

 FRACTAL ENGENHARIA		UHE MASCARENHAS		
TÍTULO PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM Volume VI - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA		Nº FORNECEDOR 983-MAS-RT-PAE-0001	REV. 2	FOLHA 1/65
		Nº CLIENTE:		REV.



Código: 983-MAS-RT-PAE-0001

Título: Plano de Ação de Emergência

Páginas: 2 de 65 Emissão: 02/01/2024



DocuSigned by:

Álvaro Queiroz

A7C8E71CFBE94E8...

Álvaro Queiroz

Responsável Legal

ENERGEST S.A.

DocuSigned by:

Phillip George Alneng Osborn

B8BD33384E9C4E8...

Phillip Osborn

Responsável Legal

ENERGEST S.A.

Assinado por:

Euclydes Cestari

9FEFB9D23A5F413...

Euclydes Cestari Junior

Responsável Técnico

Geometrisa Serviços de Engenharia

Engenheiro Civil responsável pela Segurança da Barragem

DIEGO MOULIN

SANSON:08636794714

Assinado de forma digital por
DIEGO MOULIN

SANSON:08636794714

Dados: 2025.04.02 15:03:52 -03'00'

Diego Moulin Sanson

Coordenador do PAE

PARATY ENERGIA LTDA

Operação e Manutenção



SUMÁRIO

1 SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM..... 7

1.1 APRESENTAÇÃO..... 7

1.2 OBJETIVO 9

1.3 RECURSOS HUMANOS..... 11

1.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS AGENTES DO PAE..... 12

1.5 RELAÇÃO DAS ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE 12

1.6 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO..... 12

1.6.1 Descrição da barragem e estruturas associadas..... 12

1.6.2 Localização e acesso..... 18

1.6.3 Características geológicas, topográficas e sísmicas 20

1.7 APROVEITAMENTOS NA CASCATA..... 20

1.8 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM..... 21

1.8.1 Sistema de comunicação 21

1.8.2 Alimentação de Energia 21

1.8.3 Recursos mobilizáveis em situações de emergência 21

2 SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA 23

2.1 DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA 23

2.2 AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA..... 23

2.2.1 Indicadores Qualitativos 25

2.2.2 Indicadores Quantitativos..... 27

2.3 PROCESSO DE GESTÃO DA SEGURANÇA..... 29

3 SEÇÃO III – PROCEDIMENTO DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA . 31

3.1 NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA 31

3.1.1 Notificação dos agentes internos 31

3.1.2 Notificação dos agentes externos 32

3.2 SISTEMA DE ALERTA..... 36

4 SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE 38

4.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR 38

4.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE..... 39

4.3 RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM . 40

4.4 RESPONSABILIDADES DAS PREFEITURAS..... 40

4.5 RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA MILITAR..... 41

4.6 SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL 41

4.6.1 Defesa Civil..... 42

4.6.2 Corpo de Bombeiros 44

5 SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO 46

5.1 MODELAGEM DA RUPTURA HIPOTÉTICA..... 46



5.2	DADOS UTILIZADOS	46
5.3	HIPÓTESE E PROVÁVEIS MODOS DE RUPTURA	47
5.4	PROPAGAÇÃO HIDRÁULICA DA ONDA DE RUPTURA	47
5.5	ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)	52
5.6	ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)	52
5.7	INDICAÇÃO DOS PONTOS DE SEGURANÇA	53
5.8	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA	54
5.9	RESTRIÇÕES LOCAIS.....	57
6	SEÇÃO VI – MEDIDAS PARA REGASTE DE ATINGIDOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS.....	61
	REFERÊNCIAS.....	63
	APÊNDICES.....	64
	APÊNDICE 1 – LISTA CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS	64
	APÊNDICE 2 – PLANO DE COMUNICAÇÃO.....	64
	APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE.....	64
	APÊNDICE 4 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM 64	
	APÊNDICE 5 – FICHAS DE AÇÃO	64
	APÊNDICE 6 – FORMULÁRIOS-TIPO	64
	APÊNDICE 7 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA.....	64
	APÊNDICE 8 – CARTAS DE INUNDAÇÃO	65
	APÊNDICE 9 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA	65
	APÊNDICE 10 – CADERNO DE COORDENADAS DAS ESTRUTURAS VULNERÁVEIS 66	
	APÊNDICE 11 – ANÁLISE DE RISCO (FMEA E ÁRVORE DE EVENTOS)	66
	APÊNDICE 12 – GUIA DO PAE	66
	APÊNDICE 13 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE.....	66



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista à Montante da UHE Mascarenhas. 14

Figura 2. Diques da UHE Mascarenhas. 14

Figura 3. Mapa de localização e acesso da UHE Mascarenhas. Fonte: ESRI, USGS, ANA (adaptados), Geometrisa (2025). 19

Figura 4. Diagrama de Operação. 28

Figura 5. Sistema de Gestão de Emergência. 30

Figura 6. Fluxograma de notificação. 35

Figura 7. Propagação de hidrogramas RDC 3. 48

Figura 8. Profundidade da onda propagada RDC 3. 49

Figura 9. Propagação de hidrogramas RSC1. 50

Figura 10. Profundidade da onda propagada RSC1. 51

Figura 11. Exemplos de placas de sinalização. 54

Figura 12. Classificação do risco na área potencialmente afetada. 56

Figura 13. Cotograma ponte BR-259 (Mascarenhas) - RDC 3. 57

Figura 14. Cotograma ponte BR-259 (Mascarenhas) - RSC 1. 58

Figura 15. Cotograma ponte ES-080 (Colatina) - RDC 3. 58

Figura 16. Cotograma ponte ES-080 (Colatina) - RSC 1. 59

Figura 17. Cotograma ponte BR-259 (Colatina) - RDC 3. 59

Figura 18. Cotograma ponte BR-259 (Colatina) - RSC 1. 60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Aproveitamentos na cascata do Rio Doce. 20

Tabela 2. Coordenadas das sirenes. 37

Tabela 3. Extensão 30 min - para cada cenário de ruptura. 52

Tabela 4. Extensão ZSS - para cada cenário de ruptura. 53

Tabela 5. Coordenadas dos Pontos de Encontro. 53

Tabela 6. Número de atingidos no vale a jusante. 55

Tabela 7. Resumo hidráulico - Ponte BR-259 (Mascarenhas). 57

Tabela 8. Resumo hidráulico - Ponte ES-080 (Colatina). 58

Tabela 9. Resumo hidráulico - Ponte BR-259 (Colatina). 59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Equipe de Segurança da UHE Mascarenhas. 11

Quadro 2. Ficha Técnica da UHE Mascarenhas. 15

Quadro 3. Fornecedores de materiais mobiliáveis em situações de Emergência. 22

A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.



Quadro 4. Fornecedores de materiais mobiliáveis em situações de Emergência.....	22
Quadro 5. Cores padrões dos níveis de resposta.	24
Quadro 6. Situações de Emergência - Barragem de terra/enrocamento.	25
Quadro 7. Situações de Emergência - Barragem de concreto.	26
Quadro 8. Plano de Comunicação.	36
Quadro 9. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.	46
Quadro 10. Mapeamento de estruturas vulneráveis.....	61
Quadro 11. Lista de contatos Internos e Externos.	64
Quadro 12. Plano de Comunicação.	64
Quadro 13. Plano e Registro de Treinamento do PAE.	64
Quadro 14. Monitoramento e Controle de Estabilidade.....	64
Quadro 15. Fichas de Ação.	64
Quadro 16. Formulários-tipo.	64
Quadro 17. Estudo de Ruptura Hipotética.....	64
Quadro 18. Cartas de Inundação.....	65
Quadro 19. Pontos de Encontro e Rotas de Fuga.....	65
Quadro 20. Caderno de Coordenadas das Estruturas Vulneráveis.....	66
Quadro 21. Análise de Risco (FMEA e Árvore de Eventos).	66
Quadro 22. Guia do PAE.	66
Quadro 23. Entidades com cópia do PAE.....	66

1 SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

1.1 APRESENTAÇÃO

No dia 20 de setembro de 2010 foi instituída a Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei Federal nº 12.334/2010. Complementar a ela, tem-se a Lei Federal nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Estas legislações buscam garantir a observância de padrões mínimos de segurança de barragens, de modo a prevenir, reduzir a possibilidade de acidentes e/ou desastres e minimizar suas consequências. Simultaneamente, buscam regulamentar as ações de segurança a serem adotadas em diversas etapas do empreendimento, bem como definir procedimentos emergenciais e promover a atuação conjunta, em caso de incidente, acidente ou desastre, de empreendedores, fiscalizadores e órgãos de proteção e defesa civil.

As Leis Federais nº 12.334/2010 e nº 14.066/2020, aplicam-se às barragens destinadas à acumulação d'água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem, pelo menos, uma das seguintes características:

- (i) Altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, maior ou igual a 15 m;
- (ii) Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3 hm³;
- (iii) Reservatório que contenha resíduos perigosos;
- (iv) Categoria de dano potencial associado médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas;
- (v) Categoria de risco alto, a critério do órgão fiscalizador.

Dentre os instrumentos citados pela referida legislação, tem-se o Plano de Segurança de Barragens, do qual faz parte o Plano de Ação de Emergência (PAE). Este caracteriza uma importante ferramenta de gestão e gerenciamento do empreendimento, devendo estar sempre atualizado em relação às fases de vida da obra, às circunstâncias de operação e suas condições de segurança.

O presente documento fez uso das informações expostas na Lei Federal 12.334/2010, na Lei Federal nº 14.066/2020, no Decreto Federal 11.310 de 2022, na Resolução ANEEL nº 1.064/2023, no guia de Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas Hidrelétricas da ABRAGE (Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica) publicado em outubro de 2017, na Resolução ANA nº 236/2017, na Resolução ANA nº 121/2022 e nos Manuais do Empreendedor da ANA.

A confecção do PAE está relacionada à categoria de risco e dano potencial associado ao qual a barragem se enquadra, constituindo peça obrigatória para os aproveitamentos com dano potencial associado médio e alto ou categoria de risco alta¹.

A realização de um Plano de Ação de Emergência (PAE) para a UHE Mascarenhas, pertencente à ENERGEST S.A. e operada pela PARATY ENERGIA LTDA, justifica-se pelo seu enquadramento na **CLASSE B**, apresentando Risco Baixo e Dano Potencial Associado Alto.

O PAE da barragem da UHE Mascarenhas é composto por sete seções e seus respectivos apêndices, conforme exposto a seguir:

- i. **Seção I:** Apresenta informações gerais sobre o PAE, identifica os contatos do empreendedor e das entidades constantes no fluxograma de notificação, apresenta características gerais da barragem, descreve os recursos materiais e logísticos disponíveis em situação de emergência;
- ii. **Seção II:** Apresenta os critérios para detecção, avaliação, classificação e ações esperadas para cada nível de resposta;
- iii. **Seção III:** Define os procedimentos de notificação e o sistema de alerta;
- iv. **Seção IV:** Define as responsabilidades gerais do PAE;
- v. **Seção V:** Apresenta a síntese do estudo de ruptura e os principais resultados da modelagem da ruptura, incluindo a apresentação das cartas de inundação, descreve o vale a jusante e define a Zona de Autossalvamento;
- vi. **Seção VI:** Medidas para resgate de atingidos e mitigação de impactos.

Apêndice 1: Lista de contatos internos e externos;

Apêndice 2: Plano de comunicação;

Apêndice 3: Plano e registro de treinamento do PAE;

Apêndice 4: Monitoramento e controle de estabilidade da barragem;

Apêndice 5: Fichas de ação;

Apêndice 6: Formulários-Tipo;

Apêndice 7: Estudo de Ruptura Hipotética;

Apêndice 8: Cartas de Inundação;

Apêndice 9: Pontos de Encontro e Rotas de Fuga;

Apêndice 10: Caderno de Coordenadas das Estruturas Vulneráveis;

Apêndice 11: Análise de Risco (FMEA e Árvore de Eventos);

Apêndice 12: Guia do PAE;

¹ Esta interpretação está em comum acordo com o estabelecido pela Lei Federal nº 14.066/2020.

Apêndice 13: Entidades com cópia do PAE;

O PAE da barragem da UHE Mascarenhas deverá ser atualizado sempre que houver alguma mudança expressiva² em seu conteúdo, como atualização de telefones de contato dos coordenadores do PAE, da defesa civil local e responsável técnico da segurança de barragem do empreendimento. Também serão considerados mudanças expressivas tais eventos:

- Alteração de pontos de encontro e sirenes;
- Ocorrências relevantes;
- Danos na estrutura civil;
- Falhas em equipamentos eletromecânicos que interfiram na segurança da barragem

Estas alterações estão em conformidade com o disposto na Lei Federal nº 12.334/2010, a qual afirma que o PAE deverá ser revisto periodicamente, a critério do órgão fiscalizador, nas seguintes ocasiões:

- I. Quando o relatório de inspeção ou a Revisão Periódica de Segurança de Barragem assim o recomendar;
- II. Sempre que a instalação sofrer modificações físicas, operacionais ou organizacionais capazes de influenciar no risco de acidente ou desastre;
- III. Quando a execução do PAE em exercício simulado, acidente ou desastre indicar a sua necessidade; e
- IV. Em outras situações, a critério do órgão fiscalizador.

Toda alteração deverá ser devidamente registrada, conforme folha de revisão indicada no fim do documento, e suas alterações repassadas aos integrantes internos e externos do PAE.

1.2 OBJETIVO

O **PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA** tem por objetivo identificar e classificar as situações de emergência que possam pôr em risco a integridade das estruturas civis da

² ABRAGE, 2017.

barragem, bem como definir ações e responsabilidades dos colaboradores do barramento e instituições envolvidas, corroborando para a prevenção e mitigação dos desastres ocasionados por adversidades, às quais estão sujeitas o empreendimento em estudo. Em atendimento ao estabelecido pelo Art. 12º da Lei nº 12.334/2010, o PAE deve conter, no mínimo, os seguintes itens:

- (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);
- (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; e
- (xiii) Planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização.

1.3 RECURSOS HUMANOS

A UHE Mascarenhas conta com uma equipe de segurança formada (Quadro 1), com o objetivo de desenvolver as ações necessárias ao cumprimento da legislação, garantia da segurança dos colaboradores e das pessoas que possam ser atingidas em caso de rompimento da barragem.

Desta forma, todos os registros de treinamentos realizados, bem como seus resultados, devem ser mantidos organizados e arquivados pela equipe de segurança de barragens da usina. O APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE apresenta sugestões de testes, periodicidades e quadro para registro dos treinamentos.

Em atendimento ao § 8º do Art. 12º da Lei nº 12.334/2010, em caso de desastre, será instalada sala de situação para encaminhamento das ações de emergência e para comunicação transparente com a sociedade. Este local deverá ser dotado de sistema de comunicação e fonte confiável de energia.

Em caso de evolução no cenário de emergência que resulte em rompimento, será disponibilizada uma sala de situação na Vila do Engenheiros/Vila de Cima, fora da mancha de inundação, onde serão definidos os encaminhamentos e decisões referentes as ações de emergência bem como as comunicações necessárias junto à comunidade.

Quadro 1. Equipe de Segurança da UHE Mascarenhas.

Área	Cargo	Nome	Telefones	E-mail
UHE Mascarenhas - O&M	Coordenador do PAE/ Gerente de Operações	Diego Moulin Sanson	(27) 3183-3560 (27) 99935-9676	diego.moulin@paratyenergia.com.br
UHE Mascarenhas - Meio Ambiente	Coordenador Suplente do PAE	Frankcione Falcão	(21) 3183-3568 (27) 99757-4724	frankcione.falcao@paratyenergia.com.br
UHE Mascarenhas	Sala de controle UHE Mascarenhas (24 horas)	Equipe em tempo real	(27) 3183-3572 / (27) 3183-3573 / (27) 99932-1108	cog.mascarenhas@paratyenergia.com.br
UHE Mascarenhas - Civil	Engenheiro Civil	Christian Lenk De Souza	(27) 3183-3576 (27) 33 99941-2932	christian.lenk@paratyenergia.com.br
Segurança da Barragem	Engº de Segurança da Barragem (Geometrisa)	Euclides Cestari Junior	(18) 99725-0917	euclides.geometrisa@gmail.com

1.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS AGENTES DO PAE

Os participantes do PAE são atores-chave na execução das ações em situações de emergência. De modo a impedir especulações e pânico, a Empresa Operadora (Paraty Energia) é a responsável pela centralização e veiculação de informações.

O APÊNDICE 1 – LISTA CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS expõe os contatos dos responsáveis (legal e técnico), do coordenador do PAE e seu suplente, bem como dos integrantes do Sistema de Defesa Civil. O detalhamento das responsabilidades compõe a SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE.

1.5 RELAÇÃO DAS ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Em conformidade com o § 1º do Art. 12 da Lei Federal nº 12.334/2010, o PAE deverá estar disponível no site do empreendedor e ser mantido, em meio digital, no SNISB e, em meio físico, no empreendimento, nos órgãos de proteção e defesa civil dos Municípios inseridos no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.

De acordo com ABRAGE (2017), a entrega do documento às entidades deverá ser devidamente protocolada e registrada no APÊNDICE 13 – Entidades com cópia do PAE. Sugere-se arquivar os protocolos de entrega juntamente com a versão impressa do PAE presente na usina.

1.6 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

1.6.1 Descrição da barragem e estruturas associadas

A UHE Mascarenhas, atualmente operada pela ENERGEST S.A., iniciou sua operação em 1974. Localizada no Rio Doce, esta usina conta com 4 (quatro) unidades geradoras de 49,5 MW de potência nominal unitária, e totaliza a geração de 198 MW de energia.

A Barragem Mascarenhas possui três tipos de estruturas de barramento, todas em concreto convencional. Duas estão localizadas nas ombreiras nomeadas Barragem de CCV Margem Esquerda (BCME) e Barragem de CCV Margem Esquerda (BCME). Enquanto, entre o Vertedouro e a Casa de Força encontra-se a Barragem de CCV Central.

A BCME tem altura máxima de 25,80 m e comprimento de crista de 90,00 m. A Barragem Central, por sua vez, possui tem altura máxima de 26,80 m e comprimento de crista de 105,08 m. Enquanto a BCMD é uma barragem com altura máxima de 24,90 m e comprimento de crista de 87,74 m.

A UHE Mascarenhas conta com 2 (dois) diques localizados a montante do barramento na margem direita do Rio Doce. De acordo com a Revisão Periódica de Segurança da

Barragem³, o Dique 01 apresenta seção em aterro compactado com rip-rap no talude de montante e filtro inclinado e tapete drenante no espaldar de jusante. O Dique 02, por sua vez, apresenta seção em aterro compactado com rip-rap no talude de montante e não apresenta filtro ou tapete drenante.

O reservatório da UHE Mascarenhas possui 3,91 km² de área inundada e 25,88 hm³ de volume reservado no N.A Máximo Normal (El. 61,05 m).

O sistema extravasor é composto por um vertedouro de soleira controlada, que tem capacidade máxima de descarga de 15.025,00 m³/s.⁴

Conforme a revisão das estruturas extravasoras realizada na RPSB, com base nas recomendações apresentadas (Eletrobrás e USACE) e considerando as características das barragens de CCR da UHE Mascarenhas, a condição que determina a cota de coroamento é a borda livre mínima. Assim, as cotas de coroamento das barragens considerando a nova cheia decamilenar, não atendem aos critérios prescritos pela Eletrobrás nem do USACE.

A UHE Mascarenhas conta com uma subestação na margem direita, que possui linha de transmissão de 138 kV com 250 m de extensão.

O circuito hidráulico de geração tem início pela tomada d'água que é equipada com 12 comportas do tipo vagão acionadas por um circuito hidráulico. Dispõe-se ainda de um canal de fuga de 97,00 m de comprimento.

A casa de força encontra-se localizada na margem direita do Rio Doce, abrigando quatro unidades geradoras do tipo Kaplan. A usina possui turbinas com potência nominal de 49,50 MW e vazão máxima de 268 m³/s, operando com rotação nominal de 105,88 rpm (UG 01,02 e 03) e 120 rpm (UG 04).

Em resumo, a UHE Mascarenhas é composta de:

- Vertedouro de Superfície Controlada (VC);
- Barragem de CCV Central (BCC);
- Tomada d'Água (TA);
- Casa de Força (CF);
- Barragem de CCV Margem Direita (BCMD).

Fazem parte do aproveitamento, ainda:

- Dique 1 (DQ1) na margem montante direita;

³ Revisão Periódica de Segurança de Barragem – Relatório Consolidado. UHE Mascarenhas. Nº 2164-MA-0-GE-G00-00-G-00-RT-0010. Revisão 1. Intertechne, 2022.

⁴ A vazão máxima de descarga foi atualizada no documento 2164-MA-0-GE-G00-00-G-00-RT-0005 - I.5 RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DAS ESTRUTURAS EXTRAVASORAS - Intertechne (2022).

- Dique 2 (DQ2) na margem montante direita;
- Subestação.

As Figura 1 e Figura 2 ilustram o arranjo geral do empreendimento.

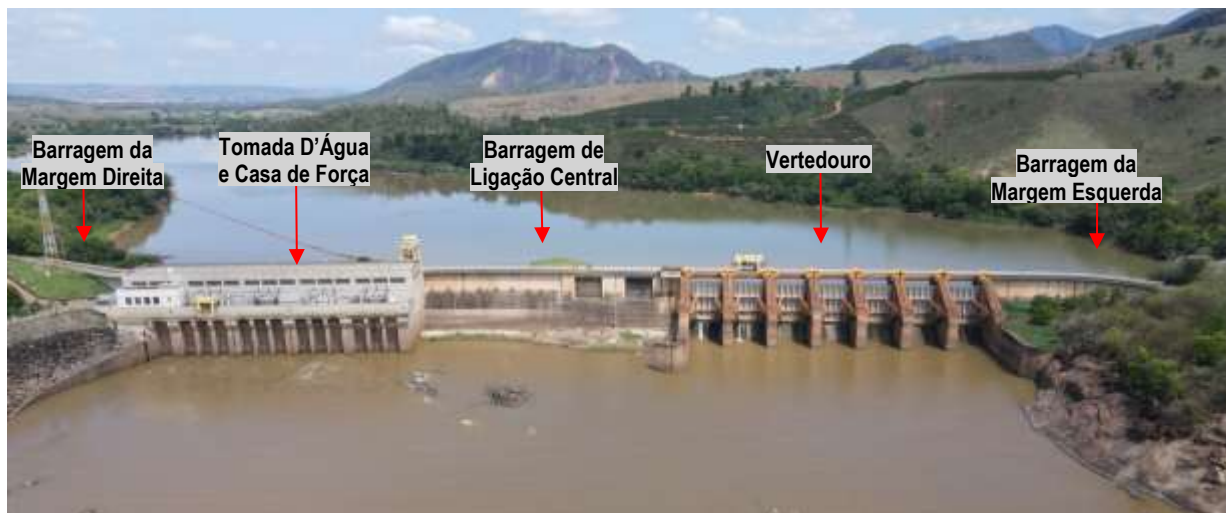


Figura 1. Vista à Montante da UHE Mascarenhas.



Figura 2. Diques da UHE Mascarenhas.

Fonte: Google Earth. Acesso em 31MAR2023.

No Quadro 2 são apresentadas as principais informações estruturais, hidráulicas, hidrológicas e do reservatório, as quais devem ser mantidas atualizadas e validadas pela equipe de operação e manutenção da ENERGEST S.A., segundo condições operacionais e comportamento atuais das estruturas do aproveitamento.

Cabe salientar, que devido à ocorrência de processos de transporte de sedimentos, o volume do reservatório da UHE Mascarenhas pode sofrer modificações. A atualização destes dados torna-se importante, à medida que busca garantir e atestar a precisão dos estudos de ruptura da barragem, quanto à delimitação das áreas atingidas.

Quadro 2. Ficha Técnica da UHE Mascarenhas.

(1) Geral		
Nome do barramento	UHE Mascarenhas	
Empreendedor	ENERGEST S.A.	
Início de Operação	1974	
Entidade Fiscalizadora	ANEEL	
Localização		
- Curso de água barrado	Rio Doce	
- Município	Baixo Guandu	
- Unidade da Federação	Espírito Santo (ES)	
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 19º 30' 02" S	Long. 40º 55' 06" W
- Vazão mínima remanescente a jusante*	210 m³/s	
(2) Reservatório		
NA Montante – Reservatório:		
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	62,70	
- Máximo Normal [m-IBGE]	61,05	
- Mínimo Normal [m-IBGE]	59,80	
NA Jusante		
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	NDA**	
- Máximo Normal [m-IBGE]	58,50	
- Mínimo Normal [m-IBGE]	38,10	
Áreas Inundadas:		
- No NA Máximo Maximorum [km²]	4,72	
- No NA Máximo Normal [km²]	3,91	
- No NA Mínimo Normal [km²]	3,62	

*Informação extraída da Resolução 770, 24/10/2011, outorga de uso de água para aproveitamento hidrelétrico.

**NDA – Informação não encontrada ou duvidosa nos registros documentais.

Volume do Reservatório:		
- No N.A. Máximo Maximorum [hm³]	33,05	
- No NA Máximo Normal [hm³]	25,88	
- No N.A. Mínimo Normal [hm³]	21,16	



- Volume Útil [hm³]	7,415
(3) Barragem	
Barragem Principal	
Tipo	Gravidade
Comprimento Aprox. da Crista [m]	540
Altura Máxima Aprox.[m]	28,00
Barragem de CCV Margem Esquerda (BCME)	
Material	Concreto Convencional
Comprimento Aprox. da Crista [m]	90,00
Altura Máxima Aprox.[m] ⁵	25,80
Cota da Crista [m-IBGE] ⁶	63,80
Barragem Central (BC)	
Material	Concreto Convencional
Comprimento Aprox. da Crista [m]	105,08
Altura Máxima Aprox.[m]	29,80
Cota da Crista [m-IBGE] ⁶	63,80
Barragem de CCV Margem Direita (BCMD)	
Material	Concreto Convencional
Comprimento Aprox. da Crista [m]	87,74
Altura Máxima Aprox.[m]	26,80
Cota da Crista [m-IBGE] ⁶	63,80
(4) Sistema Extravasor	
Tipo	Vertedouro de Soleira Controlado
Comprimento Aprox. [m]	119,70
Cota da Soleira [m-IBGE]	44,30
Comportas	
Tipo de Comporta	Setor
Número de Comportas	7
- Largura [m]	13,80
- Altura [m]	16,87

⁵ Conforme a Revisão Periódica de Segurança de Barragem (2022), considera-se essa altura como a medida aproximada do ponto mais baixo da fundação até a crista de coroamento do barramento.

⁶ De acordo com a correlação das cotas obtida no Relatório Técnico: Atualização das Curvas Cota x Área x Volume (2016), foi acrescido 30 cm em relação a cota do projeto.



Vazão Máxima [m³/s] ⁷	15.025,00
Dissipação de Energia	Bacia de Dissipação
(5) Sistema Adutor	
Tipo	Acoplada à Casa de Força
Número de tomadas	12
Comportas	
Tipo	Vagão
Quantidade	12
Largura [m]	4,51
Altura [m]	12,08
Acionamento	Hidráulico
(6) Casa de Força	
Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras	4
Largura [m]	46,96
Comprimento [m]	115,20
(7) Turbinas Hidráulicas	
Tipo	Kaplan
Número de Turbinas	4
Fabricante	UG1/2/3: Andritz Hydro / UG4: GE Hydro
Potência Nominal Unitária de Projeto [MW]	49,50
Rotação Nominal [rpm]	105,88
Rendimento Nominal [%]	UG1/2/3 94,4 / UG4: 93,5
Vazão Nominal Unitária [m³/s]	UG1/2/3 314,35 / UG4: 268
(8) Geradores	
Potência Nominal Unitária [kVA]	55
Tensão Nominal [kV]	13,80
Fator de Potência	0,90
(9) Subestação	
Quantidade de Transformadores	4
Relação de Transformação (tensões) [kV]	13,8
Potência Nominal Unitária [MVA]	60
(10) Estudos Energéticos	

⁷ A vazão máxima de descarga apontada é referente a vazão decamilenar revisada para o NA Máximo Maximorum (El. 62,70 manm). Essa vazão é 15% inferior à vazão decamilenar revisada (23BV-MA-0-GE-G00-00-G-00-RT-0001_revA).

A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.



Potência Instalada da Usina [MW]	198
Energia Assegurada [MW médios]	128,1
(11) Bacia Hidrográfica	
Área de contribuição do reservatório [km²]	73.528,03
Declividade média [°]	15
Comprimento aprox. do rio Doce [km]	879,00

1.6.2 Localização e acesso

Localizada a cerca de 170 km da capital do Estado do Espírito Santo, a UHE Mascarenhas encontra-se no município de Baixo Guandu, ES, nas coordenadas 19°30’02” de latitude sul e 40°55’06” de longitude oeste.

O acesso ao barramento, partindo de Vitória (ES), pode ser feito por meio da BR-101. Dessa BR, há dois trajetos possíveis, um pela BR259 e outro pela ES-261 e ES-080.

Partindo do Aeroporto de Vitória, Eurico de Aguiar Salles, segue-se em direção à Avenida Fernando Ferrari, a qual deve-se manter para continuar na direção da BR-101. Adentrada esta rodovia (BR-101), deve-se percorrê-la por 67 km. Na rotatória, pega-se a 2ª saída para a BR-259, percorrendo-a por, aproximadamente, 91 km, e seguindo a orientação da placa, deve-se virar à direita. Após 450 m, vira-se à esquerda seguindo por volta de 640 m até a margem direita da UHE Mascarenhas.

O acesso para o barramento Mascarenhas pode ser realizado também via ES-080, percurso com quase 10 km a mais que o anterior. Partindo do Aeroporto de Vitória, deve-se seguir em direção à Avenida Fernando Ferrari, a qual deve manter para continuar na direção da BR-101. Adentrada essa rodovia (BR-101), deve-se percorrê-la por 41 km, virando à esquerda na Rodovia Josil Espíndola Agostini (ES-261). Percorrendo-a até o final, vira-se à direita na Rua Bernardino Monteiro, ES-080. Na rotatória pegue a 1ª saída para manter-se na Rua Bernardino Monteiro por mais 41 km. Vire à direita na Rua Moacyr Ávidos e percorra por 1 km, seguindo em direção a ponte Florentino Ávidos. Passando a ponte, vira-se à esquerda na BR-259, a qual deve-se percorrer por volta de 30,8 km, e seguindo a orientação da placa, deve-se virar à direita. Após 450 m, vira-se à esquerda seguindo por volta de 640 m até a margem direita da UHE Mascarenhas.

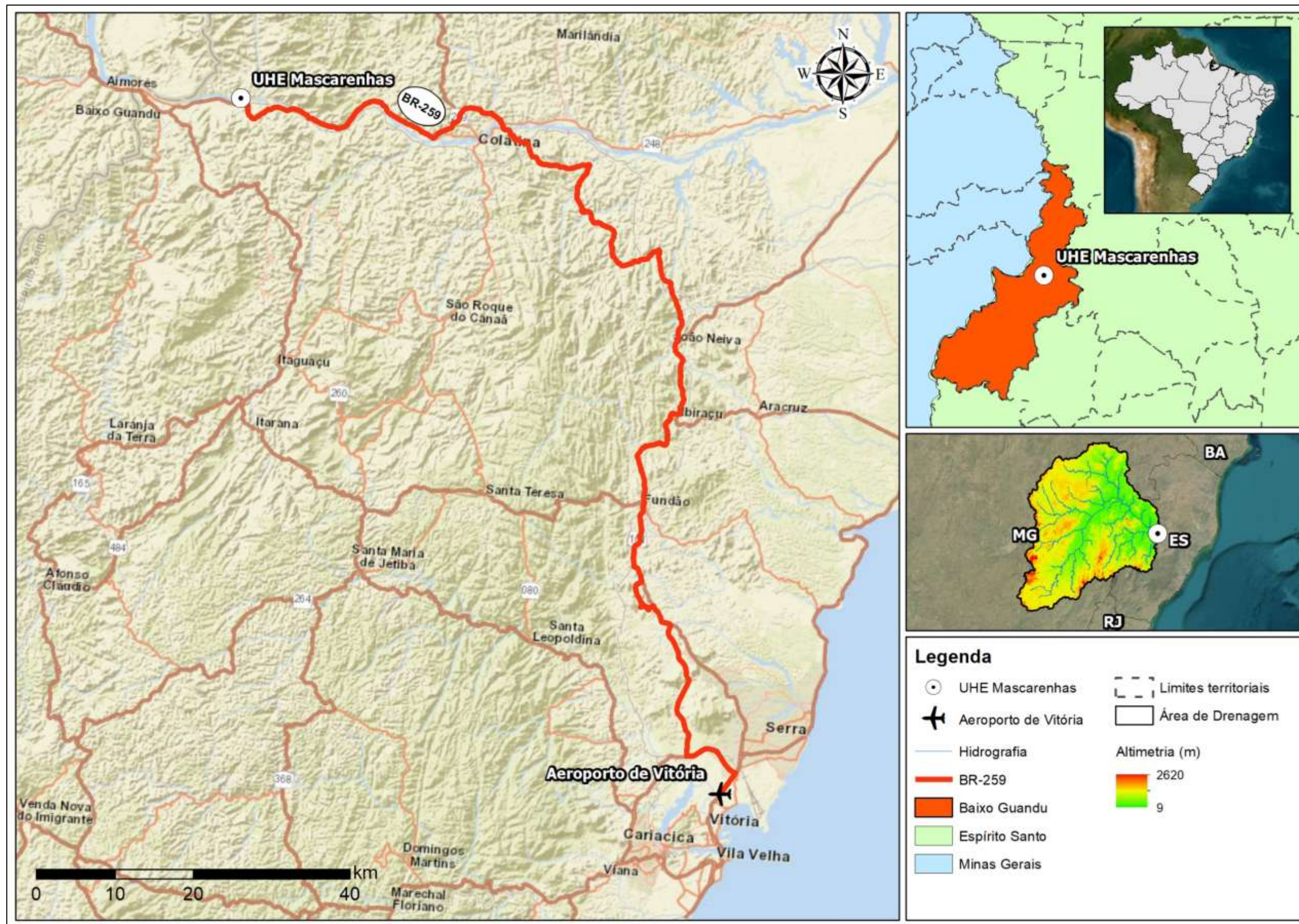


Figura 3. Mapa de localização e acesso da UHE Mascarenhas. Fonte: ESRI, USGS, ANA (adaptados), Geometrisa (2025).

1.6.3 Características geológicas, topográficas e sísmicas

Os tipos de solos presentes na Bacia do Rio Doce são: Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho, Cambissolo Háplico, Gleissolo Háplico, Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarenico bem como afloramentos rochosos. Na região da barragem são encontrados Latossolos Vermelho-Amarelos.

Em relação a geologia, a região é diversificada. A unidade geológico-ambiental que se estende pela maior parte da bacia é a dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos e Granulíticos, isto significa dizer que é uma unidade formada por rochas metamórficas e ígneas com a presença intensa de fraturamento e zonas de cisalhamento. São rochas pouco porosas, entre 0 e 15% de porosidade, duras, com textura argilo-sílico-arenosa. As litologias dessa unidade sustentam diferentes tipos de relevo, especialmente os terrenos acidentados.

Segundo a análise sísmológica apresentada na Revisão Periódica de Segurança⁸, os sismos naturais, classificados como locais, tiveram 15 registros com magnitude média de 2,07, mínima de 1,3 e máxima de 2,9, registrado em 12/04/2021 na localidade de Governador Valadares – MG; os sismos naturais regionais somaram 563 registros, com magnitude média de 2,2, mínima de 1,0 e máxima de 4,4 registrado em 27/08/2020 no Oceano Atlântico (Sul), a 10 km de profundidade; os sismos artificiais locais tiveram 448 registros com magnitude média de 1,83, mínima de 1,2 e máxima de 3,4, registrado em 21/09/2021 na localidade de Linhares – ES. Por fim, os sismos artificiais regionais somaram 18602 registros no período analisado, com magnitude média de 2,09, mínima de 1,0 e máxima de 4,6 registrada no dia 14/08/2021 na localidade de Lapa – PR.

1.7 APROVEITAMENTOS NA CASCATA

O Rio Doce apresenta aproveitamentos em cascata, sendo identificados seis aproveitamentos a montante da UHE Mascarenhas.

O resumo desses aproveitamentos encontra-se exposto na Tabela 1.

Tabela 1. Aproveitamentos na cascata do Rio Doce.

Barragem	Município	Posição	Dist. (km)	Potência Instalada (MW)	Situação	Classe ANEEL ⁹	Proprietário
UHE Biboca	Rio Casca MG	Montante	338	57	Eixo Disponível	Não se Aplica	Não identificado

⁸ 2039-CC-0-GE-G00-00-G-00-RT-0003_Rev.D. UHE MASCARENHAS - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM - I.3. RELATÓRIO CONSOLIDADO. Intertechne (2022).

⁹ Classificação de Barragens. Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração - SFG. Disponível em: <[A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.](https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiZDNhZjdiZjEtZjZjZC00NDk3LTg1YTMTmNmlzMigzN2RkM2RlliwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>.>.</p></div><div data-bbox=)

Barragem	Município	Posição	Dist. (km)	Potência Instalada (MW)	Situação	Classe ANEEL ⁹	Proprietário
UHE Baguari	Alpercata MG	Montante	178,3	140	Operação	B	Baguari Energia S.A.
UHE Galiléia	Tumiritinga MG	Montante	103	238	Eixo Disponível	Não se Aplica	Não Identificado
UHE Crenaque	Conselheiro Pena MG	Montante	68	81	Eixo Disponível	Não se Aplica	Duke Energy
UHE Resplendor	Resplendor MG	Montante	54,4	144	Eixo Disponível	Não se Aplica	FUMEC/MG
UHE Aimorés	Aimorés MG	Montante	11,8	330	Operação	B	Aliança Geração de Energia S.A.
UHE Mascarenhas	Baixo Guandu ES	-	-	198	Operação	B	ENERGEST S.A.

Fonte: SIGEL/ANEEL (Acesso 03FEV2022).

1.8 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM

A qualidade da resposta da usina, frente às emergências, está condicionada a existência de materiais fixos e mobilizáveis, destacando-se os meios de comunicação, transporte, fornecimento de energia, entre outros. Isto é válido, uma vez que estes recursos facilitam o atendimento imediato da anomalia, possibilitando um ganho de tempo para a ação das autoridades competentes.

1.8.1 Sistema de comunicação

O sistema de comunicação da UHE Mascarenhas é composto por telefonia móvel da Vivo e ramais internos da empresa.

1.8.2 Alimentação de Energia

Caso ocorra parada de geração de energia, o aproveitamento deve possuir capacidade de restabelecer o funcionamento normal da usina. Desta forma, quando houver perda de alimentação do sistema, a UHE Mascarenhas passa a ser alimentada por geradores de emergência, cujas fontes são: retorno de energia pela UG-01, retorno de energia pela UG-03, gerador diesel da casa de força e gerador diesel do vertedouro.

A iluminação possui sistema independente de emergência com alimentação individual.

1.8.3 Recursos mobilizáveis em situações de emergência

A existência de materiais mobilizáveis para uso em situações de emergência, pode influenciar na qualidade de resposta da usina. O Quadro 3 apresenta as ferramentas e equipamentos disponíveis na UHE Mascarenhas.

Para o fornecimento dos equipamentos complementares, tem-se um levantamento dos principais fornecedores destes produtos na região. A listagem dos principais fornecedores está disponível no Quadro 4.

A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.

**Quadro 3. Fornecedores de materiais mobiliáveis em situações de Emergência.**

Ferramentas/Equipamentos	Quantidade
Barco com motor a gasolina	01
Caminhão Munck	01
ROV: submarino fotográfico	01
Kit para emergências com produtos químicos	01
Drone DJI	01
Caminhonete	01
Veículo leve	04
Trator pequeno porte	01
Motoserra	01
Roçadeiras	06
Moto Bomba de transferência e drenagem (Spate)	01
Kit de combate a incêndio em vegetação	01
Mantas absorventes	Quantidade necessária
Barreira Flutuante Contenção	01
Rádio de comunicação	01
Celulares	Quantidade necessária
Maca rígida	02
Maca envelope	02

Quadro 4. Fornecedores de materiais mobiliáveis em situações de Emergência.

Prestador de Serviços	Município	Contato	Tempo/Distância até a unidade/complexo
Rede Constrular – Du Pará	Baixo Guandu	(27) 37324693	12 min
Casa Rossmann Materiais de Construção	Baixo Guandu	(27) 37321458	14 min
Casa Regina Material de Construção	Baixo Guandu	(27) 37321303	14 min
Rede Construbom Frankini BG	Baixo Guandu	(27) 37321096	15 min
Rede Construir – Kimacol	Baixo Guandu	(27) 37323121	15 min
Agroforte Materiais de Construção	Baixo Guandu	(27) 37321439	16 min
Otto Materiais de Construção	Baixo Guandu	(27) 37321145	16 min

2 SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

A operacionalização do PAE tem início pela detecção das potenciais situações de risco passíveis de ocorrência na barragem em estudo, seguida pela avaliação e classificação das situações de emergência.

A manutenção e o funcionamento correto da barragem são fatores imprescindíveis à segurança das estruturas da mesma e fundamentais para a classificação das situações identificadas, permitindo seu enquadramento em um dos quatro níveis de resposta.

2.1 DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

O processo de identificação das situações de risco, vinculadas à UHE Mascarenhas, ocorre mediante monitoramento e acompanhamento dos riscos hidrológicos, conforme manual de operação, e dos riscos estruturais, monitorados e acompanhados pelas orientações do Plano de segurança da Barragem.

2.2 AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA

A avaliação e classificação das situações de emergência baseiam-se em quatro níveis de resposta gradualmente crescentes. Os níveis de segurança obedecem a um código de cores padrão (Quadro 5). Esta é uma convenção utilizada na comunicação entre o empreendedor e as autoridades competentes sobre a situação de emergência em potencial da barragem¹⁰.

A classificação quanto aos níveis de segurança baseia-se na análise de eventos e irregularidades passíveis de ocorrência no empreendimento. Em geral, esta classificação não implica em uma ocorrência sequencial, podendo existir uma situação de nível de emergência sem que o mesmo implique na passagem por níveis de segurança inferiores.

¹⁰ Esta interpretação está em comum acordo com o estabelecido pelo guia de Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas Hidrelétricas da ABRAGE (Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica), publicado em outubro de 2017.

Quadro 5. Cores padrões dos níveis de resposta.



Fonte: Adaptado de CEMIG (2022).

A classificação quanto aos níveis de segurança baseia-se na análise de eventos e irregularidades passíveis de ocorrência no empreendimento. Em geral, esta classificação não implica em uma ocorrência sequencial, podendo existir uma situação de nível de emergência sem que o mesmo implique na passagem por níveis de segurança inferiores.

A Figura 5 sumariza os níveis apresentados anteriormente, inserindo-os no sistema de Gestão de Segurança interno da UHE Mascarenhas. A segurança do barramento está associada a uma gestão interna eficaz, programas de manutenção regulares, inspeções visuais rotineiras, inspeções de segurança regular, análise de auscultação, entre outros. Nesta linha, a análise de indicadores qualitativos e quantitativos é algo recorrente e imprescindível à segurança do empreendimento.

Cabe salientar que a avaliação e classificação das situações não normais é realizada pela equipe de Segurança da barragem da UHE Mascarenhas, com o auxílio, quando necessário, de outros membros da ENERGEST S.A. ou consultores externos.

2.2.1 Indicadores Qualitativos

O Quadro 6 e Quadro 7 expõem as situações de emergência detectáveis para a UHE Mascarenhas, caracterizando-as quanto ao seu modo de falha, nível de segurança e respectiva ficha de emergência.

Quadro 6. Situações de Emergência - Barragem de terra/enrocamento.

TERRA/ ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Sismos	Na ocorrência de sismos deve-se percorrer toda a barragem, inspecionando suas estruturas e identificando possíveis anomalias, tais como: ocorrência de cheias, trincas, depressões ou abatimentos, surgência, vazamento e umidade. Identificada a anomalias, deve-se avaliar sua magnitude e adotar as ações propostas na respectiva ficha.		
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga operativos e cota controlada, abaixo do NA <i>Maximo Maximorum</i> .	0	3
Cheia	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes e nível do reservatório subindo, mas ainda abaixo do NA <i>Maximo Maximorum</i> .	1	9
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes, mas com galgamento da barragem iminente.	2	15
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Trincas, depressões ou abatimentos	Trincas/depressões/abatimentos, monitoradas ou não, documentados ou não, mas somente superficiais.	0	2
	Trincas/depressões/abatimentos, profundos e/ou que não se estabilizam; com percolação de água; com identificação de surgências a jusante nos locais das trincas; transversais atravessando todo o corpo da barragem de montante para jusante	1	8
	Trincas/depressões/abatimentos, profundos e/ou que não se estabilizam apresentando percolação e transporte de material e/ou possibilidade de galgamento e/ou erosão interna	2	14
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Surgência/Vazamento/Umidade	Surgência/vazamento/umidade nos taludes ou ombreiras, não documentadas, mas sem pressão de água e/ou transporte de material	0	1
	Surgência/vazamento/umidade nos taludes ou ombreiras, documentadas ou não, com alteração de coloração do fluido, aumento de área e/ou vazão	1	7
	Surgência/vazamento/umidade nos taludes ou ombreiras com vazão elevada e grande quantidade de transporte de material evidenciando processo de erosão interna em andamento	2	13
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Escorregamento de taludes	Escorregamentos em forma de cunha e/ou plano superficial de pequena profundidade ou extensão.	0	4
	Escorregamentos em forma de cunha/plano/circular chegando próximo ao núcleo ou afetando menor parte do talude.	1	10

TERRA/ ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
	Escorregamentos em forma de cunha/plano/circular instabilizando núcleo e/ou maior parte do talude	2	16
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19

Quadro 7. Situações de Emergência - Barragem de concreto.

CONCRETO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Sismos	Na ocorrência de sismos deve-se percorrer toda a barragem, inspecionando suas estruturas e identificando possíveis anomalias, tais como: ocorrência de cheias, trincas, depressões ou abatimentos, surgência, vazamento e umidade. Identificada a anomalias, deve-se avaliar sua magnitude e adotar as ações propostas na respectiva ficha.		
Cheia	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga operativos e cota controlada, abaixo do NA Maximo Maximorum.	0	3
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes e nível do reservatório subindo, mas ainda abaixo do NA Maximo Maximorum.	1	9
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes, mas com galgamento da barragem iminente.	2	15
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Movimentação Barragem de Concreto	Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento dentro dos limites de segurança	0	5
	Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento próximo aos limites de segurança	1	11
	Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento ultrapassaram os limites de segurança e a estrutura se apresenta aumento constante de movimentação.	2	17
	O processo evoluiu causando deslizamento e/ou tombamento e/ou ruptura de um ou mais blocos, ou de estruturas de extravasamento	3	20
Fissuras, Trincas e Rachaduras	Fissuras/Trincas/Rachaduras estáveis e/ou superficiais.	0	6
	Fissuras/Trincas/Rachaduras profundas que não se estabilizam; com a percolação de água com baixa vazão ou pressão.	1	12
	Fissuras/Trincas/Rachaduras profundas que não se estabilizam; com a percolação de água com elevada pressão e/ou lixiviação de material. Expansão do concreto trazendo problemas à operação de equipamentos mecânicos.	2	18
	O processo evoluiu causando deslizamento e/ou tombamento e/ou ruptura de um ou mais blocos, ou de estruturas de extravasamento	3	20

Com o intuito de verificar o estado geral das estruturas civis, identificando possíveis anomalias, as inspeções rotineiras podem ser balizadas pelas fichas de ação, mediante

interpretação visual, seguida pela análise da situação identificada. As fichas de ação podem ser consultadas no APÊNDICE 5 – FICHAS DE AÇÃO.

A análise qualitativa da barragem, por meio de atividades de rotina e/ou inspeções periódicas é de suma importância para garantir a integridade da estrutura, mediante a manutenção das boas condições estruturais da UHE Mascarenhas. Reduzindo, assim, a possibilidade de ocorrência de uma situação de emergência.

2.2.2 Indicadores Quantitativos

Os indicadores quantitativos auxiliam a gestão da situação de risco, através do monitoramento do estado hidráulico do reservatório e da situação geotécnica e estrutural da barragem. Isto permite que, ao ser constatada uma anomalia, estejam previstas manobras e ações a serem executadas, preservando a integridade e o funcionamento das estruturas civis e eletromecânicas da barragem.

2.2.2.1 Instrumentação da barragem

O monitoramento e detecção de potenciais anomalias no barramento da UHE Mascarenhas é realizado com auxílio de 41 (quarenta e um) instrumentos ativos dispostos nos Diques 1 e 2, e 33 (trinta e três) instrumentos ativos dispostos nas estruturas de concreto da estrutura. Além disso, há 142 Drenos de Alívio (DR) instalados nas estruturas de concreto da UHE Mascarenhas.

A instrumentação dá suporte para o monitoramento e controle de estabilidade da barragem. Nesse sentido, deve-se consultar o APÊNDICE 4 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM onde estão listados os níveis de emergência para cada instrumento instalado, assim como frequências recomendadas para as inspeções visuais.

2.2.2.2 Níveis operativos do reservatório

O procedimento de operação do reservatório da UHE Mascarenhas se divide em quatro situações distintas: situação normal, situação de atenção, situação de alerta e situação de emergência.

O diagrama de operação do reservatório, preconizado pelo Volume III do PSB (983-MAS-RT-PSB-0003-A), é apresentado na Figura 4.



Figura 4. Diagrama de Operação

2.3 PROCESSO DE GESTÃO DA SEGURANÇA

A segurança do barramento está associada a uma gestão interna eficaz, programas de manutenções regulares, inspeções visuais rotineiras, inspeções de segurança regular, análise de auscultação, entre outros, sendo a análise de indicadores qualitativos e quantitativos algo recorrente e imprescindíveis à segurança do empreendimento.

Nesta linha, as condições das estruturas do barramento e do vertedouro serão monitoradas através de inspeções rotineiras e/ou remotas, programadas pela equipe de inspeção e de emergências, em conjunto com avaliação os dados obtidos da instrumentação da Barragem. Por sua vez, as condições de operação do reservatório serão monitoradas diretamente pela equipe da operação da UHE Mascarenhas, continuamente, 24h por dia, 7 dias por semana. A Figura 5 sumariza todos os níveis apresentados anteriormente, inserindo-os no sistema de Gestão de Segurança interno da UHE Mascarenhas.

Estabelecidos os critérios de apoio à decisão e realizada a classificação quanto aos níveis de segurança e risco de ruptura, o Coordenador do PAE deve declarar, para os níveis superiores a zero, Estado de **ATENÇÃO**, **ALERTA** ou **EMERGÊNCIA**, bem como executar as ações previamente descritas no PAE para cada nível. Para o caso em que for decretado Estado de **CHEIAS**, deve-se seguir o manual de operação (Volume III do PSB – 983-MAS-RT-PSB-003).

Cabe salientar que a avaliação e classificação das situações não normais é realizada pela equipe de Segurança da barragem da UHE Mascarenhas, com o auxílio, quando necessário, de outros membros da ENERGEST S.A. ou consultores externos.

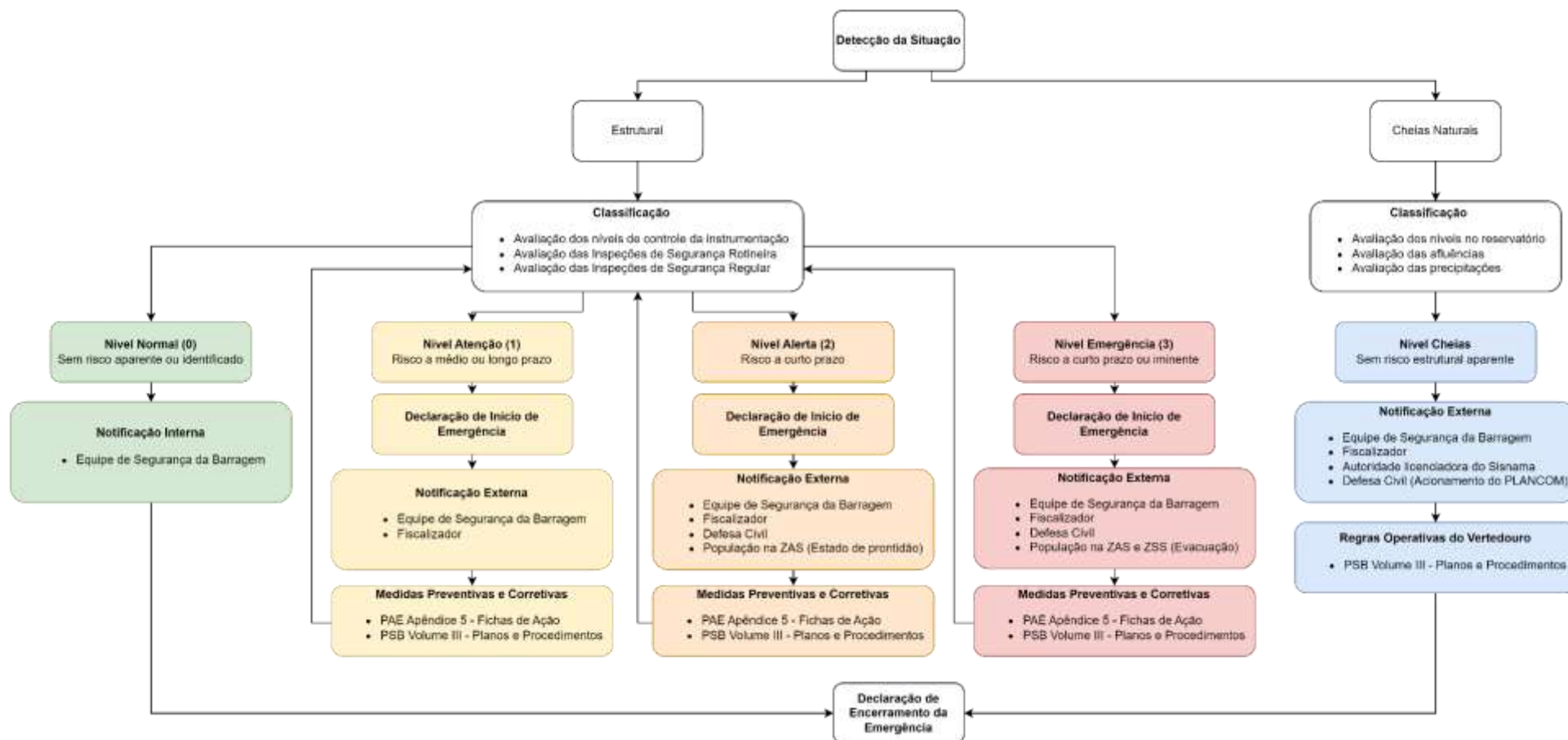


Figura 5. Sistema de Gestão de Emergência

3 SEÇÃO III – PROCEDIMENTO DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

3.1 NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA

A comunicação representa um elemento estratégico e primordial na gestão das situações de emergência, aumentando a eficiência da resposta das equipes de trabalho e, consequentemente, minimizando os riscos de prejuízos materiais, ambientais e de vidas humanas. A Estratégia Internacional para Redução de Desastres - EIRD (2005) recomenda que os sistemas de alerta antecipado, no contexto da gestão de risco e desastres, devem ser estruturados com base na integração de quatro elementos:

- Conhecimento do risco: Conhecer e elencar as prioridades de estratégias para mitigação e prevenção do risco;
- Monitoramento e previsão: Estimar, antecipadamente, riscos potenciais à comunidade, economias e meio ambiente expostos;
- Disseminação de informação: Estabelecimento prévio de sistemas de comunicação para disseminar mensagens de alerta aos locais potencialmente afetados e organismos governamentais;
- Resposta: Coordenação, boa governança e planos de ação apropriados são pontos chave para um sistema de alerta antecipado efetivo.

Diante de situações anômalas associadas a segurança da barragem, a comunicação do fato aos envolvidos deverá ser feita em função do Nível de Resposta, no qual a ocorrência está classificada em função das responsabilidades apresentadas na SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE.

Aqueles que serão notificados nessas circunstâncias compõe os agentes internos e externos do PAE. As equipes formadas por profissionais da ENERGEST S.A. compõem os agentes internos. Os agentes externos são os órgãos e autoridades públicas, além dos representantes das comunidades a serem potencialmente atingidas pelo evento de ruptura.

O Fluxograma de Notificação, presente na

Figura 6 apresenta o detalhamento dos agentes internos e externos a serem acionados frente aos quatro níveis de resposta.

3.1.1 Notificação dos agentes internos

Inicialmente a notificação deve ocorrer internamente, sendo estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação, segurança da barragem e os responsáveis pelo gerenciamento e administração da empresa. Dependendo do progresso da gravidade da

situação, a notificação deverá se dar com a transmissão do alerta antecipado, para as entidades externas com responsabilidades instituídas (Entidades fiscalizadoras, Sistema de Defesa Civil, entre outros).

É necessário que os integrantes do PAE estejam sempre de prontidão, de modo a fornecer ações rápidas para as demandas com circunstâncias diversas de adversidades. Desta forma, faz-se necessário que todas as ações a serem tomadas sejam previamente planejadas, eficientes e seguras, considerando a ocorrência do evento a qualquer hora do dia ou noite, dias úteis, finais de semana e feriados.

É imprescindível que não ocorra falhas na comunicação, devendo-se possuir mais de uma forma de comunicação com os integrantes do PAE. Estes, por sua vez, deverão estar disponíveis 24h por dia e, em caso de férias de algum integrante, deverá ser nomeado um substituto para atuar frente às funções e responsabilidades do profissional ausente.

A notificação dos agentes internos tem início com a identificação de comportamentos anômalos na barragem. Cabe salientar que a identificação de uma situação de emergência pode ser realizada por qualquer funcionário ou terceiro que presencie e/ou tenha conhecimento do ocorrido, devendo comunicar, imediatamente, o colaborador que o acompanha.

Identificada a situação anômala, esta deverá ser informada, imediatamente, à Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem que, em conjunto com o Coordenador do PAE e/ou Substituto, estudará as possíveis causas e maneiras de solucionar a ocorrência. Analisada a situação, deve-se executar seu registro, atentando-se para a coleta e descrição do maior número de detalhes possíveis, tais como: data, hora, descrição do local, extensão da ocorrência, fotos e identificação das causas¹¹. Caso exista necessidade, o Coordenador do PAE e/ou Substituto deverá acionar o Fluxograma de Notificação e garantir que ele seja cumprido (

Figura 6).

3.1.2 Notificação dos agentes externos

A comunicação externa é requerida em situações enquadradas nos níveis de resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)**, **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)** ou **Cheias (NÍVEL AZUL)**. A notificação dos agentes externos deve ser feita conforme o Fluxograma de Notificação (

Figura 6). A listagem completa dos agentes a serem notificados, pode ser visualizada no APÊNDICE 1 – LISTA CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS.

De acordo com ABRAGE (2017), os agentes externos devem ser notificados imediatamente após a confirmação da ocorrência, sendo eles:

- Órgãos reguladores, órgãos ambientais e agências fiscalizadoras do setor de energia.

¹¹ ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

- Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC), Coordenadoria Regional de Defesa Civil (REPDEC), Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) e Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)¹²;
- Órgãos que possuem atribuições para atuação em situações de emergência (Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, Batalhão da Polícia Ambiental, entre outros);
- Prefeituras dos municípios atingidos: Baixo Guandu e Colatina, todas no Estado do Espírito Santo.

O Sistema de Defesa Civil deve ser acionado de forma hierárquica, iniciando-se pela esfera mais próxima à situação emergente, otimizando a resposta ao chamado. Isto é, parte-se do âmbito municipal, seguido pelo regional, estadual e, por fim, federal. Aliado a isto, cabe salientar que o coordenador do PAE é responsável pela notificação do Sistema de Defesa Civil como um todo, permitindo que a informação chegue à todas as esferas da Defesa Civil.

Na mesma linha, deve-se acionar os órgãos de segurança (Corpo de Bombeiros e Polícia), para que estes tomem conhecimento da emergência e adotem as medidas de segurança cabíveis. Os órgãos de segurança trabalharão, também, em conjunto com a Defesa Civil, na busca, salvamento e evacuação da população afetada. Concomitantemente, deve-se notificar os hospitais e postos de saúde das áreas afetadas e regiões próximas, mantendo-os em estado de prontidão para recebimento de possíveis feridos. Esta medida tem como intuito verificar a disponibilidade de médicos e leitos no local.

O resumo do Fluxograma de Notificação da UHE Mascarenhas, por nível de alerta, encontra-se na sequência.

a) Situação NORMAL – Nível Verde

Na situação **NORMAL** as informações são transmitidas à equipe de Segurança da Barragem, mediante os relatórios de inspeção e das atividades de monitoramento das estruturas.

b) Situação ATENÇÃO – Nível Amarelo

Detectada a anomalia e classificada a situação como sendo de **ATENÇÃO**, o coordenador do PAE e/ou Substituto, em conjunto com a equipe de Segurança da Barragem, deverá buscar restabelecer as condições normais de operação e comunicar as partes

¹² Conforme Lei Federal Nº 12.334/2010, Art. 16 Inciso § 1: o órgão fiscalizador deverá informar imediatamente à Agência Nacional de Águas (ANA) e ao Sistema Nacional de Defesa Civil qualquer não conformidade que implique risco imediato à segurança ou qualquer acidente ocorrido nas barragens sob sua jurisdição.

envolvidas. Na sequência, deve-se acionar os responsáveis pela comunicação, de forma a manter o órgão fiscalizador a par da situação de anormalidade.

c) Situação **ALERTA e **EMERGÊNCIA** – **Nível Laranja** e **Vermelho****

Agravada a situação e/ou detectada uma situação de ALERTA ou de EMERGÊNCIA, o coordenador do PAE deve declarar (oficialmente, por escrito) situação de ALERTA ou de EMERGÊNCIA.

Na sequência, deve-se acionar os responsáveis pela comunicação, de forma a alertar, além das áreas internas da empresa, a população na ZAS, as entidades fiscalizadoras e os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). Caso haja necessidade, outras entidades, como CEMADEN, INPE e INMET, podem ser utilizadas como fonte de informações hidrometeorológicas.

De acordo com ABRAGE (2018), ao ser notificada pelo empreendedor, a Defesa Civil deverá executar as medidas definidas no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil Municipal. A notificação para o nível de **ALERTA** deve ser realizada para que a população da ZAS fique em Estado de Prontidão, enquanto no nível de **EMERGÊNCIA**, notifica-se para que seja iniciada a Evacuação da ZAS e ZSS.

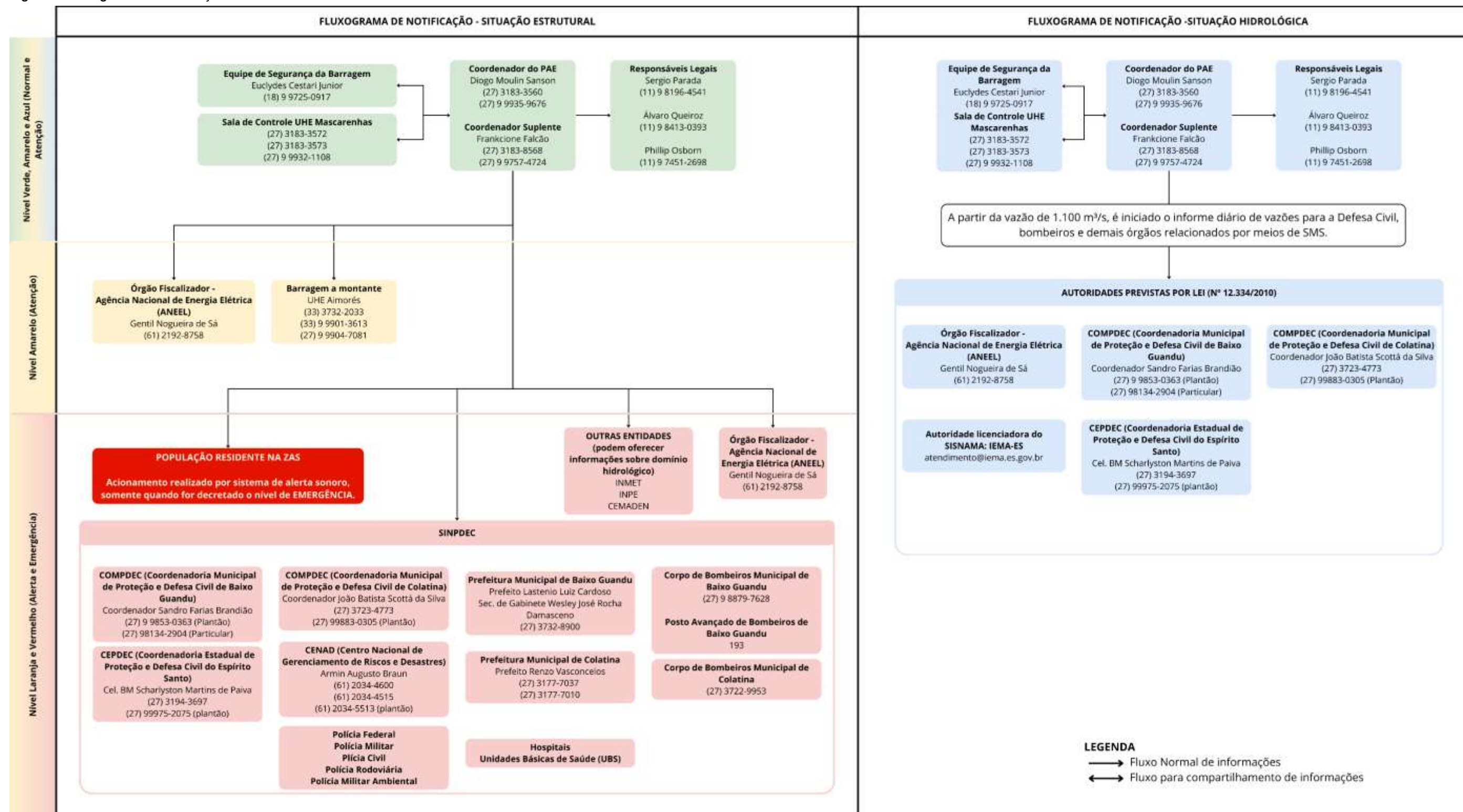
O acionamento dos órgãos reguladores e fiscalizadores, para atuação frente a um processo de emergência na barragem, deverá ser oficializada via **Declaração de Início da Emergência**. Da mesma forma, o encerramento da situação deve ser oficialmente declarado, via **Declaração de Encerramento da Emergência**. A comunicação da situação aos agentes externos deverá ser também oficializada, com base no **Modelo de Mensagem de Notificação**. O APÊNDICE 6 – FORMULÁRIOS-TIPO apresenta os modelos para estes três tipos de mensagem.

d) Situação **CHEIAS – **Nível Azul****

Detectada a situação de cheias, o coordenador do PAE e/ou Substituto deverá comunicar as partes envolvidas. Na sequência, deve-se acionar os responsáveis pela comunicação, de forma a manter a Defesa Civil, o Órgão Fiscalizador e Autoridade licenciadora do SISNAMA (IEMA-ES) a par da situação de anormalidade. De modo que a partir da vazão de 1.100 m³/s, é iniciado o informe diário de vazões para a Defesa Civil, bombeiros e demais órgãos relacionados, através de SMS. Para este nível de resposta, o acionamento do PLANCON¹³ (Plano de Contingência) será realizada pela Defesa Civil.

¹³ Conforme a Defesa Civil de Santa Catarina, o plano de contingência é um instrumento de planejamento e resposta a eventos adversos. O plano é previsto na Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

Figura 6. Fluxograma de notificação



3.2 SISTEMA DE ALERTA

O alerta antecipado é realizado mediante comunicação dos agentes responsáveis pela segurança da barragem para os agentes internos e externos descritos no Fluxograma de Notificação. Devido ao risco iminente na ZAS, toda a comunicação nesta região deverá ser realizada de forma redundante.

O sistema de alarme instalado na UHE Mascarenhas consiste em alerta sonoro através de sirenes. O Quadro 8 apresenta o Plano de Comunicação da UHE Mascarenhas. Para garantir sua efetividade, deve-se seguir durante a fase de implantação do PAE as etapas recomendadas no APÊNDICE 2 – PLANO DE COMUNICAÇÃO e APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE .

Quadro 8. Plano de Comunicação.

Público-alvo	População residente na ZAS. Autoridades públicas¹⁴
Mensagem que se busca transmitir na ZAS	Ao sinal de alarme evacuem a área de risco de inundação, seguindo pelas rotas de fuga e dirigindo se aos pontos de encontro
Tempo para o aviso do alarme na ZAS	Imediatamente quando for detectada na barragem a situação de EMERGÊNCIA
Responsável pelo comando de alarme na ZAS	Coordenador do PAE, e/ou ou operador da Usina em exercício da função na Sala de Operações.
Resultados que se deseja alcançar na ZAS	Evacuação da população em tempo hábil, de acordo com os tempos estimados desde o início do rompimento e alcance da onda de inundação ¹⁵ .
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME principal na ZAS	Sistema de alerta sonoro via sirenes
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME secundário ¹⁶ na ZAS	Telefonia fixa, rádio, mensagem de texto via SMS e whats app
Benefícios esperados	População evacuada da área de risco de inundação e segura nos pontos de encontro.

¹⁴ As autoridades públicas aqui referidas são os representantes da Defesa Civil Municipal e Estadual, prefeituras e demais órgãos relacionados no fluxograma de notificação do PAE que deverão ser NOTIFICADOS quando a situação na barragem se configurar em **EMERGÊNCIA**.

¹⁵ Deverão ser definidas as rotas de fuga e pontos de encontro na ZAS, com base no cadastro da população. Pessoas com mobilidade reduzida deverão ser atendidas por algum meio de locomoção. Os simulados deverão ser realizados para validação dos meios de comunicação propostos e testar os tempos de evacuação pelas rotas de fuga definidas.

¹⁶ Caso o sistema de comunicação principal falhar, deve ser utilizado o sistema de comunicação secundário.



O sistema de sirenes é composto por 7 estações sonoras, cujas coordenadas estão expostas na Tabela 2. A localização das sirenes pode ser visualizada no APÊNDICE 9 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA.

Tabela 2. Coordenadas das sirenes.

Sirenes	Latitude (Sul)	Longitude (Este)	Fuso
S 1	7812001	1562328	24S
S 2	7811868	1562802	24S
S 3	7811651	1564217	24S
S 4	7811550	1565648	24S
S 5	7811212	1567330	24S
S 6	7810500	1568833	24S
S 7	7809675	1570361	24S

A escolha pelo meio de alerta mais adequado levou em consideração a extensão da zona afetada, características e dispersão geográfica da população em risco (pequenos povoados rurais, grandes aglomerados urbanos, fazendas dispersas, entre outros), a proximidade dos agentes de Defesa Civil, bem como os recursos disponíveis para atendimento. Cabe ressaltar que o nível de preparo da população potencialmente atingida é fator limitante na determinação do meio de alerta. Aliado a isto, os meios de alerta devem ser adequados para atendimento de ocorrências em qualquer período (diurno e noturno) e data (dias úteis, feriados e finais de semana).

Importante destacar que a ação de evacuação das pessoas em risco deverá ocorrer por conta dos moradores com o auxílio das entidades responsáveis, como Defesa Civil e Corpo de Bombeiros. Sendo assim, os residentes em zonas de risco deverão ter conhecimento prévio das principais rotas de fuga, locais de ponto de encontro e abrigo temporário. Neste caso, a sensibilização da população residente na ZAS é de extrema importância para uma comunicação eficaz do Plano de Ação de Emergência.

Caso os municípios afetados pela ruptura contem com Plano de Contingência, as informações do PAE deverão ser incorporadas nesse documento, de forma a munir os agentes públicos com conhecimentos, garantindo uma adequada tomada de decisões.

4 SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE

4.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

O empreendedor (ENERGEST S.A.) é a pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente.

Sua principal responsabilidade consiste em prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem, pela elaboração dos documentos relativos à segurança da mesma, pela implementação das recomendações contidas nesses documentos, bem como a atualização do registro das barragens de sua propriedade, ou sob sua operação, junto às entidades fiscalizadoras.

No âmbito do Plano de Ação de Emergência, cabe ao empreendedor:

- a) Providenciar a elaboração, implementação e operacionalização do PAE;¹⁷
- b) Designar formalmente o coordenador do PAE e seu suplente, podendo ser o próprio empreendedor;
- c) Estabelecer em conjunto com a Defesa Civil estratégias de comunicação e de orientação a população da ZAS;¹⁷
- d) Realizar reuniões com as comunidades para apresentação do PAE e das medidas preventivas nele previstas, em trabalho conjunto com as prefeituras municipais e os órgãos de proteção e defesa civil;¹⁷
- e) Realizar, juntamente com os órgãos locais de proteção e defesa civil, exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem;¹⁷
- f) Promover treinamentos internos para capacitação da equipe de segurança e manter os respectivos registros das atividades;
- g) Realizar a correção das deficiências constatadas;
- h) Garantir a operação segura e continuada, bem como a manutenção e inspeção das estruturas da barragem e reservatório;
- i) Manter a equipe preparada para atender aos cenários de emergência, bem como meios de comunicação operantes e adequados.

Em relação às revisões do PAE, cabe ao Empreendedor:

- a) Garantir que o PAE esteja sempre atualizado;
- b) Disponibilizar, em meio digital, o PAE em seu site e no SNISB;¹⁷

¹⁷ Lei Federal nº 14.066/2020.

- c) Disponibilizar, em meio físico, o PAE nos órgãos de proteção e defesa civil dos Municípios inseridos no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.¹⁷

O empreendedor deverá permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos órgãos integrantes do SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil) ao local da barragem e à sua documentação de segurança. Deve o empreendedor informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança.

4.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

O Coordenador do PAE é o responsável por coordenar as ações descritas no Plano de Ação de Emergência (PAE), devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência da barragem, podendo ser o empreendedor ou pessoa designada por este. Deve existir uma pessoa capaz de efetuar sua substituição, à frente das ações do PAE, atuando como Coordenador na ausência do oficial.

Desta forma, cabe ao Coordenador do PAE:

- Planejar ações de resposta, mediante o monitoramento da situação e implantação de medidas preventivas e corretivas, com vistas a dar suporte aos procedimentos operacionais do PAE;
- Detectar e avaliar, em conjunto com a equipe técnica de segurança da barragem, a gravidade das situações e classificá-las de acordo com os Níveis de Resposta;
- Executar a comunicação prevista no Fluxograma de Notificações, de acordo com o Nível de Resposta no qual a situação se enquadra – descritas na Figura 5;
- Emitir Declaração de Início e Encerramento de Emergência, obrigatoriamente, para os Níveis de Resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**;
- Comunicar os funcionários do empreendimento, caso seja declarada situação com nível de resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)**, **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)** ou **Cheia (NÍVEL AZUL)**;
- Notificar as autoridades públicas, caso seja declarado nível de resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)**, **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)** ou **Cheia (NÍVEL AZUL)**;¹⁸
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento e Zona de Segurança Secundária, caso seja declarado nível de resposta **Emergência**

¹⁸ ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

(NÍVEL 3 – VERMELHO).¹⁸ Uma vez alertada, a população da ZAS deverá autoevacuar-se, dirigindo-se aos pontos de encontro estabelecidos neste Plano de Ação de Emergência, a serem validados pela Defesa Civil;

- Emitir Mensagem de Notificação, conforme Nível de Resposta pertinente a situação;
- Criar e manter todos os registros de avisos e notificação e alerta em arquivos físicos e/ou digitais auditáveis;
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de emergência.

O APÊNDICE 6 – FORMULÁRIOS-TIPO apresenta os modelos de comunicação, para a emissão das declarações de início/encerramento da ocorrência e notificação aos agentes internos.

4.3 RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

A equipe de monitoramento e segurança da barragem é responsável por dar suporte ao coordenador do PAE considerando as seguintes ações:

- Participar das reuniões periódicas com o Coordenador do PAE;
- Identificar evidências de condições potenciais de situações de emergência;
- Identificar e atuar em situações anômalas, principalmente nas situações de **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)**, **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)** ou **Cheia (NÍVEL AZUL)**;
- Informar o Coordenador do PAE sobre situações não normais identificadas;
- Disponibilizar informações operativas relevantes, tais como nível do reservatório e vazão turbinada;
- Executar as ações de resposta relativas à situação de emergência, com a supervisão do Coordenador do PAE;
- Acionar colaboradores e/ou máquinas que não atuem na unidade operacional para sanar/controlar a situação de emergência identificada, caso necessário.

4.4 RESPONSABILIDADES DAS PREFEITURAS

São responsabilidades das prefeituras municipais:

- Apoiar e participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Apoiar a defesa civil em caso de evacuação da ZAS e ZSS;
- Receber declaração de início e término de situação de emergência.

4.5 RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA MILITAR

São responsabilidades da polícia militar:

- Participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Apoiar a prefeitura, defesa civil e corpo de bombeiros quando necessário;
- Zelar pela segurança pública.

4.6 SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

A Lei nº 12.608/2012¹⁹ criou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), visando uma atuação conjunta entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com uma abordagem sistêmica de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação de áreas onde possa acontecer ou já tenha ocorrido desastres de grandes proporções na população brasileira.

Tal legislação dispôs sobre o SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil), que é composto pela administração pública da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, bem como por entidades da sociedade civil responsáveis pelas ações de Defesa Civil no país.

O SINPDEC atua na prevenção de desastres, mitigação de riscos, preparação, resposta e recuperação por meio dos seguintes agentes em suas respectivas escalas de atuação:

- Federal: Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD);
- Estadual: Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC) e Coordenadorias Regionais de Defesa Civil (REPDEC) que comportam diversos órgãos estaduais como polícia militar e o Corpo de Bombeiros;
- Municipal: Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que comportam diversos órgãos da administração pública municipal, como secretarias de saúde, subprefeituras, serviços de água e esgoto.

Nesse contexto, conforme disposto pela ABRAGE (2017) e ABRAGE (2018), o PAE é um documento que deve ser compatibilizado pelo Ente Federado no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil Municipal.

Para a Zona de Autossalvamento, isso se deve por meio das seguintes ações²⁰:

- Estabelecimento, em conjunto com o empreendedor, de estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS;

¹⁹ Atualizada pela Lei Federal nº 14.750/2023.

²⁰ ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

- Participação de simulações de situações de emergência, em conjunto com o empreendedor, prefeituras e população potencialmente afetada na ZAS.

Fora da Zona de Autossalvamento (ZAS), denominada Zona de Segurança Secundária (ZSS), o alerta antecipado compete aos Serviços Municipais de Proteção Civil e Entes Federados, sendo estes responsáveis pelas ações de aviso, mobilização, treinamento e evacuação da população residente em áreas potencialmente afetadas, conforme Lei nº 12.608/2012, Lei nº 12.334/2010 e Decreto nº 8.572/2015.

Contudo, o § 6º do Art. 12º da Lei nº 12.334/2010, salienta que o empreendedor deverá estender os elementos de autoproteção existentes na ZAS aos locais habitados da ZSS nos quais os órgãos de proteção e defesa civil não possam atuar tempestivamente em caso de vazamento ou rompimento da barragem.

4.6.1 Defesa Civil

As atribuições de Defesa Civil (Estadual e Municipal) de acordo Lei 12.608/2012, artigos 5º, 7º e 8º são:

Art. 5º - São objetivos da PNPDEC (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil):

I - reduzir os riscos de desastres;

II - prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres; III - recuperar as áreas afetadas por desastres;

III - recuperar as áreas afetadas por desastres;

IV- incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;

V- promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;

VI- estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;

VII- promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;

VIII- monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;

IX- produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;

X- estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;

XI- combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;

XII- estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;

XIII - desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;

XIV- orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção; e

XV- integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente.

Art. 7º - Compete aos Estados:

I - executar a PNPDEC em seu âmbito territorial;

II - coordenar as ações do SINPDEC em articulação com a União e os Municípios;

III - instituir o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil;

IV - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;

V - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios;

VI - apoiar a União, quando solicitado, no reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública;

VII - declarar, quando for o caso, estado de calamidade pública ou situação de emergência; e

VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

Art. 8º - Compete aos Municípios:

I - executar a PNPDEC em âmbito local;

II - coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;

III - incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;

IV - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;

V - promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;

VI - declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;

VII - vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;

VIII - organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;

IX - manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;

X - mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre;

XI - realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;

XII - promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre;

XIII - proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres;

XIV - manter a União e o Estado informados sobre a ocorrência de desastres e as atividades de proteção civil no Município;

XV - estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas; e

XVI - prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres.

4.6.2 Corpo de Bombeiros

Decreto Federal n.º 7.163, de 29 de abril de 2010, que regulamenta o inciso I do art. 10-B da Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a organização básica do CBMDF, estabelece:

Art. 2º Compete ao Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal:

I - realizar serviços de prevenção e extinção de incêndios;

II - realizar serviços de busca e salvamento;



III - realizar perícias de incêndio relacionadas com sua competência;

IV - prestar socorro nos casos de sinistros, sempre que houver ameaça de destruição de haveres, vítimas ou pessoas em iminente perigo de vida;

V - realizar pesquisas técnico-científicas, com vistas à obtenção e ao desenvolvimento de produtos e processos voltados para a segurança contra incêndio e pânico;

VI - realizar atividades de segurança contra incêndio e pânico, com vistas à proteção das pessoas e dos bens públicos e privados;

VII - executar atividades de prevenção aos incêndios florestais;

VIII - executar atividades de defesa civil;

IX - executar as ações de segurança pública que lhe forem cometidas pelo Presidente da República, em caso de grave comprometimento da ordem pública e durante a vigência de estado de defesa, de estado de sítio e de intervenção no Distrito Federal;

X - executar ações de emergência médica em atendimento pré-hospitalar e socorros de urgência;

XI - desenvolver na comunidade a consciência para os problemas relacionados com incêndios, acidentes em geral e pânico;

XII - promover e participar de campanhas educativas direcionadas à comunidade em sua área de atuação; e

XIII - fiscalizar, na área de sua competência, o cumprimento da legislação referente à prevenção contra incêndio e pânico.

5 SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO

5.1 MODELAGEM DA RUPTURA HIPOTÉTICA

O estudo de ruptura hipotética de uma barragem tem como finalidade a identificação dos potenciais modos de ruptura bem como a delimitação da área potencialmente atingida pelo evento. Nesse sentido, o estudo busca delimitar o potencial impacto da passagem de uma onda de ruptura pelo vale a jusante da barragem, afetando a população, instalações, infraestruturas e meio ambiente.

Os mapas de inundação, que apresentam a área impactada (mancha de inundação) a jusante da UHE Mascarenhas, e a caracterização hidráulica da onda de ruptura são os principais resultados desse estudo, devendo ser utilizados como base para ações de planejamento e resposta a serem adotadas frente à ocorrência de um evento dessa natureza.

Confeccionado pela Fractal Engenharia e Sistemas, o estudo de ruptura hipotética da barragem da UHE Mascarenhas foi desenvolvido mediante modelo hidrodinâmico bidimensional HEC-RAS 5.0.6. Os aspectos metodológicos e premissas do Estudo de Ruptura Hipotética da barragem são apresentados no APÊNDICE 7 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA.

A título de conhecimento, informamos que o SGB-CPRM, disponibilizou em seu site mapas de inundação de um estudo realizado em conjunto com o comitê de bacia do doce.

<https://www.cbhdoce.org.br/programas-e-projetos/programa-8-seguranca-hidrica-e-eventos-criticos>

5.2 DADOS UTILIZADOS

O desenvolvimento do estudo de inundação foi baseado em dados hidrológicos, topográficos e estruturais da UHE Mascarenhas. O Quadro 9 resume os dados empregados no desenvolvimento do modelo numérico para ruptura hipotética da barragem em questão.

Quadro 9. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.

Tipo de base dados	Variável
Hidrológico	Vazão Q_{MLT} e Vazões de referência para as cheias naturais no eixo da UHE Mascarenhas.
Hidráulicos	Hidrogramas de ruptura da barragem Aimorés e de cheia natural obtidos no relatório 607-UHEMAS-AP-006-PAE (Propagação do trecho 2D)
Volume do reservatório	Curva Cota-Volume do reservatório da Barragem Mascarenhas.
Dispositivos de descarga	Dimensões críticas dos vertedouros (cota de soleira, largura e altura de vão).
Projetos da Barragem	Dimensões e cotas das estruturas associadas da barragem e dos dispositivos de descarga

Tipo de base dados	Variável
Topobatimetria	47 (quarenta e sete) seções topobatimétricas executadas em 2017 pela empresa TOPOMAX ao longo do vale a jusante da UHE Mascarenhas. DATUM horizontal SIRGAS 2000. DATUM vertical IBGE.
Base cartográfica	Aerofotogrametria da região entre as UHEs Aimorés e Mascarenhas, compatível com escala 1:10.000, com intensidade de 2 pontos/m². DATUM Horizontal SIRGAS 2000/UTM 24S. DATUM Vertical: zero IBGE (Imbituba, SC). Batimetria do reservatório da UHE Mascarenhas multifeixe em acordo com a Resolução 003 ANA/ANEEL. DATUM Horizontal SIRGAS 2000/UTM 24S. DATUM Vertical: zero IBGE (Imbituba, SC). Modelo digital de superfície com pixel de 30 metros (SRTM) obtido através do website: https://earthexplorer.usgs.gov/ GPS de precisão na vila de Mascarenhas a jusante dos diques 1 e 2.

5.3 HIPÓTESE E PROVÁVEIS MODOS DE RUPTURA

O primeiro passo no desenvolvimento do estudo hidráulico de ruptura hipotética de uma barragem é a realização da Análise dos Potenciais Modos de Ruptura. Esta análise, segundo FERC (2005), é um procedimento informal executado para levantamento das prováveis formas de ruptura de uma barragem.

Visto que a finalidade do estudo de ruptura consiste na formação de insumos para a elaboração das ações de resposta a serem tomadas pelo empreendedor e pelas autoridades competentes, durante uma possível situação de alerta ou emergência na barragem, opta-se pela adoção de modos de ruptura conservadores, proporcionando vazões de ruptura mais elevadas e inundações que dificilmente serão extrapoladas para cada cenário hidrológico de cheia natural.

Para a confecção do PAE da UHE Mascarenhas, optou-se pela adoção do cenário de maior criticidade, sendo este o que apresenta menor tempo de resposta e o que possui capacidade de atingir o maior número de edificações e estruturas. Sendo assim, segundo estudo realizado, o cenário de ruptura de maior criticidade tem início com uma situação de cheia extrema na bacia do Rio Doce.

Os itens a seguir apresentam as principais informações obtidas pelo estudo.

5.4 PROPAGAÇÃO HIDRÁULICA DA ONDA DE RUPTURA

O hidrograma de ruptura representa a passagem completa, através da seção da brecha no barramento, do volume liberado do reservatório durante um evento de ruptura. O impacto ocasionado pelo hipotético rompimento da UHE Mascarenhas foi avaliado 19 seções de controle, em diferentes locais do vale à jusante representados nas cartas de inundação.

Considerando o cenário de maior criticidade para a UHE Mascarenhas (RDC3) com ruptura do Dique 01, a Figura 7 e Figura 8 apresentam os hidrogramas de ruptura, calculados no Estudo de Ruptura da barragem da UHE Mascarenhas.

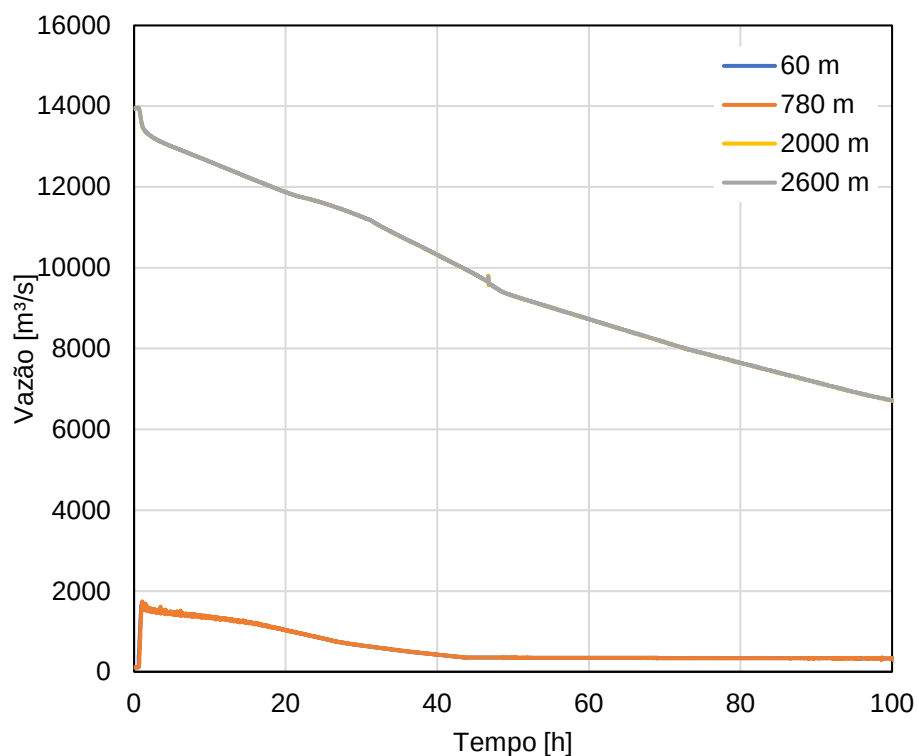


Figura 7. Propagação de hidrogramas RDC 3.

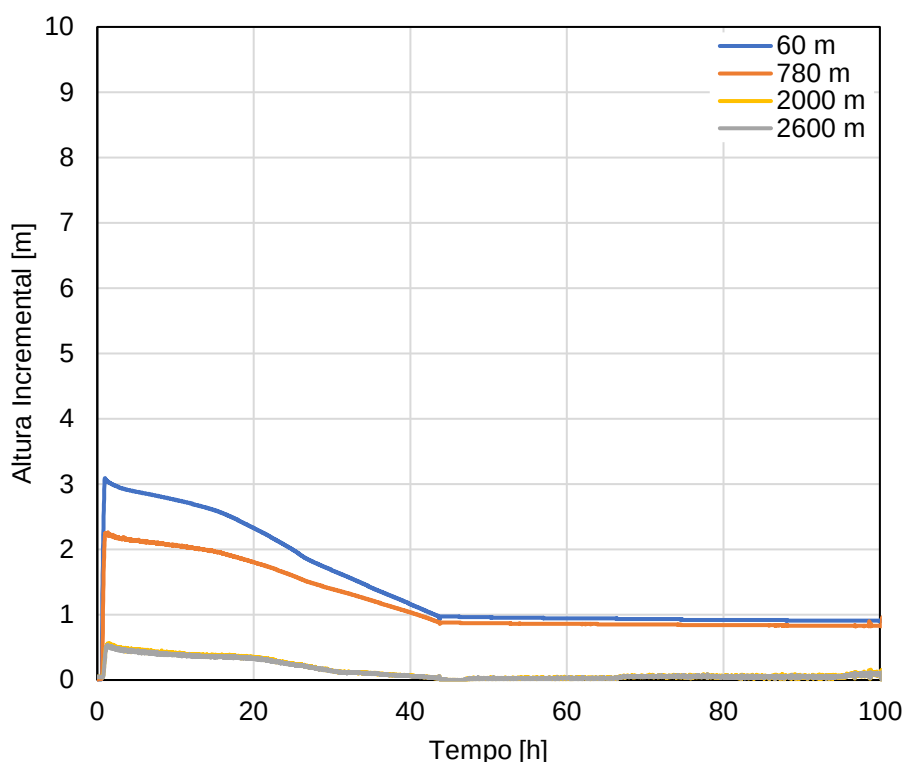


Figura 8. Profundidade da onda propagada RDC 3.

A altura incremental da onda de ruptura chega a 3,0 m nas seções mais próximas ao Dique 01 e da Vila Mascarenhas. A onda leva cerca de 8 min para atingir a seção localizada a 780 m de distância, na entrada da Vila Mascarenhas. No rio Doce, nas seções localizadas a até 2,0 km de distância do Dique 01, não são observados efeitos incrementais significativos, com alturas incrementais da ordem de 0,30 m.

Assim, espera-se que para este cenário o efeito da ruptura fique restrito à planície entre os diques e a Vila Mascarenhas, não havendo efeitos importantes ao longo do rio doce, mesmo na região mais próxima à barragem.

Considerando o cenário de ruptura sinérgica (RSC1) com colapso do vertedouro da UHE Mascarenhas, decorrente do galgamento da UHE Aimorés a montante durante uma cheia decamilenar, observamos os seguintes danos incrementais.

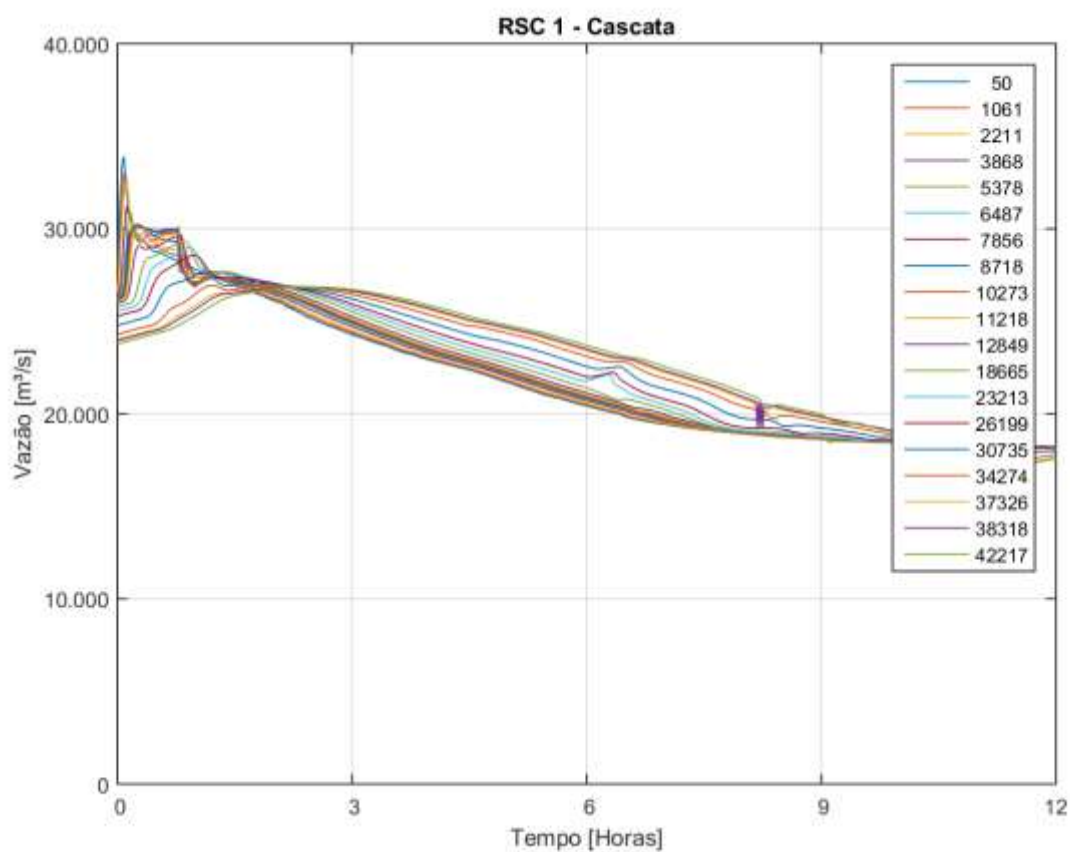


Figura 9. Propagação de hidrogramas RSC1.

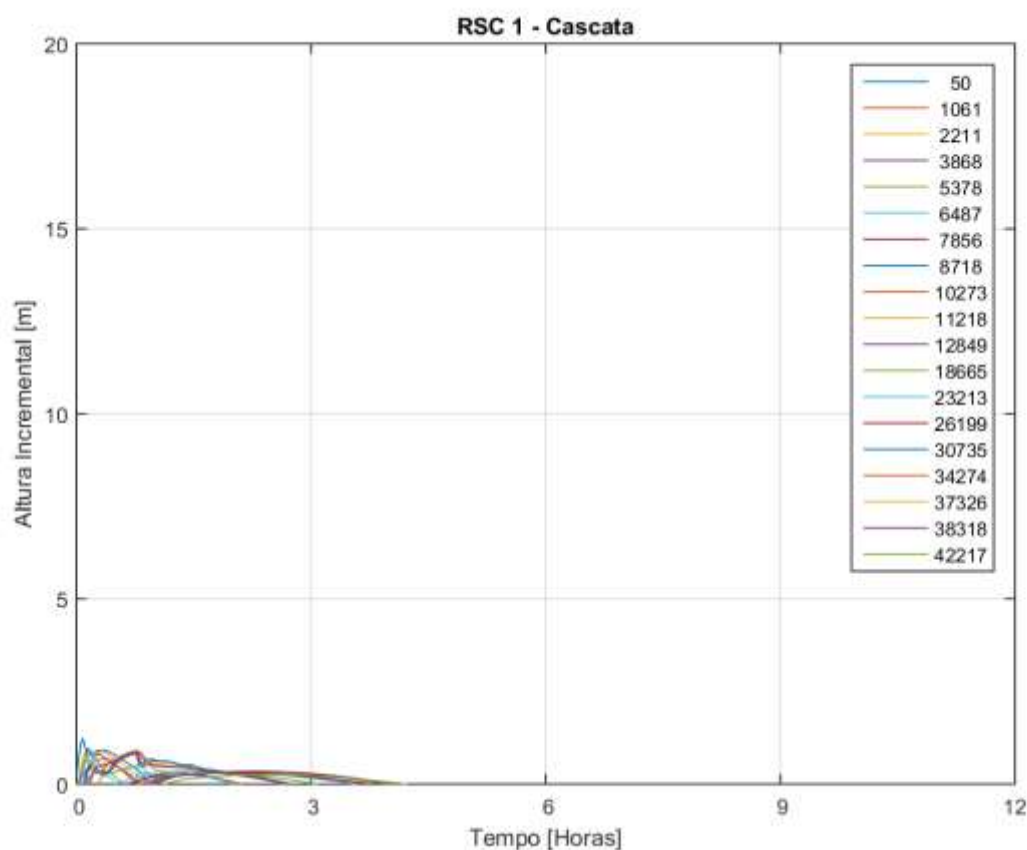


Figura 10. Profundidade da onda propagada RSC1.

A vazão máxima afluente ao reservatório da UHE Mascarenhas, na ocasião da ruptura da UHE Aimorés para o cenário de galgamento (hipótese utilizada para o cenário RSC 1), é de 27.804 m³/s. A ruptura sinérgica da UHE Mascarenhas não acrescenta um volume significativo no hidrograma de ruptura da UHE Aimorés, sendo acrescido um pulso que se dissipa nos primeiros quilômetros a jusante da barragem.

A altura incremental da onda de ruptura chega a 1,25 m nas seções mais próximas ao barramento, na vila de Mascarenhas. A onda leva cerca de 30 min para atingir a seção localizada a 8,7 km de distância, onde a altura incremental é da ordem de 0,89 m. Ao final do modelo é esperado um incremento da ordem de 0,25 m nos níveis d'água, evidenciando o amortecimento da cheia no trecho simulado.

Mais detalhes, podem ser encontrados no APÊNDICE 7 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA. Por sua vez, as cartas de inundação podem ser visualizadas no APÊNDICE 8 – CARTAS DE INUNDAÇÃO.



5.5 ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

De acordo com recomendações de FEMA (2013) e FERC (2014), bem como de documentação da ANA (2017) e dos dispositivos aplicáveis da PNSB, a Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como a região, imediatamente a jusante da barragem, em que se considera não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos serviços e agentes de proteção civil em caso de acidente. Sua extensão é definida pela extensão após 30 minutos de propagação da onda induzida pela ruptura hipotética da barragem, ou até 10 km a jusante, conforme Art. 13 da REN 1.064/2023 ANEEL “A ZAS deve ser definida em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil, contemplando no mínimo a distância que corresponde ao tempo de chegada da onda de inundação no decorrer de trinta minutos ou dez quilômetros”.

Para todos os cenários de ruptura hipotética foi avaliado o percurso da onda e a extensão dentro desses 30 min. A escolha do cenário de referência para o PAE está condicionada ao maior DPA, portanto, o cenário que determina a maior extensão atingida em decorrência da ruptura da barragem.

Tabela 3. Extensão 30 min - para cada cenário de ruptura.

Cenário de Ruptura	Extensão atingida em 30 min (km)
RDC 1	6,5
RDC 2	8,0
RDC 3	2,0
RDC 4	2,0
RSC 1	8,7

Para atendimento ao texto da legislação vigente, a ZAS da UHE Mascarenhas ficou definida em 10,0 km, uma vez que as simulações hidrodinâmicas indicaram que a maior extensão atingida pelas ondas de ruptura em 30 minutos é da ordem de 8,7 km, com base no cenário RSC 1.

O APÊNDICE 10 – CADERNO DE COORDENADAS DAS ESTRUTURAS VULNERÁVEIS apresenta a localização dos pontos atingidos dentro da ZAS.

5.6 ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)

De acordo com a lei 12.334/2010, mediante a atualização pela lei 14.066/2020, e resolução 236/2017 da ANA, atualizada pela resolução 121/2022, a ZSS é entendida como todo o trecho não definido como ZAS.

Esse trecho varia com conforme o cenário de ruptura considerado, variando de 0 até aproximadamente 32 km, na região do município de Colatina. O fim da influência das ondas

A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.



de inundação dos cenários de ruptura é determinado a partir do momento que a altura incremental é inferior a 0,61 m (2 pés).

A Tabela 4 apresenta as distâncias que delimitam o final da ZSS para cada cenário. Ressalta-se que estas distâncias são referentes ao trecho entre a ZAS e o final da influência da ruptura da UHE Mascarenhas.

Tabela 4. Extensão ZSS - para cada cenário de ruptura.

Cenário de Ruptura	Extensão ZSS (km)
RDC 1	0,0
RDC 2	32,0
RDC 3	0,0
RDC 4	0,0
RSC 1	8,0

5.7 INDICAÇÃO DOS PONTOS DE SEGURANÇA

A comunicação com a população residente na Zona de Autossalvamento (ZAS) é de responsabilidade da ENERGEST S.A.²¹, conforme atribuições apresentadas na SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE, sendo definidas as seguintes providências:

- Realizar notificações e demais ações pertinentes, com o intuito de alertar a população potencialmente afetada em caso de ruptura da barragem; e
- Solicitar a população potencialmente afetada à evacuação da área com extrema urgência.

Imediatamente após notificação, a população presente na Zona de Autossalvamento deverá dirigir-se aos pontos de encontro através das rotas de fuga cujas coordenadas são apresentadas na Tabela 5. Os pontos de segurança bem como as respectivas rotas de fuga foram validados com a Defesa Civil e podem ser visualizados espacialmente no APÊNDICE 9 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA. O simulado foi realizado em 23 de setembro de 2023. Conforme definido junto a Defesa Civil os mesmos ocorrerão a cada 3 anos.

Tabela 5. Coordenadas dos Pontos de Encontro.

Ponto de Encontro	Latitude (Sul)	Longitude (Este)	Fuso
PE-01	7841860.00	299273.00	24K
PE-02	7841974.00	301496.00	24K
PE-03	7841634.00	304465.00	24K
PE-04	7840294.00	307396.00	24K
PE-05	7839680.05	308293.03	24K
PE-06	7841066.29	306909.27	24K
PE-07	7841395.96	306309.04	24K
PE-08	7842808.01	301181.98	24K

²¹ Esta interpretação está em comum acordo com o estabelecido pelo guia de Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas Hidrelétricas da ABRAGE (Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica), publicado em outubro de 2017.

A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.

O mapa de inundação da Zona de Autossalvamento e localização dos pontos de encontro e rotas de fuga da UHE Mascarenhas, para o estudo de ruptura hipotética, encontra-se no APÊNDICE 8 – CARTAS DE INUNDAÇÃO. Complementarmente, a Figura 11 apresenta os modelos das placas de rotas de fuga e pontos de encontro a serem adotados.



Figura 11. Exemplos de placas de sinalização.

5.8 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA

Considera-se área afetada²² aquela situada a jusante da barragem, potencialmente comprometida pela sua eventual ruptura. Fazem parte dela a Zona de Autossalvamento (ZAS) e a Zona de Segurança Secundária (ZSS).

O levantamento das estruturas e pontos vulneráveis passíveis de serem afetados foi realizado inicialmente pela Fractal Engenharia e Sistemas, sendo identificadas benfeitorias e estruturas diversas ao longo de todo vale a jusante, atingidas pela onda induzida pela ruptura hipotética da UHE Mascarenhas. Com o cadastramento da população em campo, realizado nos dias 10 a 13 de julho de 2023, foram atualizadas as informações coletadas referente ao número aproximado de atingidos na ZAS (Tabela 6).

O cadastramento de atingidos dentro da ZAS consta no APÊNDICE 10 – CADERNO DE COORDENADAS DAS ESTRUTURAS VULNERÁVEIS. Estas informações subsidiarão a confecção do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil dos municípios potencialmente atingidos pelas cheias da bacia do Rio Doce, cuja responsabilidade compete à Defesa Civil, conforme Lei nº 12.608/2012.

Resumidamente, a Tabela 6 indica o quantitativo de atingidos em relação a cheia decamilenar de referência e os modos de falha analisados no estudo de ruptura hipotética.

²² Art. 3º da Res. 236/2017.



Tabela 6. Número de atingidos no vale a jusante.

Cenário de Ruptura	Número Aproximado de Atingidos (Economias)			Número Aproximado de Atingidos (Habitantes)
	Dentro da ZAS ²³	Fora da ZAS	Total	
RDC 1	05	2100	2105	7031
RDC 2	03	53	56	187
RDC 3	140	2038	2178	7275
RDC 4	117	2038	2155	7198
RSC 1	101	2779	2880	9619
RSC 1 + RDC 3	167*	2779	2988	9773 (434* na ZAS e 9282 na ZSS)
TR 1.000 anos (RPS)	06	2042	2048	6840

- Informação retirada do Cadastro UHE Mascarenhas de julho de 2023.

O quantitativo de atingidos baliza na determinação do pior cenário. **Para o modo RDC 3, da ruptura hipotética do Dique 01 numa condição milenar, há o maior número de atingidos na ZAS**, principalmente em virtude do atingimento da Vila Mascarenhas, localizada muito próxima ao Dique. **Já o cenário RSC 01 configura a mancha com maior lateralidade no restante do modelo**, atingindo grande número de habitações em Colatina/ES. Assim, para compor o PAE da estrutura, a mancha utilizada será uma **composição dos cenários RDC 03 (ruptura do Dique 01) e do cenário RSC 01 (ruptura sinérgica com a UHE Aimorés)**. Desta forma, o PAE será elaborado considerando os piores casos possíveis de ocorrência na UHE Mascarenhas. Desta forma, as medidas de autoproteção serão implantadas contemplando os piores casos mapeados, não havendo cenário descoberto. Esta abordagem garante que toda a região estará salvaguardada pelos elementos de autoproteção, considerando os cenários de ruptura aqui avaliados.

Em julho de 2023, foi conduzido o processo de cadastramento da população potencialmente impactada²⁴.

Ao final do cadastramento, foram realizados 339 cadastros. Alguns cadastros não foram possíveis de serem realizados devido à ausência dos moradores, porém, em alguns casos, foi possível obter informações com vizinhos ou parentes. Em aproximadamente 15% das casas/propriedade visitadas não foi possível a realização do cadastro, pois o imóvel encontrava-se vago. Ressalta-se que a equipe em campo observou que, em alguns casos, as casas estavam vazias, mas os moradores/proprietários foram até o local apenas para responder ao questionário.

²³ O número aproximado de atingidos na ZAS foi atualizado com base nas coordenadas do cadastramento da população, realizado em campo.

²⁴ A tabela de cadastramento da população foi anexada ao Volume II do PSB (983-MAS-RT-PSB-0002) e pode ser encontrada na pasta 983-MAS-ZIP-PSB-0002.

A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.

Dentre as benfeitorias e propriedades mapeadas, foram identificados e mapeados um posto de saúde, uma escola de ensino fundamental, uma creche e seis igrejas de diversas denominações.

Cento e trinta casas/propriedades cadastradas não são afetadas pela mancha hipotética de inundação, mas tem o acesso principal comprometido. Essas correspondem a 38,3% do total de cadastros realizados. Foram identificados alguns moradores com mobilidade reduzida, que podem precisar de apoio, e dois moradores acamados que necessitam serem removidos e transportados com apoios especializados. Estes acamados residem na área afetada pela mancha hipotética de inundação, coordenadas -19.502998, -40.916019.

Há também moradores com deficiências intelectuais, com mobilidade reduzida e/ou idade avançada que também requerem atenção. Dessa maneira classificamos que 2% da população cadastrada é grupo de alto risco e 6% com médio risco, requerendo uma atenção conjunta com a Defesa Civil Municipal, para construção de um Plano de Contingência que permita ações tempestivas, se necessário. A Figura 12 traz visualmente o compilado da classificação do risco identificadas na região. Texto extraído do MAS-IMP-23-001 – IMPLANTAÇÃO DO PAE - Cadastro da população a jusante

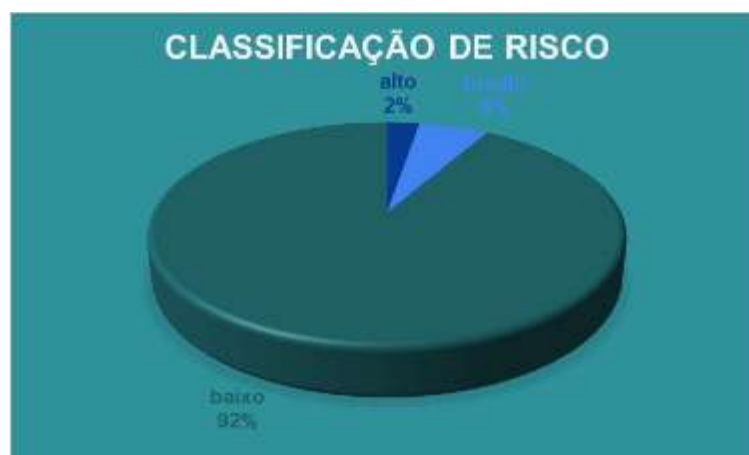


Figura 12. Classificação do risco na área potencialmente afetada.

Foram definidos grupos de classificação de risco, levando em consideração as possíveis características e comorbidades das pessoas afetadas e a necessidade de deslocamento em caso de um acidente. São eles:

- **Risco alto:** grupo formado por propriedades afetadas que possuam moradores com restrições físicas e/ou mentais e dificuldade de locomoção;
- **Risco médio:** propriedade com residentes com algum problema físico que possa dificultar o deslocamento, idosos e/ou crianças que precisem de apoio no deslocamento;

• **Risco baixo:** compreende as propriedades cujo moradores não possuem restrições físicas e/ou mentais e dificuldade de locomoção.

5.9 RESTRIÇÕES LOCAIS

Dentre as possíveis restrições de acesso em situação de ruptura da UHE Mascarenhas, destacam-se 3 (três) pontes ao longo do rio Doce. A primeira ponte está localizada na rodovia BR-259 nas redondezas do município de Mascarenhas, a 6,5 km do barramento. A segunda ponte está a 34 km da UHE Mascarenhas, na rodovia ES-080 no município de Colatina. A última ponte identificada está a 40 km do barramento na rodovia BR-259, ao final do município de Colatina.

Abaixo apresenta-se um resumo dos resultados hidráulicos referentes às pontes identificadas. As figuras a seguir indicam os cotagramas em cada ponte para todos os cenários de ruptura hipotética mais críticos (RDC3 e RSC1). Para análise dos demais cenários de ruptura, deve-se consultar o APÊNDICE 7 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA.

Ressalta-se que a cota do tabuleiro das pontes deve ser validada em campo para confirmar a possibilidade de galgamento.

Tabela 7. Resumo hidráulico - Ponte BR-259 (Mascarenhas).

Cenário	Cota do tabuleiro [manm]	Cota de pico [manm]	Altura incremental [m]	Tempo de chegada
RDC 3	61,0	50,55	-	-
RSC 1	61,0	57,27	0,91	00H10MIN

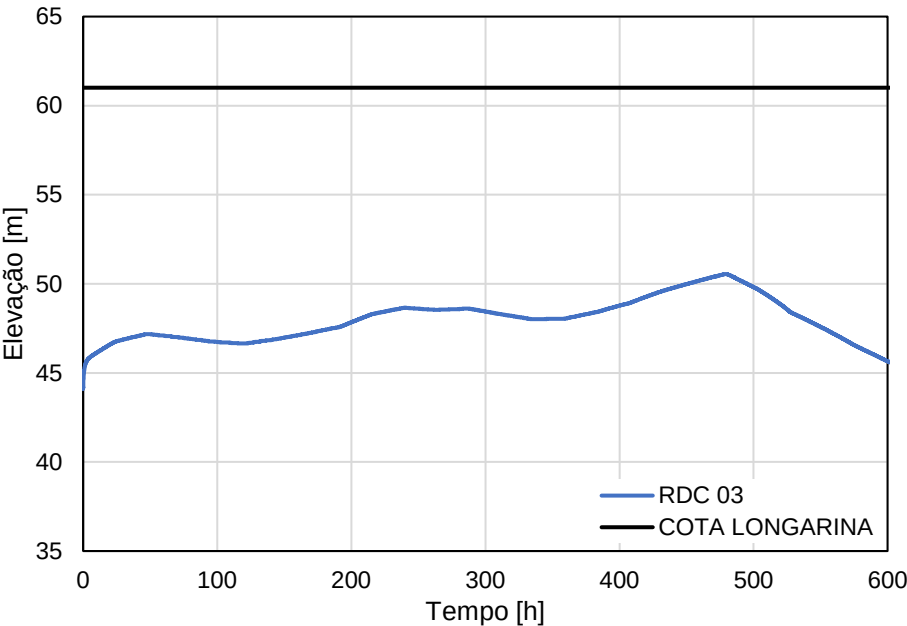


Figura 13. Cotagrama ponte BR-259 (Mascarenhas) - RDC 3.

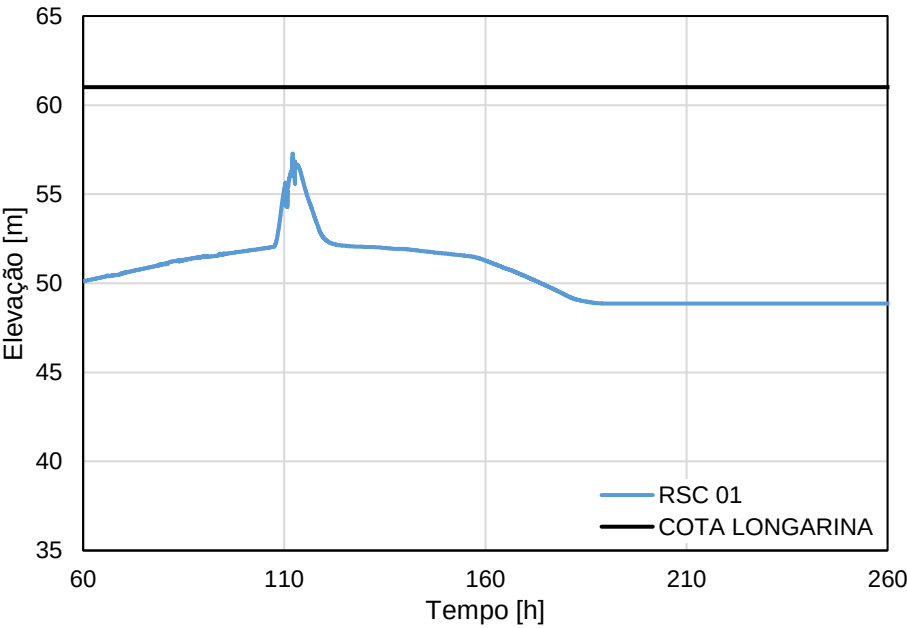


Figura 14. Cotagrama ponte BR-259 (Mascarenhas) - RSC 1.

Tabela 8. Resumo hidráulico - Ponte ES-080 (Colatina).

Cenário	Cota do tabuleiro [manm]	Cota de pico [manm]	Altura incremental [m]	Tempo de chegada
RDC 3	42,60	40,51	-	-
RSC 1	42,60	43,82	0,33	-

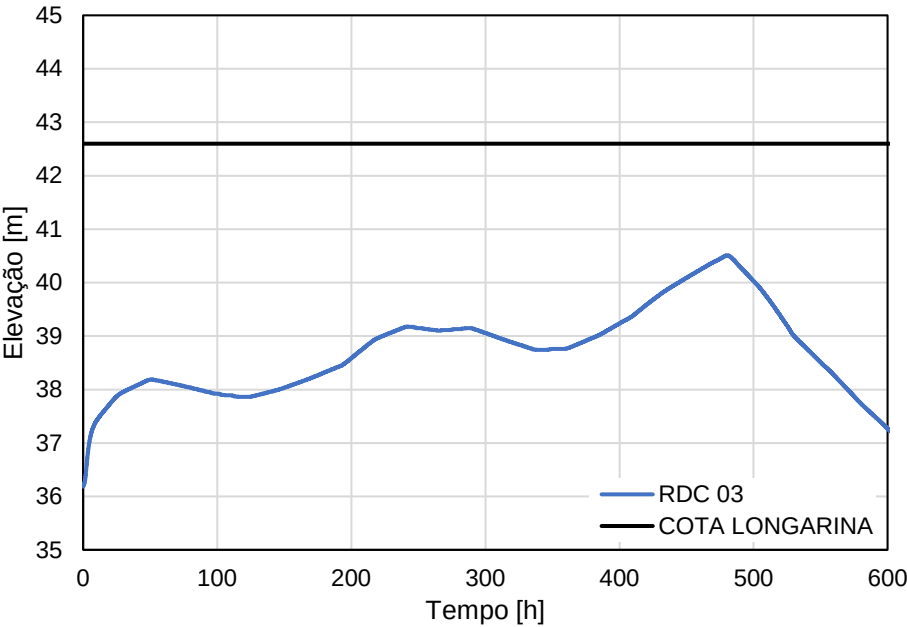


Figura 15. Cotagrama ponte ES-080 (Colatina) - RDC 3.

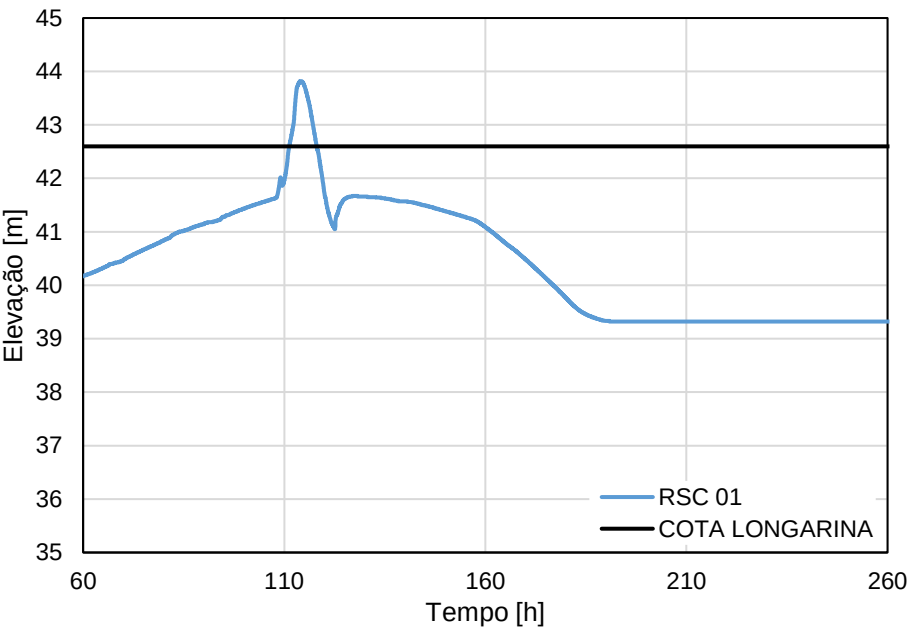


Figura 16. Cotagrama ponte ES-080 (Colatina) - RSC 1.

Tabela 9. Resumo hidráulico - Ponte BR-259 (Colatina).

Cenário	Cota do tabuleiro [manm]	Cota de pico [manm]	Altura incremental [m]	Tempo de chegada
RDC 3	55,0	39,64	-	-
RSC 1	55,0	42,45	0,35	-

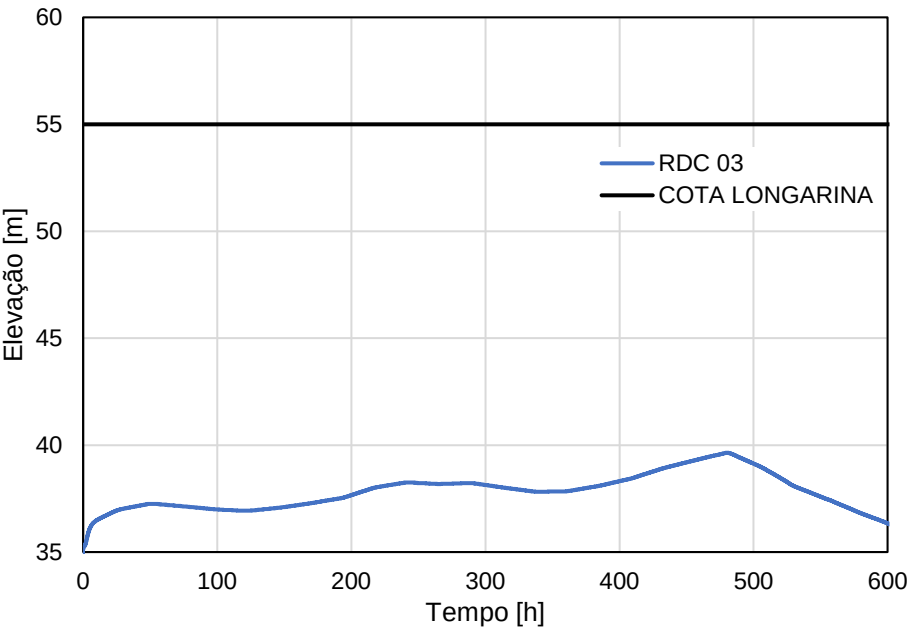


Figura 17. Cotagrama ponte BR-259 (Colatina) - RDC 3.

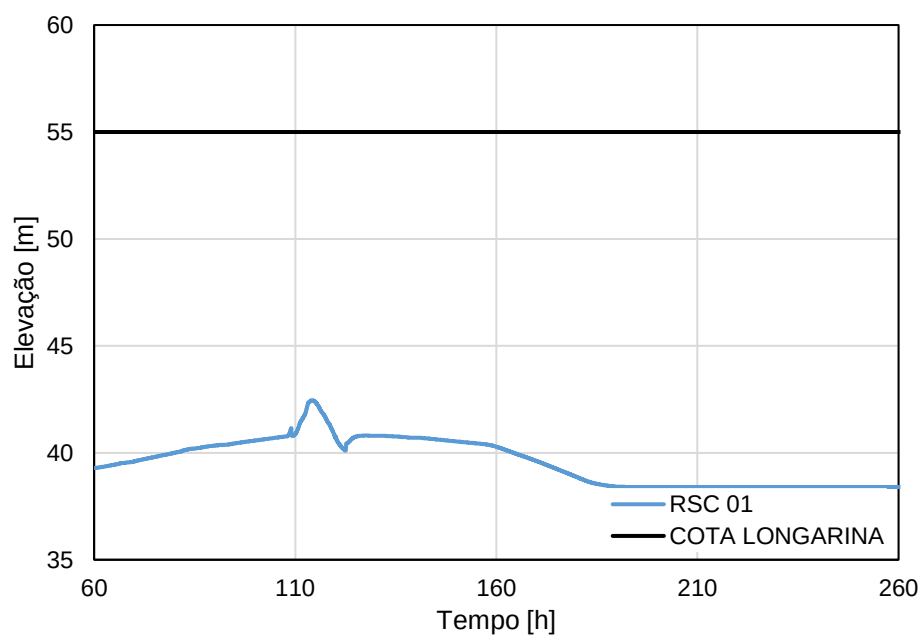


Figura 18. Cotograma ponte BR-259 (Colatina) - RSC 1.



6 SEÇÃO VI – MEDIDAS PARA REGASTE DE ATINGIDOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS

De acordo com a Lei 12.334/2010, a ENERGEST S.A. deve, em conjunto com a Defesa Civil e demais entidades responsáveis, elaborar medidas para garantir o resgate de atingidos (pessoas e animais), minimizar os impactos ambientais, garantir o abastecimento público e resguardar o patrimônio cultural.

Deve-se manter registro de todas as reuniões para definição das medidas de regaste e mitigação de impactos, conforme modelo exposto no APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE.

Reforçando a ação conjunta entre empreendedor e Proteção e Defesa Civil, a Lei nº 12.608/2012, que estabelece a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, prevê no inciso IX, do Art. 8, que ao município compete estimular a participação de entidades privadas (e outras) nas ações do SINPDEC, além de "promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas".

Complementarmente, são dos objetivos da PNPDEC a prestação de socorro e assistência às populações atingidas por desastres, bem como a orientação das comunidades à adoção de comportamentos de prevenção e resposta, além da promoção da autoproteção.

De acordo com os registros disponíveis no mapeamento Google Labels (Acesso em 03AGO2023), foram levantados na região: escolas, hospitais, museus, estações de tratamento de água e esgoto e fazendas. Não foram encontrados museus, estruturas de saneamento e fazendas dentro da área atingida (RSC1). Foram mapeadas, entretanto, 10 (dez) escolas e 5 (cinco) hospitais na mesma região. O compilado dessas benfeitorias assim como a indicação em coordenadas das respectivas localizações está exposto na Quadro 10.

Quadro 10. Mapeamento de estruturas vulneráveis.

Classificação	Nome	Latitude (Sul)	Longitude (Este)	Fuso
Escola	EMEIEF Aladia Trindade Paiva - Mascarenhas	7842214.25	299082.70	24S
	CMEI Casinha Feliz - Mascarenhas	299301.78	7842035.75	24S
	Colégio Marista - Colatina	7838522.68	328051.54	24S
	EMEF Antônio Nicchio - Colatina	7840106.6	328816.57	24S
	EEEFM Rubens Rangel - Colatina	7838772.43	328527.91	24S
	APAE Colatina	7838661.37	328079.59	24S
	EMEF Dr. Octaviano Manhaes - Colatina	7838631.55	328100.17	24S



Classificação	Nome	Latitude (Sul)	Longitude (Este)	Fuso
	CEEFMTI Conde Linhares	7839321.26	329276.92	24S
	EEEFM Aristides Freire	7839219.86	329135.75	24S
	PEM Marcelo Correa	7839004.33	328684.06	24S
Hospital	Hospital e Maternidade Sílvio Avidos	7838997.58	328810.74	24S
	Hospital Unimed Noroeste Capixaba	7838815.89	328369.96	24S
	Casa de Saúde Santa Maria	7838768.44	328398.74	24S
	São Bernardo Apart Ciê-nicas	7838987.6	328717.17	24S
	Unesc Saúde	7839674.25	326222.95	24S



REFERÊNCIAS

ABRAGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas hidrelétricas – v3.0. Belo Horizonte, Outubro, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução nº 236, de 30 de janeiro de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução nº 121, de 09 de maio de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens Vol. 4 – Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência (PAE). 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução nº 1.064, de 02 de maio de 2023.

Decreto Federal nº 11.310, de 26 de Dezembro de 2022.

Lei Federal nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010. Brasília, 2010.

Lei Federal nº 12.608 de 10 de Abril de 2012. Brasília, 2012.

Lei Federal nº 14.066 de 30 de Setembro de 2020. Brasília, 2020.

Lei Complementar nº 912 de 05 de Junho de 2019. Vitória, ES, 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – LISTA CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS

Quadro 11. Lista de contatos Internos e Externos.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0001-1	983-MAS-AP-PAE-0001-1.pdf

APÊNDICE 2 – PLANO DE COMUNICAÇÃO

Quadro 12. Plano de Comunicação.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0002-0	983-MAS-AP-PAE-0002-0.pdf

APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE

Quadro 13. Plano e Registro de Treinamento do PAE.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0003-0	983-MAS-AP-PAE-0003-0.pdf

APÊNDICE 4 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM

Quadro 14. Monitoramento e Controle de Estabilidade.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0004-0	983-MAS-AP-PAE-0004-0.pdf

APÊNDICE 5 – FICHAS DE AÇÃO

Quadro 15. Fichas de Ação.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0005-0	983-MAS-AP-PAE-0005-0.pdf

APÊNDICE 6 – FORMULÁRIOS-TIPO

Quadro 16. Formulários-tipo.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0006-0	983-MAS-AP-PAE-0006-0.pdf

APÊNDICE 7 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA

Quadro 17. Estudo de Ruptura Hipotética.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0007-0	983-MAS-AP-PAE-0007-0.pdf



APÊNDICE 8 – CARTAS DE INUNDAÇÃO

Quadro 18. Cartas de Inundação.

Código	Descrição
983-MAS-DES-TR-0001-0	Carta de Inundação - TR 2 anos
983-MAS-DES-TR-0002-0	Carta de Inundação - TR 5 anos
983-MAS-DES-TR-0003-0	Carta de Inundação - TR 10 anos
983-MAS-DES-TR-0004-0	Carta de Inundação - TR 25 anos
983-MAS-DES-TR-0005-0	Carta de Inundação - TR 50 anos
983-MAS-DES-TR-0006-0	Carta de Inundação - TR 100 anos
983-MAS-DES-TR-0007-0	Carta de Inundação - TR 500 anos
983-MAS-DES-TR-0008-0	Carta de Inundação - TR 1.000 anos
983-MAS-DES-TR-0009-0	Carta de Inundação - TR 10.000 anos (RPS)
983-MAS-DES-TR-0010-0	Carta de Inundação - TR 10.000 anos (UHE Aimorés)
983-MAS-DES-APMR-0001-0	Carta de Inundação - APMR RDC 01
983-MAS-DES-APMR-0002-0	Carta de Inundação - APMR RDC 02
983-MAS-DES-APMR-0003-0	Carta de Inundação - APMR RDC 03
983-MAS-DES-APMR-0004-0	Carta de Inundação - APMR RDC 04
983-MAS-DES-APMR-0005-0	Carta de Inundação - APMR RSC 01
983-MAS-DES-APMR-0006-0	Carta de Inundação - APMR RSC 01 + RDC 03
983-MAS-DES-ZAS-0001-0	Carta de Inundação - ZAS RDC 01
983-MAS-DES-ZAS-0002-0	Carta de Inundação - ZAS RDC 02
983-MAS-DES-ZAS-0003-0	Carta de Inundação - ZAS RDC 03
983-MAS-DES-ZAS-0004-0	Carta de Inundação - ZAS RDC 04
983-MAS-DES-ZAS-0005-0	Carta de Inundação - ZAS RSC 01
983-MAS-DES-ZAS-0006-0	Carta de Inundação - ZAS RSC 01 + RDC 03
983-MAS-DES-PER-0001-0	Carta de Inundação - PERIGO RDC 01
983-MAS-DES-PER-0002-0	Carta de Inundação - PERIGO RDC 02
983-MAS-DES-PER-0003-0	Carta de Inundação - PERIGO RDC 03
983-MAS-DES-PER-0004-0	Carta de Inundação - PERIGO RDC 04
983-MAS-DES-PER-0005-0	Carta de Inundação - PERIGO RSC 01
983-MAS-DES-PER-0006-0	Carta de Inundação - PERIGO RSC 01 + RDC 03

APÊNDICE 9 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA

Quadro 19. Pontos de Encontro e Rotas de Fuga.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0009-1	Carta de Pontos de Encontro e Rotas de Fuga

A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.



APÊNDICE 10 – CADERNO DE COORDENADAS DAS ESTRUTURAS VULNERÁVEIS

Quadro 20. Caderno de Coordenadas das Estruturas Vulneráveis.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0010-0	983-MAS-AP-PAE-0010-0.pdf

APÊNDICE 11 – ANÁLISE DE RISCO (FMEA E ÁRVORE DE EVENTOS)

Quadro 21. Análise de Risco (FMEA e Árvore de Eventos).

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0011-0	983-MAS-AP-PAE-0011-0.pdf

APÊNDICE 12 – GUIA DO PAE

Quadro 22. Guia do PAE.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0012-0	983-MAS-AP-PAE-0012-0.pdf

APÊNDICE 13 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Quadro 23. Entidades com cópia do PAE.

Código	Arquivo
983-MAS-AP-PAE-0013-0	983-MAS-AP-PAE-0013-0.pdf



CONTROLE DE ALTERAÇÕES

CARACTERÍSTICAS DO DOCUMENTO																	
Título do documento: Relatório Técnico – Plano de Ação de Emergência																	
Código do documento: 983-MAS-RT-PAE-0001																	
INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO QUADRO: A Revisão A marca o número total de páginas do documento. Revisão 0 e subsequentes: - Sem repaginação: Marcar somente a folha que sofreu alteração de conteúdo. - Com repaginação: Marcar a folha que sofreu alteração de conteúdo e todas as posteriores a esta.																	
Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06	Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06
1	x								2	x	x	x					
3	x								4	x	x						
5	x								6	x							
7	x	x							8	x	x	x					
9	x	x							10	x							
11	x	x	x						12	x	x	x					
13	x	x							14	x							
15	x	x							16	x							
17	x	x							18	x	x						
19	x								20	x	x						
21	x	x	x						22	x	x	x					
23	x	x							24	x	x						
25	x	x							26	x	x						
27	x	x							28	x	x						
29	x	x							30	x	x	x					
31	x	x							32	x	x						
33	x	x							34	x	x	x					
35	x	x	x						36	x	x	x					
37	x	x							38	x	x	x					
39	x	x							40	x	x						
41	x	x							42	x	x						
43	x	x							44	x	x						
45	x	x							46	x	x						
47	x	x							48	x	x						
49	x	x							50	x	x						
51	x	x							52	x	x						
53	x	x							54	x	x						
55	x	x	x						56	x	x						
57	x	x							58	x	x						
59	x	x							60	x	x						
61	x	x							62	-	x						
63	-	x							64	-	x						
65	-	x							66	-	-						