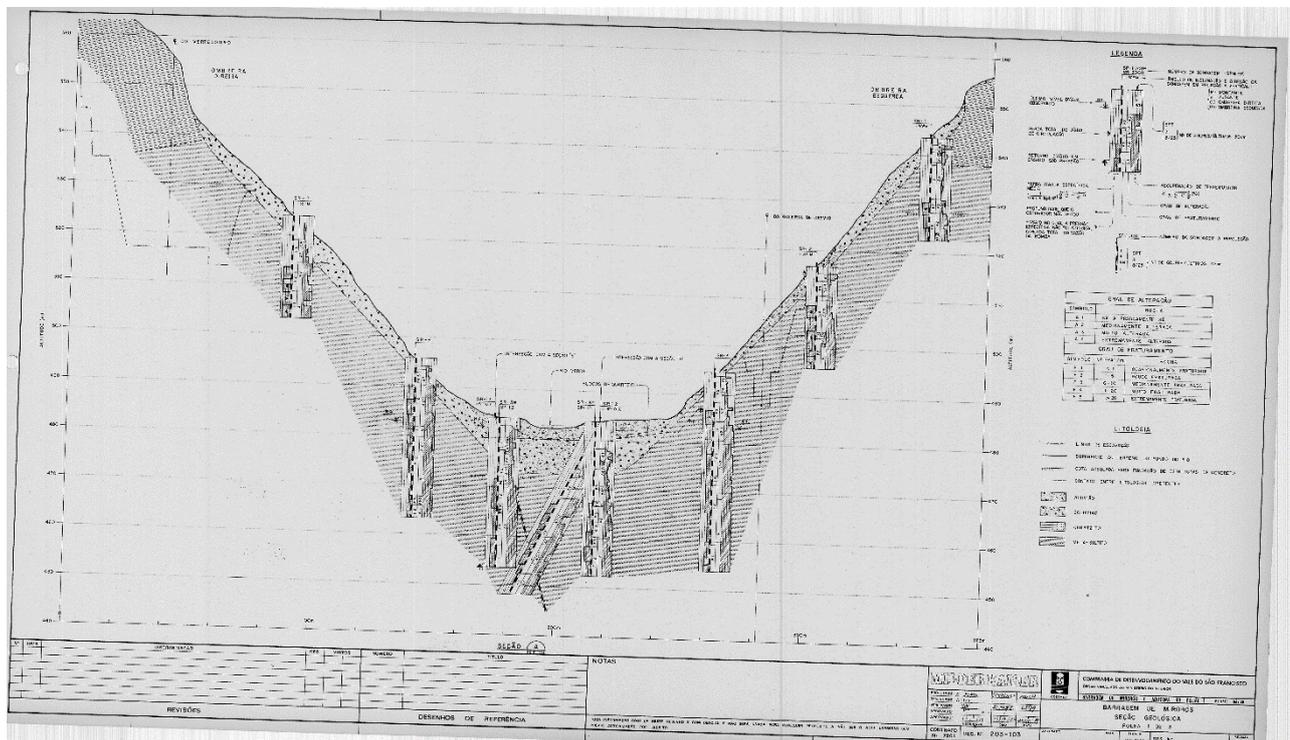
Na área do barramento foram executadas 12 sondagens rotativas na fase de Projeto Básico (Milder Kaiser, 1979), conforme locação apresentada no Volume 1A do PSB de Mirorós. Essas investigações serviram de base para o Projeto Executivo, sendo desenvolvido o perfil geológico pelo eixo do barramento, ilustradas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

Figura 1.7 – Planta geral da Exploração Geológica



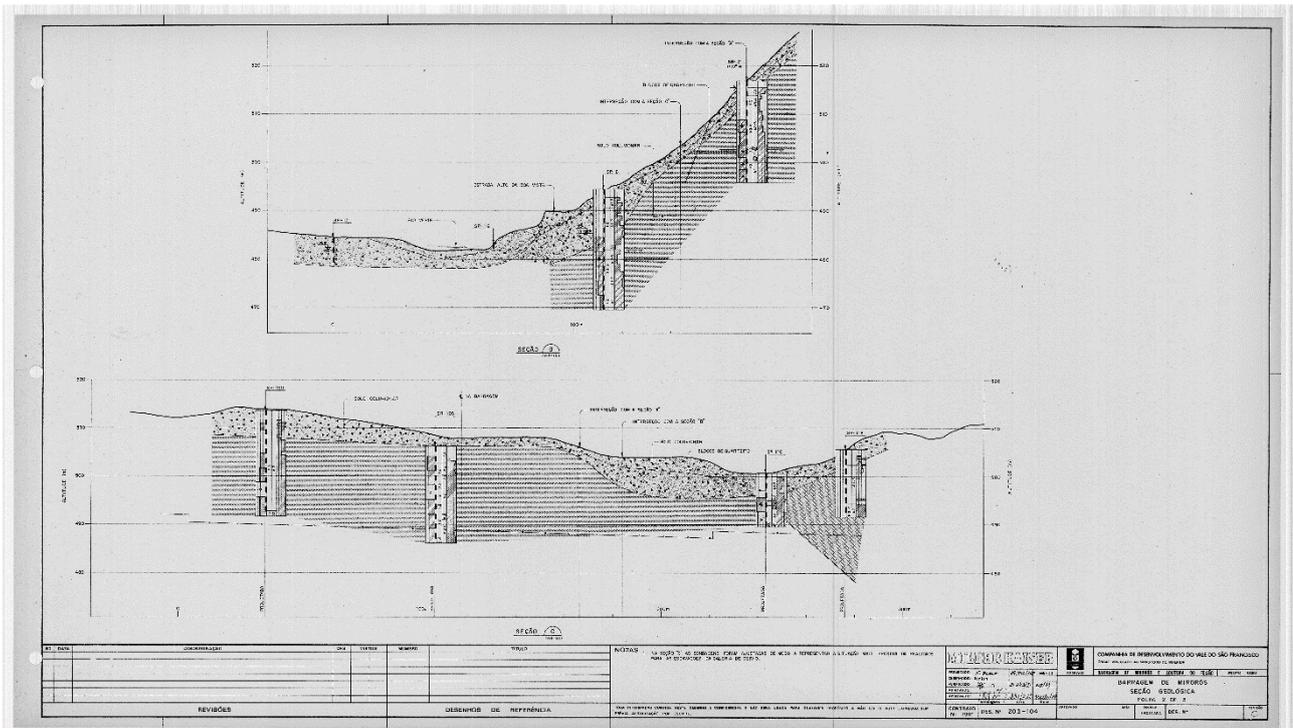
Fonte: RHA - PSB Volume 1A, 2021.

Figura 1.8 – Seção Geológica, Folha 1 de 3



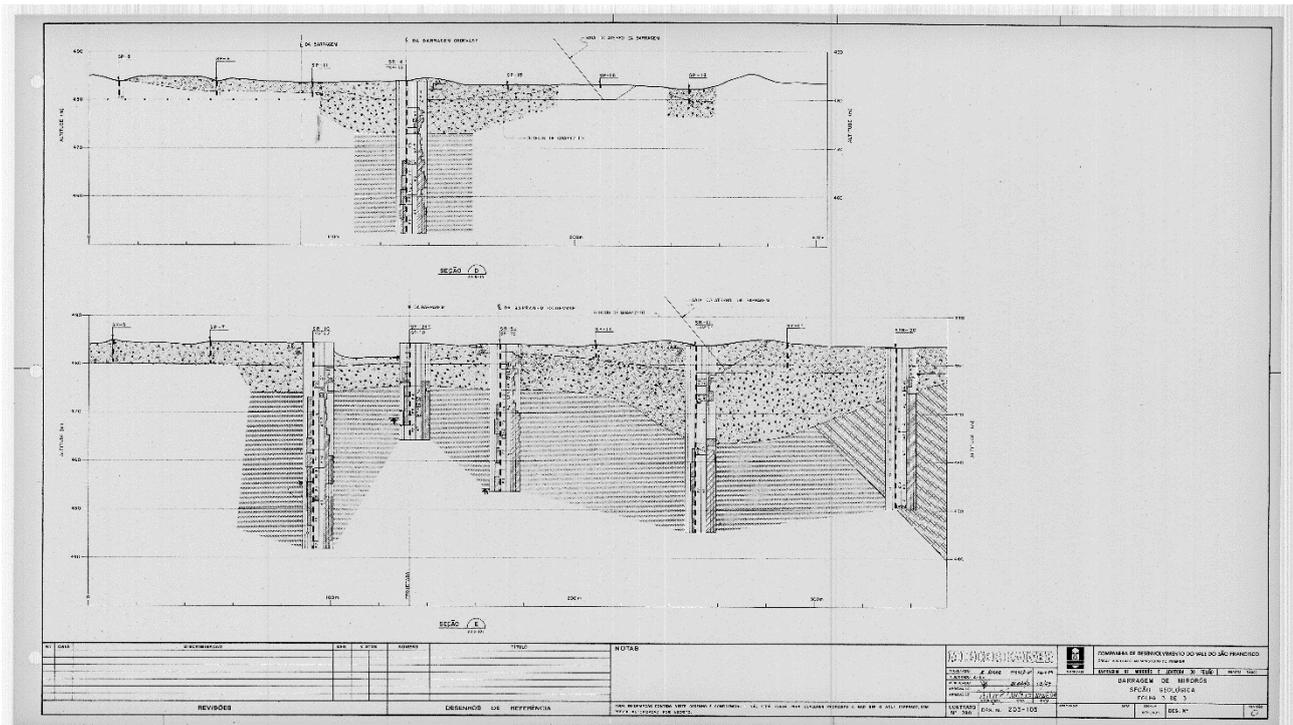
Fonte: RHA - PSB Volume 1A, 2021.

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.

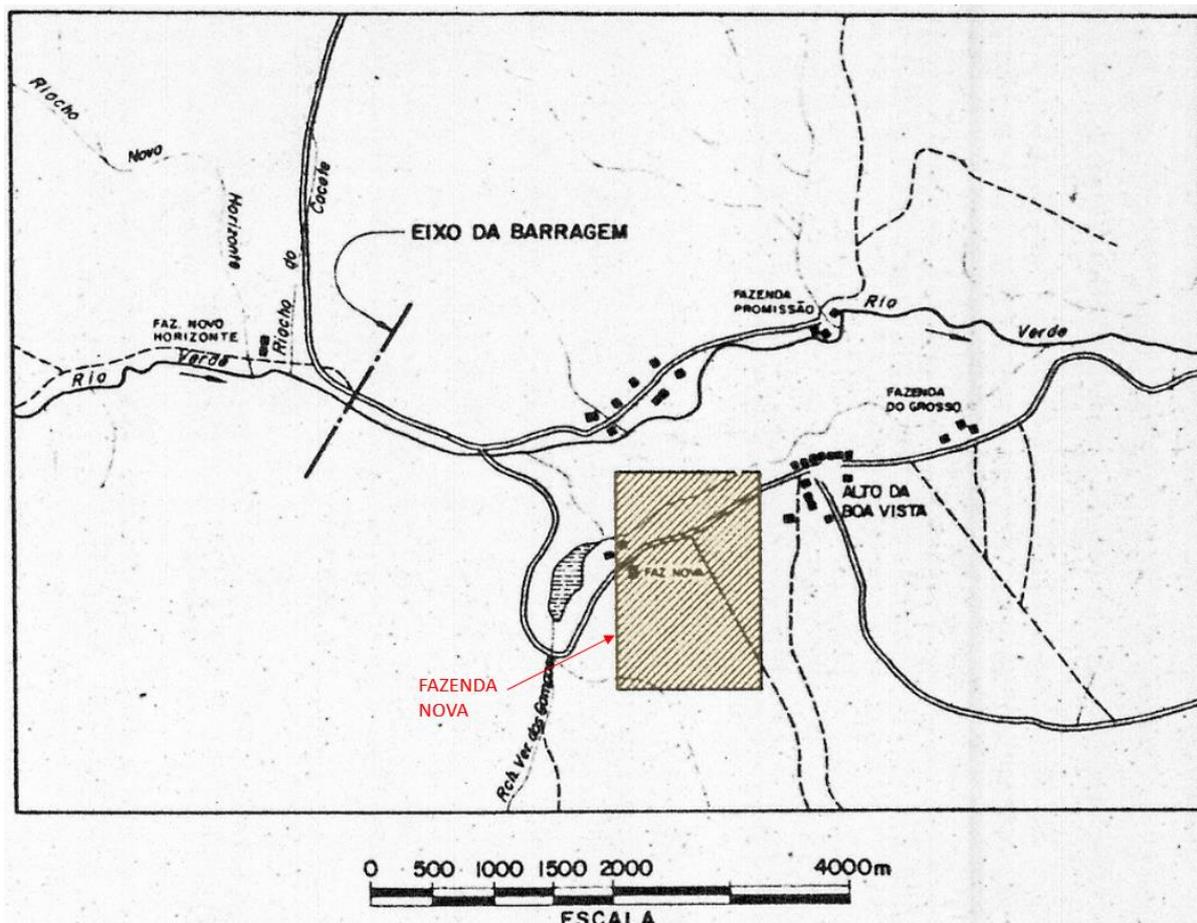
Na região da ombreira esquerda a camada coluvionar é formada por solo argilo arenoso com blocos de quartzitos, com espessuras de 3,0 a 10,0 m. Subjacente ocorrem o horizonte de rocha alterada com espessuras de 10,0 a 12,0 m, formada por metasiltito a montante e quartzito a jusante. Abaixo é encontrado 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.

○ *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

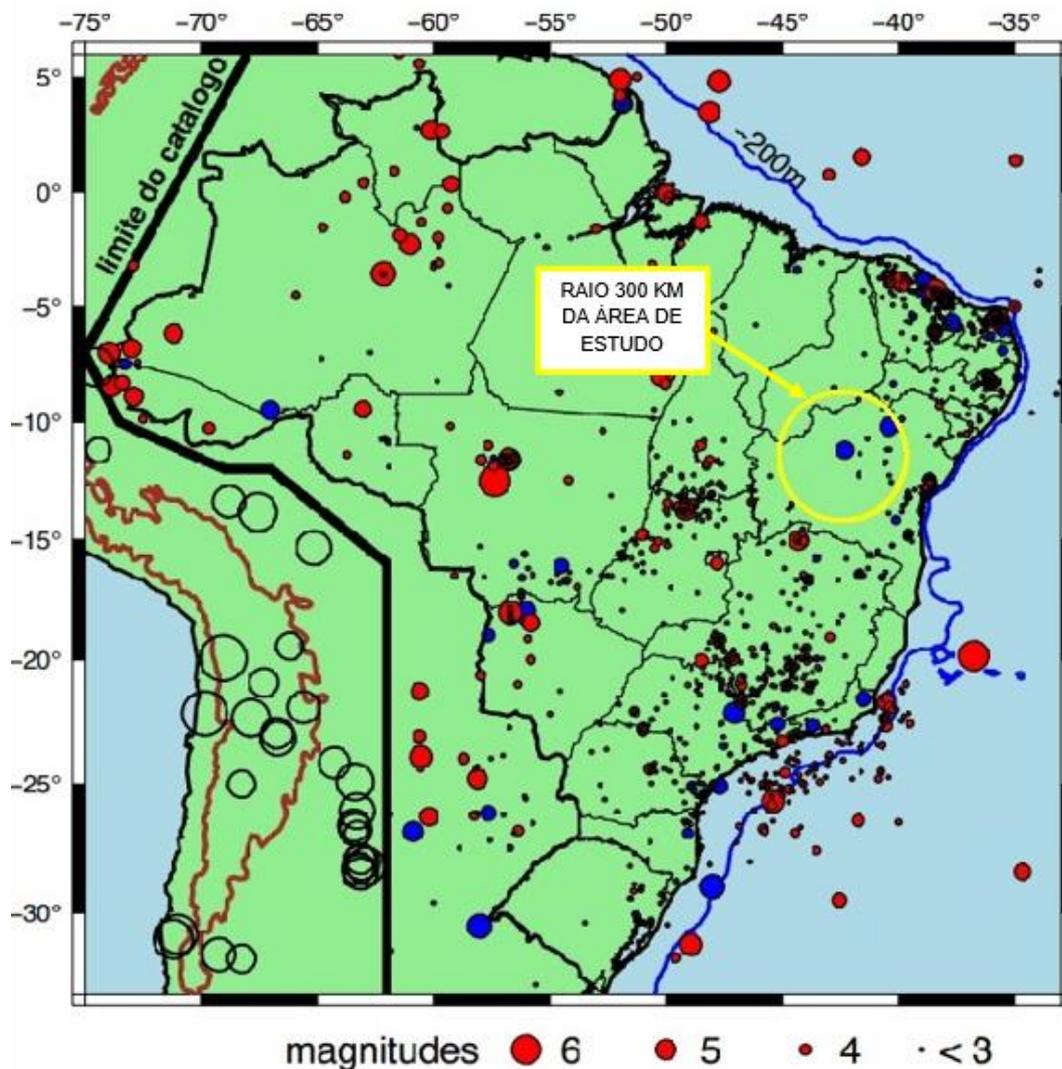
Não se tem os registros que confirmem o emprego destes solos no maciço da barragem durante o período construtivo. Também não foram encontrados os dados brutos dos ensaios triaxiais realizados, que fornecem informações relevantes para a análise de estabilidade da barragem. Somente se tem conhecimento 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



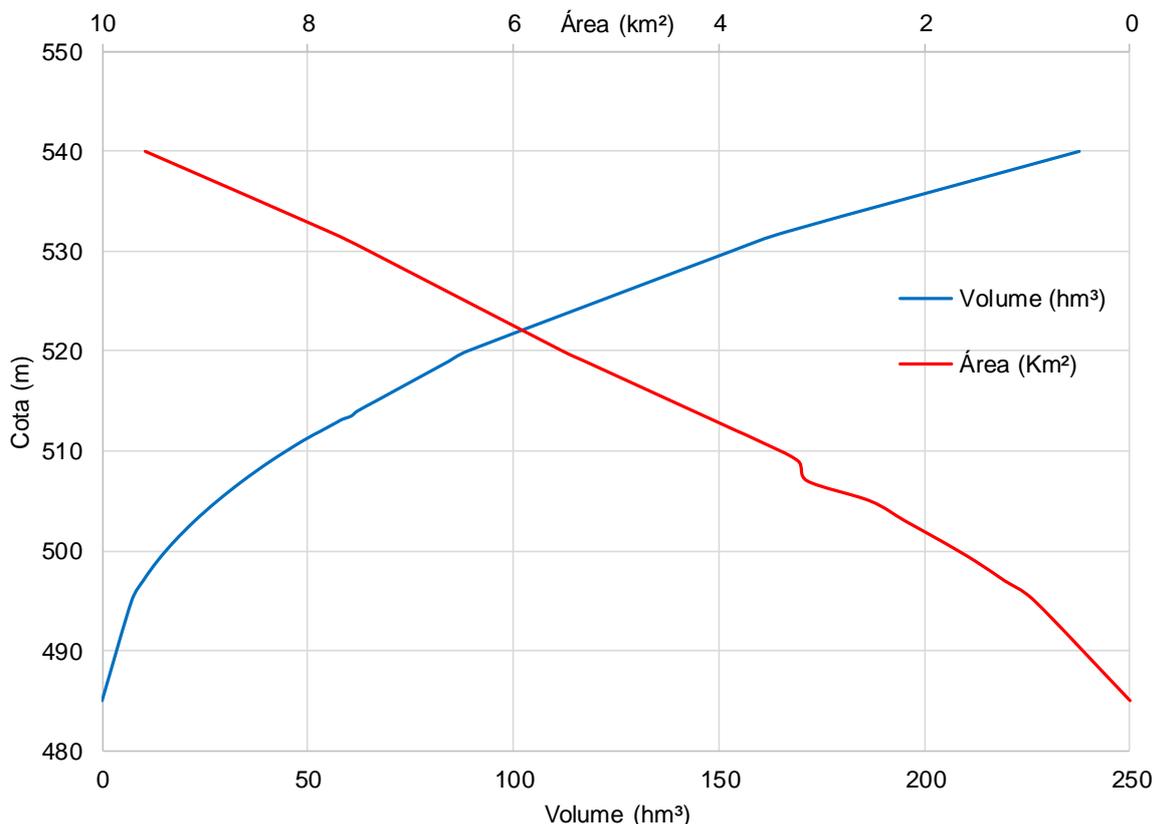
Fonte: RHA - PSB Volume 4, 2021c.

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.

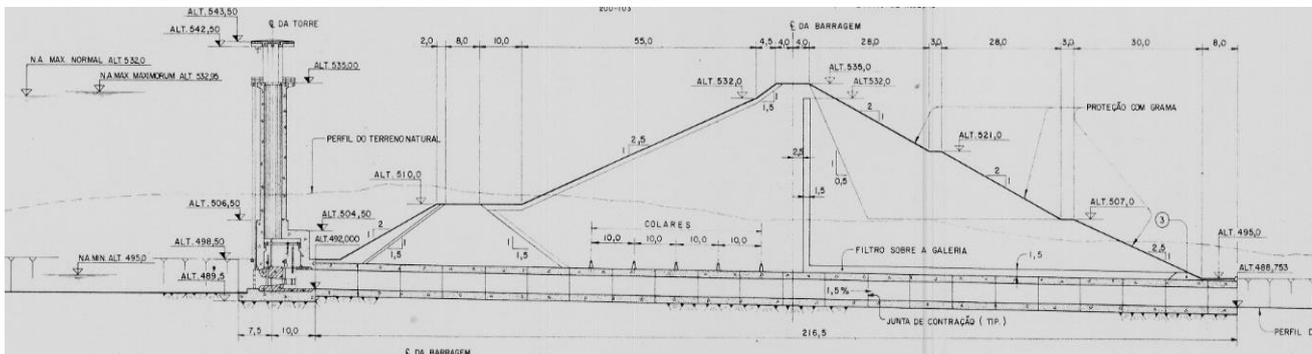
Considerando os dispositivos previstos em projeto, cujos equipamentos para fechamento de emergência é uma comporta gaveta operada manualmente via pedestal e para controle de fluxo é uma válvula dispersora operada por motor elétrico e redutores.

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.

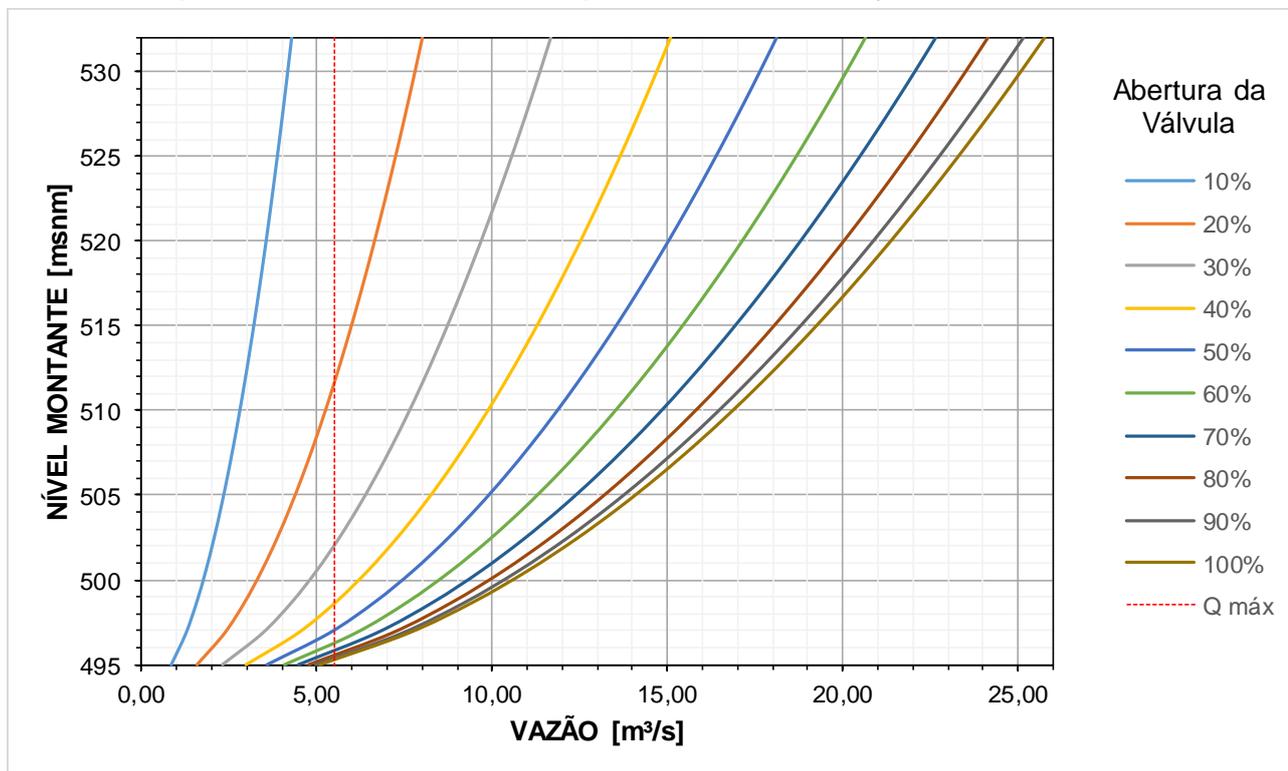
Figura 1.16 – Seção da Tomada d'Água: Torre e Galeria – Barragem Mirorós



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 Ibipeba 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.

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

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

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

A Codevasf está implantando em seus empreendimentos os recursos humanos e materiais necessários conforme dimensionamento apresentado nesse capítulo. Deste modo, o PAE da barragem 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.

Tabela 2.2 - Níveis de Resposta com Respectivas Caracterizações

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

Fonte: ANA, 2016.

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

A barragem 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.

Situação Anômala	Cenários possíveis	Indicador NA = Nível de Água (m) PLU = Precipitação (mm/dia)	NR
Cheias	Operação normal	$NA < NMN$ (El.532,00 m)	0
	Vertimento projetado	NMM (El.532,95 m) > NA > NMN (El.532,00 m) E $PLU < TR100 = 175$	1
		NMM (El.532,95 m) > NA > NMN (El.532,00 m) E $PLU < TR1000 = 232$	2
	Vertimento acima do projetado com Risco de Galgamento	NA > NMM (El.532,95 m) OU NMM (El.532,95 m) > NA > NMN (El.532,00 m) 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; Deterioração do conduto; e Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água.	Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria; Reforço estrutural da galeria; Substituição dos trechos danificados; e Observação.	Instabilidade estrutural da galeria; Perda de estanqueidade da galeria; e Erosão interna.	1
	Falha dos órgãos extravasores ou de equipamento de operação	Manutenção; Reparos; e Observação.	Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório (fora da época de cheias)	1
			Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório (época de cheias)	2
			Galgamento da barragem iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Ruptura por Galgamento da barragem ocorreu ou ocorrendo	Ficha nº 09
Ombreiras da barragem	Ressurgências nas ombreiras	Impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante; e Observação	Arrastamento de finos do trecho superficial da fundação, do aterro, do preenchimento de caixas de falha e/ou de fraturas.	1
Vertedouro	Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação.	Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outras obras; Proteção do pé da barragem; e Observação.	Potencial instabilidade estrutural; e Erosão do pé da barragem.	1
	Movimentos, erosões, fissuras, fendas; e Deposição de	Intervenções de reabilitação e de limpeza / reposição das condições de escoamento;	Alterações químicas do concreto;	0

	materiais/obturação.	Reforço estrutural; e Observação.	Modificação das condições de escoamento	1
			Danos estruturais no vertedouro	2
			Instabilização da estrutura	Ficha nº 05
			Ruptura do vertedouro ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
Corpo da barragem	Movimentos, fissuras, trincas e erosões; e Zonas úmidas e/ou ressurgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação.	Rebaixamento do nível de água no reservatório; Obras de reabilitação (por exemplo: alteamento da crista, rebaixamento da soleira, execução de bermas estabilizadoras e de drenagem a jusante, obras de impermeabilização a montante, etc.); e Reforço da observação.	Perda de borda livre; e Erosão interna;	1
			Danos estruturais à barragem e estruturas associadas	2
			<i>Piping</i>	Ficha nº 02
			Instabilidade global	Ficha nº 03
			Instabilidade localizada	Ficha nº 04
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
Reservatório	Escorregamento de taludes / deslizamento de encostas.	Intervenções de estabilização de taludes; Rebaixamento do nível de água no reservatório; e Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos.	Obstrução dos órgãos extravasores	1
			Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	2

			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
	Impactos negativos para peixes ou vida selvagem.	Remover os eventuais animais mortos; Identificar a origem dos impactos; e Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental.	Possibilidade de afetar a qualidade da água.	1
	Sedimentos afluentes.	Descarga de fundo; Melhorias a nível da conservação do solo da bacia; e Valas perimetrais no reservatório.	Obstrução da entrada da descarga de fundo.	1
	Derrame de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes.	Determinar a dimensão, natureza e origem da descarga; Avaliar os impactos da descarga; Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental; e Estimar o esforço e equipamento necessário para conter.	Possibilidade de afetar a qualidade da água; e Possibilidade de poluição do ar ou do solo.	1
	Cheias	Rebaixamento do nível de água no reservatório; e Observação.	Inundação a jusante; e Galgamento.	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	2

			e estruturas associadas	
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Instabilidade localizada	Ficha nº 04
			Instabilidade global	Ficha nº 03
			Ruptura da barragem ocorrendo / ocorreu	Ficha nº 09
Falha dos sistemas de notificação e alerta	Manutenção e reparos; e Observação.		Impossibilidade de notificação e de alerta (fora da época de cheias)	1
			Impossibilidade de notificação e de alerta (época de cheias)	2
Sismos	Inspeções na barragem e estruturas associadas.		Danos à barragem e estruturas associadas	2
			Galgamento iminente ou ocorrendo	Ficha nº 01
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido ao galgamento	Ficha nº 09
			Instabilização da estrutura.	Ficha nº 08
			Ruptura da Barragem ocorrendo / ocorreu devido à instabilidade gerada pela Sismicidade	Ficha nº 10

Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

2.2. AÇÕES ESPERADAS

Após a detecção de qualquer anomalia ou ocorrência, a primeira ação a empreender é a classificação do nível de resposta. Consoante a classificação estabelecida, que em certos casos poderá não ser imediata, deve-se seguir as ações indicadas nos itens seguintes, para cada nível de resposta.

Os contatos para notificação de entidades com responsabilidades instituídas, em particular do Empreendedor, do Coordenador do PAE, do Sistema de Defesa Civil são apresentados a seguir e no Fluxograma de Notificação que consta na Figura 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 afluente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente igual às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes).

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

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

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

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

2.2.3. NÍVEL LARANJA

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

As tarefas deste nível devem ser coordenadas pelo 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 Civas Estaduais (Bahia) e Defesas Civas 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 Civas Estaduais (Bahia) e Defesas Civas 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 Civas Estaduais (Bahia) e Defesas Civas 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 Civas 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.

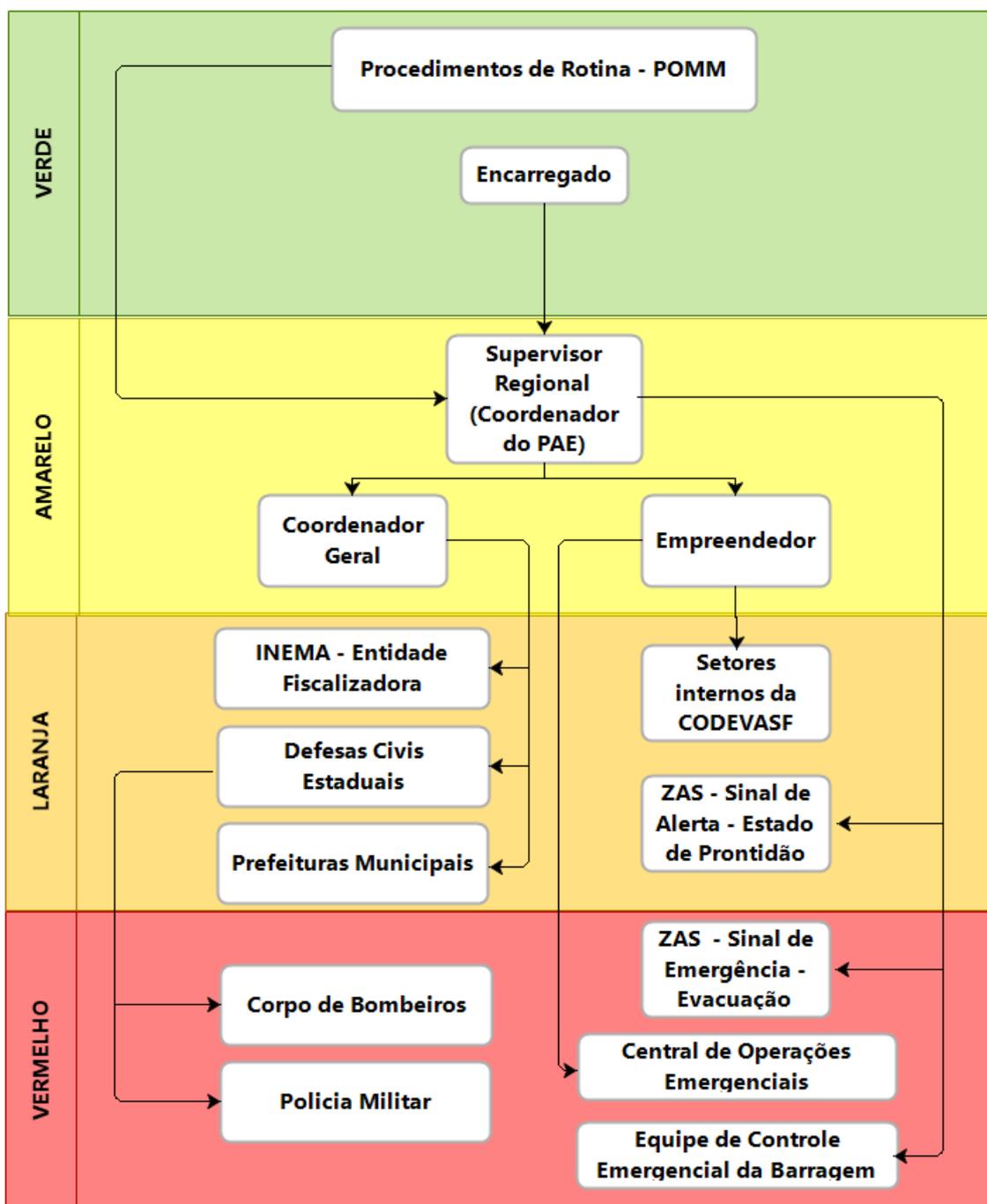
As estratégias de alerta, comunicação e orientação à população potencialmente afetada na ZAS serão debatidas com as Defesas Civas e as Prefeituras Municipais. Os avisos de situações de emergência para a população na ZAS poderão ser feitos por telefone (ligação ou mensagens), sinais sonoros ou luminosos 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.



Fonte: RHA, 2021.

Figura 3.2 – Contatos do Fluxograma de Notificação

<p>DEFESA CIVIL</p> <p>BAHIA</p> <p>(71) 3115-3000 http://www.defesacivil.ba.gov.br/ jadson.almeida@sudec.ba.gov.br</p> <p>POLÍCIA CIVIL</p> <p>BAHIA</p> <p>(71) 3117-6048 http://www.pm.ba.gov.br/ cg.cmt@pm.ba.gov.br</p> <p>CORPO DE BOMBEIROS</p> <p>BAHIA</p> <p>(71) 3116-4666 http://www.cbm.ba.gov.br/ cg.gabinete@cbm.ba.gov.br</p> <p>PREFEITURAS MUNICIPAIS</p> <p>GENTIO DO OURO – BA</p> <p>(74) 3637-2127 https://www.gentiodoouro.ba.gov.br/ ascom@gentiodoouro.ba.gov.br</p> <p>IBIPEBA – BA</p> <p>(74) 3648-2110 / 3648-2120 https://ibipeba.ba.gov.br/ controladoriainternaibipeba@outlook.com</p> <p>ITAGUAÇU DA BAHIA – BA</p> <p>(74) 3644-1041 http://www.itaguacudabahia.ba.gov.br/</p>	<p>ENTIDADE FISCALIZADORA – INEMA</p> <p>(71) 3118-4267 / 4500 / 4555 http://www.inema.ba.gov.br/</p> <p>EMPREENDEDOR</p> <p>PR – Presidência Marcelo Andrade Moreira Pinto Presidente (61) 2028-4766 gabinete@codevasf.gov.br</p> <p>COORDENADOR GERAL</p> <p>2ª/SR - 2ª Superintendência Regional Harley Xavier Nascimento Superintendente (077) 3481-8000 harley.nascimento@codevasf.gov.br</p> <p>COORDENADOR DO PAE (SUPERVISOR REGIONAL)</p> <p>2ª/GRD – Gerência Regional de Infraestrutura Gerente Renato do Rosário Bittencourt Lopes Eng. Civil, MSc (077) 3481-8021 renato.lopes@codevasf.gov.br</p>
--	---

Fonte: RHA, 2021.

4. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE

4.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

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

- Articular com o Corpo de Bombeiros, Polícia Civil, Defesas Cíveis Estaduais (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 Civas Municipais (na falta dessas, as respectivas Prefeituras Municipais);

- Estabelecer a Central de Operações Emergenciais em caso de NR-3;
- Contactar os setores internos competentes da Codevasf para auxílio ao Coordenador do PAE quando necessário;
- Determinar os membros da Equipe de Controle Emergencial da barragem 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

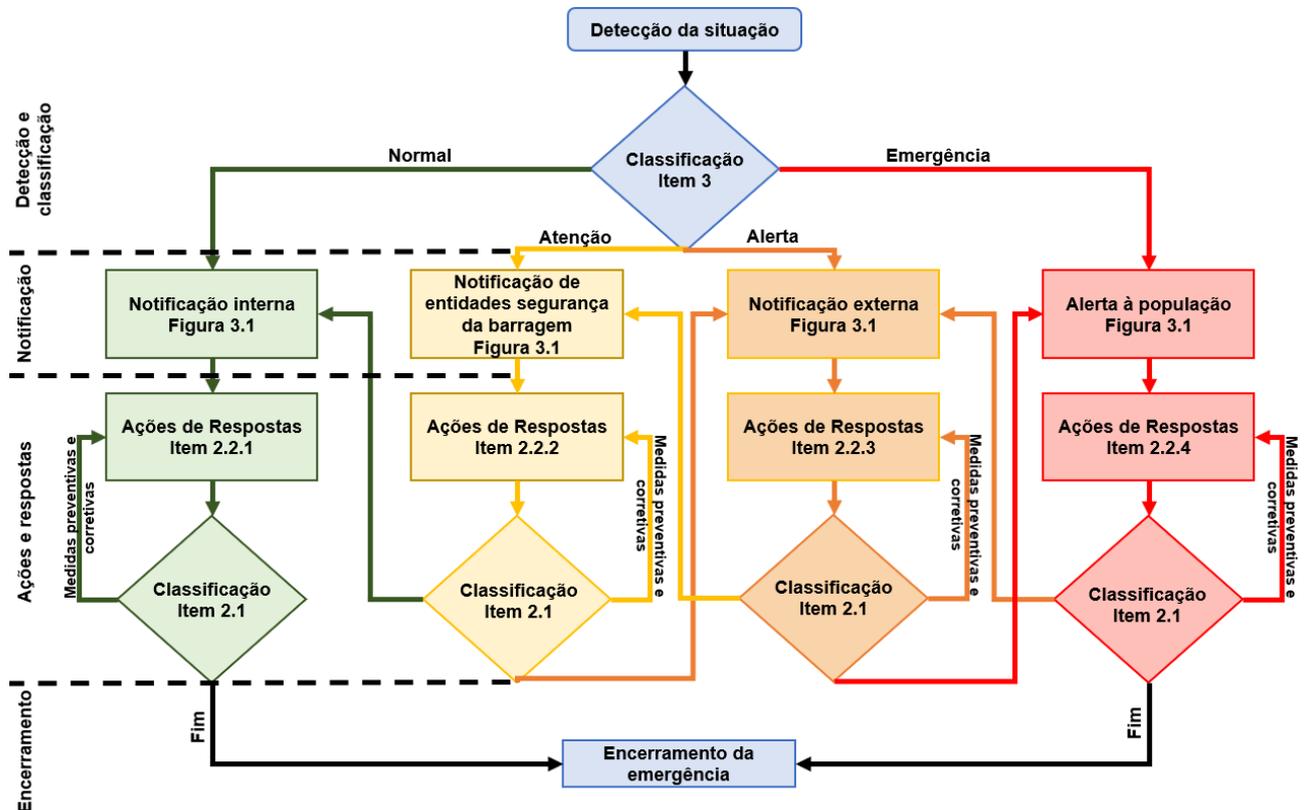
O Coordenador do PAE (Supervisor Regional) por delegação da Codevasf, possui as seguintes responsabilidades:

- 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



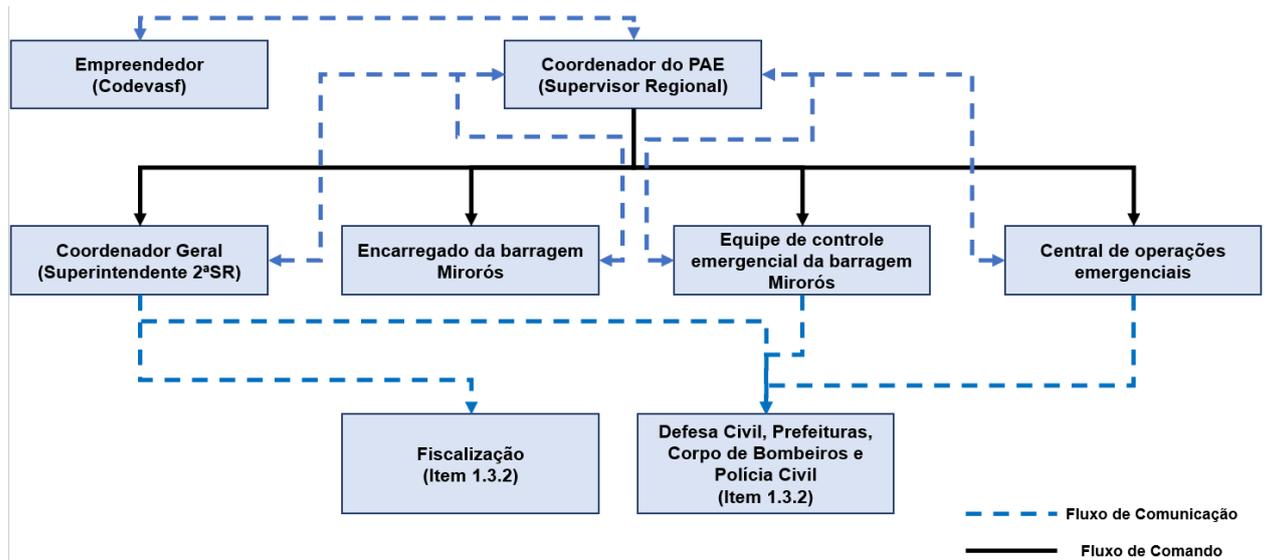
Fonte: adaptado ANA, 2021

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 Cíveis Estaduais (Bahia) e as Defesas Cíveis 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 Cíveis Estaduais (Bahia) e as Defesas Cíveis 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.

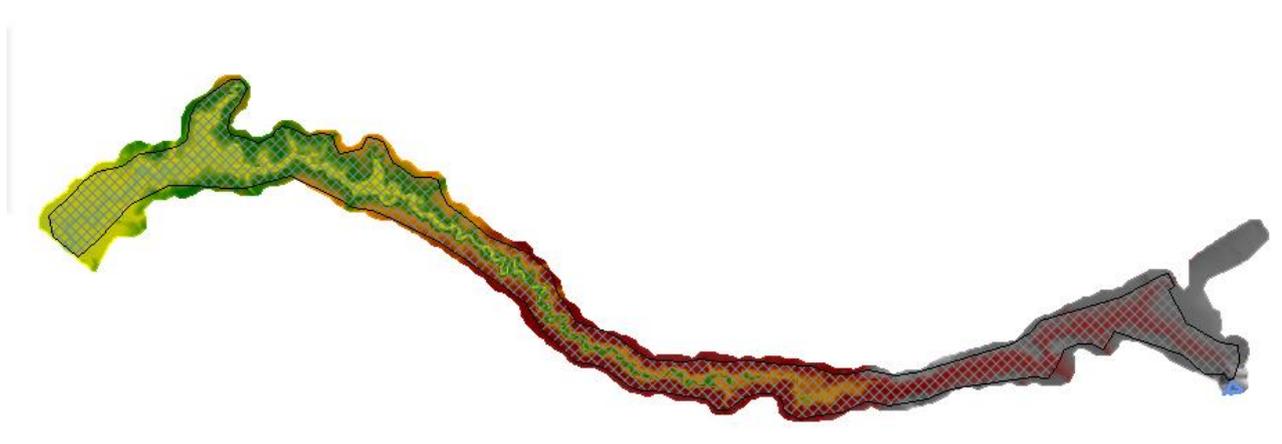
Segundo este documento, os critérios mais adequados para a fixação do limite de jusante são os que se baseiam em fronteiras físicas, ou seja, a foz do rio no oceano, a seção

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

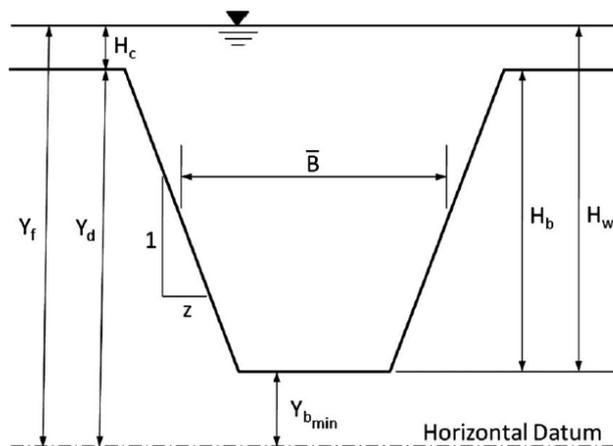
Fonte: PSB, Volume 5, 2019d

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 $0,035 m^{-1/3}s$, 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:

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

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

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

Onde,

- \underline{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

Cenário	Tipo de	Z _{crista}	NA	Z _b	H _b	V _w	K ₀	z	T	\underline{B}	B _b
---------	---------	---------------------	----	----------------	----------------	----------------	----------------	---	---	-----------------	----------------

	ruptura	(m)									
		(m)	(m)	(m)	(m)	(hm ³)	(-)	(H:V)	(h)	(m)	(m)
5	Mais Provável	535	532,00	495,00	36,50	159,73	1,0	0,7	1,77	132,0	104
6	Extrema	535	535,15	498,50	40,00	182,16	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

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

Fonte: PSB - Volume V, 2019d.

● CENÁRIO DE CHEIAS NATURAIS

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

- **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.

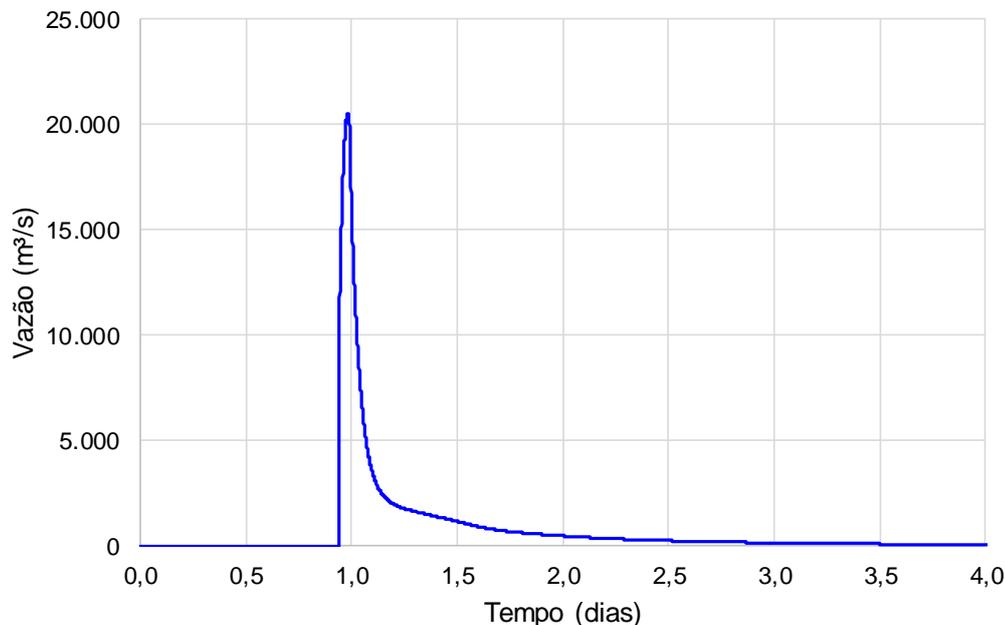
- Cenário de Ruptura Mais Provável

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.

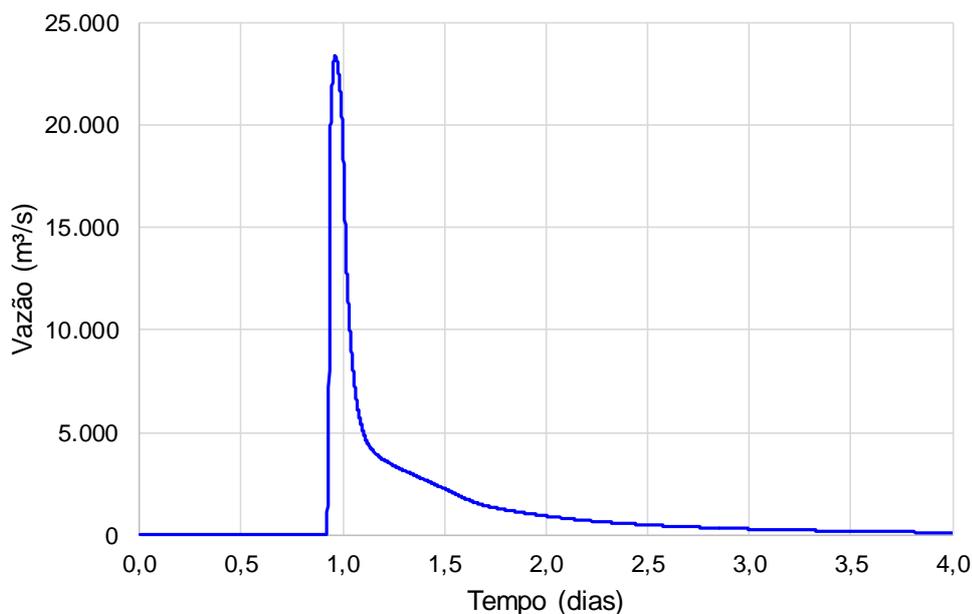
○ Cenário de Ruptura Extrema

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

Cenário	Descrição do cenário	Critério	Vazão afluente (m³/s)	Largura média da brecha (m)	Tempo de formação da brecha	Nível de água no reservatório no início da simulação (m)
1	Cheias Naturais	TR = 100 anos	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

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

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

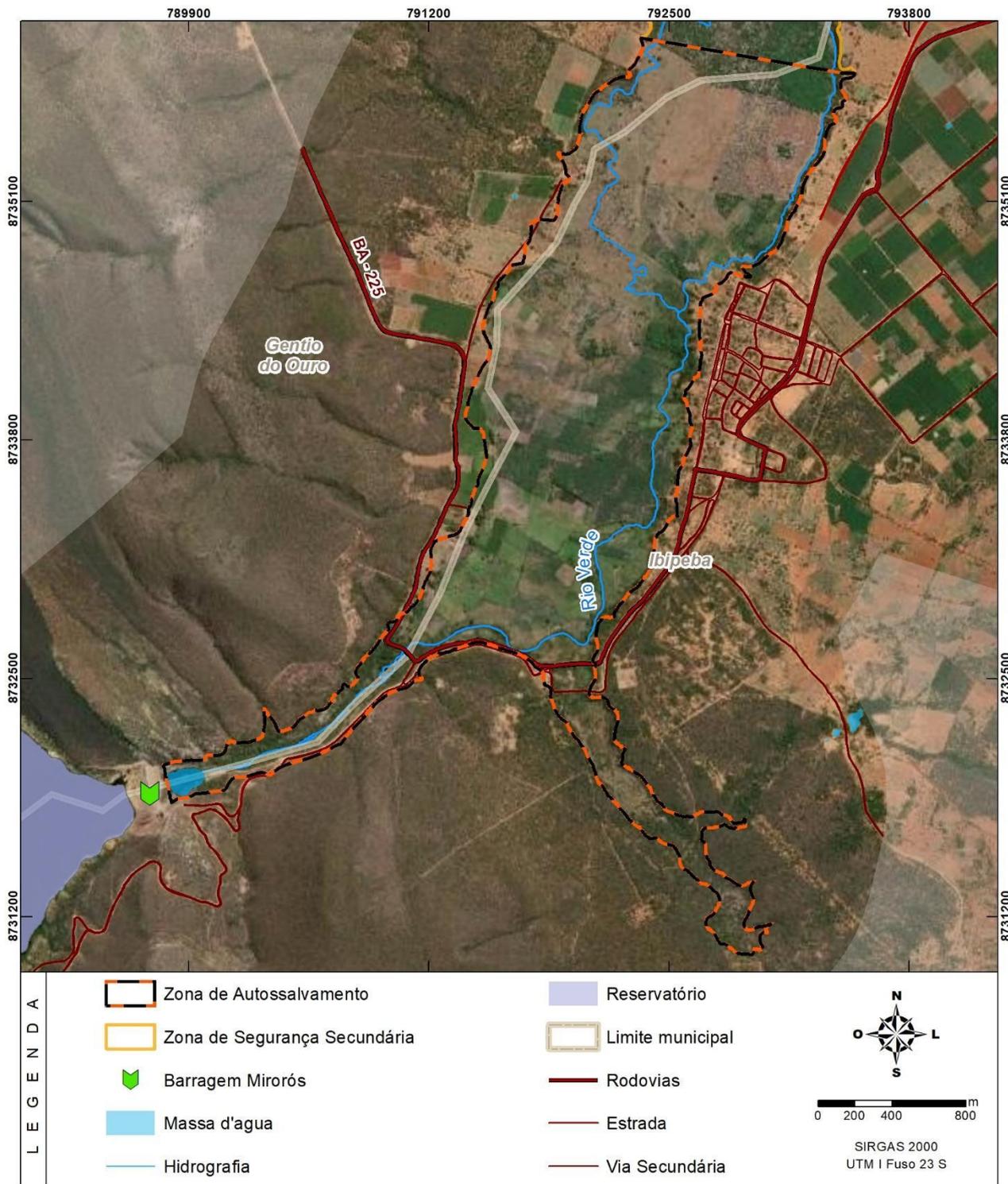
Seção 22	36:05	14:05	47:25	25:25	2.4	4,440	404.2	27:10
----------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------	-------

*: 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)

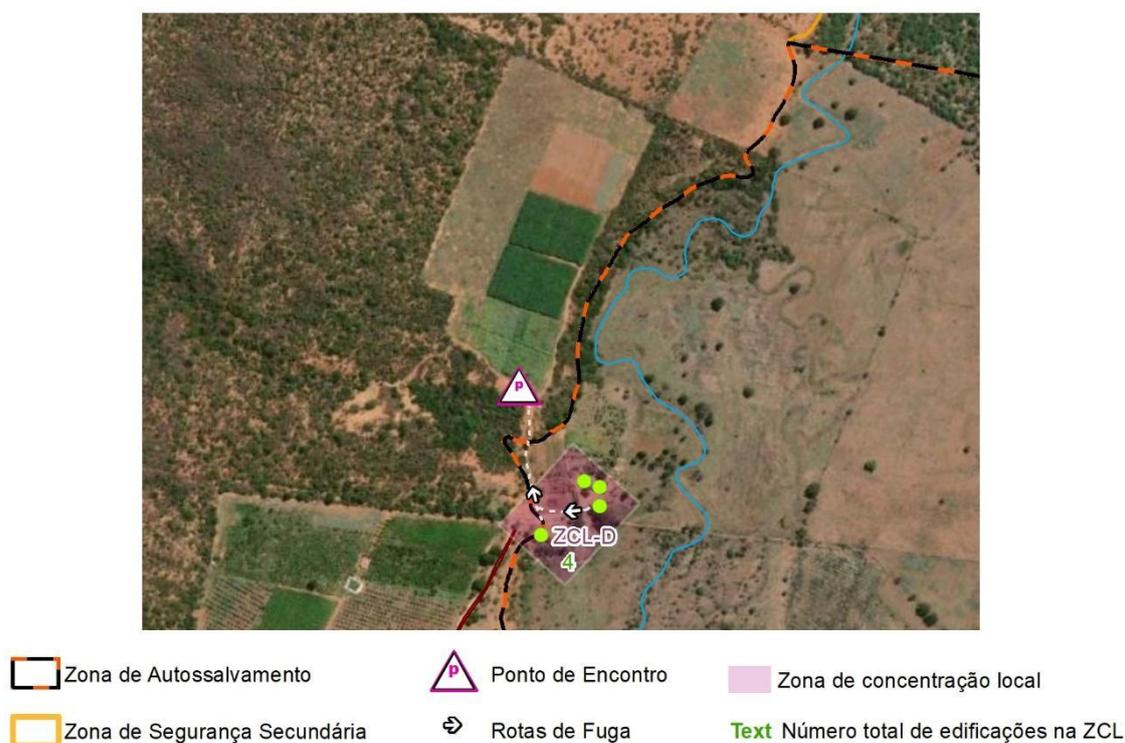


Fonte: RHA Engenharia, 2021.

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



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 Ibipeba 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
	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	11
Saneamento e Energia	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	
	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	1	
Saneamento e energia	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
	Área do município de Ibipeba na mancha	15,65	1,13
	Área do município de Itaguaçu da Bahia na mancha	133,40	3,14
	Área total atingida (km²)	161,48	
População e edificações	População atingida (habitantes)	5.696	
	Cemitérios (unidade)	3	
	Edificações - Domicílios (unidade)	1.411	

	Edificações - Equipamento Social (unidade)	9
	Edificações - Indústria (unidade)	2
	Edificações - Comércio (unidade)	15
	Quadra Esportiva (unidade)	2
	Total de Edificações atingidas (unidades)	1.442
Sistema Viário	Rodovias (quilômetros)	19
	Estradas (quilômetros)	53
	Vias primárias (quilômetros)	0
	Vias secundárias (quilômetros)	78
	Caminho e Trilha (quilômetros)	0
	Ferrovias (Quilômetros)	0
	Total (quilômetros)	150
Saneamento e energia	Nº de Ponte/passarela sujeita à danos (unidade)	12
	Linha de transmissão (Quilômetros)	0
	Estação de tratamento de esgoto	0

Fonte: RHA Engenharia, 2021.

5.4.2. VULNERABILIDADE SOCIAL NA REGIÃO DA ZAS

A análise da vulnerabilidade social na região da ZAS da barragem 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

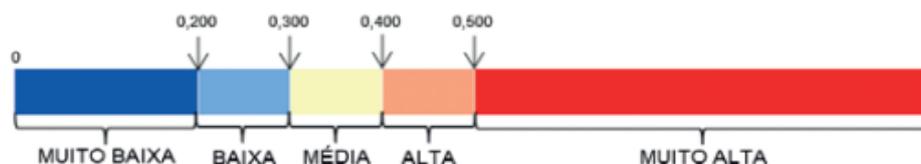
	Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mães chefes de família
	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade
	Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino 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

Município	IVS	Escala
<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.

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 nºs 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; • 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.

A1.3 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			

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 adoptadas:

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

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

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

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

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

Fim da Mensagem.

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	8733750	9,20623	0,5	ZAS
9	C	2	PE-BC	Residência	791545	8733770	13,0503	0,416667	ZAS
10	D		PE-D	Residência	791958	8735210	3,63601	0,75	ZAS
11	D	4	PE-D	Residência	792051	8735260	19,4426	-	ZAS
12	D		PE-D	Residência	792027	8735300	13,2345	0,583333	ZAS
13	D		PE-D	Residência	792051	8735290	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 Araújo		
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:	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:	protocolo.2sr@codevasf.gov.br
Setor Regional:	2ª/GRD/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:	2ª/EIR – Unidade Regional de Meio Ambiente		
Resp. Técnico:	Isaias Neri Santana		

Cargo:	<i>Auxiliar Operacional em Desenvolvimento Regional</i>		
Telefone:	<i>(74) 3686-8107</i>	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.

Otávio Maruyama Wogel (OMW). Eng. Civil.

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

ANEXO 6 – REGISTROS**A6.1 - REGISTRO DE CÓPIAS DISTRIBUIDAS**

Nº	Data	Orgão/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\I.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

Elaborador	Verificador	Supervisor	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 Nº					

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						
d							n/e							n/e							n/e						
e							n/e							n/e							n/e						
f							n/e							n/e							n/e						

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

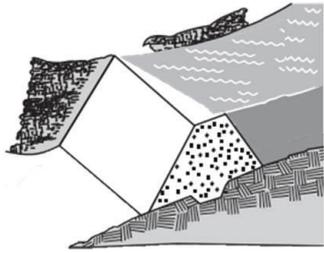
Anexo 8							Anexo 9																				
FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5	FI/Re	0	1	2	3	4	5
a							A9.1							A9.8							n/e						
b							A9.2							A9.9							n/e						
c							A9.3							A9.10							n/e						
d							A9.4							A9.11							n/e						
e							A9.5							A9.12							n/e						
f							A9.6							A9.13							n/e						

g						A9.7						A9.14						n/e					
---	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	-------	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--

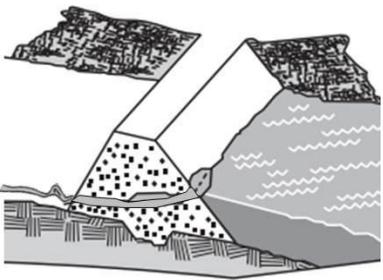
*n/e – Não existe

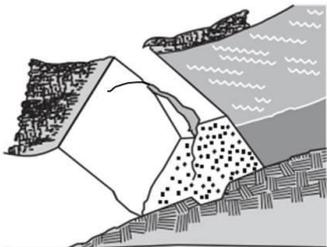
ANEXO 7 – FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE RESPOSTA 3

A7.1 RUPTURA IMINENTE¹

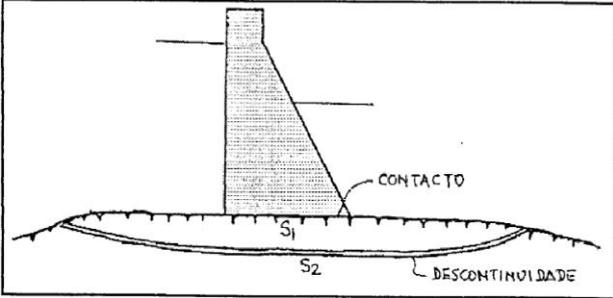
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 01	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR- 3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<p><i>Nível do reservatório próximo ao da cota da crista da barragem. O galgamento da barragem é iminente com potencial evolução para o desenvolvimento de brecha.</i></p>			
CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS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

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.

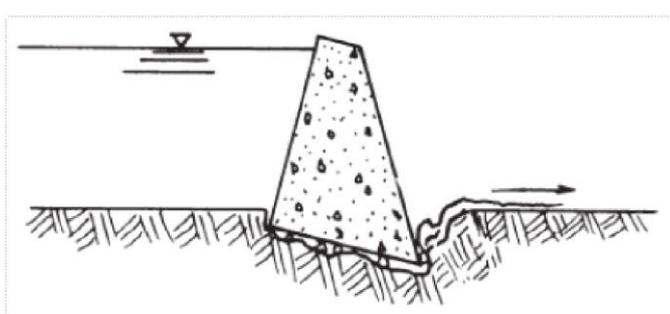
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 02	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Erosão interna (piping) com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente.</i>			
CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
		<p>Ocorrência de entubamento ou <i>piping</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			
<p>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.</p>			
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO		Inspeções visuais.	

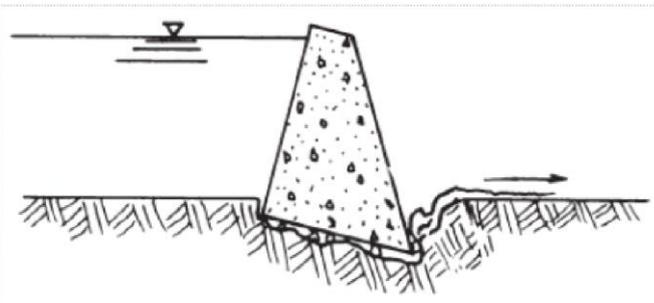
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 03	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Instabilização global com potencial evolução para desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente</i>			
CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
		Formação de superfície de ruptura no maciço 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 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	
		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 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			
<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>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			
<p>Estabelecer SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA na ZAS e possíveis áreas impactadas a jusante e implementar NR-3;</p> <p>Continuação da realização das inspeções das estruturas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto, etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		Inspeção / avaliação visual	

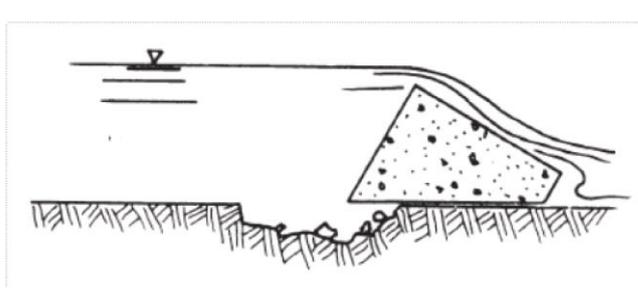
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 07	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<i>Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o tombamento, levando à instabilização da estrutura de modo severo e a ruptura é iminente.</i>			
ILUSTRAÇÕES TÍPICAS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
		<p>Descolamento da estrutura de sua fundação.</p> <p>Redução da área de compressão na base da estrutura.</p> <p>Redução dos coeficientes de segurança ao tombamento.</p> <p>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 imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
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. Redução dos coeficientes de segurança da estrutura de concreto. Anomalias às comportas dos órgãos extravasores. 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 da realização das inspeções das estruturas, fundações e comportas, onde tais atividades possam ser realizadas de forma segura;</p> <p>Continuação da realização da auscultação da instrumentação e análise dos resultados das leituras, onde tal atividade possa ser realizada de forma segura;</p> <p>Continuação do monitoramento das situações adversas identificadas logo após o sismo (fissuração, infiltrações de água, turbidez da água infiltrada, rupturas do concreto, etc.), onde isso possa ser realizado de forma segura;</p> <p>Abertura imediata das comportas do tronco adutor, permitindo a transposição de vazões, para rebaixamento do reservatório;</p> <p>Atualização permanente das informações aos órgãos internos e externos;</p> <p>Acompanhamento das ações dos órgãos externos.</p>			
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		Inspeção / avaliação visual	

A7.2 - RUPTURA ESTÁ OCORRENDO OU JÁ OCORREU²

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 09	
	NÍVEL DE RESPOSTA	NR-3	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<p><i>Formação de brecha de ruptura. A ruptura está ocorrendo ou já ocorreu.</i></p>			
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. Inundação do vale a jusante, com alta probabilidade de perdas de vidas humanas e de animais e prejuízos às propriedades e infraestrutura de jusante. Danos ambientais. Prejuízos financeiros e à imagem da empresa. Problemas de ordem legal e jurídica.</p>	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO			
<p>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.</p>			
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO		Inspeções visuais periódicas	

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

	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			
<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>			
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		Avaliação visual	

ANEXO 8 – METODOLOGIA PARA DELIMITAÇÃO DA ZAS, DA ZSS, DAS ROTAS DE FUGA E DOS PONTOS DE ENCONTRO

O Mapa de Zona de Autossalvamento, Anexo 9 apresenta a delimitação da Zona de Autossalvamento, as rotas de fuga sugeridas e outras informações de apoio aos procedimentos de resposta às situações emergenciais, como a representação cartográfica das infraestruturas afetadas e demais informações essenciais para conhecimento do território atingido.

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 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

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.

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.

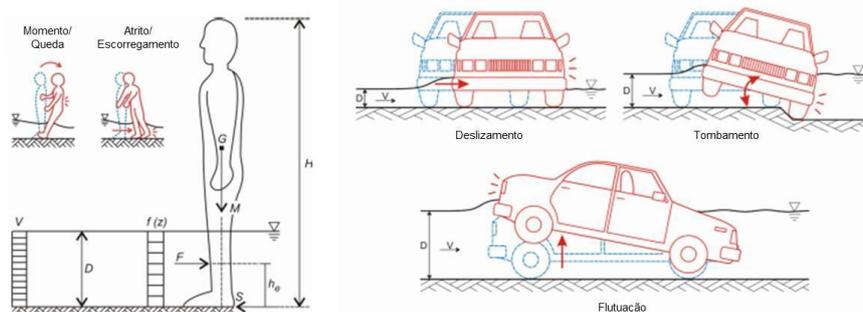
A8.5.1 – RISCO HIDRODINÂMICO

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)

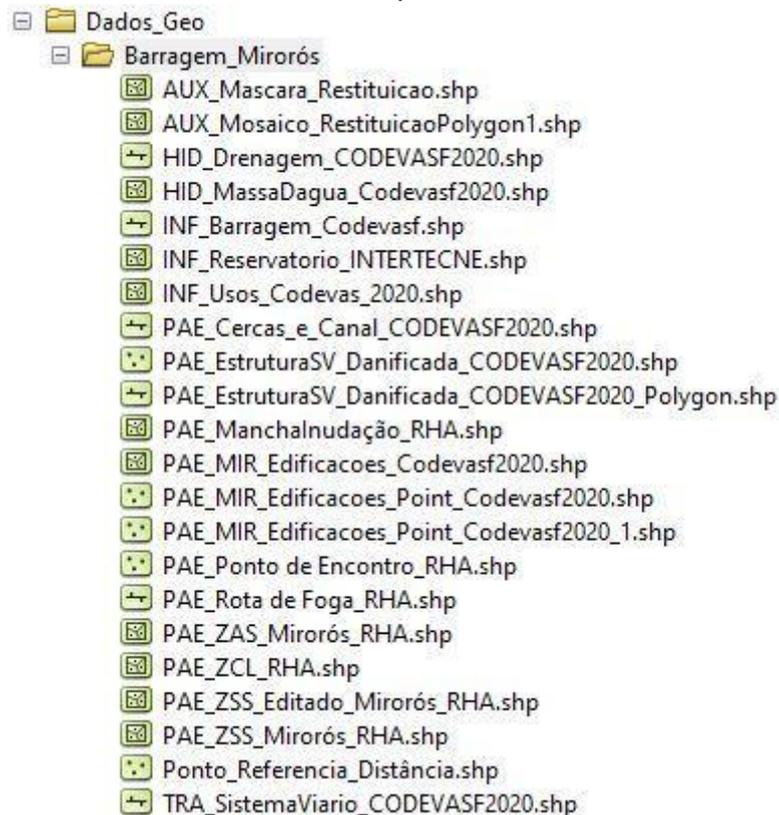
em formato editável (vetorial ou raster).

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_FONTES”, exemplificado na figura a seguir:

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



Fonte: RHA, 2021.

Todos os dados foram georreferenciados ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS-2000). Para os dados com recorte espacial regional (que engloba mais

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.

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.