

 FRACTAL ENGENHARIA	 VOTORANTIM cimentos	BARRAGEM PEDRA DO CAVALO		
TÍTULO PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM VOLUME VI - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA		Nº FRACTAL 1234-PCV-RT-PAE-0001	REV. 0	FOLHA 2/63
		Nº CLIENTE: SB2405-PCV-PA-00-RT-0001-0B		VERSÃO 07

REVISÕES – FORNECEDOR

TE: TIPO	A - PRELIMINAR	D - PARA COTAÇÃO	G - CONFORME CONSTRUÍDO	M - APROVADO C
DE	B - PARA APROVAÇÃO	E - PARA CONSTRUÇÃO	H - CANCELADO	COMENTÁRIOS
EMIÇÃO	C - P/ CONHECIMENTO	F - CONFORME COMPRADO	L - APROVADO	N - NÃO APROVADO
				O - CERTIFICADO

Versão	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr	Data
07	A	Atualização do documento e do estudo de ruptura	LPO	GCM	PGL	08/11/2024
07	B	Atendimento a comentários e alterações textuais	LPO	GCM	PGL	02/12/2024
07	0	Atendimento a comentários e emissão oficial	LPO	GCM	PGL	19/12/2024

DocuSigned by:

Oswaldo Ayres Filho

65F451582CF0407...

Oswaldo Ayres Filho

Responsável Legal

Votorantim Cimentos N.NE. S.A.

Diretor Presidente

DocuSigned by:

Elton Murbach Koga

7727B7CAD9974CE...

Elton Murbach Koga

Responsável Técnico

Votorantim Cimentos N.NE. S.A.

DocuSigned by:

DEJAIR SILVA DE LIMA

221D4F2F4973431...

Dejair Silva de Lima

Coordenador do PAE

Votorantim Cimentos N.NE. S.A

Gerente de Usina – UHE Pedra do Cavalo

PEDRO GUILHERME DE
LARA:05147932950

Assinado de forma digital por

PEDRO GUILHERME DE

LARA:05147932950

Dados: 2024.12.09 17:49:06 -03'00'

Pedro Guilherme de Lara

Responsável pela elaboração do PAE

Fractal Engenharia e Sistemas

COO

SUMÁRIO

1	SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM	8
1.1	APRESENTAÇÃO	8
1.2	OBJETIVO	10
1.3	EQUIPE DE SEGURANÇA	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	13
1.6.1	Descrição da barragem e estruturas associadas	13
1.6.2	Localização e acesso	18
1.6.3	Características geológicas, topográficas e sísmicas	22
1.7	APROVEITAMENTOS NA CASCATA	22
1.8	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM	22
1.8.1	Sistema de comunicação	22
1.8.2	Alimentação de Energia	22
1.8.3	Recursos mobilizáveis em situações de emergência	22
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	Riscos Hidrológicos (cheias e inundações naturais)	25
2.2.2	Riscos Estruturais	29
2.3	PROCESSO DE GESTÃO DA SEGURANÇA	32
3	SEÇÃO III – PROCEDIMENTO DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA	34
3.1	NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA	34
3.1.1	Notificação dos agentes internos	34
3.1.2	Notificação dos agentes externos	35
3.2	SISTEMA DE ALERTA	40
4	SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE	42
4.1	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR	42
4.2	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE	43
4.3	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DO EMPREENDIMENTO	44
4.4	RESPONSABILIDADES DAS PREFEITURAS	45
4.5	RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA MILITAR	45
4.6	SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL	45
4.6.1	Proteção e Defesa Civil – Estados e Municípios	47
5	SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO	49
5.1	MODELAGEM DA RUPTURA HIPOTÉTICA	49

5.2	DADOS UTILIZADOS.....	50
5.3	HIPÓTESE E PROVÁVEIS MODOS DE RUPTURA	51
5.4	PROPAGAÇÃO HIDRÁULICA DA ONDA DE RUPTURA.....	51
5.5	ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)	53
5.6	ZONA SECUNDÁRIA DE SALVAMENTO (ZSS)	53
5.7	INDICAÇÃO DOS PONTOS DE SEGURANÇA.....	53
5.8	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA	55
5.9	RESTRIÇÕES LOCAIS	55
6	SEÇÃO VI – MEDIDAS PARA REGASTE DE ATINGIDOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS	60
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICES	62
	APÊNDICE 1 – LISTA CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS.....	62
	APÊNDICE 2 – MAPA DO SISTEMA DE ALERTA.....	62
	APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE	62
	APÊNDICE 4 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM	62
	APÊNDICE 5 – FICHAS DE AÇÃO	62
	APÊNDICE 6 – FORMULÁRIOS-TIPO.....	62
	APÊNDICE 7 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA	62
	APÊNDICE 8 – CARTAS DE INUNDAÇÃO.....	63
	APÊNDICE 9 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA.....	63
	APÊNDICE 10 – GUIA DO PAE	63
	APÊNDICE 11 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista Geral da barragem Pedra do Cavalo.	14
Figura 2. Mapa de Localização - barragem Pedra do Cavalo.	19
Figura 3. Mapa de localização da barragem Pedra do Cavalo.	21
Figura 4. Classificação de risco hidrológico (cheias naturais) - Sem risco à segurança da barragem.	27
Figura 5. Sistema de Gestão de Emergência.	33
Figura 6. Fluxograma de notificação.	39
Figura 7. Placa de rota de fuga.	54
Figura 8. Placa de ponto de encontro.	54
Figura 9. Cotograma na Ponte do Rio Paraguaçu - RDC 1.	56
Figura 10. Cotograma na Ponte do Rio Paraguaçu - RDC 2.	56
Figura 11. Cotograma na ponte Ponte do Rio Paraguaçu - RDC 3.	57
Figura 12. Cotograma na Ponte do Rio Paraguaçu - RDC 4.	57
Figura 13. Cotograma na Ponte Dom Pedro II - RDC 1.	58
Figura 14. Cotograma na Ponte Dom Pedro II - RDC 2.	58
Figura 15. Cotograma na Ponte Dom Pedro II - RDC 3.	59
Figura 16. Cotograma na Ponte Dom Pedro II - RDC 4.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de atingidos no vale a jusante – ZAS.	55
Tabela 2. Resumo hidráulico – Ponte do Rio Paraguaçu.	56
Tabela 3. Resumo hidráulico – Ponte Dom Pedro II.	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Equipe de Segurança da Barragem Pedra do Cavalo.	12
Quadro 2. Ficha Técnica da Barragem Pedra do Cavalo.	14
Quadro 3. Equipamentos disponíveis em situações de Emergência.	22
Quadro 4. Fornecedores de materiais mobilizáveis em situações de Emergência.	23
Quadro 5. Cores padrões dos níveis de resposta.	24
Quadro 6. Níveis de Segurança quanto ao risco hidrológico.	28
Quadro 7. Situações de Emergência - Barragem de terra/enrocamento.	29
Quadro 8 – Níveis de resposta quanto ao risco estrutural	31
Quadro 9. Plano de Comunicação.	40
Quadro 10. Localização das Estações Remotas no vale a jusante da Barragem Pedra do Cavalo	41

Quadro 11. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.	50
Quadro 12. Propagação da onda de ruptura.	52
Quadro 13. Lista de contatos Internos e Externos.	62
Quadro 14. Mapa do sistema de alerta.	62
Quadro 15. Plano e Registro de Treinamento do PAE.	62
Quadro 16. Monitoramento e Controle de Estabilidade.	62
Quadro 17. Fichas de Ação.	62
Quadro 18. Formulários-tipo.	62
Quadro 19. Estudo de Ruptura Hipotética.	62
Quadro 20. Cartas de Inundação.	63
Quadro 21. Pontos de Encontro e Rotas de Fuga.	63
Quadro 22. Guia do PAE.	63
Quadro 23. Entidades com cópia do PAE.	63

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 Barragem Pedra do Cavalo, concessionada à Votorantim Cimentos N.NE. S.A., justifica-se pelo seu enquadramento na **CLASSE B**, apresentando Risco Baixo e Dano Potencial Associado Alto.

O PAE da Barragem Pedra do Cavalo 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: Mapa do sistema de alerta

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: Guia do PAE;

Apêndice 11: Entidades com cópia do PAE.

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

O PAE da Barragem Pedra do Cavalo deverá ser atualizado sempre que houver alguma mudança expressiva² em seu conteúdo, como atualização de telefones de contato ou outras ocorrências relevantes, tais como mudanças nos membros da equipe, danos na estrutura civil, falhas em equipamentos eletromecânicos que interfiram na segurança da barragem, dentre outros.

Estas alterações estão em conformidade com o disposto na Lei Federal nº 14.066/2020, 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 início 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 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 14.066/2020, 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;

² ABRAGE, 2017.

- (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 EQUIPE DE SEGURANÇA

A Barragem Pedra do Cavalo 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 14.066/2020, 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 no centro corporativo da Votorantim Cimentos, 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 Barragem Pedra do Cavalo³.

Área	Cargo	Nome	Telefones	E-mail
Empreendedor	Diretor Presidente	Osvaldo Ayres Filho	(11) 4572 4000	-
Coordenador do PAE e Gerente do CCG	Gerente da UHE Pedra do Cavalo	Dejair Silva de Lima	(75) 3425-8600	-
Operação e Manutenção e Coordenador do PAE Suplente	Supervisor de Operação e Manutenção da UHE Pedra do Cavalo	Gilson José de Almeida Mendes Junior	(75) 3425-8600	-
Coorporativo	Consultor de barragens	Elton Murbach Koga	(11) 4572 4000	-

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 (Votorantim Cimentos) 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.

Ressalta-se que os contatos internos e externos devem ser validados anualmente.

1.5 RELAÇÃO DAS ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Em conformidade com o § 1º do Art. 12 da Lei Federal nº 14.066/2020, o PAE deverá estar disponível no site do empreendedor e ser mantido, em meio digital, no SNISB e, em

³ Alguns dados foram omitidos em atendimento a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/18).

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 11 – 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 Barragem Pedra do Cavalo, atualmente operada pela Votorantim Cimentos N.NE. S.A., foi concluída em 1985 e iniciou sua operação de geração de energia em 2004. Localizada no rio Paraguaçu, esta usina conta com 2 (duas) unidades geradoras, totalizando 160,00 MW de potência instalada.

O empreendimento é constituído por um barramento de enrocamento com núcleo de argila, com altura máxima de 142 m e comprimento de crista de 470 m. Além disso, também conta com o dique 1, composto pelo mesmo material do barramento, e os diques 2 e 3, em solo compactado. Seu reservatório possui 157,50 km² de área inundada e 4.149,01 hm³ de volume reservado no N.A Máximo Normal (El. 120,00 m).

O sistema extravasor da barragem Pedra do Cavalo é composto por vertedouro do tipo superfície com controle, com cinco vãos controlados por comportas segmento de acionamento hidráulico. Sua capacidade máxima de descarga de 12.000 m³/s.

O circuito hidráulico de geração, tem início pela tomada d'água, acionada por servomotor hidráulico. A água aduzida é transportada mediante conduto circular de 4,50 m de diâmetro por cerca de 122,00 m até o conduto forçado que alimentará a unidade geradora.

A casa de força encontra-se localizada na margem esquerda do rio Paraguaçu, abrigando dois geradores de eixo vertical com turbinas Francis. A usina possui 2 turbinas com potência nominal de 82,65 MW e vazão máxima de 85,20 m³/s, operando com uma queda bruta de 116,10 m e com rotação nominal de 257,14 rpm.

Em resumo, o empreendimento de Pedra do Cavalo é composto de:

- Barragem tipo enrocamento com núcleo de argila;
- Dois diques de solo compactado;
- Um dique de enrocamento com núcleo de argila;
- Tomada d'água; e
- Vertedouro tipo superfície com controle.

Fazem parte do empreendimento, ainda:

- Túnel de desvio;
- Galeria de injeção;
- Túneis forçados;
- Conduitos forçados; e
- Casa de Força.

A Figura 1 ilustra o arranjo geral do empreendimento.

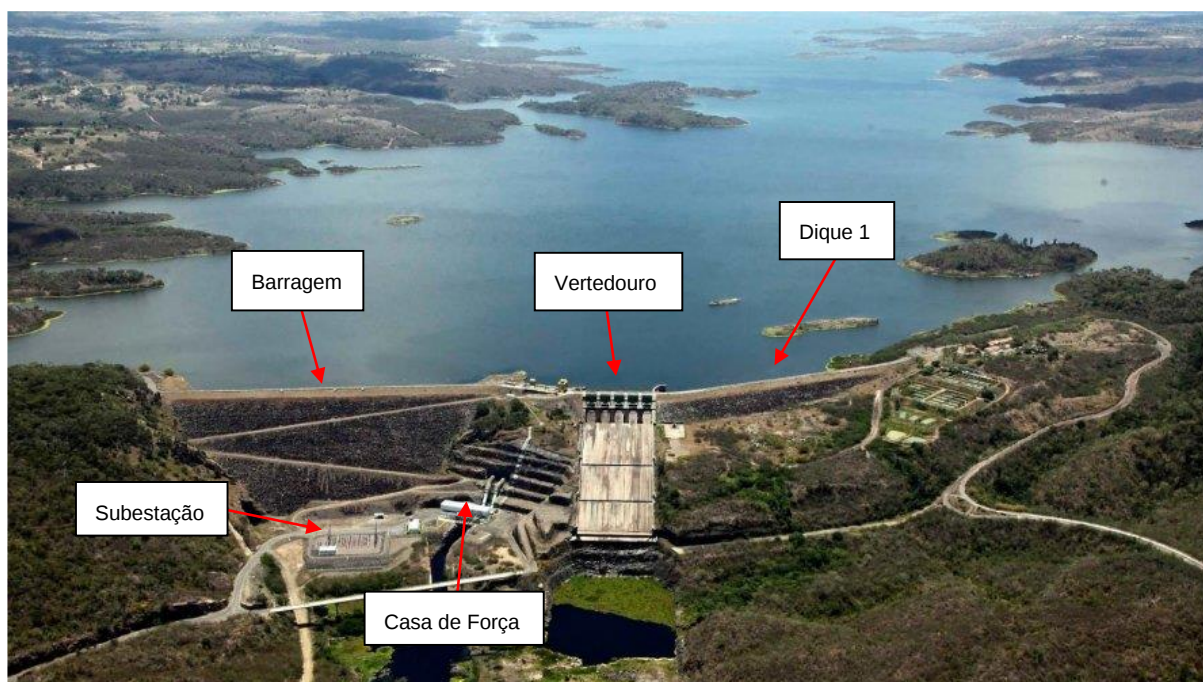


Figura 1. Vista Geral da barragem Pedra do Cavalo.
Fonte: Prosenge Projetos e Engenharia (2022).

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 Votorantim Cimentos, 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 barragem Pedra do Cavalo 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 Barragem Pedra do Cavalo.

(1) Geral	
Nome do barramento	UHE Pedra do Cavalo
Empreendedor	Votorantim Cimentos N.NE. S.A.
Conclusão do barramento	1985

Idade	36 anos
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Localização	
- Curso de água barrado	Rio Paraguaçu
- Município	Cachoeira e Governador Mangabeira
- Unidade da Federação	Bahia (BA)
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 12°35'11,04"S Long. 39°0'1,17"O
- Existência de barragens a montante	Sim
- Existência de barragens a jusante:	Não
(2) Reservatório	
Tempo de residência	NDA*
Vida útil do reservatório	NDA*
Vazão média [m³/s] - QMLT	106,00 m³/s
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	124,00
- Máximo Normal (Mai-Out) [m-IBGE]	120,00
- Normal (Mai) [m-IBGE]	119,50
- Normal (Nov) [m-IBGE]	119,00
- Normal (Dez-Mar) [m-IBGE]	114,50
- Mínimo Normal [m-IBGE]	106,00
NA Jusante	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	16,00
- Máximo Normal [m-IBGE]	7,60
- Mínimo Normal [m-IBGE]	3,90
Áreas Inundadas	
- No NA Máximo Maximorum [km²]	185,90
- No NA Máximo Normal [km²]	157,50
- No NA 114,50 [km²]	132,00
- No NA Mínimo Normal [km²]	95,00
(2) Reservatório	
Volume do Reservatório:	
- No NA Máximo Maximorum [hm³]	4.836,82
- No N.A. Máximo Normal [hm³]	4.149,01
- No NA Mínimo Normal [hm³]	2.380,58
(3) Barragem	
Tipo	Enrocamento com núcleo de argila
Altura da Barragem [m]	142,00
Comprimento da Barragem [m]	470,00
Cota da Crista [m-IBGE]	126,00

Largura da Crista [m]	9,70
Fundação	Gnaisse
(4) Galeria de Injeção	
Tipo	Rocha
Comprimento [m]	351,70
Seção	Arco-Retângulo
Acessos	3
(5) Dique 1	
Tipo	Enrocamento com núcleo de argila
(5) Dique 1	
Altura Máxima [m]	26,50
Comprimento [m]	435,00
Cota da Crista [m-IBGE]	126,10
Largura da Crista [m]	9,00
Fundação	Gnaisse
(6) Dique 2	
Tipo	Solo Compactado
Altura Máxima [m]	20,00
Comprimento [m]	200,00
Cota da Crista [m-IBGE]	126,00
Largura da Crista [m]	8,50
Fundação	Gnaisse
(7) Dique 3	
Tipo	Terra Homogênea
Altura Máxima [m]	6,00
Comprimento [m]	45,00
Cota da Crista [m-IBGE]	125,80
Largura da Crista [m]	10,00
Fundação	Gnaisse
(8) Túnel de Desvio	
Tipo	Rocha com plug de concreto
Quantidade	2
Comprimento [m]	446,00 e 380,00
Tamanho do Plug [m]	14,00 x 14,00
(9) Vertedouro	
- Tipo	Vertedouro Superfície com Controle
- Vazão de Projeto [m³/s]	12.000,00
- Cota da Soleira [m]	106,00
- Comprimento Total [m]	306,00

- Número de Vãos 5

Comportas

- Número de Comportas 5
- Tipo de Comportas Segmento
- Largura das Comportas [m] 15,00
- Altura das Comportas [m] 18,00

(10) Tomada d'Água

- Tipo Gravidade
- Cota da Soleira [m] 84,13
- Comprimento [m] 23,72

Comportas

Tipo Vagão
- Número de Comportas 4,00
- Largura [m] 5,56
- Altura [m] 6,81
- Acionamento Hidráulico

(11) Adução

- Tipo Conduto
- Comprimento Total [m] 122,00
- Diâmetro [m] 4,50
- Fundação Basalto

(12) Túneis Forçados

- Quantidade 2
- Seção Arco-Retângulo
- Largura [m] 106,50
- Altura [m] 7,40

(13) Condutos Forçado

- Tipo Metálico
- Quantidade 2
- Seção Circular
- Diâmetro [m] 4,00

(14) Casa de Força

- Tipo Abrigada
- Número de Unidades Geradoras 2

(14) Casa de Força

Turbinas Hidráulicas

- Tipo Francis de Eixo Vertical
- Número de Unidades 2
- Potência Nominal Unitária [MW] 82,65

- Vazão Nominal Unitária [m³/s]	85,20
- Rotação Síncrona [rpm]	257,14
(15) Estudos Energéticos	
- Potência da Usina [MW]	160,00
- Energia Firme [MW]	56,40
- Queda Bruta [m]	116,10
(16) Bacia Hidrográfica	
- Bacia (ANEEL)	5 – Atlântico Leste
- Sub-Bacia (ANEEL)	51 – Jequirica, Paraguaçu e outros
- Área de drenagem [km²]	53.108,00
- Municípios pertencentes à bacia	Morro do Chapéu, Piritiba, Várzea da Roça, Gavião, São Domingos (BA)
(17) Dados Hidrometeorológicos¹	
- Vazão média de longo termo [m³/s]	97,00
- Vazão mínima média mensal [m³/s]	3,00
- Vazão máxima de projeto do vertedouro – 10 anos [m³/s]	2.857,00
- Vazão máxima de projeto do vertedouro – 100 anos [m³/s]	5.618,00
- Vazão máxima de projeto do vertedouro – 500 anos [m³/s]	7.548,00
- Vazão máxima de projeto do vertedouro - 1.000 anos [m³/s]	8.380,00
- Vazão máxima de projeto do vertedouro - 10.000 anos [m³/s]	11.140,00
Período do histórico de vazões	1960 a 2019

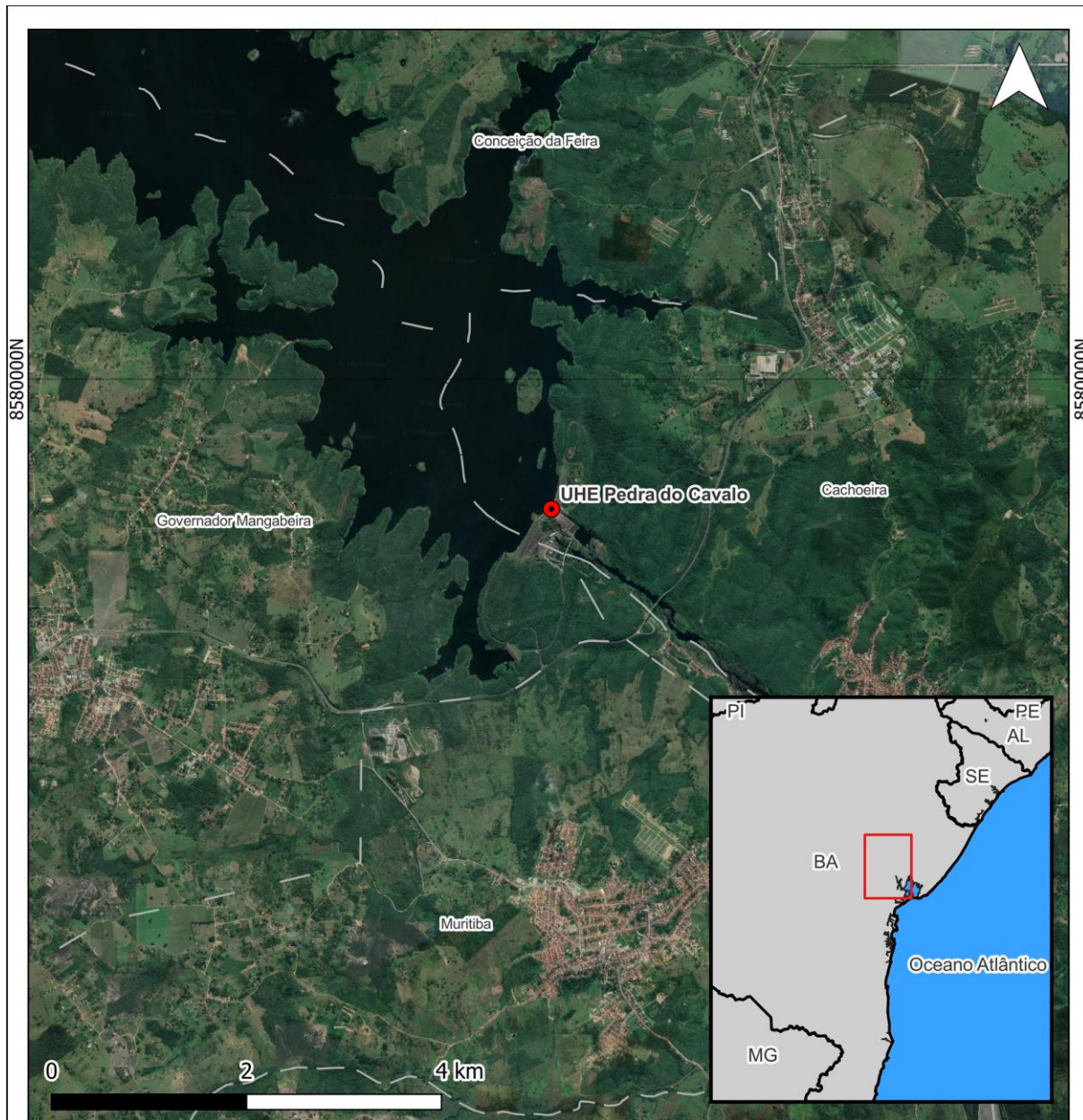
¹ Dados conforme Revisão Periódica de Segurança de Barragem (2022).

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

1.6.2 Localização e acesso

A barragem Pedra do Cavalo está situada entre os municípios de Cachoeira e Governador Mangabeira, no estado da Bahia, nas coordenadas 12°35'11,04" de latitude Sul e 39°0'1,17" de longitude Oeste.

O mapa de localização da barragem Pedra do Cavalo está apresentado na Figura 2.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO UHE PEDRA DO CAVALO

Legenda

- UHE Pedra do Cavalo
- Limites Municipais
- Limites Estaduais

- Fontes:
Limites Geográficos: IBGE (2022)
Aproveitamentos Hidrelétricos: ANEEL/SIGEL (2023)
Mapa base: Google (2024)

- Datum Horizontal: SIRGAS 2000, Zone 24S
- Executado por Fractal Engenharia: 2024

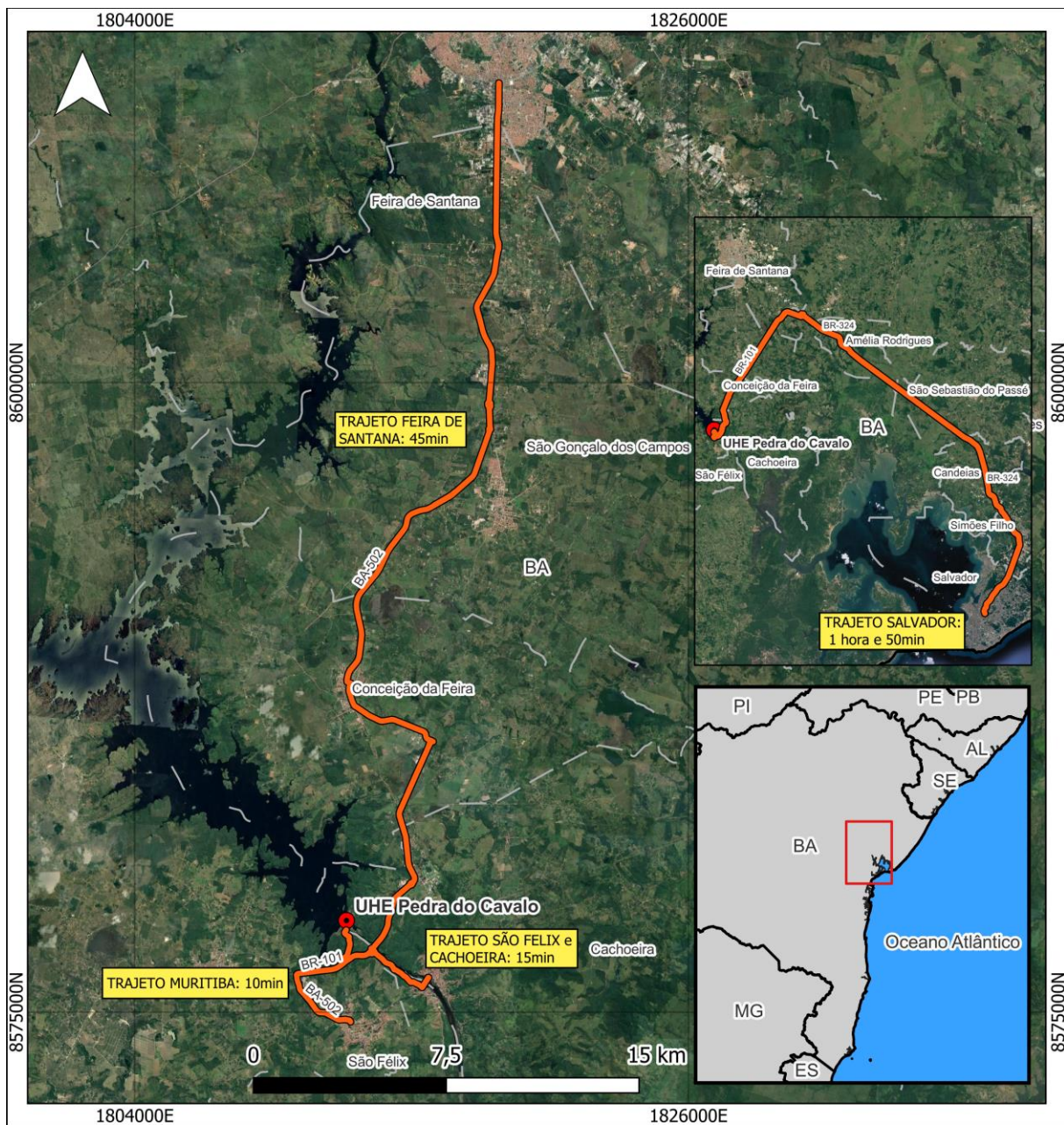
Figura 2. Mapa de Localização - barragem Pedra do Cavalo.

A barragem Pedra do Cavalo dista cerca de 4 km das cidades históricas de Cachoeira e São Félix e o acesso principal é a BR 101. Através da BR 101, a distância da cidade de

Cruz das Almas é de 17 km e 45 km da cidade de Feira de Santana através das BR 101 e BA 502. A distância da capital do estado, Salvador, até a barragem é de 130 km pelas rodovias das BR 324 e BR 101.

Na região está situado o aeroporto internacional Luiz Eduardo Magalhães, localizado em Salvador, um aeroporto em Feira de Santana e um heliponto junto à usina. Além disso, existe a estrada ferroviária, Ferrovia Centro Atlântico S.A., que passa pelas cidades de Cachoeira e São Félix.

A Figura 3 apresenta o mapa de acesso para a barragem Pedra do Cavalo.



MAPA DE ACESSO UHE PEDRA DO CAVALO

Legenda

- UHE Pedra do Cavalo
- Rodovias
- Limites Municipais
- Limites Estaduais

- Fontes:
- Limites Geográficos: IBGE (2022)
- Aproveitamentos Hidrelétricos: ANEEL/SIGEL (2023)
- Rodovias: IBGE (2022)
- Mapa base: Google (2024)
- Datum Horizontal: SIRGAS 2000, Zone 24S
- Executado por Fractal Engenharia: 2024

Figura 3. Mapa de localização da barragem Pedra do Cavalo.

1.6.3 Características geológicas, topográficas e sísmicas

As condições geológicas e topográficas regionais não apresentam nenhum indício ou anomalia que leve à possibilidade da ocorrência de algum risco na região do barramento. A ocorrência de eventos naturais como abalos sísmicos de grande magnitude são praticamente descartáveis nesta região, uma vez que esta encontra-se em região de baixa atividade sísmica.

1.7 APROVEITAMENTOS NA CASCATA

Não existe usina implantada no Rio Paraguaçu a jusante da barragem Pedra do Cavalo.

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 barragem Pedra do Cavalo é composto por com telefonia fixa, móvel (celulares) e rádios.

1.8.2 Alimentação de Energia

A iluminação em caso de emergência deve ser obtida com a instalação de refletores alimentados pela rede elétrica do barramento. Caso a rede elétrica não esteja energizada a alimentação da iluminação pode ser realizada por geradores portáteis. Em ambos os casos, o empreendimento dispõe de lanternas para uso 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 barragem Pedra do Cavalo.

Quadro 3. Equipamentos disponíveis em situações de Emergência.

Ferramentas/Equipamentos	Quantidade
Veículos leves	7
Rádio Comunicador Portátil	10
Kit de Emergência Ambiental	2
Extintores de combate a incêndio	126
Hidrantes	10

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

Prestador de Serviço	Endereço	Contato	Tempo/distância até a unidade/complexo
Posto Petrobras*	Cachoeira	(75) 98892-9178	15 min
Cedraz Transportes, Materiais de Construção e Aluguel de Máquinas	Cachoeira	(75) 3425-1712	18 min
Posto Petrobras	São Felix	(75) 3438-4566	16 min
Diva Materiais de Construção	Maragogipe	(75) 3526-1315	54 min
Cerqueira Home Center Presidente	Feira de Santana	(75) 3322-5000	47 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 barragem Pedra do Cavalo, ocorre mediante monitoramento e acompanhamento dos riscos hidrológicos e dos riscos estruturais, conforme as 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 barragem.

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.

Quadro 5. Cores padrões dos níveis de resposta.

SITUAÇÃO DE RISCO ESTRUTURAL	SITUAÇÃO DE RISCO HIDROLÓGICO
NORMAL: NÍVEL 0 - VERDE <i>"Quando não houver anomalias ou contingências, ou as que existirem não comprometem a segurança da barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ou reparadas ao longo do tempo."</i>	CHEIA: NÍVEL AZUL <i>"Quando eventos hidrológicos extremos naturais ocorrem e estão sendo monitorados, aumentando os níveis no reservatório e demandando o vertimento da estrutura. Há risco de inundação do vale a jusante. Não há risco estrutural para a barragem e suas estruturas associadas."</i>
ATENÇÃO: NÍVEL 1 - AMARELO <i>"Quando as anomalias ou contingências não comprometem a segurança da barragem no curto prazo, mas exigem intensificação de monitoramento, controle ou reparo no médio ou longo prazos."</i>	
ALERTA: NÍVEL 2 - LARANJA <i>"Quando as anomalias ou contingências representam risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança."</i>	
EMERGÊNCIA 1: NÍVEL 3 - VERMELHO CLARO <i>"Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos na barragem representem risco a segurança da estrutura que demandam a retirada dos possíveis atingidos, mas podem ser tomadas providências para a eliminação do problema."</i>	
EMERGÊNCIA 2: NÍVEL 4 - VERMELHO ESCURO <i>"Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos na barragem representem risco de ruptura iminente que demandam a retirada dos possíveis atingidos sem possibilidade de providências para a eliminação do problema."</i>	

Fonte: Adaptado de ANEEL nº 1064/2023.

No Plano de Ação de Emergência e na curva de Operação, o nível Emergência foi adaptado e dividido em 2 subníveis, Vermelho Claro e Vermelho Escuro:

- **Vermelho Claro** – Esta condição se caracteriza pela necessidade de autoevacuação dos atingidos na Zona de Autossalvamento (ZAS), bem como pelo alerta da Defesa Civil devido à ocorrência de um problema na estrutura do barramento que pode ocasionar o rompimento. Contudo, neste caso, o rompimento pode ser evitado com as manutenções corretas;
- **Vermelho Escuro** – Nesta condição, é necessária a autoevacuação urgente dos atingidos na Zona de Autossalvamento (ZAS), bem como o alerta para a Defesa Civil sobre a eminência ou a ocorrência do rompimento. Neste cenário, as patologias na estrutura não permitem a recuperação.

A Figura 5 sumariza os níveis apresentados anteriormente, inserindo-os no sistema de Gestão de Segurança interno da barragem Pedra do Cavalo. 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 Pedra do Cavalo, com o auxílio, quando necessário, de outros membros da Votorantim Cimentos ou consultores externos.

A seguir são apresentados os indicadores para avaliação dos riscos hidrológicos (sem risco à segurança do barramento) e riscos estruturais.

2.2.1 Riscos Hidrológicos (cheias e inundações naturais)

Os riscos hidrológicos estão associados à ocorrência de cheias naturais que elevam o nível d'água no reservatório, causam o vertimento e podem provocar inundações no vale a jusante. **Nesse cenário, se não forem observadas anomalias nas estruturas e seu entorno, e a instrumentação não indicar comportamento diferente do esperado frente às variações de carregamento, não há risco à segurança da barragem, estando a mesma em situação estrutural NORMAL.**

Para a situação de cheia natural, a Defesa Civil deve ser notificada para salvaguardar a população a jusante seguindo os procedimentos definidos no PLANCON.

A Figura 4 ilustra a relação Cota x Vazão que define diferentes níveis de cheias considerando a vazão defluente. São identificados 5 níveis de ação:

- **CHEIA 0/NORMAL:** Este nível se mantém até uma vazão defluente de 1.500 m³/s. Neste cenário, não há necessidade de comunicação com agentes externos, pois não há inundação significativa a jusante. **Destaca-se que essa classificação de nível de cheia é válida apenas no caso da não identificação de anomalias na estrutura e seus entornos, bem como na observância de comportamento da instrumentação instalada de acordo com a carga hidráulica do reservatório;**
- **CHEIA 1:** Este nível corresponde a faixa de vazões defluentes acima de 1.500 m³/s até 2.857 m³/s (TR 10 anos). Neste cenário, há comunicação externa com as Defesas Cíveis e ANEEL da possibilidade de inundações naturais no vale a jusante. **Destaca-se que essa classificação de nível de cheia é válida apenas no caso da não identificação de anomalias na estrutura e seus entornos, bem como na observância comportamento da instrumentação instalada de acordo com a carga hidráulica do reservatório;**
- **CHEIA 2:** Este nível corresponde a faixa de vazões defluentes acima de 2.857 m³/s (TR 10 anos) até 5.618 m³/s (TR 100 anos). Neste cenário, há comunicação para as Defesas Cíveis e ANEEL da ocorrência de inundações naturais no vale a jusante. **Destaca-se que essa classificação de nível de cheia é válida apenas no caso da não identificação de anomalias na estrutura e seus entornos,**

bem como na observância comportamento da instrumentação instalada de acordo com a carga hidráulica do reservatório;

- **CHEIA 3:** Este nível corresponde a faixa de vazões defluentes acima de 5.618 m³/s (TR 100 anos) até 12.000 m³/s (capacidade máxima do vertedouro). Neste cenário, há comunicação para as Defesas Civas e ANEEL da ocorrência de inundações naturais no vale a jusante. **Destaca-se que essa classificação de nível de cheia é válida apenas no caso da não identificação de anomalias na estrutura e seus entornos, bem como na observância comportamento da instrumentação instalada de acordo com a carga hidráulica do reservatório;**
- **RISCO ESTRUTURAL:** Este nível corresponde a uma vazão acima de 12.000 m³/s (capacidade máxima do vertedouro). Neste cenário, há comunicação para as Defesas Civas e ANEEL da ocorrência de inundações naturais no vale a jusante. Destaca-se que **há risco potencial à segurança da barragem, cabendo à equipe da barragem Pedra do Cavalo analisar a situação e as medidas a serem tomadas de acordo com a seção 2.2.2.** No caso do risco estrutural associado a cheias superiores à 12.000 m³/s, o nível de resposta do PAE é condicionado à **ALERTA** ou **EMERGÊNCIA**, em função das condicionantes da estrutura (instrumentação, anomalias, acessos etc.) e das condicionantes hidrológicas previstas (previsão de diminuição ou de aumento das afluências do reservatório).

Para notificação formal (escrita) da ocorrência de cheias naturais, pode-se utilizar as mensagens padrão do APÊNDICE 6 – FORMULÁRIOS-TIPO.

Caso identifique-se situação em que a defluência do reservatório está acima de 12.000 m³/s, seguir os procedimentos descritos na **seção 2.2.2.**

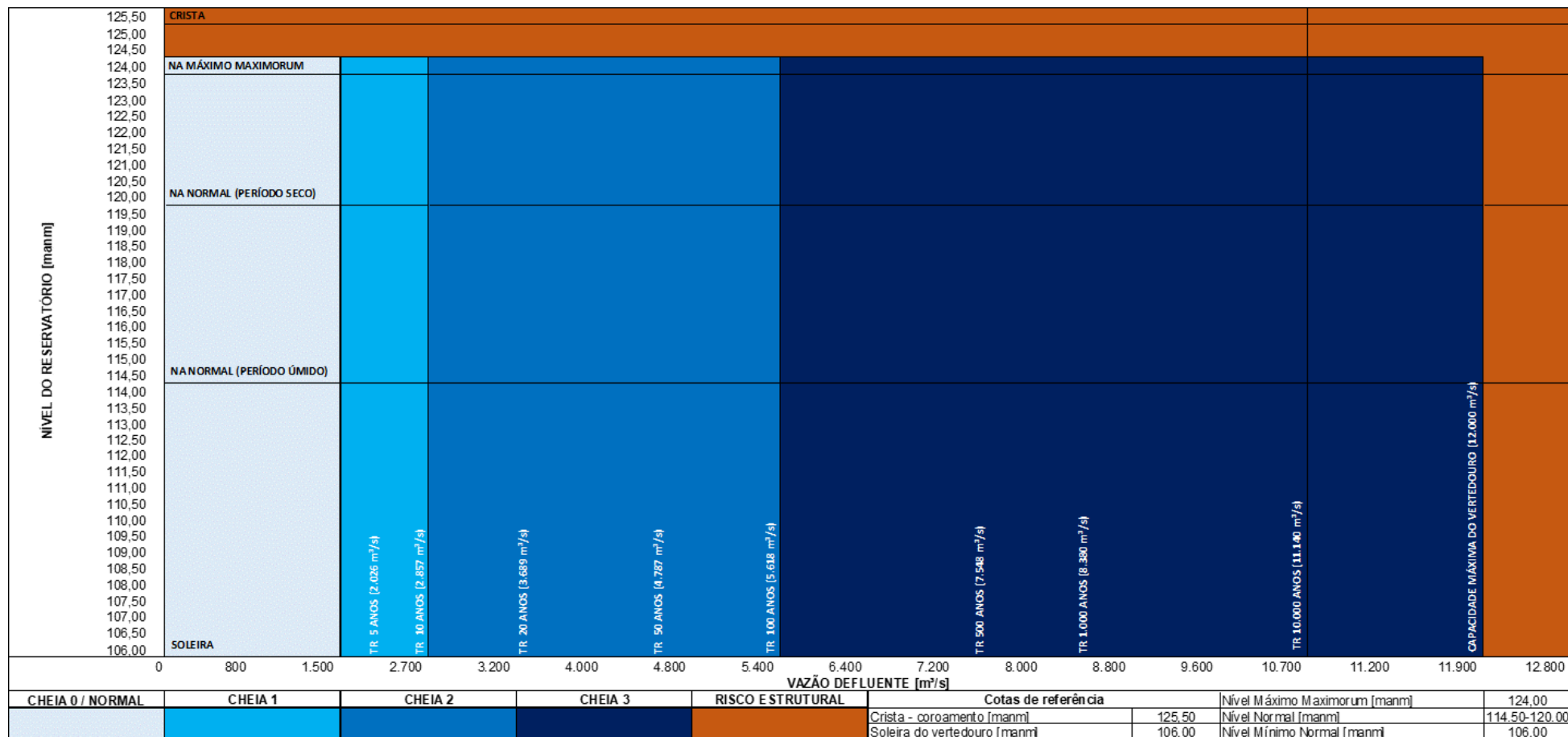


Figura 4. Classificação de risco hidrológico (cheias naturais)⁴ - Sem risco à segurança da barragem.

⁴ Diagrama meramente para fins de visualização. A operação do reservatório e vertedouro deve seguir estritamente a regra operacional vigente.

Quadro 6. Níveis de Segurança quanto ao risco hidrológico.

CHEIA 0 / NORMAL Operação normal das estruturas de descarga	Vertimentos até 1.500 m ³ /s – Realizar o monitoramento das precipitações, deplecionamento controlado e análise das previsões de chuva para controle do nível do reservatório
CHEIA 1 Localidades com possibilidade de alagamento nas cidades Cachoeira e São Felix	Vertimentos de 1.500 até 2.857 m ³ /s (TR até 10 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com possibilidade de alagamento em localidades dos municípios com antecedência de pelo menos 48 horas para possibilitar a retirada da população das áreas de alague. Análise do sistema de monitoramento e das previsões de chuva para controle do nível do reservatório;
CHEIA 2 Localidades com possibilidade de alagamento nas cidades Cachoeira, São Felix e Maragogipe	Vertimentos de 2.857 até 5.618 m ³ /s (TR entre 10 e 100 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades dos municípios com antecedência de pelo menos 48 horas para possibilitar a retirada da população das áreas de alague, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas.
CHEIA 3 Localidades com alagamento nas cidades Cachoeira, São Felix e Maragogipe	Vertimentos de 5.618 até 12.000 m ³ /s (TR entre 100 e capacidade máxima do vertedouro) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades dos municípios com antecedência de pelo menos 48 horas para possibilitar a retirada da população das áreas de alague, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas.
RISCO ESTRUTURAL Localidades com alagamento nas cidades Cachoeira, São Felix e Maragogipe. Superada a capacidade máxima do vertedouro e necessária avaliação da estrutura pela equipe de segurança da barragem.	Vertimentos superiores a 12.000 m ³ /s (capacidade máxima do vertedouro) – Aviso aos agentes externos da condição de risco estrutural com alagamento em localidades dos municípios e retirar toda população localizada na ZAS. Nesta situação, cabe à equipe de segurança da barragem Pedra do Cavalo analisar a situação e as medidas a serem tomadas de acordo com a seção 2.2.2 .

2.2.2 Riscos Estruturais

Os riscos estruturais estão relacionados com a mudança de comportamento da estrutura da barragem, que podem acarretar risco à sua estabilidade se não tratadas. A avaliação dos riscos estruturais é descrita a seguir.

2.2.2.1 Indicadores Qualitativos

O Quadro 7 expõe as situações de emergência detectáveis para a barragem Pedra do Cavalo, caracterizando-as quanto ao seu modo de falha, nível de segurança e respectiva ficha de emergência.

Quadro 7. Situações de Emergência - Barragem de terra/enrocamento.

TERRA/ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Surgência, Vazamento e Umidade	Surgência / Vazamento / Umidade nos taludes ou ombreiras, sem pressão d'água e/ou sem transporte de material.	0	1
	Surgência / Vazamento / Umidade nos taludes ou ombreiras, com alteração de coloração do fluido, aumento de área e/ou vazão.	1	5
	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	9
	O processo evoluiu causando formação da brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	13
Trincas, Depressões e Abatimentos	Trincas/Depressões/Abatimentos superficiais.	0	2
	Trincas/Depressões/Abatimentos profundos e/ou que não se estabilizam. Presença de percolação d'água límpida, com identificação de surgências a jusante nos locais das trincas. Trincas transversais atravessando todo o corpo da barragem de montante para jusante.	1	6
	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	10
	O processo evoluiu causando formação da brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	13
Cheia	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga operativos e cota controlada, abaixo do N.A. Máximo Maximorum.	0	3
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes, mas com o nível do reservatório subindo, abaixo do N.A. Máximo Maximorum.	1	7
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes, mas com galgamento da barragem iminente.	2	11
	O processo evoluiu causando formação da brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	13
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 uma parte pequena do talude.	1	8

TERRA/ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
	Escorregamentos em forma de cunha/plano/circular instabilizando o núcleo e/ou maior parte do talude.	2	12
	O processo evoluiu causando formação da brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	13

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 barragem Pedra do Cavalo. Reduzindo, assim, a possibilidade de ocorrência de uma situação de emergência.

2.2.2.2 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.

2.2.2.2.1 Instrumentação da barragem

O monitoramento e detecção de potenciais anomalias no barramento da barragem Pedra do Cavalo é realizado com auxílio de 272 (duzentos e setenta e dois) instrumentos de auscultação. A partir do momento que os valores de referência destes instrumentos são atingidos e/ ou ultrapassados, a equipe de avaliação da instrumentação é acionada. Esta deverá analisar a possível causa da alteração das leituras (nível do reservatório, parada de máquina, infiltração, variações de temperatura, etc.), bem como realizar uma análise global dos instrumentos instalados, avaliando o funcionamento e a concordância dos mesmos.

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.

2.2.2.2.2 Condição Hidrológica

A condição hidrológica será controlada pelas regras operativas do vertedouro de soleira controlada. Neste caso, o monitoramento dos níveis de reservatório dá-se mediante leitura da régua automatizada, vazões defluentes e inspeção visual para observação de uma eventual anomalia com potencial ruptura da barragem.

As ações a serem tomadas em eventos de cheias naturais estão detalhadas na seção 2.2.1. Conforme ilustra a Figura 4, quando há vertimentos superiores a 12.000 m³/s (capacidade máxima do vertedouro), é caracterizada situação de potencial risco estrutural e, portanto, deve ser procedida uma análise pela equipe de segurança da barragem, liderada pelo Coordenador do PAE, e posterior classificação do nível de resposta.

Destaca-se que, para determinação do nível de resposta, deve-se primar por uma análise multifatorial, considerando-se a possibilidade de galgamento, verificação das subpressões na fundação, avaliação do comportamento global da estrutura a partir da análise da instrumentação e inspeção visual para identificação de possíveis anomalias.

No Quadro 8, são indicados os níveis de segurança com as respectivas ações a serem tomadas pela Barragem Pedra do Cavalo e, nos quadros subsequentes, os processos de análise de indicadores quali-quantitativos para subsídio das tomadas de decisão quanto ao nível de resposta da barragem.

Quadro 8 – Níveis de resposta quanto ao risco estrutural

NORMAL (Verde) Anomalia na estrutura do barramento sendo controlada e monitorada	Monitoramento da anomalia conforme plano de segurança da barragem.
ATENÇÃO (Amarelo) Anomalia no barramento sendo controlada, monitorada ou deve ser reparada	Monitoramento da anomalia conforme plano de segurança da barragem e avaliação da equipe técnica de segurança para necessidade de reparos.
ALERTA (Laranja) Aumento da anomalia na estrutura do Barramento com qualquer condição hidrológica ou problema de operação nas comportas	Manutenção imediata para reduzir o problema ou recuperar o sistema de operação do vertedouro.
EMERGÊNCIA 1 (Vermelho claro) Aumento da anomalia na estrutura do Barramento ou nível do reservatório chegando no NA Máx Max com vertedouro sem condições de operação	Recuperar problema barramento, abrir comportas das máquinas, de maneira a rebaixar o nível do reservatório, reduzindo a infiltração → retirar pessoas dos pontos localizados na ZAS e atingidos de jusante. Acionamento do Sistema de Comunicação em massa na ZAS.
EMERGÊNCIA 2 (Vermelho escuro) Ruptura está prestes a ocorrer, ocorrendo ou acabou de ocorrer com qualquer condição hidrológica	Rompimento da Barragem com formação da onda de cheia com qualquer condição hidrológica → Aviso aos agentes externos da condição de ruptura iminente ou ocorrida e retirada dos atingidos de jusante localizados na ZAS e atingidos de jusante. Acionamento do Sistema de Comunicação em massa na ZAS.

Para subsidiar o monitoramento da instrumentação, dispõe-se no APÊNDICE 4 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM o plano de instrumentação e os níveis de controle da barragem.

Para notificação formal (escrita) da ocorrência de cheias naturais, pode-se utilizar as mensagens padrão do APÊNDICE 6 – FORMULÁRIOS-TIPO.

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 imprescindível à segurança do empreendimento.

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

Estabelecidos 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.

Cabe salientar que a avaliação e classificação das situações não normais é realizada pela equipe de Segurança da barragem de Pedra do Cavalo, liderada pelo Coordenador do PAE, com o auxílio, quando necessário, de outros membros da Votorantim Cimentos ou consultores externos.

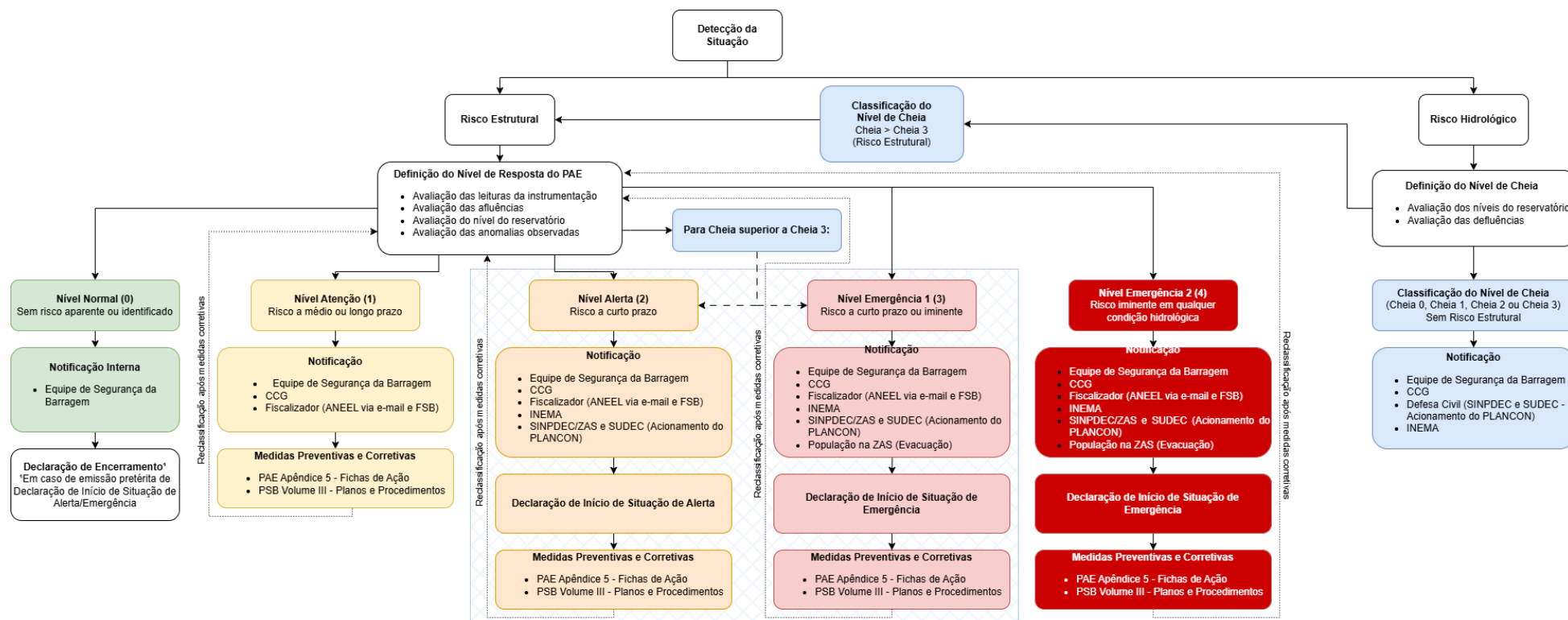


Figura 5. Sistema de Gestão de Emergência

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. 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 Votorantim Cimentos 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 ou quando ocorre enchente naturais na bacia, que não apresentam risco à segurança do barramento mas podem causar inundações no vale a jusante. Cabe salientar que a identificação de uma situação anômala ou de cheia natural pode ser realizada por qualquer funcionário ou terceiro que presencie e/ou tenha conhecimento da mesma, devendo comunicar, imediatamente, o colaborador que o acompanha.

Identificada a situação, esta deverá ser informada, imediatamente, à Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem que, em conjunto com o Coordenador do PAE e/ou Substituto, avaliará a ocorrência e estudará as possíveis causas e maneiras de solucionar a ocorrência. Analisada e classificada 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 causas⁵. 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.

Os agentes externos devem ser notificados imediatamente, pelo Coordenador do PAE ou pessoa por ele designada, após a confirmação da ocorrência, nomeadamente:

⁵ ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

- Órgãos reguladores, órgãos ambientais e agências fiscalizadoras do setor de energia.
- Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) e Prefeituras Municipais dos municípios atingidos: Muritiba, Cachoeira, São Felix, Maragogipe, Saubara e Salinas da Margarida, todas no Estado da Bahia
- Superintendência de Proteção e Defesa Civil da Bahia (SUDEC) e Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)⁶;

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 até a esfera estadual.

No caso de situação de **CHEIAS NATURAIS** ou **ATENÇÃO**, a Superintendência de Proteção e Defesa Civil da Bahia será notificada e ficará responsável por notificar os demais municípios envolvidos. No caso de situação de **ALERTA** ou **EMERGÊNCIA**, as Defesas Cíveis e Prefeituras dos municípios localizados na ZAS e a Superintendência de Proteção e Defesa Civil da Bahia serão notificadas, sendo que a SUDEC ficará responsável por notificar os demais municípios localizados na ZSS.

Além disso, fica a cargo da SUDEC ainda informar a esfera federal, acionar os órgãos de segurança (Corpo de Bombeiros e Polícia), unidades de saúde e hospitais, 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

O resumo do Fluxograma de Notificação da Barragem Pedra do Cavalo, 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 de risco estrutural e à segurança da barragem** e classificada a situação como sendo de **ATENÇÃO**, o coordenador do PAE e/ou Substituto, em conjunto

⁶ 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.

com a equipe de Segurança da Barragem, deverá buscar restabelecer as condições normais de operação e comunicar as partes envolvidas – ANEEL (via retificação do FSB), Diretoria da Votorantim Cimentos e CCG.

Na sequência, deve-se acionar a equipe de Comunicação, de forma a manter o órgão fiscalizador e outros agentes externos 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 com risco estrutural e à segurança da barragem**, 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 licenciadoras e os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC).

A notificação do SINPDEC para o nível de **ALERTA** ou **EMERGÊNCIA** será realizada para as Defesas Civas e Prefeituras dos municípios localizados na ZAS e para a Superintendência de Proteção e Defesa Civil da Bahia (SUDEC), que ficará responsável por notificar as Defesas Civas e Prefeituras dos municípios localizados na ZSS. Deve ser notificado também o INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Ao ser notificada pelo empreendedor, a Defesa Civil deverá executar as medidas definidas no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil Municipal (ABRAGE, 2017). 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 oficializado via **Declaração de Início da Situação de Alerta/Emergência**. Da mesma forma, o encerramento da situação deve ser oficialmente declarado, via **Declaração de Encerramento da Situação de Alerta/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 naturais e potencial de inundações no vale a jusante, o Coordenador do PAE e/ou Substituto deverá comunicar as partes envolvidas, sendo as Defesas Civas dos municípios da ZAS. Para este nível de resposta, o acionamento do

PLANCON⁷ (Plano de Contingência) será realizado pela Defesa Civil. Destaca-se que, nesta situação, **não há risco à segurança da barragem e não implica no acionamento do PAE, desde que a cheia seja menor ou igual ao limite superior do nível de Cheia 3 e não sejam observadas anomalias na estrutura.**

Na situação de cheias naturais, a notificação para o SINPDEC será realizada por meio da notificação direta das Defesas Civas Municipais de Cachoeira, São Félix e Maragogipe, bem como da Superintendência de Proteção e Defesa Civil da Bahia (SUDEC), que ficará responsável por notificar as Defesas Civas e Prefeituras dos demais municípios do vale a jusante e pelo acionamento do PLANCON.

⁷ Conforme Lei 12.608/2012, o plano de contingência é o “conjunto de procedimentos e de ações previsto para prevenir acidente ou desastre específico ou para atender emergência dele decorrente, incluída a definição dos recursos humanos e materiais para prevenção, preparação, resposta e recuperação, elaborado com base em hipóteses de acidente ou desastre, com o objetivo de reduzir o risco de sua ocorrência ou de minimizar seus efeitos”.

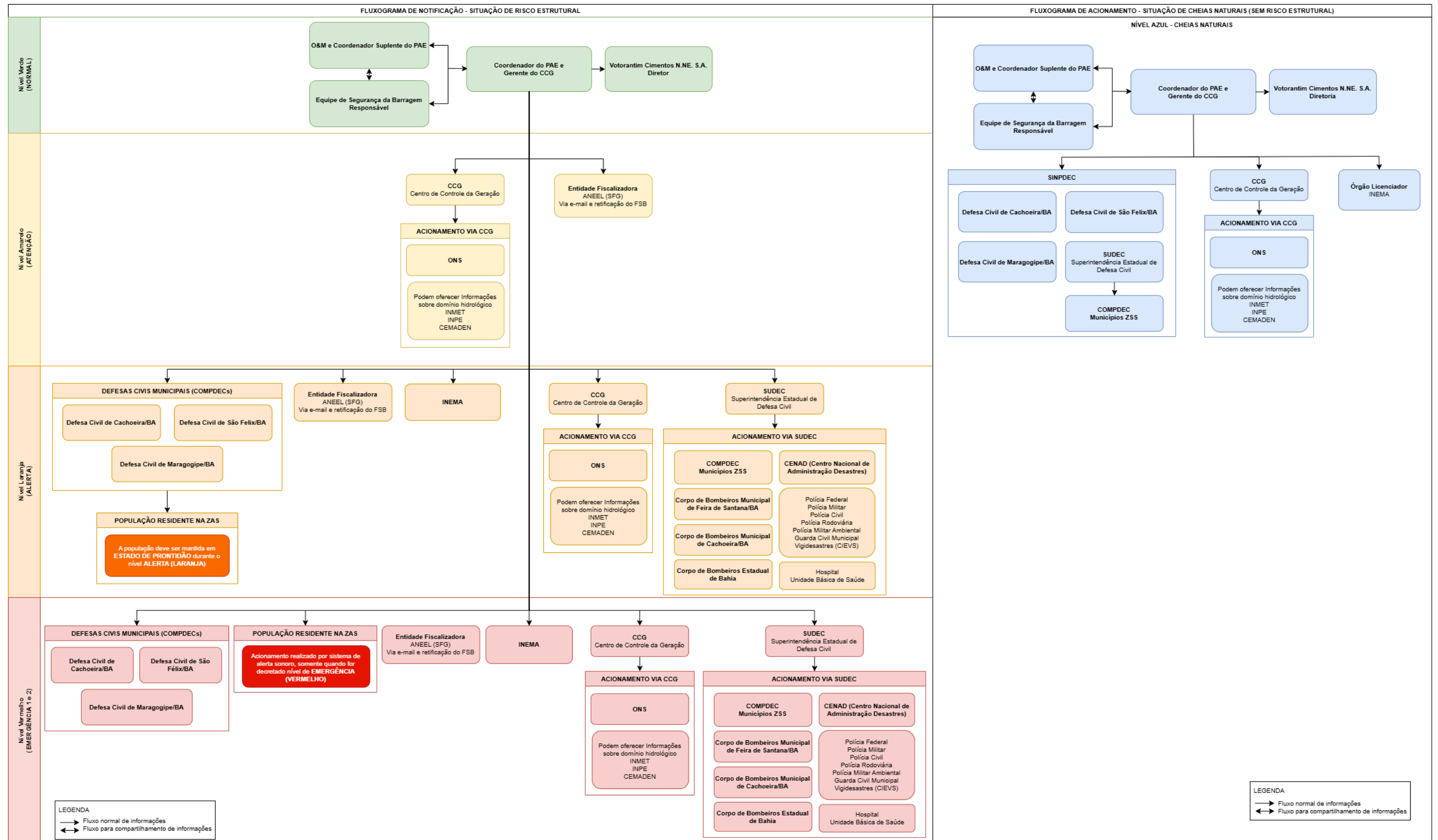


Figura 6. Fluxograma de notificação.

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 e trechos iniciais na ZSS, toda a comunicação nesta região deverá ser realizada de forma redundante.

O sistema de alarme proposto para a Barragem Pedra do Cavalo consiste em alerta sonoro e voz em massa (estações remotas).

O Quadro 9 apresenta o Plano de Comunicação da Barragem Pedra do Cavalo.

Quadro 9. Plano de Comunicação.

Público-alvo	População residente na ZAS. Autoridades públicas ⁸
Mensagem que se busca transmitir	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 e início da ZSS	Imediatamente quando for detectada na barragem a situação de EMERGÊNCIA
Responsável pelo comando de alarme na ZAS e início da ZSS	Coordenador do PAE, e/ou agente preposto do Governo do Estado da Bahia e, nas suas ausências, do Operador da Usina em exercício da função na Sala de Operações.
Resultados que se deseja alcançar na ZAS e início da ZSS	Evacuação da população em tempo hábil, de acordo com os tempos estimados desde o início do rompimento e alcance da onda de inundação ⁹ .
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME principal na ZAS e início da ZSS	Sistema de alerta sonoro e voz em massa (estações remotas) ¹⁰
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME secundário ¹¹ na ZAS e início da ZSS	Rádios de comunicação interna entre os profissionais que atuam na barragem, Telefonia fixa e Mensagem de texto via SMS
Benefícios esperados	População evacuada da área de risco de inundação e segura nos pontos de encontro.

O Quadro 10 apresenta os pontos de instalação dos alarmes sonoros (Sirenes).

⁸ 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 **ALERTA/EMERGÊNCIA**.

⁹ As rotas de fuga e pontos de encontro na ZAS são definidas 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.

¹⁰ As estações remotas deverão ser acionadas a partir do Centro de Operação Local (CMOL).

¹¹ **Caso o sistema de comunicação principal falhar, deve ser utilizado o sistema de comunicação secundário.**

Quadro 10. Localização das Estações Remotas no vale a jusante da Barragem Pedra do Cavalo¹²

Sirenes	Coordenadas			Zona
	Latitude	Longitude	Fuso	
ER 01	8608615.23	500427.53	24S	ZAS
ER 02	8607277.72	502005.65	24S	ZAS
ER 03	8606688.37	502763.71	24S	ZAS
ER 04	8605988.51	503486.10	24S	ZAS
ER 05	8604805.85	504143.99	24S	ZAS
ER 06	8602243.57	504370.61	24S	ZAS
ER 07	8601757.86	505916.20	24S	ZSS
ER 08	8607300.27	503343.87	24S	ZAS
ER 09	8606376.66	504325.71	24S	ZAS
ER 10	8605349.73	504656.58	24S	ZAS
ER 11	8603762.90	505095.17	24S	ZAS
ER 12	8600319.28	506469.26	24S	ZSS
ER 13	8607219.67	504046.81	24S	ZAS
ER 14	8598030.05	505629.76	24S	ZSS
ER 15	8594075.12	507138.86	24S	ZSS
ER 16	8593198.40	507176.42	24S	ZSS
ER 17	8591354.47	509056.87	24S	ZSS
ER 18	8590069.27	508878.51	24S	ZSS
ER 19	8597122.34	504600.08	24S	ZSS
ER 20	8595759.12	505344.01	24S	ZSS
ER 21	8596682.53	505888.87	24S	ZSS
ER 22	8603707.82	504264.69	24S	ZAS
ER 23	8601484.02	506622.86	24S	ZSS
ER 24	8595154.97	506493.50	24S	ZSS
ER 25	8608076.96	503697.40	24S	ZAS
Estação Repetidora	8603063.92	506130.00	24S	Fora da mancha
2º Acionamento	8608572.53	500238.36	24S	ZAS
CMOL	8607444.59	500139.09	24S	Fora da mancha

O Sistema de Alerta da Barragem Pedra do Cavalo já está implantado na ZAS e início da ZSS e, em julho de 2023, foi realizado o primeiro simulado externo.

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

¹² Informação confeccionada e disponibilizada pela Votorantim Cimentos.

caso, a sensibilização da população residente na ZAS é de extrema importância para uma comunicação eficaz do Plano de Ação de Emergência.

Ainda conforme Fluxograma de Notificação, a comunicação para a ZSS se dará via SUDEC que, uma vez notificada da situação pela equipe de segurança da Barragem Pedra do Cavalo, acionará os municípios conforme PLANCON.

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 (Votorantim Cimentos N.NE. 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;¹³
- 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;¹³
- 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;¹³
- 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;¹³

¹³ Lei Federal nº 14.066/2020.

- 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;¹³
- 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.¹³

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 Alerta/Emergência, obrigatoriamente, para os Níveis de Resposta **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)**;¹⁴
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento e Zona de Segurança Secundária, caso seja declarado nível de resposta **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**.¹⁴ Uma vez alertada, a população da ZAS deverá, no caso de resposta **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)**, assumir estado de prontidão e, no caso de **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**, 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 à 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 DO EMPREENDIMENTO

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)**;

¹⁴ ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

- Informar o Coordenador do PAE sobre situações não normais identificadas;
- Disponibilizar informações operativas relevantes, tais como dados de instrumentação e condição das anomalias identificadas;
- Avaliar condicionantes hidrológicas, como nível do reservatório e vazão turbinada¹⁵;
- 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 12.608/2012¹⁶ 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 Proteção e Defesa Civil no país.

¹⁵ Informações fornecidas pelo CCG – Centro de Controle da Geração.

¹⁶ Atualizada pela Lei Federal nº 14.066/2020.

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 Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) e Coordenadorias Regionais de Proteção e Defesa Civil (REPDEC) que comportam diversos órgãos estaduais como Polícia Militar e o Corpo de Bombeiros;
- Municipal: Comissões Municipais de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) 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 ações¹⁷:

- Estabelecimento, em conjunto com o empreendedor, de estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS;
- 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), na região denominada como Zona de Segurança Secundária (ZSS), o alerta antecipado compete aos Serviços Municipais de Proteção Civil e Entes Federados, sendo esses 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 suas respectivas atualizações pelas Leis 14.750/2023 e 14.066/2020.

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.

¹⁷ ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

4.6.1 Proteção e Defesa Civil – Estados e Municípios

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei 12.608/2012, atualizada em 2023 pela Lei 14.750, estabelece:

Art. 5º São objetivos da PNPDEC:

- 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, de forma a reduzir riscos e a prevenir a reincidência;*
- 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;*
- IX - produzir alertas antecipados em razão de possibilidade de ocorrência de desastres;*
- 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.

XVI - incluir a análise de riscos e a prevenção a desastres no processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos, nas hipóteses definidas pelo poder público; e

XVII - promover a responsabilização do setor privado na adoção de medidas preventivas de desastres e na elaboração e implantação de plano de contingência ou de documento correlato.

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;

V-A - realizar, em articulação com a União e os Estados, o monitoramento em tempo real das áreas classificadas como de risco alto e muito alto;

V-B - produzir, em articulação com a União e os Estados, alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, inclusive por meio de sirenes e mensagens via telefonia celular, para cientificar a população e orientá-la sobre padrões comportamentais a serem observados em situação de emergência;

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.

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 Barragem Pedra do Cavalo, 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, o estudo de ruptura hipotética da Barragem Pedra do Cavalo foi desenvolvido mediante modelo hidrodinâmico bidimensional HEC-RAS 6.5. Os aspectos metodológicos e premissas do Estudo de Ruptura Hipotética da barragem são apresentados no APÊNDICE 7 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA.

5.2 DADOS UTILIZADOS

O desenvolvimento do estudo de inundação foi baseado em dados hidrológicos, topográficos e estruturais da Barragem Pedra do Cavalo. O Quadro 11 resume os dados empregados no desenvolvimento do modelo numérico para ruptura hipotética da barragem em questão.

Quadro 11. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.

Tipo de base dados	Variável
Hidrológico	Dados de vazão média de longo termo (Q _{mlt}) e para os tempos de retorno de 10, 100, 1.000 e 10.000 anos para a seção do rio Paraguaçu onde se localiza a Barragem Pedra do Cavalo. Os dados foram obtidos a partir do relatório SB1901-PCV-RP04-RT-0001-00 - RPS Revisão Hidrologia (VLB Engenharia, 2022).
Dispositivos de descarga	Dimensões geométricas do vertedouro da Barragem Pedra do Cavalo.
Arranjo da Barragem	Dimensões, cotas e posicionamento das estruturas associadas ao barramento e dispositivos de descarga da Barragem Pedra do Cavalo.
Base cartográfica	Modelo Digital do Terreno (MDT), obtido a partir de levantamento aéreo com LIDAR, realizado pela CCM Engenharia (2023) para representação da área situada ao redor da Baía do Iguape. Modelo Digital de Terreno (MDT), com precisão 0,5 m (2020), para representação da área referente às planícies de inundação do rio Paraguaçu. Batimetria do rio Paraguaçu para o trecho compreendido entre a Barragem de Pedra do Cavalo até sua foz na Baía de Todos os Santos, com resolução espacial de 50 metros. Complementação da representação das planícies de inundação do rio Paraguaçu e da Baía do Iguape pelo Modelo Digital de Elevação MERIT – Multi Error Removed Improved Terrain.
Dados das marés	Níveis das marés de sizígia e de quadratura obtidos a partir das séries históricas da Rede Maregráfica Permanente para Geodésia referentes ao marégrafo de Salvador.

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 Barragem Pedra do Cavalo, quatro cenários de ruptura foram analisados:

- **Ruptura da barragem principal em dia seco (Sunny day):** avalia apenas a influência da onda de cheia proveniente do colapso da estrutura da barragem principal. Nessa condição, foi inserida apenas a vazão média de longo termo (Q_{mlt}) a jusante da Barragem Pedra do Cavalo;
- **Ruptura do Dique 1 em dia seco (Sunny day):** avalia apenas a influência da onda de cheia proveniente do colapso da estrutura do Dique 1. Nessa condição, foi inserida apenas a vazão média de longo termo (Q_{mlt}) a jusante da Barragem Pedra do Cavalo;
- **Ruptura do Dique 2 em dia seco (Sunny day):** avalia apenas a influência da onda de cheia proveniente do colapso da estrutura do Dique 2. Nessa condição, foi inserida apenas a vazão média de longo termo (Q_{mlt}) a jusante da Barragem Pedra do Cavalo;
- **Ruptura condição extrema (TR 10.000):** corresponde à ruptura da barragem principal para condição de projeto da Barragem Pedra do Cavalo. Nesse cenário, o vale de jusante já se encontra em condição crítica pela condição de cheia natural, sendo agravado pelo colapso da estrutura e liberação do volume de água represado no nível máximo maximorum.

Para a confecção do PAE, o cenário base escolhido foi o de maior dano incremental, caracterizado pela **ruptura da barragem principal em dia seco**. 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 Barragem Pedra do Cavalo foi avaliado em 18 seções de controle, em diferentes locais do vale à jusante representados nas cartas de inundação.

Fazem parte da área potencialmente afetada os municípios baianos de Governador Mangabeira (área interna do empreendimento), Muritiba (áreas não ocupadas), Cachoeira (ZAS), São Félix (ZAS), Maragogipe (ZSS), Saubara (ZSS) e Salinas da Margarida (ZSS). Destaca-se que, em relação ao estudo anterior, na extensão da mancha de inundação, já na foz do rio Paraguaçu no Oceano Atlântico, os municípios de Saubara e Salinas da Margarida também passaram a fazer parte da área potencialmente afetada.

O quadro a seguir apresenta as características de vazão, nível, velocidade e profundidade para o cenário mais crítico (ruptura da barragem principal em dia seco).

Quadro 12. Propagação da onda de ruptura.

Seção	Chegada da onda (00H00M)	Duração da cheia (00H00M)	Chegada do pico da onda (00H00M)	Vazão máxima (m³/s)	Nível (m)	Velocidade da onda (m/s)	Profundidade (m)
S 01	00:11	22:02	01:06	121.694,9	50,61	0,48	46,06
S 02	00:17	21:24	01:10	121.441,6	43,24	14,92	40,43
S 03	00:21	21:24	01:07	120.588,1	42,95	-19,90	40,89
S 04	00:24	21:19	01:34	117.304,3	42,63	2,20	40,57
S 05	00:26	21:17	01:56	115.942,9	42,70	2,70	40,65
S 06	00:28	21:12	01:57	115.492,1	41,10	59,09	39,05
S 07	00:31	21:06	02:02	115.142,8	38,98	11,99	36,93
S 08	00:33	20:59	02:13	114.677,8	37,77	5,31	35,72
S 09	00:36	20:53	02:17	114.325,5	36,51	15,19	34,47
S 10	00:38	20:39	02:23	113.990,6	35,23	9,76	33,19
S 11	00:41	20:31	02:39	113.574,9	34,56	3,69	32,52
S 12	00:43	20:19	02:40	113.368,5	33,82	60,07	31,78
S 13	00:51	19:38	02:56	112.777,1	26,76	11,15	24,72
S 14	01:03	18:01	03:18	112.209,5	14,92	13,48	12,88
S 15	01:26	16:49	05:57	96.938,6	9,17	1,89	7,13
S 16	01:34	16:00	07:12	95.037,8	6,66	3,87	4,62
S 17	01:45	14:56	07:18	95.012,5	4,53	50,45	2,49
S 18	03:21	10:39	07:30	94.859,7	3,17	24,64	1,13

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 o caso da Barragem Pedra do Cavalo, **a ZAS foi definida em 10 km**. A coordenada dos pontos atingidos é listada na SEÇÃO VI – MEDIDAS PARA REGASTE DE ATINGIDOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS.

5.6 ZONA SECUNDÁRIA DE SALVAMENTO (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 do mapa de inundação não definido como ZAS.

Esse trecho varia conforme o cenário de ruptura considerado. O fim da influência das ondas de inundação dos cenários de ruptura é determinado a partir do momento que a altura incremental é inferior a 0,61 m (2 pés).

Para a Barragem Pedra do Cavalo, **a ZSS compreende um trecho de 29,10 km** desde o final da ZAS até a foz do rio Paraguaçu.

5.7 INDICAÇÃO DOS PONTOS DE SEGURANÇA

A comunicação com a população residente na Zona de Autossalvamento (ZAS) é de responsabilidade da Votorantim Cimentos.¹⁸, 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

¹⁸ Esta interpretação está em comum acordo com o estabelecido pelo guia de Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas Hidrelétricas da ABRAE (Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica), publicado em outubro de 2017.

- Solicitar a população potencialmente afetada a 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.

São previstos 27 pontos de encontro, os quais encontram-se validados com a Defesa Civil. Os pontos de segurança, bem como as respectivas rotas de fuga, podem ser visualizados espacialmente no APÊNDICE 9 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA.

O mapa de inundação da Zona de Autossalvamento e localização dos pontos de encontro e rotas de fuga da Barragem Pedra do Cavalo, para o estudo de ruptura hipotética, encontra-se no APÊNDICE 8 – CARTAS DE INUNDAÇÃO. Complementarmente, as Figura 8 e Figura 8 apresentam os modelos das placas de rotas de fuga e pontos de encontro a adotados.



Figura 7. Placa de rota de fuga.



Figura 8. Placa de ponto de encontro.

5.8 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA

Considera-se área afetada¹⁹ 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 com base em dados do *Open Buildings*, sendo identificadas benfeitorias e estruturas diversas ao longo de todo vale a jusante, atingidas pela onda induzida pela ruptura hipotética da Barragem Pedra do Cavalo.

O levantamento de atingidos dentro da ZAS consta na SEÇÃO VI – MEDIDAS PARA REGASTE DE ATINGIDOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS. Estas informações subsidiarão a confecção do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil dos municípios potencialmente atingidos pelas cheias da bacia do Rio Paraguaçu, cuja responsabilidade compete à Defesa Civil, conforme Lei nº 12.608/2012.

Resumidamente, a tabela a seguir indica o quantitativo de atingidos pela ruptura hipotética.

Tabela 1. Número de atingidos no vale a jusante – ZAS.

REGIÃO	NÚMERO APROXIMADO DE BENFEITORIAS ATINGIDAS	NÚMERO APROXIMADO DE HABITANTES ATINGIDOS
ZAS	7.344	24.529
ZSS	8.416	28.109

5.9 RESTRIÇÕES LOCAIS

Dentre as possíveis restrições de acesso em situação de ruptura da Barragem Pedra do Cavalo, destaca-se a ponte do rio Paraguaçu e a ponte Dom Pedro II, localizadas a aproximadamente 1,4 km e 4 km a jusante do barramento, respectivamente. Além da casa de força.

Abaixo apresenta-se um resumo dos resultados hidráulicos referentes às pontes identificadas. Ressalta-se que a cota do tabuleiro das pontes deve ser validada em campo para confirmar a possibilidade de galgamento.

¹⁹ Art. 3º da Res. 236/2017.

Tabela 2. Resumo hidráulico – Ponte do Rio Paraguaçu.

Cenário	Cota do tabuleiro [m]	Cota de pico [m]	Profundidade [m]	Altura incremental [m]	Tempo de chegada [HH:MM]	Borda livre [m]
RDC 1	51,34	43,31	40,94	39,30	00:14	8,03
RDC 2	51,34	20,81	18,19	16,80	00:17	30,53
RDC 3	51,34	14,42	12,00	10,41	00:22	36,91
RDC 4	51,34	45,23	42,82	33,61	00:16	6,11

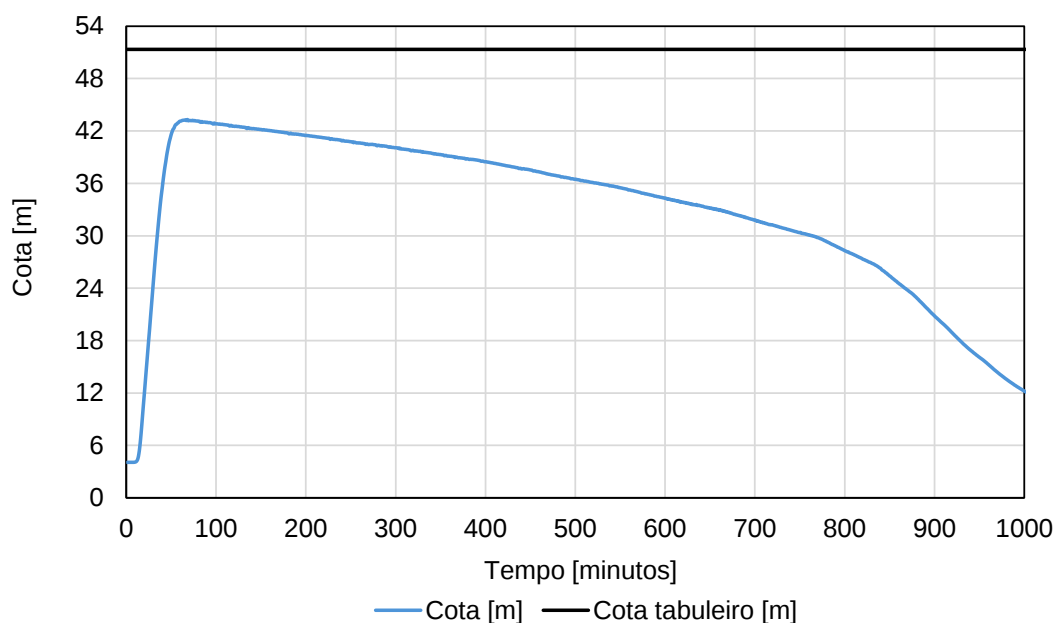


Figura 9. Cotagrama na Ponte do Rio Paraguaçu - RDC 1.

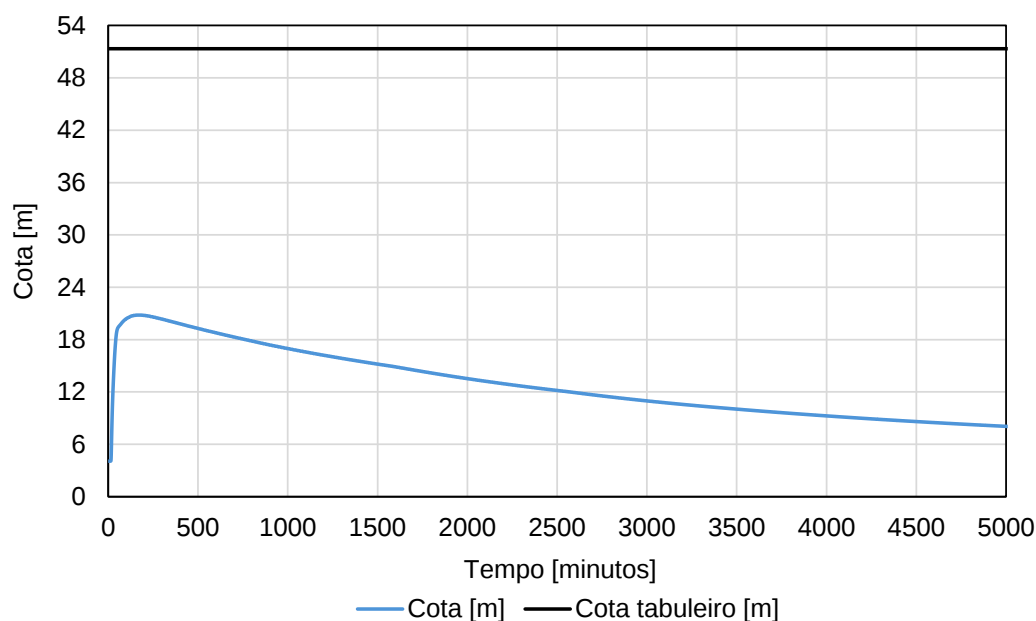


Figura 10. Cotagrama na Ponte do Rio Paraguaçu - RDC 2.

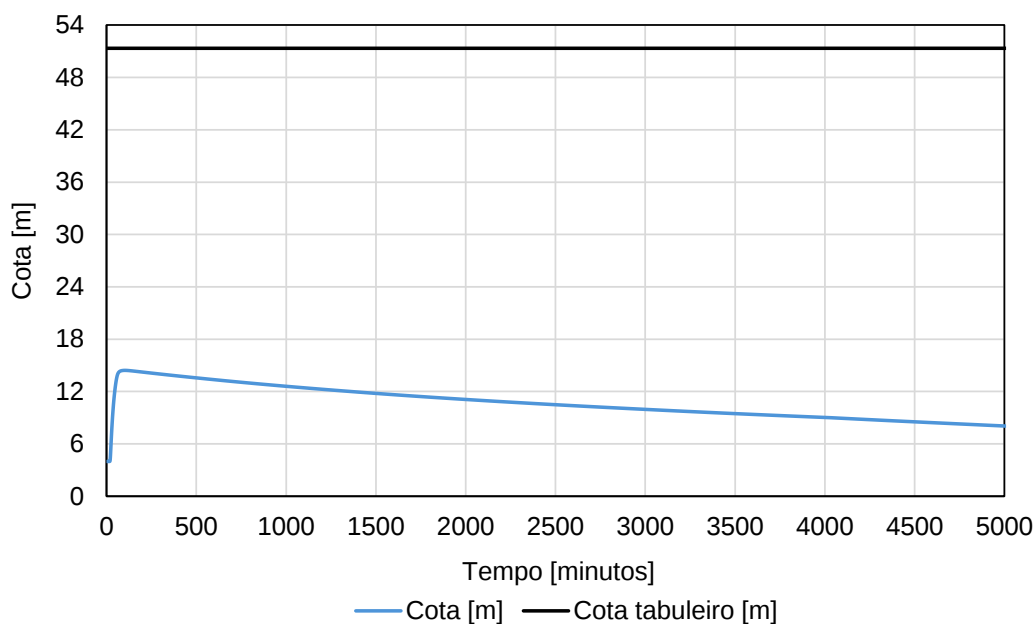


Figura 11. Cotagrama na ponte Ponte do Rio Paraguaçu - RDC 3.

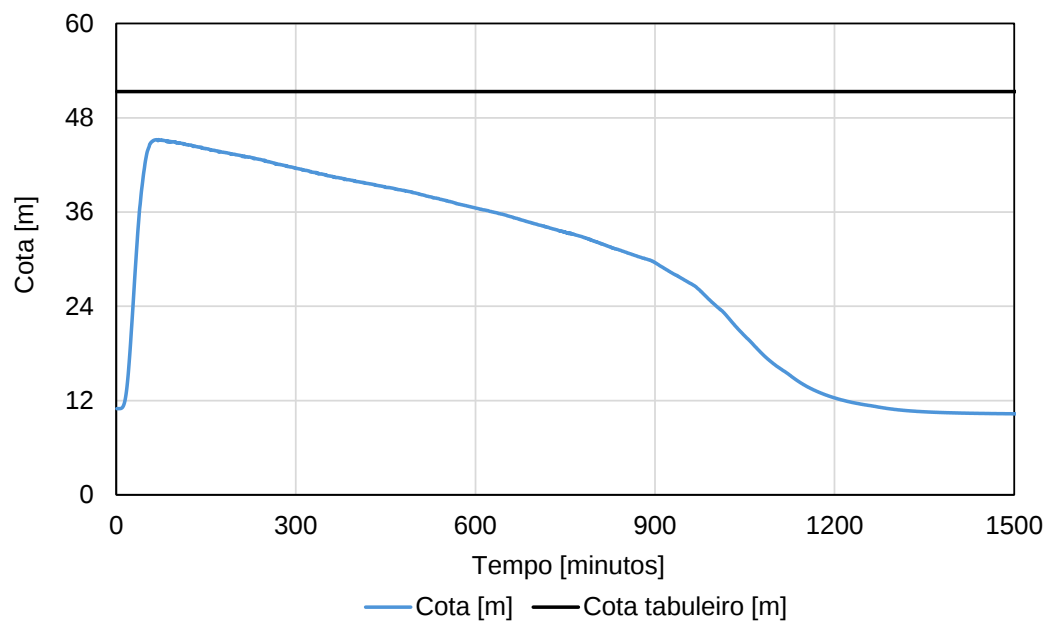


Figura 12. Cotagrama na Ponte do Rio Paraguaçu - RDC 4.

Tabela 3. Resumo hidráulico – Ponte Dom Pedro II.

Cenário	Cota do tabuleiro [m]	Cota de pico [m]	Profundidade [m]	Altura incremental [m]	Tempo de chegada [HH:MM]	Borda livre [m]
RDC 1	7,30	42,63	45,06	40,57	00:24	Galgamento
RDC 2	7,30	17,65	19,83	15,59	00:28	Galgamento
RDC 3	7,30	11,99	14,18	9,93	00:35	Galgamento
RDC 4	7,30	44,70	47,12	35,24	00:25	Galgamento

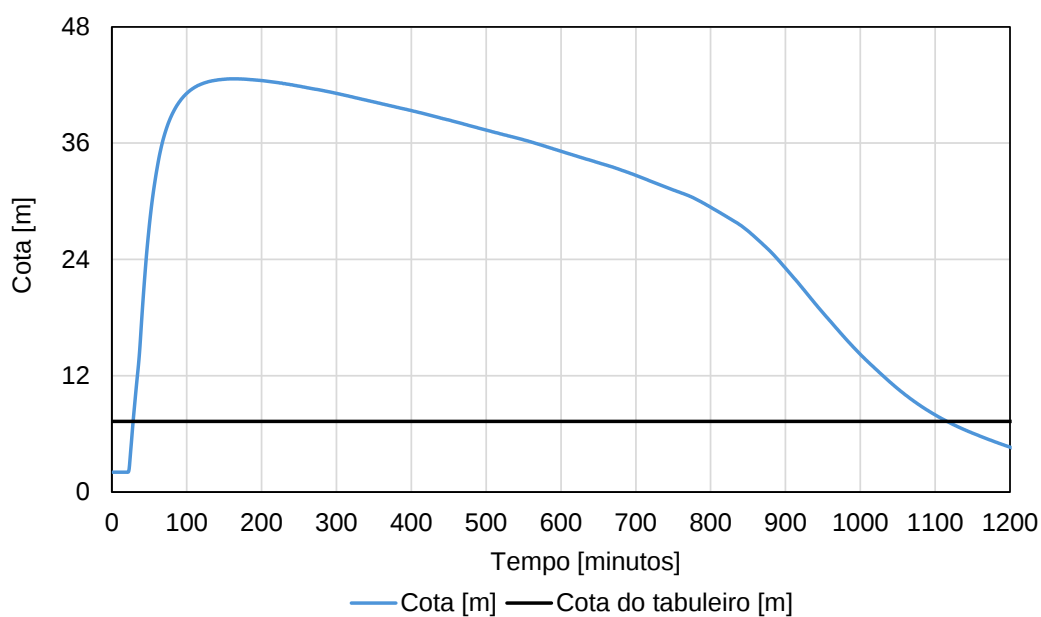


Figura 13. Cotagrama na Ponte Dom Pedro II - RDC 1.

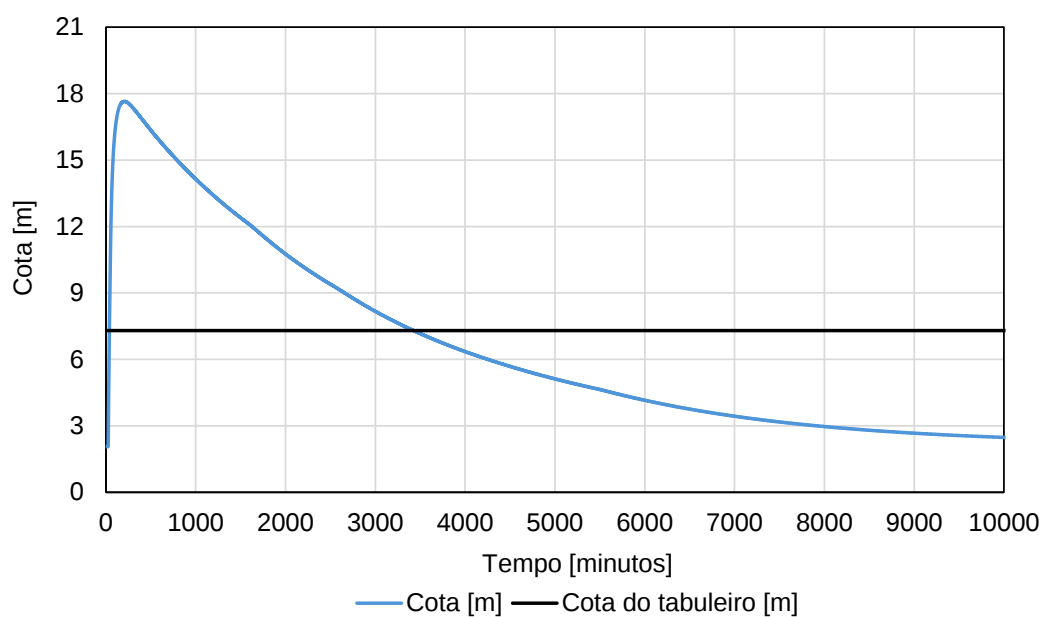


Figura 14. Cotagrama na Ponte Dom Pedro II - RDC 2.

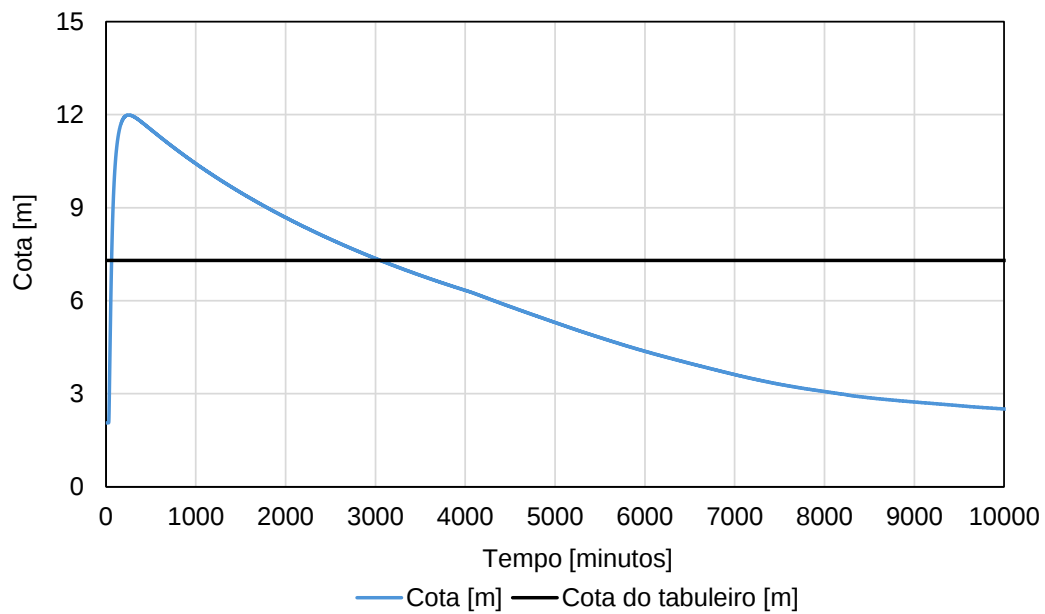


Figura 15. Cotagrama na Ponte Dom Pedro II - RDC 3.

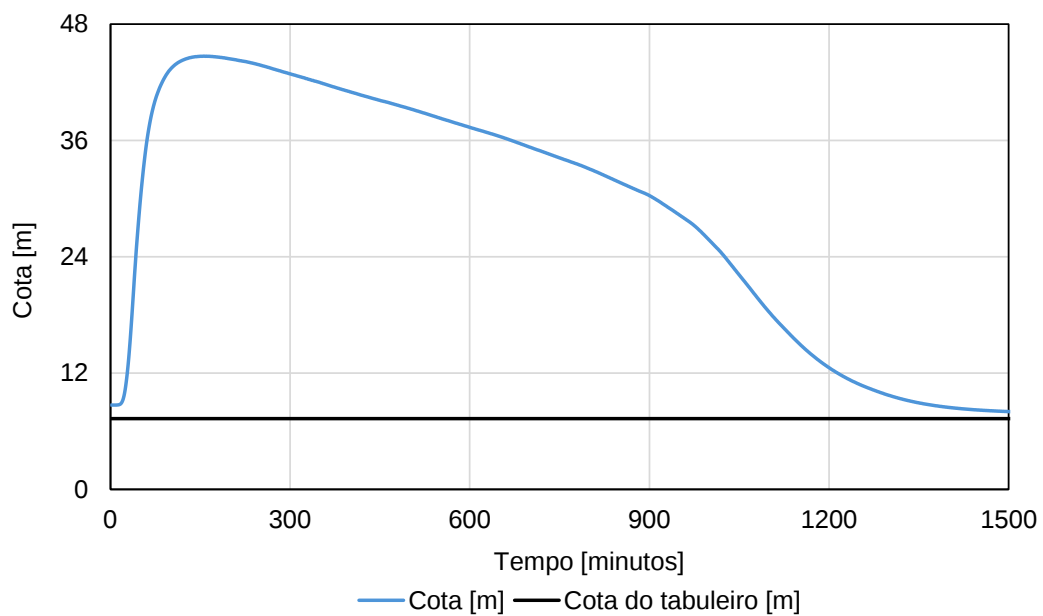


Figura 16. Cotagrama na Ponte Dom Pedro II - RDC 4.

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

De acordo com a Lei 14.066/2020, a Votorantim Cimentos N.NE. 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.

Atualmente, o PAE da Barragem Pedra do Cavalo está implantado com o primeiro exercício simulado de evacuação do público da ZAS ocorrido em julho de 2023.

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.

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 13. Lista de contatos Internos e Externos.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2405-PCV-PA-00-LC-0001-00	1234-PCV-AP-PAE-0001-0	Lista de Contatos de Emergência

APÊNDICE 2 – MAPA DO SISTEMA DE ALERTA

Quadro 14. Mapa do sistema de alerta.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2405-PCV-PA-00-DE-0001-0B	1234-PCV-AP-PAE-0002-B	Mapa das Estações Remotas

APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE

Quadro 15. Plano e Registro de Treinamento do PAE.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2405-PCV-PA-00-RT-0002-00	1234-PCV-AP-PAE-0003-0	Plano e Registro de Treinamentos

APÊNDICE 4 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM

Quadro 16. Monitoramento e Controle de Estabilidade.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2405-PCV-PA-00-RT-0003-00	1234-PCV-AP-PAE-0004-0	Monitoramento e Controle de Estabilidade

APÊNDICE 5 – FICHAS DE AÇÃO

Quadro 17. Fichas de Ação.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2405-PCV-PA-00-RT-0004-00	1234-PCV-AP-PAE-0005-0	Fichas de Ação

APÊNDICE 6 – FORMULÁRIOS-TIPO

Quadro 18. Formulários-tipo.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2405-PCV-PA-00-RT-0005-00	1234-PCV-AP-PAE-0006-0	Formulários-Tipo

APÊNDICE 7 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA

Quadro 19. Estudo de Ruptura Hipotética.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2408-PCV-PA07-RT-0001-01	1166-PCV-RT-HDD-0024-1	Estudo de Ruptura Hipotética da Barragem Pedra do Cavalo
SB2405-PCV-PA-00-RT-0006-00	1166-PCV-AP-HDD-0001-1	Apêndice 02 - Caderno de Coordenadas das Estruturas Vulneráveis

APÊNDICE 8 – CARTAS DE INUNDAÇÃO

Quadro 20. Cartas de Inundação.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2408-PCV-PA07-DE-0001-00	1166-PCV-DES-APMR-0001-0	Carta de Inundação - APMR RDC 01
SB2408-PCV-PA07-DE-0002-00	1166-PCV-DES-APMR-0002-0	Carta de Inundação - APMR RDC 02
SB2408-PCV-PA07-DE-0003-00	1166-PCV-DES-APMR-0003-0	Carta de Inundação - APMR RDC 03
SB2408-PCV-PA07-DE-0004-00	1166-PCV-DES-APMR-0004-0	Carta de Inundação - APMR RDC 04
SB2408-PCV-PA07-DE-0010-00	1166-PCV-DES-ZAS-0001-1	Carta de Inundação – ZAS
SB2408-PCV-PA07-DE-0101-00	1166-PCV-DES-PER-0001-0	Carta de Inundação - PERIGO RDC 01
SB2408-PCV-PA07-DE-0102-00	1166-PCV-DES-PER-0002-0	Carta de Inundação - PERIGO RDC 02
SB2408-PCV-PA07-DE-0103-00	1166-PCV-DES-PER-0003-0	Carta de Inundação - PERIGO RDC 03
SB2408-PCV-PA07-DE-0104-00	1166-PCV-DES-PER-0004-0	Carta de Inundação - PERIGO RDC 04
SB2408-PCV-PA07-DE-0201-00	1166-PCV-DES-TR-0001-0	Carta de Inundação – TR 10 anos
SB2408-PCV-PA07-DE-0202-00	1166-PCV-DES-TR-0002-0	Carta de Inundação – TR 100 anos
SB2408-PCV-PA07-DE-0203-00	1166-PCV-DES-TR-0003-0	Carta de Inundação – TR 1.000 anos
SB2408-PCV-PA07-DE-0204-00	1166-PCV-DES-TR-0004-0	Carta de Inundação – TR 10.000 anos

APÊNDICE 9 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA

Quadro 21. Pontos de Encontro e Rotas de Fuga.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2408-PCV-PA07-DE-0010-00	1166-PCV-DES-ZAS-0001-1	Carta de Inundação – ZAS

APÊNDICE 10 – GUIA DO PAE

Quadro 22. Guia do PAE.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2405-PCV-PA-00-RT-0007-00	1234-PCV-AP-PAE-0010-0	Guia de uso do PAE

APÊNDICE 11 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Quadro 23. Entidades com cópia do PAE.

Código VC	Código Fractal	Descrição
SB2405-PCV-PA-00-RT-0008-00	1234-PCV-AP-PAE-0011-0	Entidades com cópia do PAE