



COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO

PAE

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

UHE SALTO DO RIO VERDINHO



[REDACTED]
Responsável Legal
Companhia Brasileira de Alumínio
Diretor de Energia

[REDACTED]
Responsável Técnica
Companhia Brasileira de Alumínio
Gerente de Segurança de Barragens

[REDACTED]
Coordenador do PAE
Companhia Brasileira de Alumínio
Gerente de Usina - Complexo MG-GO

SUMÁRIO

1	SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM.....	7
1.1	APRESENTAÇÃO	7
1.1.1	Relação das Entidades com Cópia do PAE	9
1.2	OBJETIVO	9
1.3	DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO	10
1.3.1	Descrição da barragem e estruturas associadas	10
1.3.2	Localização e acesso	15
1.3.3	Reservatório	18
1.3.4	Características hidrológicas.....	18
1.3.5	Características geológicas, topográficas e sísmicas	21
1.4	APROVEITAMENTOS NA CASCATA	22
1.5	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM.....	22
1.5.1	Sistema de comunicação.....	22
1.5.2	Alimentação de Energia.....	22
1.5.3	Recursos mobilizáveis em situações de emergência	22
2	SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA NAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	23
2.1	DETECÇÃO E AVALIAÇÃO	23
2.1.1	Atividades de inspeção e periodicidade	23
2.2	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA 25	
2.2.1	Indicadores Qualitativos	30
2.2.2	Indicadores Quantitativos	36
3	SEÇÃO III – PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA.....	40
3.1	NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA.....	40
3.1.1	Notificação dos agentes internos.....	41
3.1.2	Notificação dos agentes externos.....	42
4	SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE	45
4.1	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	45
4.2	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE	46
4.3	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM.....	47
4.4	RESPONSABILIDADES DAS PREFEITURAS	47
4.5	RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA MILITAR	47
4.6	SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	48

4.6.1	Defesa Civil	49
5	SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO.....	51
5.1	METODOLOGIA.....	52
5.2	DADOS UTILIZADOS.....	52
5.3	CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE ESTUDO	52
5.3.1	Cenário de Operação Hidráulica Extrema.....	53
5.3.2	Cenário de Ruptura	53
5.4	CONDIÇÕES INICIAIS	54
5.5	CONDIÇÕES DE CONTORNO	54
5.6	RESULTADOS	54
5.7	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA.....	59
5.7.1	Zona de autossalvamento (ZAS)	59
5.7.2	Zona secundária de salvamento (ZSS).....	60
5.7.3	Indicação dos pontos de segurança	60
5.7.4	Medidas para regaste de atingidos e mitigação de impactos	61
6	REFERÊNCIAS.....	63
	APÊNDICES	64
	APÊNDICE 1 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE SEGURANÇA	
	64	
	APÊNDICE 2 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE CHEIA.....	65
	APÊNDICE 3 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS.....	66
	APÊNDICE 4 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO	72
	APÊNDICE 5 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE.....	73
	APÊNDICE 6 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE	78
	APÊNDICE 7 – FORMULÁRIOS-TIPO	80
	APÊNDICE 8 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM.....	82
	APÊNDICE 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO.....	82
	APÊNDICE 10 – GLOSSÁRIO	83
	APÊNDICE 11 – CONTROLE DE REVISÕES.....	85
	APÊNDICE 12 – ART DOS RESPONSÁVEIS	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. UHE Salto do Rio Verdinho – Arranjo Geral - Planta.	12
Figura 2. Mapa de localização da UHE Salto do Rio Verdinho.	16
Figura 3. Posição da UHE Salto do Rio Verdinho em Relação à Goiânia.	17
Figura 4. Posição da UHE Salto do Rio Verdinho em Relação à Uberlândia.	17
Figura 5. Curva cota x volume do reservatório – UHE Salto do Rio Verdinho.	18
Figura 6. Posição em planta do Vertedouro Controlado no Arranjo Geral da UHE Salto do Rio Verdinho.	37
Figura 7. Corte do Vertedouro Controlado da UHE Salto do Rio Verdinho.	38
Figura 8. Curva de Descarga do Vertedouro Controlado Operando com Abertura Total das Comportas – UHE Salto do Rio Verdinho.	38
Figura 9. Nível de Resposta hidrológica.	40
Figura 10. Identificação das seções de interesse.	55
Figura 11. Hidrograma e cotagrama na seção UHE SRV, localizada 6,7 km a jusante da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho, após o rompimento.	56
Figura 12. Hidrograma e cotagrama na seção UHE FRC no cenário de rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho.	57
Figura 13. Hidrograma e cotagrama na seção UHE SS no cenário de rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho.	58
Figura 14. Hidrograma e cotagrama na seção RP no cenário de rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho.	58
Figura 15. Hidrograma e cotagrama na seção UHE AV no cenário de rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho.	59
Figura 16. Placas de sinalização de rotas de fuga e pontos de encontro.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis de água operativos do reservatório – UHE Salto do Rio Verdinho.	18
Tabela 2. Série de Vazões Afluentes Médias Mensais – UHE Salto do Rio Verdinho.	19
Tabela 3. Vazões Máximas – UHE Salto do Rio Verdinho.	21
Tabela 4. Resumo dos instrumentos de auscultação por estrutura.	36
Tabela 5. Curva de Descarga do Vertedouro Controlado Operando com Abertura Total das Comportas – UHE Salto do Rio Verdinho.	39
Tabela 6. Estudo de Ruptura Hipotética.	82
Tabela 7. Mapas de Inundação.	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Salto do Rio Verdinho.	13
Quadro 2. Frequência mínima das Inspeções obrigatórias para Barragem Classe B.	25

Quadro 3. Classificação dos níveis de resposta correspondentes aos Níveis de Segurança do Empreendimento.....	27
Quadro 4. Classificação dos níveis de resposta correspondentes aos Níveis de Cheia (Segurança da população e estruturas a jusante).	29
Quadro 5. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual da UHE Salto do Rio Verdinho.	31
Quadro 6. Plano de Comunicação.....	43
Quadro 7. Localização das sirenes.....	44
Quadro 8. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.	52
Quadro 9. Características das brechas adotadas, por barragem – UHE Salto do Rio Verdinho.	53
Quadro 10. Localização dos Pontos de Encontro propostos na ZAS.....	60
Quadro 11. Lista de Contatos – UHE Salto do Rio Verdinho	66
Quadro 12. Telefones dos Corpos de Bombeiros e Polícias.....	69
Quadro 13. Telefones de Hospitais e Postos de Saúde.....	70
Quadro 14. Fornecedores de materiais mobilizáveis em situações de Emergência.....	70
Quadro 15. Modelo de registro de reuniões do plano de articulação.	72
Quadro 16. Entidades que receberam uma cópia do PAE.....	78
Quadro 17. Formulário de declaração de mudança de nível.....	80
Quadro 18. Formulário de declaração de encerramento.....	81
Quadro 19. Controle de Revisões do PAE.....	85

1 SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

1.1 APRESENTAÇÃO

A Política Nacional de Segurança de Barragens foi instituída no dia 20 de setembro de 2010 a partir da 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 de 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 nº 12.334/2010, na Lei Federal nº 14.066/2020, na Resolução ANEEL nº 1.064/2023, no Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência da Agência Nacional das Águas (ANA).

De acordo com a Política Nacional de Segurança de Barragens e Resolução da ANEEL, a elaboração 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 alta.

A realização de um Plano de Ação de Emergência (PAE) para a UHE Salto do Rio Verdinho, pertencente à Companhia Brasileira de Alumínio, justifica-se pelo seu enquadramento na **CLASSE B**, apresentando Risco Baixo e Dano Potencial Associado Alto.

O PAE da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho é composto por cinco seções e seus respectivos apêndices, conforme exposto a seguir:

- i. **Seção I:** Apresenta informações gerais sobre o PAE, apresenta características gerais da barragem, descreve os recursos materiais e logísticos disponíveis em 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, descrição do vale a jusante, definição da Zona de Autossalvamento e apresentação das medidas para resgate de atingidos e mitigação de impactos.

APÊNDICE 1: Fluxograma de notificação para os níveis de segurança do Empreendimento;

APÊNDICE 2: Fluxograma de notificação para os níveis de cheia;

APÊNDICE 3: Contatos internos e externos;

APÊNDICE 4: Plano de articulação com o poder público;

APÊNDICE 5: Plano e registro de treinamento do PAE;

APÊNDICE 6: Entidades com cópia do PAE; e

APÊNDICE 7: Formulários-Tipo;

APÊNDICE 8: Estudo de Ruptura da Barragem;

APÊNDICE 9: Mapas de Inundação;

APÊNDICE 10: Glossário;

APÊNDICE 11: Controle de Revisões;

APÊNDICE 12: ART dos responsáveis.

O PAE da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho deverá ser atualizado sempre que houver alguma mudança expressiva 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 APÊNDICE 11 – CONTROLE DE REVISÕES, e suas alterações repassadas aos integrantes internos e externos do PAE.

1.1.1 Relação das Entidades com Cópia do PAE

Em conformidade com o § 1º do Art. 12 da Lei Federal nº 14.066/2020 e com o § 12º do Art. 13 da Resolução da ANEEL nº 1.064/2023, o PAE deverá estar disponível no site do empreendedor e ser mantido, em meio digital, no SNISB e, em meio físico, no empreendimento, nos órgãos de proteção e defesa civil dos Municípios inseridos no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.

A entrega do documento às entidades deverá ser devidamente protocolada e registrada, conforme consta no APÊNDICE 6 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE. Sugere-se arquivar os protocolos de entrega juntamente com a versão impressa do PAE presente na usina.

1.2 OBJETIVO

O **PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA** tem por objetivo estabelecer as ações a serem executadas pelo empreendedor em caso de situação de emergência, bem como identificar os agentes a serem notificados dessa ocorrência.

Em atendimento ao estabelecido pelo Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, o PAE deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

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

- (iii) Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais;
- (iv) Programas de treinamento e divulgação para os envolvidos e para as comunidades potencialmente afetadas, com a realização de exercícios simulados periódicos;
- (v) Atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento;
- (vi) Medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural;
- (vii) Dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários para resposta ao pior cenário identificado;
- (viii) Delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e da Zona de Segurança Secundária (ZSS);
- (ix) Levantamento cadastral e mapeamento atualizado da população existente na ZAS, incluindo a identificação de vulnerabilidades sociais;
- (x) Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais;
- (xi) Plano de comunicação, incluindo contatos dos responsáveis pelo PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e de proteção e defesa civil, das unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas;
- (xii) Previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, com alcance definido pelo órgão fiscalizador; e
- (xiii) Planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização.

1.3 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

1.3.1 Descrição da barragem e estruturas associadas

A UHE Salto do Rio Verdinho, atualmente propriedade da Companhia Brasileira de Alumínio, foi concluída e iniciou sua operação em 2010. Localizada no rio Verde, esta usina conta com 2 (duas) unidades geradoras, totalizando 93,00 MW de potência instalada. O arranjo geral do empreendimento é apresentado na Figura 1.

O empreendimento é constituído por um barramento de terra homogênea, com altura máxima de 45,00 m e comprimento de crista de 5.678,00 m. Seu reservatório possui 47,05

km² de área inundada e 398,48 hm³ de volume reservado no N.A Máximo Normal (El. 370,50 m).

O sistema extravasor da UHE Salto do Rio Verdinho é composto por vertedouro do tipo superfície, com dois vãos controlados por comportas segmento e a dissipação de energia por impacto de jato, lançado por concha do tipo salto esquí, em bacia pré-escavada em rocha. Sua capacidade máxima de descarga é de 2.119,00 m³/s, no N.A Máximo Maximorum (El. 370,50 m).

Conforme Revisão Periódica de Segurança realizada pela VLB Engenharia a borda livre obtida em relação à crista do barramento (El. 373,50 m) é de 6,02 m para a cheia decamilenar atualizada de 1.556,00 m³/s.

O circuito hidráulico de geração, tem início pela tomada de água do tipo vagão e dois condutos forçados apoiados em rocha, com 6,50 m de diâmetro. A tomada de água é dotada de grades, comportas planas de emergência e ranhuras para o lançamento de comportas ensecadeira e acionamento das comportas de emergência através de cilindros óleo-dinâmicos.

A casa de força, do tipo abrigada, localiza-se na margem esquerda, ao pé da barragem e possui duas unidades geradoras do tipo Francis de eixo vertical, com potência unitária de 46,50 MW, vazão nominal unitária de 131,30 m³/s e rotação de 156,52 rpm. A restituição dos tubos no leito natural do rio é feita através de canal de fuga, escavado em rocha.



Figura 1. UHE Salto do Rio Verdinho – Arranjo Geral - Planta.

Fonte: GoogleEarth. Acesso em 05/07/2023

No Quadro 1 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 Companhia Brasileira de Alumínio, segundo condições operacionais e comportamento atuais das estruturas do aproveitamento.

Cabe salientar, que devido à ocorrência de processos de transporte de sedimentos, o volume do reservatório da UHE Salto do Rio Verdinho 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 1. Ficha Técnica da UHE Salto do Rio Verdinho.

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Salto do Rio Verdinho.

(1) Geral		
Nome do barramento	UHE Salto do Rio Verdinho	
Empreendedor	Companhia Brasileira de Alumínio	
Conclusão do barramento	2010	
Idade	22 anos	
Entidade Fiscalizadora	ANEEL	
Localização		
- Curso de água barrado	Rio Verde	
- Município	Caçu e Itarumã	
- Unidade da Federação	Goiás (GO)	
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 19°8'36,39"S	Long. 50°45'13,17"O
- Existência de barragens a montante	UHE Salto	
- Existência de barragens a jusante	UHE Ilha Solteira	
(2) Reservatório		
Tempo de residência	(informação indisponível)	
Vida útil do reservatório	(informação indisponível)	
Vazão média [m³/s] - QMLT	195,00	
NA Montante:		
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	370,50	
- Máximo Normal [m-IBGE]	370,50	
- Mínimo Normal [m-IBGE]	370,35	
NA Jusante:		
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	334,20	
- Máximo Normal [m-IBGE]	327,75	
- Mínimo Normal [m-IBGE]	327,20	
Áreas Inundadas		

- No NA Máximo Maximorum [km ²]	(informação indisponível)
- No NA Máximo Normal [km ²]	47,05
- No NA Mínimo Normal [km ²]	(informação indisponível)
Volume do Reservatório:	
- No NA Máximo Maximorum [hm ³]	(informação indisponível)
- No N.A. Máximo Normal [hm ³]	398,48
- No NA Mínimo Normal [hm ³]	(informação indisponível)
(3) Barragem	
Tipo	Terra Homogênea
Altura da Barragem [m]	45,00
Comprimento da Barragem [m]	5.678,00
Largura da Crista [m]	(informação indisponível)
Cota da Crista [m-IBGE]	373,50
(4) Vertedouro	
- Tipo	Vertedouro Superfície com Controle
- Vazão de Projeto [m ³ /s]	2.523,00
- Cota da Soleira [m]	354,00
- Comprimento Total [m]	40,50
- Número de Vãos	2
- Número de Comportas	2
- Tipo de Comportas	Segmento
- Largura das Comportas [m]	8,00
- Altura das Comportas [m]	17,00
(5) Tomada de Água	
- Tipo	Vagão
- Cota da Soleira [m]	343,82
Comportas	
Tipo	(informação indisponível)
- Número de Comportas	2,00
- Largura [m]	6,50
- Altura [m]	6,50
- Acionamento	(informação indisponível)

(6) Conduto Forçado	
- Número de Unidades	2
- Diâmetro [m]	6,50
- Comprimento Total [m]	21,05
(7) Casa de Força	
- Tipo	Abrigada
- Número de Unidades Geradoras	2
(7) Casa de Força	
Turbinas Hidráulicas	
- Tipo	Francis de Eixo Vertical
- Número de Unidades	2
- Potência Nominal Unitária [MW]	46,50
- Vazão Nominal Unitária [m³/s]	131,30
- Rotação Síncrona [rpm]	156,52
(10) Estudos Energéticos	
- Potência da Usina [MW]	93,00
- Energia Firme [MW]	(informação indisponível)
- Queda Bruta [m]	43,94
(11) Dados Hidrometeorológicos	
- Vazão média de longo termo [m³/s]	195,00
- Vazão mínima média mensal [m³/s]	84,50
- Vazão 100 anos [m³/s]	1.032,00
- Vazão 1.000 anos [m³/s]	1.294,00
- Vazão 10.000 anos [m³/s]	1.556,00
Período do histórico de vazões	1931 a 2000

1.3.2 Localização e acesso

A UHE Salto do Rio Verdinho está localizada no município de Itarumã, nas coordenadas 19°8'36,39" de latitude Sul e 50°45'13,17" longitude Oeste, próxima a divisa com o município de Caçu, GO, a cerca de 332 km da capital do Estado de Goiás. O mapa de localização da UHE Salto do Rio Verdinho é apresentado na Figura 2.

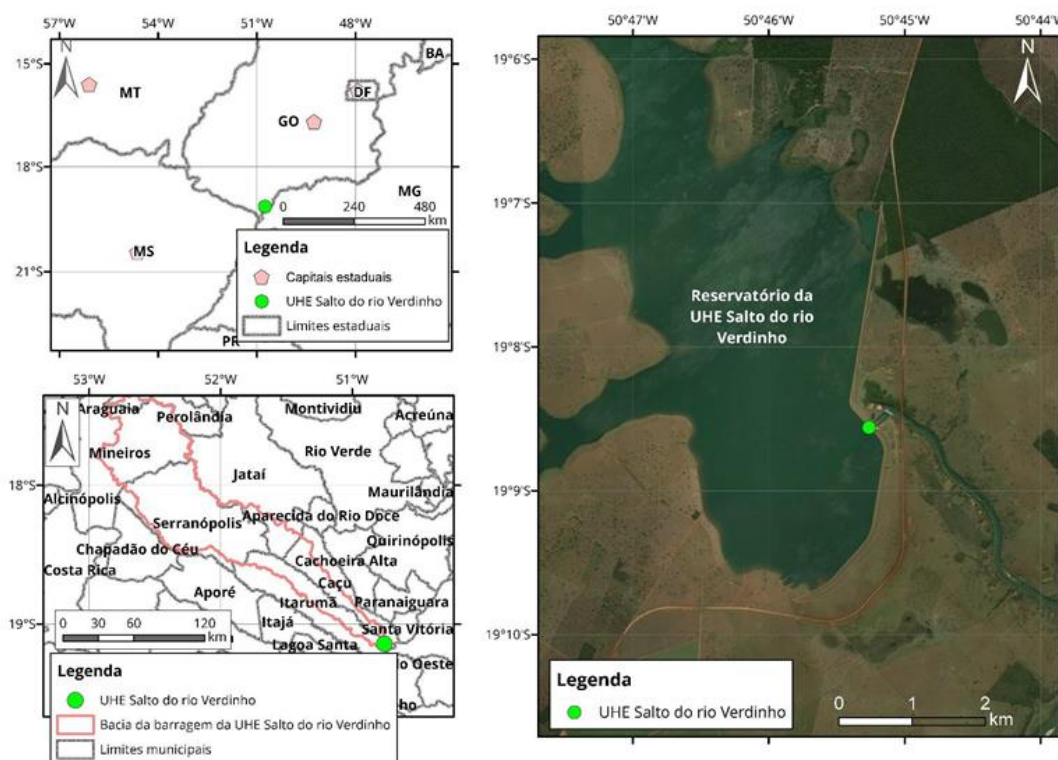


Figura 2. Mapa de localização da UHE Salto do Rio Verdinho.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda.

O barramento está situado no rio Verde, 68 km a jusante da barragem da UHE Rio Verde, e possui uma bacia com área de drenagem de aproximadamente 11.947 km². A montante, está implantada a UHE Salto, pertencente à companhia Rio Verde Energia S.A. (Grupo Triunfo). Não existe nenhuma usina implantada a jusante do rio Verde, apenas a UHE Ilha Solteira, já no rio Paraná.

A região da barragem é atendida pelas seguintes opções de transporte: Aeroporto Internacional de Goiânia – Santa Genoveva, localizada em Goiânia (GO) e Aeroporto de Uberlândia – Tenente Coronel Aviados César Bombonato, localizado em Uberlândia (MG).

O acesso à usina, a partir da capital Goiânia, pode ser realizado via Rio Verde, Caçu e Cachoeira Alta, através das rodovias pavimentadas BR-060 (231 km), GO-174 (71 km) e BR-394 (68 km) até o distrito de Itaguaçu e então via GO-164 por, aproximadamente, 20 km, onde o eixo do barramento se encontra logo à montante da mesma.

O acesso à Usina a partir de Uberlândia-MG é realizado através da BR-365 por cerca de 265 km até a GO-164 em Itaguaçu-GO, por aproximadamente 20 km, onde o eixo do barramento se encontra logo à direita da estrada.

A Figura 3 e Figura 4 indicam a posição da UHE Salto do Rio Verdinho em relação à Goiânia-GO e Uberlândia-MG, respectivamente.

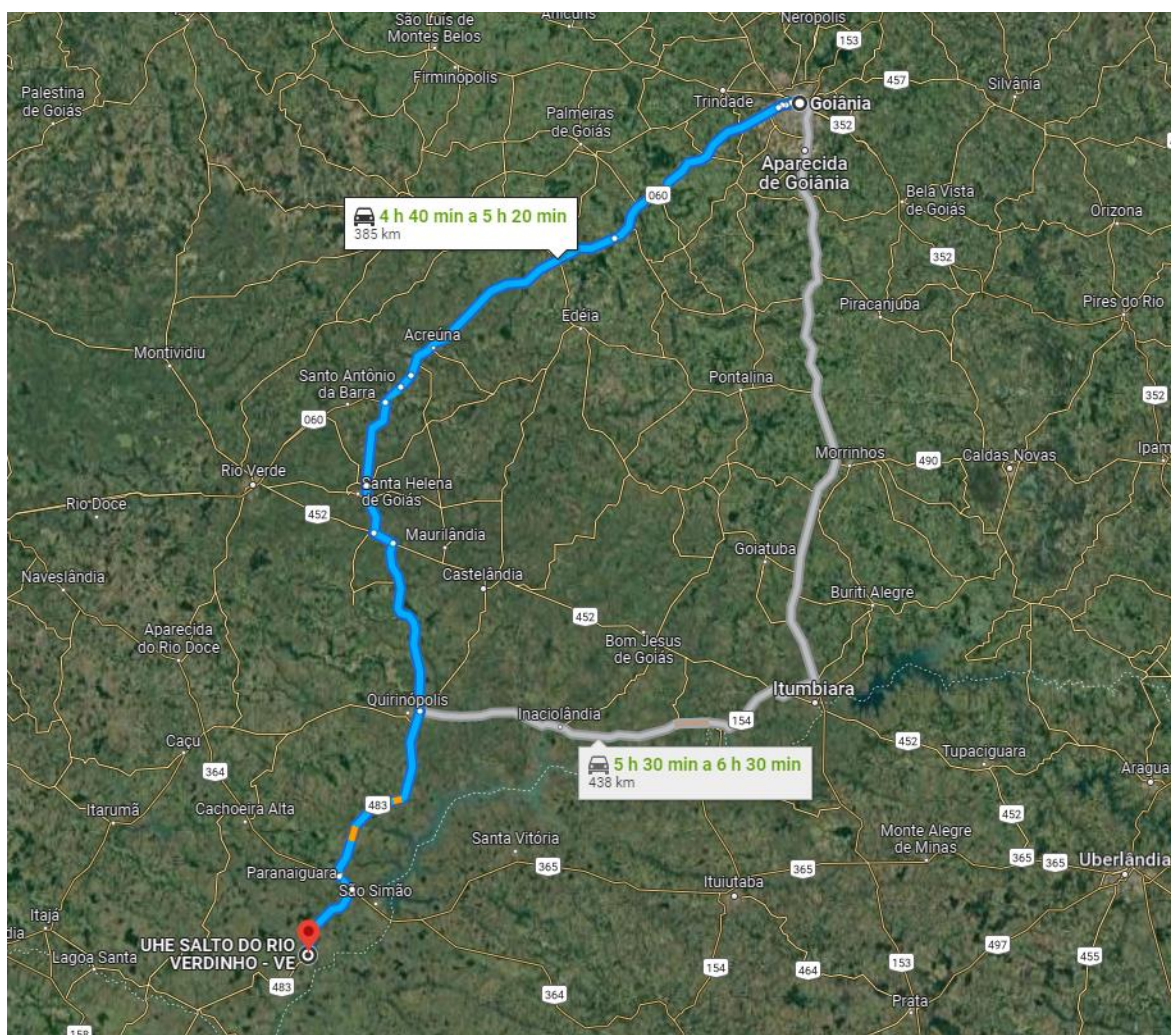


Figura 3. Posição da UHE Salto do Rio Verdinho em Relação à Goiânia.

Fonte: GoogleEarth. Acesso em 07/07/2023

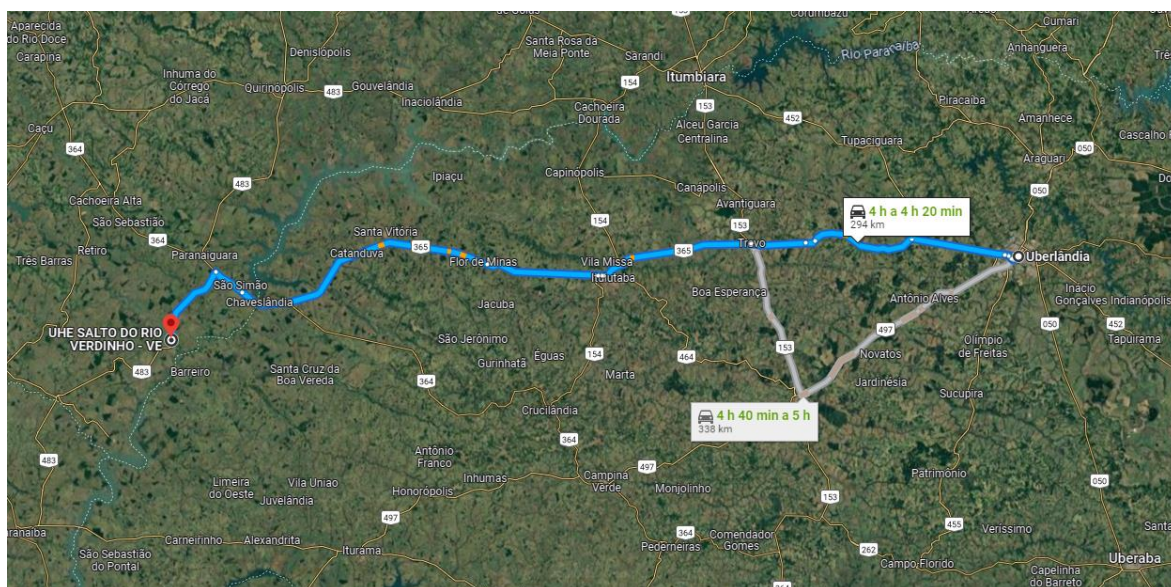


Figura 4. Posição da UHE Salto do Rio Verdinho em Relação à Uberlândia.

Fonte: GoogleEarth. Acesso em 07/07/2023

1.3.3 Reservatório

Os níveis de água operativos e a curva cota x área x volume do reservatório da UHE Salto do Rio Verdinho são apresentados na Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente.

Tabela 1. Níveis de água operativos do reservatório – UHE Salto do Rio Verdinho.

Nível de água	Elevação (m)
Máximo Maximorum	370,50
Máximo Normal	370,50
Mínimo Normal	370,35

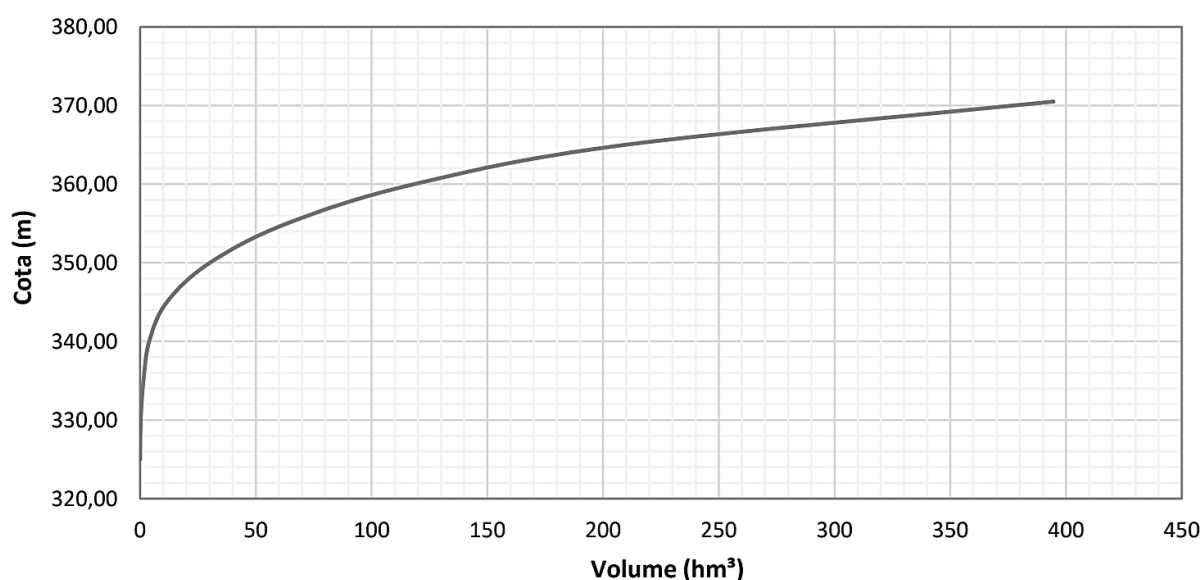


Figura 5. Curva cota x volume do reservatório – UHE Salto do Rio Verdinho.

Fonte: Documento CV1901-SRV-RP14-RT-0001-0 (VLB ENGENHARIA, 2022)

1.3.4 Características hidrológicas

Os estudos hidrológicos da UHE Salto do Rio Verdinho foram revisados e atualizados na Revisão Periódica de Segurança de 2022 conforme apresentado pela VLB Engenharia em novembro de 2022.

Este capítulo traz, do referido documento, as principais informações das Características Hidrológicas do Empreendimento. A Tabela 2 apresenta a série de vazões afluentes médias mensais à UHE Salto do Rio Verdinho.

Com relação ao estudo das cheias de interesse, na atualização da hidrologia apresentada em 2022 a VLB Engenharia apresenta as vazões máximas da UHE Salto do Rio Verdinho, conforme a Tabela 3.

Tabela 2. Série de Vazões Afluentes Médias Mensais – UHE Salto do Rio Verdinho.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1931	240	329	406	297	247	199	162	139	155	160	205	253	233
1932	264	303	280	205	192	149	136	127	141	205	198	258	205
1933	328	317	277	235	162	139	123	122	142	156	141	233	198
1934	230	255	213	186	135	118	109	106	155	140	179	259	174
1935	241	320	308	311	189	158	136	132	136	160	201	208	208
1936	203	221	215	194	173	135	118	113	118	138	179	253	172
1937	236	306	300	230	171	152	133	122	127	131	213	278	200
1938	306	360	288	233	190	160	143	130	131	214	193	249	216
1939	294	341	272	219	171	171	136	124	125	134	188	210	199
1940	291	366	345	247	202	150	133	126	121	168	242	256	221
1941	270	262	262	191	165	141	129	123	148	168	218	201	190
1942	236	241	292	247	188	145	133	125	141	142	214	225	194
1943	333	339	278	201	161	140	132	122	137	187	222	217	206
1944	181	237	234	195	159	132	124	117	112	156	186	195	169
1945	224	255	285	242	168	132	121	113	112	166	204	265	191
1946	274	249	271	220	170	137	144	130	122	136	170	183	184
1947	252	252	342	239	167	148	137	130	145	179	165	278	203
1948	277	281	285	199	160	143	127	123	117	119	193	237	188
1949	261	337	276	189	167	147	128	119	115	160	153	212	189
1950	241	273	292	198	148	130	122	114	110	145	210	227	184
1951	363	340	344	224	176	153	138	129	121	133	158	187	206
1952	193	276	310	224	158	141	131	120	115	143	170	195	181
1953	167	174	238	202	149	122	117	118	141	140	153	200	160
1954	197	227	181	136	134	124	110	104	104	110	123	155	142
1955	217	194	177	181	134	109	103	99	98	131	130	210	149

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1956	213	189	174	158	157	154	138	124	125	142	151	215	162
1957	241	339	282	257	212	156	139	134	151	124	156	198	199
1958	261	274	232	218	181	146	145	127	132	150	150	203	185
1959	358	219	300	215	157	155	126	122	128	145	174	168	189
1960	262	271	242	211	172	138	126	117	123	164	232	234	191
1961	267	257	293	199	163	145	128	130	119	125	147	197	181
1962	312	272	304	209	156	138	124	118	131	143	140	277	194
1963	240	229	193	148	131	120	115	111	109	119	141	140	150
1964	203	278	181	172	133	116	111	108	111	155	208	221	166
1965	254	268	299	245	170	139	126	118	114	192	176	234	195
1966	236	296	320	235	177	141	130	125	129	183	203	220	200
1967	272	247	262	231	162	150	133	123	130	155	166	226	188
1968	222	307	267	193	154	134	126	129	153	152	170	254	188
1969	263	216	199	154	130	118	111	109	113	133	165	195	159
1970	225	295	269	218	152	130	123	116	131	158	190	149	180
1971	165	158	198	153	127	115	112	106	116	179	178	217	152
1972	151	220	198	148	115	102	100	92	92	148	204	242	151
1973	237	244	205	184	158	127	121	104	98	135	175	196	165
1974	231	199	391	265	206	157	130	123	112	134	123	181	188
1975	194	202	248	238	141	122	124	107	103	135	184	196	166
1976	184	336	290	205	153	155	126	123	131	143	157	229	186
1977	283	329	241	214	179	160	131	115	127	133	201	220	194
1978	387	230	287	219	180	182	145	126	149	141	209	263	210
1979	447	400	329	245	197	168	161	143	191	167	196	261	242
1980	274	361	313	274	198	168	151	137	148	144	174	240	215
1981	274	228	276	209	163	156	130	125	116	152	214	247	191
1982	320	378	457	333	244	206	176	167	171	189	196	239	256
1983	387	389	314	274	208	198	173	151	158	178	206	302	245
1984	315	285	285	305	235	181	163	179	173	165	191	284	230
1985	343	381	362	282	210	183	170	150	146	136	148	145	221
1986	221	239	259	190	175	148	132	143	132	135	135	251	180
1987	273	305	315	251	199	173	148	136	130	157	173	240	208
1988	263	357	420	314	238	192	165	151	135	148	173	219	231
1989	348	456	371	290	242	202	184	174	173	159	215	319	261
1990	307	231	235	213	213	167	154	149	158	191	187	193	200
1991	263	321	364	318	210	187	165	147	136	167	155	161	216
1992	266	264	293	269	204	165	147	136	171	193	215	229	213
1993	202	293	267	225	170	173	143	134	144	158	144	258	193
1994	302	264	321	277	198	174	159	140	127	138	182	207	207
1995	207	301	237	249	201	167	145	129	122	151	161	175	187
1996	258	243	296	233	191	164	151	137	152	150	223	281	207
1997	365	266	230	223	213	262	184	156	152	169	219	338	231
1998	237	305	329	289	210	185	160	169	147	170	174	240	218
1999	342	263	207	207	183	166	149	133	141	134	164	170	188
2000	261	354	380	257	202	169	156	143	169	150	198	280	227

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2001	249	247	240	209	187	163	145	130	135	145	180	303	194
2002	377	409	384	243	214	183	177	158	164	146	176	189	235
2003	249	283	308	285	194	170	151	141	128	139	153	189	199
2004	211	284	262	246	192	160	142	123	115	149	190	212	191
2005	345	251	303	228	191	173	154	136	135	137	177	256	207
2006	222	271	358	306	210	176	168	146	146	190	218	227	220
2007	328	393	306	223	211	184	170	150	134	145	177	199	218
2008	297	440	381	324	212	190	166	156	155	169	167	192	237
2009	197	253	262	266	178	168	155	145	160	174	200	285	204
2010	309	296	310	289	192	173	146	133	119	145	176	222	209
2011	251	270	522	297	205	187	158	139	124	144	145	169	218
2012	249	229	223	193	176	166	134	113	112	112	164	166	170
2013	241	317	284	253	173	170	134	115	112	128	147	176	188
2014	142	176	227	206	149	128	134	112	109	101	149	255	157
2015	153	193	267	238	205	156	147	116	119	114	158	212	173
2016	290	241	237	159	153	143	117	115	110	117	147	190	168
2017	252	244	300	209	174	140	123	115	94	101	167	192	176
2018	227	211	215	201	141	127	109	102	106	141	295	183	172
2019	198	244	282	248	203	150	132	124	104	113	128	206	178
Mínima	142	158	174	136	115	102	100	92	92	101	123	140	92
Máxima	447	456	522	333	247	262	184	179	191	214	295	338	522
Média	261	282	285	230	179	155	139	128	131	150	179	223	195

Fonte: Documento CV1901-SRV-RP04-RT-0001-01 (VLB ENGENHARIA, 2022)

Tabela 3. Vazões Máximas – UHE Salto do Rio Verdinho

Tempo de Retorno (anos)	$Q_{Máx}$	$Q_{Máx.Inst.}$
2	475	551
5	586	680
10	660	765
25	753	873
50	822	953
100	890	1.032
1.000	1.116	1.294
10.000	1.342	1.556

Fonte: Documento CV1901-SRV-RP04-RT-0001-01 (VLB ENGENHARIA, 2022)

1.3.5 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 são praticamente descartáveis nesta região, uma vez que esta encontra-se em região de baixa atividade sísmica.

1.4 APROVEITAMENTOS NA CASCATA

Não existe usina implantada no Rio Verde, a jusante da UHE Salto do Rio Verdinho. Existe usina implantada somente no Rio Paraná, a UHE Ilha Solteira.

1.5 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.

1.5.1 Sistema de comunicação

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. Sendo assim, para a UHE Salto do Rio Verdinho, a sala de situação será instalada no centro corporativo da Companhia Brasileira de Alumínio, onde está localizada a área responsável pela Segurança da Barragem, bem como o Centro de Operação e Geração (COG), e de onde é feito o monitoramento hidrológico das UHEs da Companhia Brasileira de Alumínio.

O sistema de comunicação da UHE Salto do Rio Verdinho é composto por com telefonia fixa, móvel (celulares) e rádios.

1.5.2 Alimentação de Energia

Dispõe-se de geradores diesel de emergência, garantindo a operação das comportas do vertedouro em caso de falta de energia.

1.5.3 Recursos mobilizáveis em situações de emergência

Para o fornecimento dos materiais não disponíveis na UHE Salto do Rio Verdinho, tem-se um levantamento dos principais fornecedores destes produtos na região que são apresentados na APÊNDICE 3 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS.

2 SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA NAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

A operacionalização do PAE tem início pela detecção das potenciais situações de risco na barragem em questão, 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 AVALIAÇÃO

As situações de emergência são ocorrências geradas por eventos naturais ou provocados, que em combinação com a resposta da barragem, podem dar origem a deteriorações que, no caso mais extremo, podem ocasionar a ruptura da mesma (ANA, 2016).

De acordo com o Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, o PAE deve apresentar as possíveis situações de emergência e os procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura da barragem ou de outras ocorrências anormais.

2.1.1 Atividades de inspeção e periodicidade

As inspeções visuais são essenciais no âmbito do controle de segurança das barragens. Para que possam ser efetivamente úteis, têm que ser realizadas de forma sistemática e regular.

A classificação do nível de resposta é feita na sequência da realização de inspeções de segurança no empreendimento que permite a detecção de “sinais”, indicadores qualitativos ou evidências, de eventuais anomalias de comportamento que possam vir a colocar em causa as condições de segurança das populações a jusante e/ou através da análise dos resultados da instrumentação e monitoramento dos níveis de água do reservatório e cheias afluentes – indicadores quantitativos.

As inspeções indicadas na sequência foram baseadas na Resolução Normativa nº 1.064, de 2 de maio de 2023 da ANEEL e, também, no Guia Prático de Pequenas Barragens da Agência Nacional de Águas (ANA) que é o Volume VIII do Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens. As inspeções podem ser classificadas em quatro categorias:

- Inspeção rotineira ou informal: é aquela que será conduzida pelos técnicos envolvidos na operação do empreendimento, consistindo em inspeções visuais efetuadas em suas visitas rotineiras às estruturas civis, ou para a execução de tarefas diversas ligadas a área de operação. Não gera relatório específico, mas caso identificadas anomalias estas devem ser relatadas aos responsáveis e documentadas/registradas de maneira organizada de acordo os procedimentos Usina;
- Inspeção periódica: esta inspeção não é obrigatória, entretanto considera-se prudente sua realização de maneira a possuir um registro mais detalhado das estruturas da usina com uma periodicidade menor do que a cada 18 meses que é a periodicidade exigida pela ANEEL para barragens classe B. Essa inspeção deverá ser conduzida pelos técnicos envolvidos na operação do empreendimento, mas corresponde a um grau de detalhe superior do que as inspeções rotineiras, requerendo-se uma descrição detalhada da situação de cada uma das estruturas da usina. Esta inspeção deve gerar relatório específico inclusive com fotografias da situação das estruturas. A frequência indicada para as estas inspeções é semestral ou sob demanda, recomendando-se que uma inspeção seja realizada no início da estação seca, e outra, no início da estação úmida, para apreciação da segurança da barragem com distintos níveis de água no reservatório e condições de vegetação;
- Inspeção de segurança regular: deve ser executada em acordo com a Resolução Normativa da ANEEL nº 1.064 de 2023. A inspeção de segurança regular deverá ser realizada a cada ciclo de classificação da barragem e sempre que houver alteração no nível de segurança, respeitando um prazo máximo de 18 meses. Deverá ainda ser realizada por equipe de Segurança de Barragem, multidisciplinar, composta de profissionais treinados e capacitados, envolvendo engenheiros das áreas de hidráulica, geologia/geotecnia, estruturas, tecnologia do concreto e instrumentação (auscultação) de barragens. Deverá abranger todas as estruturas de barramento do empreendimento e retratar suas condições de segurança, conservação e operação. Para este tipo de inspeção, há a necessidade de familiarização com o histórico das estruturas e com os procedimentos eventualmente empregados nas obras de reparo já realizadas. Os resultados desta inspeção devem constar de um relatório final, contendo uma análise das condições de segurança das estruturas, bem como com conclusões e recomendações sobre as obras de reparo eventualmente necessárias.
- Inspeção especial: para além das inspeções de caráter regular, sempre que algum evento excepcional ocorra, tais como abalo sísmico, galgamento, cheia ou operação hidráulica dos extravasores em condições excepcionais, deve, durante a sua ocorrência, verificar as condições de funcionamento das estruturas, e após a sua ocorrência, realizar uma

inspeção detalhada. Como critério hidráulico, recomenda-se a realização da inspeção após a ocorrência de eventos de cheia com Tempo de Recorrência igual ou superior a 100 anos. Esta inspeção requer relatório específico elucidando as conclusões e recomendações pertinentes e deverá ser realizada mediante constituição de equipe multidisciplinar de especialistas. O conteúdo mínimo da Inspeção de Segurança Especial é o mesmo definido para a Inspeção de Segurança Regular.

- Inspeção a ser realizada por ocasião da revisão periódica de segurança (RPS): deve ser realizada em atendimento ao definido na SEÇÃO IV da Resolução Normativa da ANEEL nº 1.064 de 2023. A Revisão Periódica de Segurança (RPS) tem o objetivo de diagnosticar o estado geral de segurança da barragem, levando-se em conta o avanço tecnológico, a atualização de informações hidrológicas na respectiva bacia hidrográfica, de critérios de projeto e de condições de uso e ocupação do solo a montante e a jusante do empreendimento. Para usinas existentes, a periodicidade de realização da RPS será definida de acordo com a classe da barragem. O conteúdo mínimo da inspeção a ser realizada por ocasião da revisão periódica de segurança é o mesmo definido para a Inspeção de Segurança Regular.

O Quadro 2 apresenta a frequência na qual devem ser realizadas as inspeções obrigatórias por lei. As frequências de inspeção apresentadas devem ser entendidas como mínimas e deverão ser intensificadas sempre que forem observadas anomalias ou outras ocorrências excepcionais.

Quadro 2. Frequência mínima das Inspeções obrigatórias para Barragem Classe B.

Tipo de Inspeção	Periodicidade Limite	Observação
Regular	a cada 18 meses	Obrigatória pela Resolução Normativa nº 1.064 (2023) da ANEEL. Deverá gerar relatório específico
Especial	quando necessário	Especificada na Resolução Normativa nº 1.064 (2023) da ANEEL. Deverá gerar relatório específico
por ocasião da RPS	a cada 7 anos	Especificada na Resolução Normativa nº 1.064 (2023) da ANEEL. Deverá gerar relatório específico

2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA

A avaliação e classificação das emergências baseiam-se em quatro níveis de resposta gradualmente crescentes. Os níveis de segurança obedecem a um código de cores padrão (Quadro 3) conforme proposto pela ANA (2016). 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.

Para o PAE da UHE Salto do Rio Verdinho os níveis de resposta foram divididos em duas classificações. A primeira indica os níveis que comprometem a segurança do empreendimento, conforme Quadro 3. E a segunda classificação representa os cenários de cheias que afetam a população e localidades com ocupação permanente no vale a jusante, não necessariamente comprometendo a segurança do empreendimento. Esta classificação é abordada no item específico 2.2.2.2.

Quadro 3. Classificação dos níveis de resposta correspondentes aos Níveis de Segurança do Empreendimento

Níveis de resposta	Caracterização de cada nível de resposta	Ações para os níveis de resposta
NORMAL Nível 0 (Verde)	Quando não houver anomalia ou as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da estrutura, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo. <u>Fazem parte do cotidiano da equipe de segurança de barragem da empresa, necessitando, apenas, de notificação interna adequada.</u>	Comunicação constante entre Centro de Operação e Geração, equipe de Segurança de Barragem e Coordenador do PAE. Executar o registro da anomalia encontrada. Controle, monitoramento ou reparo da anomalia.
ATENÇÃO Nível 1 (Amarelo)	Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da estrutura, no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas de forma programada num breve período. <u>A equipe de segurança de barragem da empresa deve providenciar notificações internas e externas, conforme necessidade.</u>	Coordenador do PAE comunica as Entidades Fiscalizadoras: ANEEL e ONS. Declaração de Mudança de Nível. Controle, monitoramento ou reparo da anomalia.
ALERTA Nível 2 (Laranja)	Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da estrutura, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema a curto prazo ou imediatas, e os recursos deverão estar disponíveis para evitar que ocorra o acidente. Podem ser necessárias ações especiais para manter o controle.	Coordenador do PAE comunica: - Barragem de jusante; - Defesas Cíveis Municipais; - Coordenadorias Regionais de Defesa Civil, Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil e Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres;
EMERGÊNCIA Nível 3 (Vermelho)	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.	- População a jusante, corpo de bombeiros municipal e estadual, hospitais, unidades básicas de saúde, polícias militar, civil, federal, rodoviária e ambiental.

Níveis de resposta	Caracterização de cada nível de resposta	Ações para os níveis de resposta
	Nessa condição é necessária a autoevacuação urgente dos atingidos na Zona de Autossalvamento (ZAS), bem como o alerta para a Defesa Civil sobre a iminência ou a ocorrência do rompimento. As condições hidrológicas extremas ultrapassam a cheia decamilenar ou as patologias na estrutura não permitem a recuperação.	Realizar as ações de curto prazo necessárias para eliminar o problema. Acionamento das sirenes dentro da ZAS. Evacuação da população da área de risco. Declaração de Mudança de Nível.

Fonte: adaptado de ANA (2016)

Quadro 4. Classificação dos níveis de resposta correspondentes aos Níveis de Cheia (Segurança da população e estruturas a jusante).

Nível de Resposta	Impacto na população e nas edificações a jusante	Nível de Segurança da Barragem e estruturas associadas	Ação
NÍVEL NORMAL (Verde) Defluências até 680 m ³ /s	Não há alagamento de localidades com ocupação permanente no vale a jusante.	Barragem e estruturas dimensionadas para esta condição. Os eventos de cheia não comprometem a segurança da barragem.	Operação normal do reservatório pela CBA com realização do monitoramento das precipitações e análise das previsões de chuva para controle do nível do reservatório.
NÍVEL DE CHEIA 1 (Azul) Defluências de 680 m ³ /s até 1.032 m ³ /s	Há a possibilidade de alagamentos de localidades no vale a jusante.	Barragem e estruturas dimensionadas para esta condição. Os eventos de cheia não comprometem a segurança da barragem.	CBA informa a defesa civil o nível de cheias com possível alagamento na zona de autossalvamento (ZAS). Manutenção da operação do reservatório pela CBA com realização do monitoramento das precipitações e análise das previsões de chuva para controle do nível do reservatório.
NÍVEL DE CHEIA 2 (Azul) Defluências de 1.032 m ³ /s até 1.294 m ³ /s			
NÍVEL DE CHEIA 3 (Azul) Defluências de 1.294 m ³ /s até 1.556 m ³ /s			
NÍVEL DE EMERGÊNCIA (Vermelho) Defluências superiores a 1.556 m ³ /s	Há aumento dos alagamentos de localidades no vale a jusante e risco de ruptura da barragem.	Barragem e estruturas não dimensionadas para esta condição. Os eventos de cheia podem comprometer a segurança da barragem.	CBA aciona o Sistema de Comunicação em massa da ZAS e informa a Defesa Civil e órgãos envolvidos do risco de ruptura da barragem para evacuação da ZAS.

2.2.1 Indicadores Qualitativos

O Quadro 5 expõe as situações de emergência detectáveis para a UHE Salto do Rio Verdinho com o foco em situações que possam resultar em risco à segurança do empreendimento, caracterizando-as quanto ao seu modo de falha, nível de segurança e respectiva ficha de emergência.

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

Quadro 5. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual da UHE Salto do Rio Verdinho.

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
ESTRUTURAS DE CONCRETO (Vertedouro e Tomada de água)	Fissuras ou trincas, abertura de juntas ou deslocamentos diferenciais estáveis e/ou superficiais; Deslizamento, tombamento e/ou afundamento, dentro dos limites de projeto.	Inspecionar a anomalia, registrando o local, sua dimensão, profundidade, buscando a presença de umidade e carreamento de material, entre outros aspectos físicos; Caso haja carreamento de material, avaliar a necessidade de se coletar amostra do material lixiviado para análise de laboratório; Se necessário, providenciar o selamento de trincas, mediante injeções ou outro método aplicável;	Perda da estabilidade global do bloco ou estrutura. Lixiviação e diminuição da resistência da estrutura. Deslizamento e/ou tombamento do bloco ou estrutura. Expansão e trincamentos da estrutura por corrosão das armaduras. Trancamento e/ou dificuldades de operação de componentes mecânicos devido à movimentação.	Normal (Verde)
	Fissuras ou trincas, abertura de juntas ou deslocamentos diferenciais profundos que não estabilizam com percolação de água com baixa vazão ou pressão; Deslizamento, tombamento e/ou afundamento, próximo aos limites de projeto.	Avaliar leituras dos equipamentos de auscultação, buscando identificar possíveis causas; Avaliar necessidade de acionar apoio de consultor ou projetista; Definir e implementar, caso necessário, outras medidas preventivas e/ou corretivas, bem como mobilizar os recursos necessários.		Atenção (Amarelo)
	Fissuras ou trincas, abertura de juntas ou deslocamentos diferenciais profundos que não estabilizam com percolação de água com elevada pressão e/ou lixiviação de material; Expansão do concreto trazendo problemas à operação de equipamentos mecânicos; Deslizamento, tombamento e/ou afundamento, ultrapassando os limites de projeto. A estrutura apresenta aumento constante de movimentação.	Inspecionar a anomalia, registrando o local, sua dimensão, profundidade, buscando a presença de umidade e carreamento de material, entre outros aspectos físicos, e continuar o monitoramento da ocorrência com sua documentação; Acionar consultor e/ou projetista para avaliar medidas de controle e corretiva; Avaliar a necessidade de redução de nível ou esvaziamento do reservatório; Acionar o Sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição medida e avaliada; Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.		Laranja (Alerta)
	Fissuras/ Trincas/ Rachaduras profundas evoluíram causando deslizamento e/ou tombamento e/ou ruptura de um ou mais blocos ou da estrutura extravasora.	Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.	Descarga de vazão excepcional a jusante. Inundação, destruição e possíveis danos ambientais, materiais, humanos e econômicos.	Emergência (vermelho)

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
VERTEDOIRO	Lixiviação; Obstrução; Erosões regressivas na bacia de dissipação; Cavitação.	Realizar manutenção na superfície hidráulica ou na bacia de dissipação; Enquanto não há realização da correção/manutenção, monitorar a anomalia, registrando o local, sua dimensão, profundidade ao longo do tempo. Nestes casos é importante que o monitoramento seja documentado com registro fotográfico.	Evolução da anomalia de modo a prejudicar o funcionamento da estrutura hidráulica.	Atenção (Amarelo)
BARRAGEM DE TERRA	Surgência, vazamento e/ou umidade nos taludes ou ombreiras, sem pressão de água e/ou sem transporte de material; Trincas, depressões e/ou abatimentos superficiais; Escorregamentos em forma de cunha e/ou plano superficial de pequena profundidade ou extensão.	Inspecionar o local, avaliando áreas do entorno para melhor caracterização da ocorrência e registrar e acompanhar anomalias; Avaliar a necessidade de recomposição das áreas afetadas; Providenciar o selamento das trincas e recompor as áreas com depressões e abatimentos; Inspecionar as estruturas de drenagem superficial, verificando a ocorrência de trincas e/ou descontinuidades, bem como realizar sua limpeza e/ou manutenção, caso necessário; Prever disponibilização de recursos, caso haja necessidade de manutenções.	Perda de borda livre; Erosões superficiais; Erosão interna ou piping; Instabilidade do talude ou ombreira; Recalque da crista e galgamento da barragem; Escorregamentos.	Normal (Verde)
	Surgência, vazamento e/ou umidade nos taludes ou ombreiras, com alteração de coloração do fluido, aumento de área e/ou vazão; Trincas, depressões e/ou abatimentos profundos e/ou que não se estabilizam. Presença de percolação de água límpida, e identificação de surgências a jusante nos locais das trincas. Trincas transversais atravessando todo o corpo da barragem de montante para jusante Escorregamentos em forma de cunha e/ou plano superficial chegando afetando uma parte pequena do talude	Inspecionar o local avaliando áreas do entorno para melhor caracterização; Inspecionar e acompanhar trincas e movimentações, e registrar o local da ocorrência, dimensão, profundidade, entre outros aspectos físicos; No caso de surgências, inspecionar o local buscando carreamento de material arenoso ou diferente coloração e avaliar a possibilidade de realização de filtro invertido; Avaliar a necessidade de recomposição das áreas afetadas pelos escorregamentos; Avaliar a possibilidade de apoio de consultor ou projetista; Inspecionar estruturas de drenagem superficial, de modo a verificar a ocorrência de trincas e/ou descontinuidade destas estruturas, bem como realizar limpeza e/ou manutenção, caso necessário; Prever disponibilização de recursos, caso ocorra necessidade de manutenções.		Atenção (Amarelo)

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
BARRAGEM DE TERRA	Surgência, vazamento e/ou umidade com vazão elevada e transporte de material, indicando erosão interna em andamento; Trincas, depressões e/ou abatimentos profundos e/ou que não se estabilizam, apresentando percolação e transporte de material; Escorregamentos em forma de cunha e/ou plano superficial instabilizando maior parte do talude.	Redução da cota ou esvaziamento do reservatório, buscando evitar erosão interna ou galgamento; No caso de surgência com transporte de material, executar filtro invertido no local da ocorrência, com pelo menos 3 m além do ponto identificado; Realizar recomposição e proteção da área de abatimento, depressão e/ou escorregamento; No caso de trinca, realizar o selamento e proteger a área; Acionar consultor e/ou projetista; Acionar o Sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição medida e avaliada; Continuar o monitoramento da ocorrência e documentá-la; Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.	Perda de borda livre; Erosões no maciço pela passagem de água por trincas transversais; Perda de estabilidade da estrutura; Formação de brecha e ruptura da barragem	Laranja (Alerta)
	O processo evoluiu causando formação da brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	Acionar todos os órgãos de defesa e resposta para minimizar prejuízos econômicos, ambientais e humanos; Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.	Descarga de vazão excepcional a jusante; Inundação, destruição e possíveis danos ambientais, materiais e humanos.	Emergência (vermelho)
OMBREIRAS E ÁREAS A JUSANTE	Vegetação excessiva; Surgências.	Inspecionar o local, avaliando áreas do entorno para melhor caracterização da ocorrência e registrar e acompanhar anomalias; Avaliar a necessidade de manutenção das áreas afetadas; No caso de surgências, inspecionar o local buscando carreamento de material e avaliar a necessidade da realização de intervenção.	Dificuldade de observação de ocorrência de surgências.	Atenção (Amarelo)
CONDUTO	Deterioração do conduto; Vazamentos que não estabilizam.	Inspecionar a anomalia, registrando o local, sua dimensão; No caso de vazamentos, buscar direcionar de maneira adequada a vazão;	Instabilidade; Rompimento do conduto.	Normal (Verde)
	Danos que possam gerar a ruptura do conduto.	Intervenções e manutenção; Acionar o Sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição medida e avaliada;		Laranja (Alerta)

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
		Substituição dos trechos de conduto danificados.		
EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS (Vertedouro e Tomada de água)	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente.	Intervenções de reabilitação e/ou substituição de componentes.	Impossibilidade de acionar a os dispositivos de descarga para auxiliar na descarga de cheias ou rebaixamento do reservatório. Impossibilidade de impedir o esvaziamento do reservatório caso a situação ocorra com as comportas em posição de abertura.	Atenção (Amarelo)
RESERVATÓRIO	Escorregamento de taludes.	Intervenções de estabilização de taludes; Rebaixamento do nível de água no reservatório; Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos.	Geração de ondas que conduzem a potenciais galgamentos da barragem. Obstrução da descarga de fundo ou da tomada de água.	Atenção (Amarelo)
	Subida do nível de água acima do Máximo Maximorum devido à cheias superiores à cheia de projeto.	Rebaixamento do nível de água no reservatório (operação dos dispositivos de descarga); Acionar o Sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição medida e avaliada.	Potencial galgamento da obra.	Laranja (Alerta)
INSTRUMENTAÇÃO	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente da instrumentação.	Intervenções e manutenções; Instalação de instrumentação adequada e/ou adicional; Monitoramento.	Comportamentos anômalos do corpo da barragem e/ou fundação, associados às grandezas em observação, sem possibilidade de detecção.	Atenção (Amarelo)

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
FALHA DOS SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO E ALERTA	Impossibilidade de notificação; Impossibilidade de alerta.	Intervenções e manutenções; Instalação de instrumentação adequada e/ou adicional; Acionar o Sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição medida e avaliada; Monitoramento.	Danos materiais, humanos e econômicos que poderiam ter sido evitados.	Laranja (Alerta)

Fonte: adaptado de ANA (2016)

2.2.2 Indicadores Quantitativos

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

2.2.2.1 Instrumentação da barragem

O monitoramento e detecção de potenciais anomalias no barramento da UHE Salto do Rio Verdinho é realizado com auxílio de 245 (duzentos e quarenta e cinco) instrumentos de auscultação. A análise dos dados de instrumentação é realizada mediante seus valores de referência. A partir do momento em que estes valores 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 Tabela 4 apresenta o quantitativo dos instrumentos operantes nas estruturas de concreto e o Relatório de Instrumentação (CV1901-SRV-RP09-RT-0001-R0) apresenta os valores de referência, atenção e alerta da instrumentação do empreendimento, bem como a frequência de leituras.

Tabela 4. Resumo dos instrumentos de auscultação por estrutura.

Estrutura	Instrumento	Quantidade de Instrumentos em operação
Barragem principal	Piezômetros	134
	Pluviômetro	2
	Medidor Nível De água	18
	Medidor de Vazão	16
	Medidor de cota	3
	Marco Superficial	56
	Estação Telemétrica	1
Tomada de água	Dreno de alívio	15

2.2.2.2 Cheias

A condição hidrológica será controlada pelas regras operativas dos dispositivos de descarga do empreendimento. O Sistema Extravasador da Usina é composto por um Vertedouro Controlado, que desagua em uma Bacia de Dissipação. A Figura 6 apresenta a posição em planta do uma seção por esses dispositivos de descarga do empreendimento.

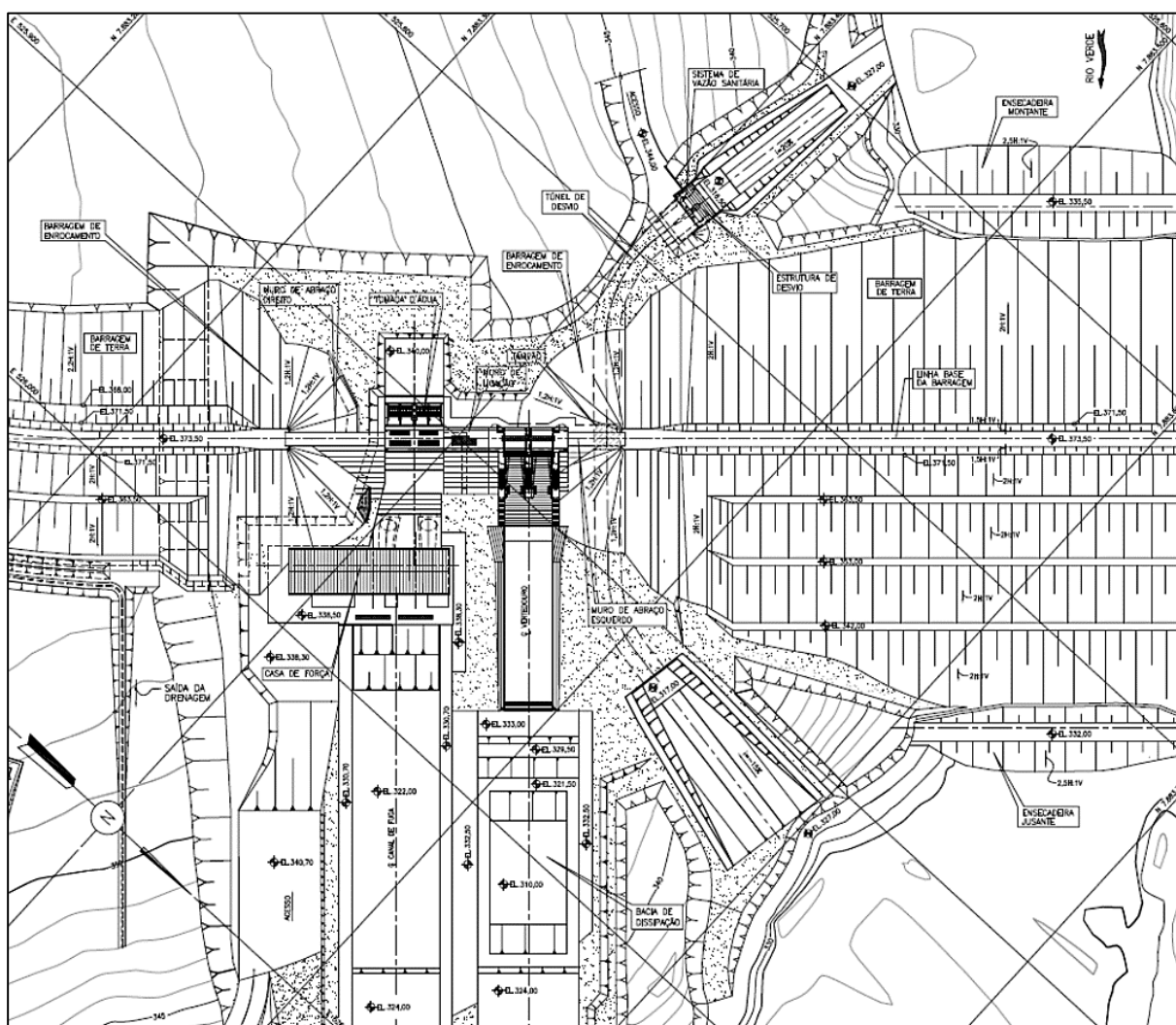


Figura 6. Posição em planta do Vertedouro Controlado no Arranjo Geral da UHE Salto do Rio Verdinho.

Fonte: Documento CV1901-SRV-RP04-RT-0001-01 (VLB Engenharia, 2022)

O Vertedouro Controlado da UHE Salto do Rio Verdinho possui soleira na El. 354,00 m, dispondo ainda de 2 (dois) vãos e de pilar central com 2,50 m de espessura. Cada vão do Vertedouro Controlado apresenta uma comporta do tipo segmento, com altura de 17,00 m e largura de 8,00 m. A abertura e fechamento das comportas da Estrutura Extravasora é feita remotamente a partir da Sala de Controle, podendo ainda ser realizada de modo manual, caso seja necessário.

Após passar pelos vãos do Vertedouro Controlado, o escoamento é direcionado por uma calha, de 18,5 m de largura e de 71,45 m de comprimento, com declividade de 1,84 H : 1,0 V. A calha é delimitada pelos Muros Laterais Direito e Esquerdo, com topo variando da El. 348,70 m, na seção inicial, até a El. 341,95 m, no trecho final. Na sequência, o escoamento é diferenciado para o Defletor, de onde é lançado para a Bacia de Dissipação. O Flip Bucket apresenta raio de 20 m, ângulo de lançamento de 15° e bordo de lançamento na El. 335,00. Para garantir a proteção do trecho imediatamente a jusante do Defletor, a UHE

Salto do Rio Verdinho dispõe de uma laje de proteção ancorada, com 9,87 m de comprimento. Após a referida laje, inicia-se a Bacia de Dissipação em fossa pré-escavada em rocha, com 29,50 m de largura, 40,00 m de comprimento e fundo na El. 310,00 m. A Figura 7 apresenta um corte pelo Vertedouro Controlado.

A curva de descarga resultante para o Vertedouro de Superfície da UHE Salto do Rio Verdinho é apresentada na Figura 8, e discretizado na Tabela 5.

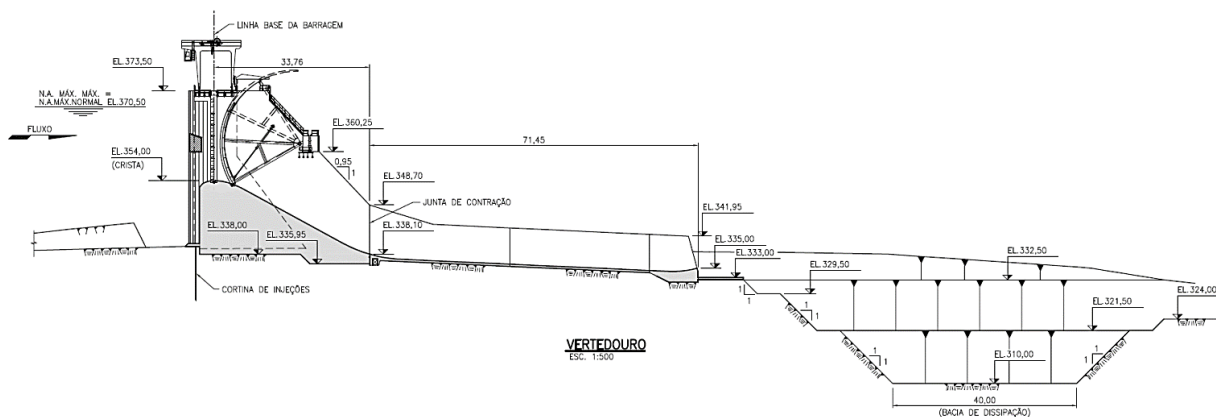


Figura 7. Corte do Vertedouro Controlado da UHE Salto do Rio Verdinho.

Fonte: Documento CV1901-SRV-RP04-RT-0001-0 (VLB ENGENHARIA, 2022)

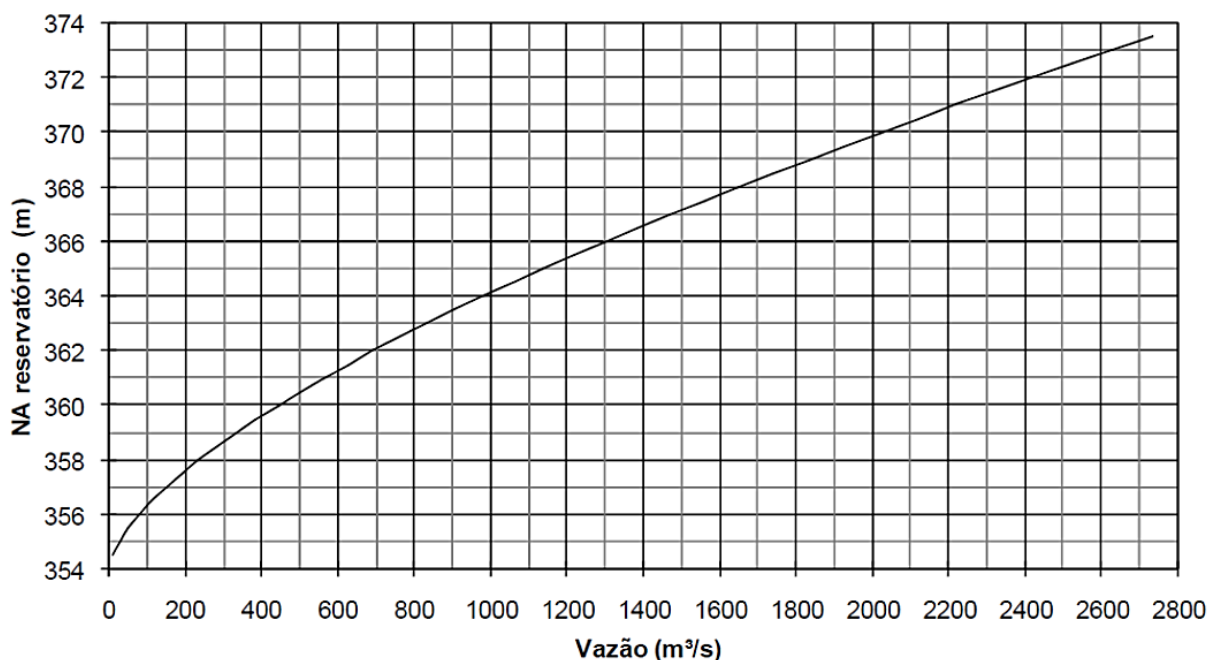


Figura 8. Curva de Descarga do Vertedouro Controlado Operando com Abertura Total das Comportas – UHE Salto do Rio Verdinho.

Fonte: Documento CV1901-SRV-RP14-RT-0001-0 (VLB ENGENHARIA, 2022)

Tabela 5. Curva de Descarga do Vertedouro Controlado Operando com Abertura Total das Comportas – UHE Salto do Rio Verdinho.

NA (m)	Q (m³/s)	NA (m)	Q (m³/s)
354,00	0	364,00	982
354,50	10	364,50	1.059
355,00	28	365,00	1.138
355,50	51	365,50	1.219
356,00	80	366,00	1.301
356,50	113	366,50	1.386
357,00	150	367,00	1.472
357,50	190	367,50	1.559
358,00	234	368,00	1.649
358,50	282	368,50	1.740
359,00	332	369,00	1.832
359,50	386	369,50	1.926
360,00	442	370,00	2.022
360,50	501	370,50	2.119
361,00	563	371,00	2.218
361,50	627	371,50	2.318
362,00	694	372,00	2.420
362,50	762	372,50	2.523
363,00	833	373,00	2.629
363,50	907	373,50	2.735

Como resultado, verifica-se que a capacidade de descarga do Vertedouro Controlado operando com a abertura total das comportas é de 2.119 m³/s, para o NA Máximo Normal (El. 370,50 m) que é igual ao NA Máximo Maximorum do Projeto.

Portanto, a Estrutura Extravasora é capaz de atender à cheia decamilenar instantânea atualizada, de 1.556 m³/s, sem que ocorra sobrelevação do NA Máximo Normal e do NA Máximo Maximorum de projeto (El. 370,50 m), para o cenário em que o Vertedouro Controlado seja operado com a abertura total das comportas.

Comenta-se, adicionalmente, que de acordo com o documento CV1901-SRV-RP04-RT-0001-01 (VLB ENGENHARIA, 2022) o Vertedouro Controlado é capaz de atender à cheia decamilenar atualizada, de 1.556 m³/s, para o cenário de operação com o Nível de Água do Reservatório na El. 370,50 m e com a abertura simultânea das comportas de 10,00 m.

O monitoramento dos níveis de reservatório, a montante da UHE Salto do Rio Verdinho, dá-se mediante leitura automatizada conforme indicação digital na sala de comando e observação visual da régua limnimétrica fixada no barramento. Rotineiramente, os níveis de montante e de jusante são coletados via supervisão e confrontado com a leitura da régua via câmera no Centro de Operação da Geração (COG), sendo a leitura na régua utilizada para

O Quadro 4 e a Figura 9 expõem os níveis de segurança e risco de ruptura das estruturas do empreendimento em função das cheias da UHE Salto do Rio Verdinho, caracterizando-as quanto à vazão defluente.

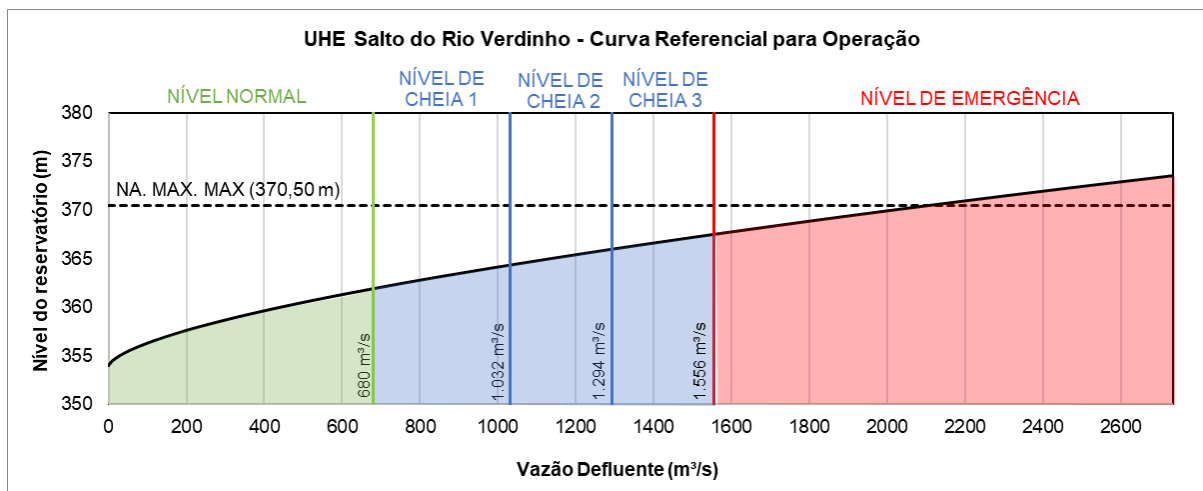


Figura 9. Nível de Resposta hidrológica.

3 SEÇÃO III – PROCEDIMENTOS 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, conseqüentemente, minimizando os riscos de prejuízos materiais, ambientais e de vidas humanas. Recomenda-se 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 Companhia Brasileira de Alumínio 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.

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

O APÊNDICE 1 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE SEGURANÇA e o APÊNDICE 2 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE CHEIA apresentam os fluxogramas de notificação para situações de segurança do empreendimento e níveis de cheia, respectivamente.

O APÊNDICE 3 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS apresenta o detalhamento dos nomes e telefones dos agentes internos e externos a serem acionados frente aos 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 demandadas 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 24 horas 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 previsões de cheias excepcionais. Cabe salientar que a identificação de uma situação de emergência 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 anômala, esta deverá ser informada, imediatamente, à Equipe de Segurança da Barragem que, em conjunto com o Coordenador do PAE e/ou Substituto, estudará as possíveis causas e maneiras de solucionar a ocorrência. Analisada a situação, deve-se executar seu registro, atentando-se para a coleta e descrição do maior número de detalhes possíveis, tais como: data, hora, descrição do local, extensão da ocorrência, fotos e identificação das causas. Caso exista necessidade, o Coordenador do PAE e/ou Substituto deverá acionar o Fluxograma de Notificação e garantir que ele seja cumprido.

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) ou Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO). A notificação dos agentes externos deve ser feita conforme o Fluxograma de Notificação apresentado no APÊNDICE 1.

Para níveis de cheia, também é requerida a comunicação externa para NÍVEL CHEIA 1 NÍVEL CHEIA 2 e NÍVEL CHEIA 3 (todos níveis AZUL), bem como para o nível de Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO), conforme Fluxograma apresentado no APÊNDICE 2.

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

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

O acionamento dos órgãos reguladores e fiscalizadores, para atuação frente a um processo de emergência na barragem, deverá ser oficializada via Declaração de Início da Emergência. Da mesma forma, o encerramento da situação deve ser oficialmente declarado,

via Declaração de Encerramento da Emergência. A comunicação da situação aos agentes externos deverá ser também oficializada, com base no Modelo de Mensagem de Notificação conforme apresentado no APÊNDICE 7 – FORMULÁRIOS-TIPO.

O alerta antecipado é realizado mediante comunicação dos agentes responsáveis pela segurança da barragem para os agentes internos e externos descritos nos Fluxogramas de Notificação (APÊNDICES 1 e 2). Devido ao risco iminente na ZAS, toda a comunicação nesta região deverá ser realizada de forma redundante. O sistema de alarme instalado na UHE Salto do Rio Verdinho consiste em alerta sonoro e voz em massa (estações remotas). O Quadro 6 apresenta o Plano de Comunicação da UHE Salto do Rio Verdinho.

Quadro 6. Plano de Comunicação.

Público-alvo	População residente na ZAS. Representantes da Defesa Civil Municipal e Estadual, prefeituras e demais órgãos relacionados no fluxograma de notificação do PAE que deverão ser NOTIFICADOS quando a situação na barragem se configurar em EMERGÊNCIA.
Mensagem que se busca transmitir na ZAS	Ao sinal de alarme evacuem a área de risco de inundação, seguindo pelas rotas de fuga e dirigindo se aos pontos de encontro.
Tempo para o aviso do alarme na ZAS	Imediatamente quando for detectada na barragem a situação de EMERGÊNCIA.
Responsável pelo comando de alarme na ZAS	Coordenador do PAE, e na sua ausência, do Operador da Usina em exercício da função na Sala de Operações.
Resultados que se deseja alcançar na ZAS	Evacuação da população em tempo hábil, de acordo com os tempos estimados desde o início do rompimento e alcance da onda de inundação. Deverão ser definidas as rotas de fuga e pontos de encontro na ZAS, com base no cadastro da população. Pessoas com mobilidade reduzida deverão ser atendidas por algum meio de locomoção. Os simulados deverão ser realizados para validação dos meios de comunicação propostos e testar os tempos de evacuação pelas rotas de fuga definidas.
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME principal na ZAS	Sistema de alerta sonoro e voz em massa (estações remotas, que deverão ser acionadas a partir do Centro de Operação Local - CMOL).
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME secundário (em caso de falha do sistema de comunicação principal) na ZAS	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.

De acordo com o preconizado pela ANEEL (2023), o PAE deve contemplar a previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em

situação de alerta ou emergência, nos locais habitados na ZAS, devendo conter avaliação quanto a essa abrangência e cabendo ao empreendedor sua implantação, operação e manutenção em articulação com os órgãos locais de proteção e defesa civil. Nesta linha, o Quadro 7 apresenta as coordenadas de instalação dos alarmes sonoros (Sirenes). A definição da localização das Sirenes na ZAS foi realizada pela Companhia Brasileira de Alumínio, através do Plano de Evacuação da UHE Salto do Rio Verdinho.

Quadro 7. Localização das sirenes.

Sirenes	Coordenadas	
	Longitude	Latitude
ER-SRV-01	19° 8'43.14"S	50°45'3.13"O
ER-SRV-02	19° 9'14.46"S	50°44'28.20"O
ER-SRV-03	19° 9'43.98"S	50°44'13.39"O
ER-SRV-04	19°10'16.80"S	50°43'21.06"O

Obs: As sirenes ainda não estão implantadas. Em caso de emergência deverá ser acionado o sistema de comunicação secundário: carro de som e realização de anúncio em rádios.

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

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

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

4 SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE

4.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

O empreendedor (Companhia Brasileira de Alumínio) 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.

A 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 e atualizar o PAE;
- b) Promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- c) Participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e organismos de defesa civil;
- d) Designar formalmente um coordenador para executar as ações descritas no PAE;
- e) Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de resposta;
- f) Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
- g) Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- h) Alertar a população potencialmente afetada na ZAS;
- i) Notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;
- j) Emitir declaração de encerramento da emergência;
- k) Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

Adicionalmente, conforme preconiza ANEEL (2023), cabe ao empreendedor:

- I. Articular-se com os órgãos de proteção e defesa civil municipais e estaduais para promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes do PAE;
- II. Adotar as medidas necessárias para implantação e operacionalização do PAE, de modo que as comunidades na ZAS e nos locais habitados da ZSS tenham

ciência dos procedimentos a serem adotados em caso de acidente com a barragem;

- III. Disponibilizar o PAE no site do empreendedor e em meio físico, no empreendimento, nos órgãos de proteção e defesa civil dos municípios contemplados no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.

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 designado pelo empreendedor e 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. 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:

- Disponibilizar informações operativas relevantes, tais como nível do reservatório e vazão turbinada;
- 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;
- Emitir Declaração de Início e Encerramento de Emergência, obrigatoriamente, para os Níveis de Resposta Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO), Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA) ou Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO);
- Comunicar os funcionários do empreendimento, caso seja declarada situação com nível de resposta Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO), Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA) ou Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO);
- Notificar as autoridades públicas, caso seja declarado nível de resposta Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO), Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA) ou Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO);

- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento, caso seja declarado nível de resposta Alerta (NÍVEL 2 – Laranja) e Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO). Uma vez alertada, a população da ZAS deverá autoevacuar-se, dirigindo-se aos pontos de encontro estabelecidos neste Plano de Ação de Emergência, a serem validados pela Defesa Civil;
- Emitir Mensagem de Notificação, conforme Nível de Resposta pertinente a situação;
- Criar e manter todos os registros de avisos e notificação e alerta em arquivos físicos e/ou digitais auditáveis;
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de emergência.

O APÊNDICE 7 – FORMULÁRIOS-TIPO apresenta os modelos de comunicação, para a emissão das declarações de início/encerramento da ocorrência e notificação aos agentes internos.

4.3 RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

A equipe de 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) ou Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO);
- Informar o Coordenador do PAE sobre situações não normais identificadas;
- 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 gestão do risco, no que diz respeito à população que reside nos vales com barragens, envolve a participação de um maior número de instituições, nomeadamente a do Sistema de Proteção e Defesa Civil. Tipicamente, as responsabilidades deste sistema relacionam-se com o alerta, a evacuação e a sensibilização e educação das populações no que diz respeito a atuação em emergências.

A Lei nº 12.608/2012, atualizada pela Lei Federal nº 14.066/2020, criou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), que visa uma atuação conjunta entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com uma abordagem sistêmica de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação de áreas onde possa acontecer ou já tenha ocorrido desastres de grandes proporções na população brasileira.

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

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

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

No contexto de Segurança de Barragens, atualizada pela Lei Federal nº 14.066/2020, 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 ações:

- 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), denominada Zona de Segurança Secundária (ZSS), o alerta antecipado compete aos Serviços Municipais de Proteção Civil e Entes Federados, sendo estes responsáveis pelas ações de aviso, mobilização, treinamento e evacuação da população residente em áreas potencialmente afetadas, conforme Lei nº 12.608/2012, Lei nº 14.066/2020.e Decreto nº 8.572/2015.

Contudo, o § 6º do Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, 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. Isso deve ser alinhado com as Defesa Civil e demais órgãos.

4.6.1 Defesa Civil

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

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

- I - reduzir os riscos de desastres;
- II - prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres;
- III - recuperar as áreas afetadas por desastres;
- IV - incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;
- V - promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;
- VI - estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;
- VII - promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;
- VIII - monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;
- IX - produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;
- X - estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;

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

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

XIII - desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;

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

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

Art. 7º - Compete aos Estados:

I - executar a PNPDEC em seu âmbito territorial;

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

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

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

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

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

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

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

Art. 8º - Compete aos Municípios:

I - executar a PNPDEC em âmbito local;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5 SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO

Para avaliar os danos provocados pela hipotética ruptura da UHE Salto do Rio Verdinho ou por sua operação hidráulica extrema é necessário determinar as zonas que vão ficar inundadas a jusante.

Sendo assim, este capítulo tem por objetivo apresentar os mapas de inundação obtidos nas simulações computacionais realizadas da hipotética ruptura da barragem e, também, das situações de operação hidráulica extrema com o objetivo de delimitar o potencial impacto no vale a jusante da barragem, afetando a população, instalações, infraestruturas e meio ambiente.

Os mapas de inundação, que apresentam a área impactada (mancha de inundação) a jusante da UHE Salto do Rio Verdinho, 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.

Faz-se importante mencionar que o estudo de ruptura hipotética está em fase de atualização, contemplando levantamentos topográficos adicionais, o que eventualmente poderá acarretar uma nova mancha de inundação e consequente alteração da ZAS. Caso tenha alteração, as ações de implantação da nova ZAS serão realizadas pelo empreendedor em conjunto com a defesa civil e demais entidades públicas pertinentes.

5.1 METODOLOGIA

O estudo de ruptura hipotética da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho foi desenvolvido mediante modelo hidrodinâmico bidimensional HEC-RAS 5.0.3 pela RHAMA Consultoria Ambiental Ltda (2017). O documento completo do Estudo de Ruptura Hipotética da barragem está apresentado no APÊNDICE 8 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM.

5.2 DADOS UTILIZADOS

O desenvolvimento do estudo de inundação foi baseado em dados hidrológicos, topográficos e estruturais da UHE Salto do Rio Verdinho. O Quadro 8 resume os dados empregados no desenvolvimento do modelo numérico para ruptura hipotética da barragem em questão.

Quadro 8. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.

Tipo de base dados	Variável
Hidrológico	Vazão da cheia para tempo de recorrência de 10.000 anos.
Dispositivos de descarga	Dimensões geométricas do vertedouro da UHE Salto do Rio Verdinho.
Arranjo da Barragem	Dimensões, cotas e posicionamento das estruturas associadas ao barramento e dispositivos de descarga da UHE Salto do Rio Verdinho.
Base cartográfica	Modelo Digital de Superfície SRTM com resolução de 30 m.

5.3 CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE ESTUDO

O “Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens” comenta que se deve optar por construir o menor número possível de cenários e para garantir uma adequada segurança associada aos diferentes tipos de barragem, o referido manual define dois tipos de cenários: o cenário de operação hidráulica extrema, que pode dar origem a descargas importantes, mas sem conduzir a ruptura, porém podendo colocar em risco pessoas e bens no vale a jusante, e o cenário de ruptura propriamente dita.

5.3.1 Cenário de Operação Hidráulica Extrema

Este cenário permite definir as zonas a jusante que, em consequência do funcionamento dos dispositivos de descarga, se encontram em situação de risco. Esta simulação pode também ser fundamental para quantificar com mais rigor os danos após a ocorrência de um acidente na barragem. Ou seja, à totalidade dos danos registrados nas áreas inundadas por causa da ruptura da barragem ou da tomada de água, dever-se-á subtrair aqueles que ocorreriam nas áreas inundadas pela cheia no rio “sem a existência da barragem” e, portanto, sem o evento da ruptura da barragem.

A simulação deste cenário para a barragem da UHE Salto do Rio Verdinho contemplou a cheia correspondente à 10.000 anos de tempo de recorrência.

5.3.2 Cenário de Ruptura

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

Para a confecção do PAE da UHE Salto do Rio Verdinho, optou-se pela adoção do cenário de maior criticidade, sendo este o que apresenta menor tempo de resposta e o que possui capacidade de atingir o maior número de edificações e estruturas. Sendo assim, segundo estudo realizado pela RHAMA Consultoria Ambiental Ltda (2017), o cenário de ocorre a partir da entrada, no reservatório, de vazão com capacidade próxima à do vertedouro (evento com vazão superior a 10.000 anos de Tempo de Retorno).

A seguir, no Quadro 9, são apresentadas características da brecha de ruptura adotada para a UHE Salto do Rio Verdinho. Na simulação realizada, considerou-se que o início da formação de brecha estaria associado a uma elevação de 1 metro da lâmina de água acima da cota da crista da barragem.

Quadro 9. Características das brechas adotadas, por barragem – UHE Salto do Rio Verdinho.

CARACTERÍSTICA DA BRECHA FORMADA	
Tempo de ruptura (h)	0,5
Forma de ruptura	Trapezoidal
Inclinação da brecha	45º
Largura da brecha (m)	205
Profundidade da brecha (m)	38,5
Localização da brecha	Centro

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

5.4 CONDIÇÕES INICIAIS

As condições iniciais da simulação hidráulica de vazões máximas na bacia dizem respeito principalmente à condição da calha do rio no início das simulações e à cota inicial dos reservatórios. A região de jusante da UHE Salto do Rio Verdinho tem duas regiões principais que devem ser destacadas no âmbito de condições iniciais: a calha do rio Verde e o reservatório da UHE Ilha Solteira. Para os eventos de cheias simulados, partiu-se da condição de seca no rio Verde e cota do reservatório da UHE Ilha Solteira em 328 metros, correspondente ao nível máximo de projeto.

5.5 CONDIÇÕES DE CONTORNO

As condições de contorno adotadas para a simulação se referem especificamente às condições de contorno de jusante (CCJ) e às condições de contorno de montante (CCM).

Desse modo, as condições de contorno de montante foram estabelecidas em 3 locais: o primeiro foi aproximadamente 22 km a montante da confluência entre o rio Verde e o rio Paranaíba (partiu-se do pressuposto que um hipotético rompimento da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho não afetaria essa região), o segundo foi na barragem da UHE Água Vermelha e o terceiro foi a montante do reservatório da UHE Salto do Rio Verdinho.

A CCJ foi estabelecida 5 km a jusante da confluência entre o rio Paranaíba e o rio Grande. Ou seja, na formação do rio Paraná.

As premissas adotadas permitiram, portanto, avaliar os impactos gerados pelo rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho nas barragens da UHE Água Vermelha e da UHE Foz do Rio Claro, além de outras áreas de interesse. E permitiram indicar se este rompimento poderia influenciar de alguma maneira a operação da UHE Ilha Solteira e da UHE São Simão.

5.6 RESULTADOS

Os mapas de inundações para cenários de não rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho estão apresentados no APÊNDICE 9, no documento G5-945-SRV-DE-PAE-0001.

Para o cenário de ruptura hipotética da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho, o mapa de inundação consta apresentado também no APÊNDICE 9, no documento G5-945-SRV-DE-PAE-0002.

As seções de interesse para as quais são apresentados os resultados correspondentes ao cenário de ruptura da barragem são apresentadas em planta na Figura 10.

A primeira seção de interesse a jusante da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho, chamada de “UHE SRV”, localiza-se cerca de 6,7 km a jusante da barragem. Neste local observa-se que a vazão de pico do hidrogramas de rompimento chega perto de 65.000 m³/s, demorando em torno de 1 hora para atingir o local. Entretanto, o rio começa a elevar a cota já nos primeiros 10 minutos pós-rompimento. A profundidade máxima estimada para este local

foi de 13 metros. O hidrograma e o cotagrama correspondentes à esta seção estão apresentados na Figura 11.

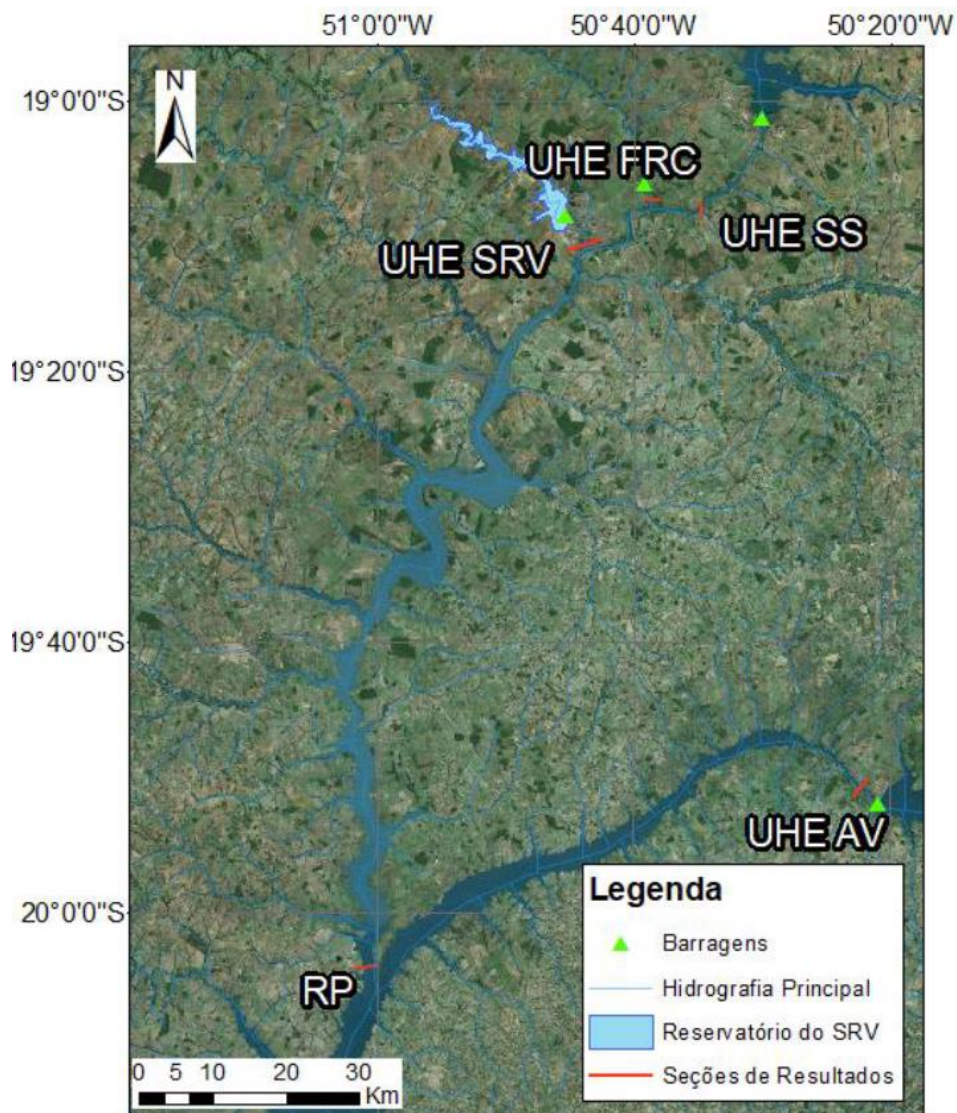


Figura 10. Identificação das seções de interesse.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

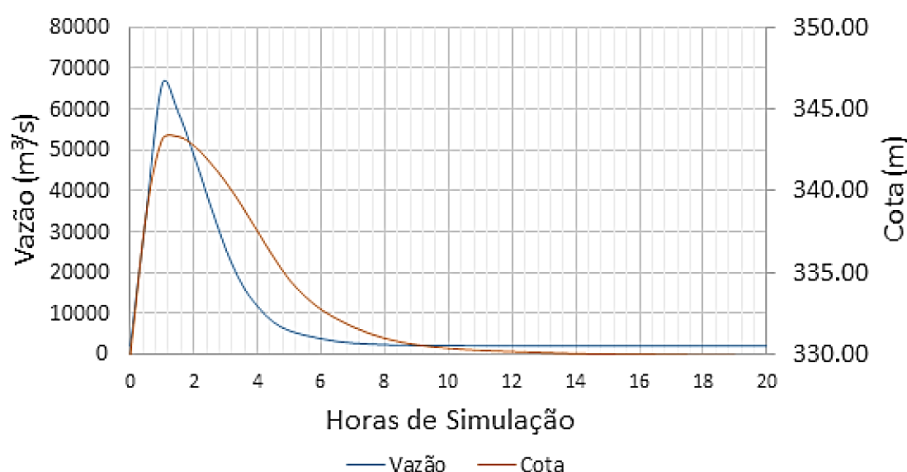


Figura 11. Hidrograma e cotagrama na seção UHE SRV, localizada 6,7 km a jusante da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho, após o rompimento.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

As simulações revelaram que a onda de cheia devida ao rompimento da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho pode se propagar para montante, ao longo do rio Paranaíba. Isso pode ocorrer porque a vazão defluente da barragem é elevada, com potencial para o fluxo do rio Paranaíba a montante da confluência com o rio Verde ser revertido, por um período curto de tempo. Este efeito foi avaliado em dois pontos: um no próprio rio Paranaíba, no contorno de montante do modelo, e o outro no rio Claro, imediatamente a jusante da barragem da UHE Foz do Rio Claro.

A Figura 12 apresenta o hidrograma e o cotagrama no rio Claro imediatamente a jusante da barragem da UHE Foz do rio Claro. Essa seção foi chamada de “UHE FRC”. Observa-se que a onda de cheia devida ao rompimento da barragem do Salto do Rio Verdinho pode se propagar para montante, ao longo do rio Paranaíba, e se propagar para montante ao longo do rio Claro, até a barragem da UHE Foz do Rio Claro, onde o nível da água pode ser elevar em aproximadamente 6,5 metros. O valor negativo da vazão da Figura 12 é relativo à entrada de água no sentido contrário ao normal do curso hídrico, e é esperado que o pico da onda de cheia chegue neste local em torno de 2 horas e meia após o começo do rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho.

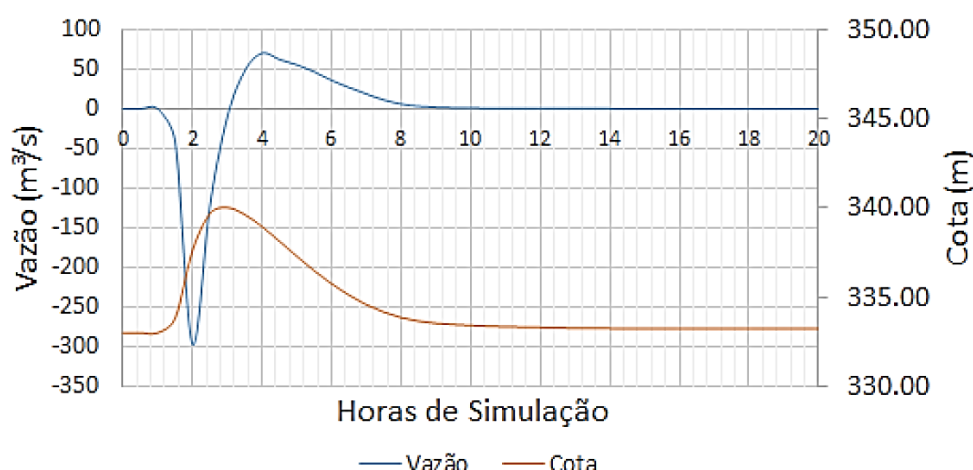


Figura 12. Hidrograma e cotagrama na seção UHE FRC no cenário de rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

A avaliação dos efeitos da onda de ruptura na Seção “UHE SS” se fez necessário pelo mesmo motivo apresentado para a UHE Foz do Rio Claro: a potencialidade que um rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho apresenta em relação a efeitos de remanso. As simulações foram realizadas, nesse sentido, até em torno de 22 km a montante do encontro entre as águas do Rio Paranaíba com as águas do Rio Verde. Os resultados encontrados nesta seção mostram que caso ocorra o rompimento da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho, muito possivelmente a UHE São Simão será afetada, uma vez que para a seção em questão, as simulações apontaram um sentido da mudança de fluxo associado a um aumento de cota de em torno de 7 metros de altura conforme pode ser observado na Figura 13. Nesta seção espera-se que o pico de cheia ocorra em 3 horas após o rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho. A distância aproximada entre a seção em questão e a barragem de São Simão é de em torno de 16 km, o que de maneira expedita mostra que o rompimento da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho tem potencial para causar uma onda de em torno de 5 metros de altura na barragem de São Simão, considerando o decaimento da amplitude da onda entre a confluência entre o rio Paranaíba e o rio Verde.

A Figura 14 apresenta o hidrograma e cotagrama para a seção chamada de “RP”. Como pode ser observado nos resultados da simulação, um hipotético rompimento da barragem Salto do Rio Verdinho tem potencial para gerar um aumento de cota inferior a meio metro na seção em questão, apesar de ter potencial para gerar um pico de vazão da ordem de 25 mil m³/s. A lâmina de água começaria a sofrer alterações após 3 horas e o pico da cota chegaria após em torno de 8 horas após o início do rompimento da barragem de Salto do Rio Verdinho.

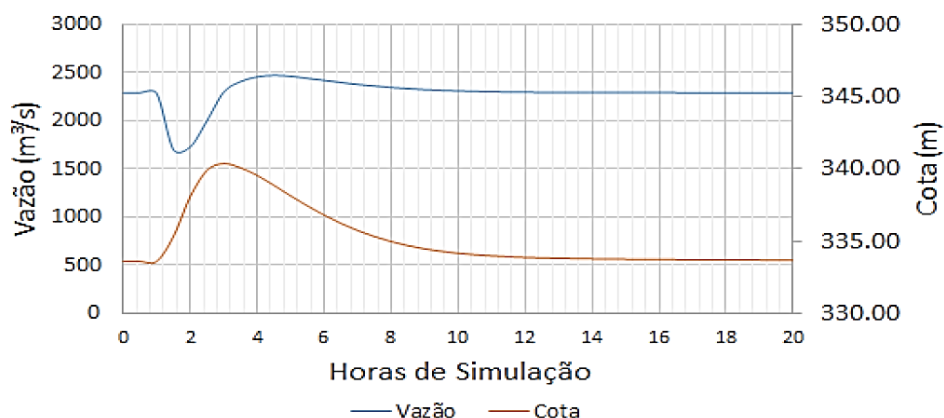


Figura 13. Hidrograma e cotagrama na seção UHE SS no cenário de rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017

A última seção avaliada corresponde à uma seção a jusante da UHE Água Vermelha, com o objetivo de avaliar como a UHE Água Vermelha seria impactada com um possível rompimento da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 15. Como pode ser observado, a UHE Água Vermelha sofreria uma influência mínima com o evento estudado, de modo que poderia haver uma flutuação da ordem de 10 cm na lâmina de água a jusante do barramento.

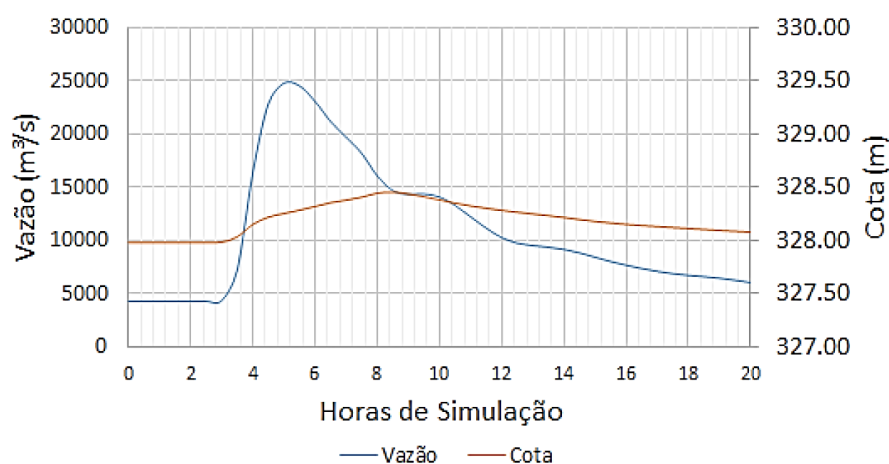


Figura 14. Hidrograma e cotagrama na seção RP no cenário de rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

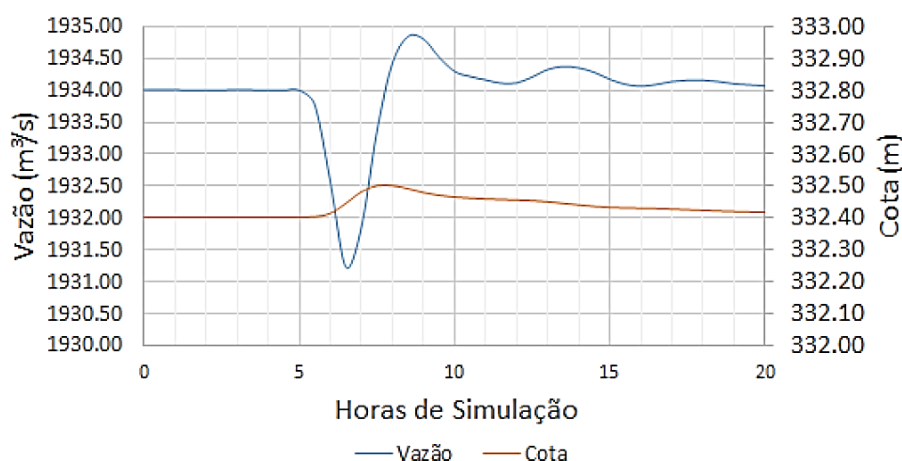


Figura 15. Hidrograma e cotagrama na seção UHE AV no cenário de rompimento da UHE Salto do Rio Verdinho.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

Mais detalhes sobre o estudo de ruptura podem ser encontrados no APÊNDICE 8 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM.

5.7 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA

Considera-se área afetada 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 a partir de imagens de satélite. Cabe lembrar que as imagens podem estar desatualizadas ou podem não permitir a identificação de moradias em locais isolados.

5.7.1 Zona de autossalvamento (ZAS)

De acordo com recomendações da Lei Federal nº 14.066 (2020) e ANEEL (2023), a Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como a região, imediatamente a jusante da barragem, em que se considera não haver tempo suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência. Sua extensão é definida pela menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância percorrida pela onda de inundação em trinta minutos.

Desta forma, para a UHE Salto do Rio Verdinho adotou-se a Zona de Autossalvamento ao longo da distância de 10 km a partir da barragem do empreendimento ao longo da afetação da mancha de inundação que se prolonga no Rio Verde e no rio Paranaíba, de modo que todo esse trecho seja alertado numa eventual situação de crise, não dependendo da atuação das autoridades competentes.

A localização da barragem e das infraestruturas/edificações localizadas dentro da ZAS estão apresentadas no mapa do APÊNDICE 9.

Algumas restrições de acesso em momentos de crise podem ser descritas. Dentre elas, o acesso às localidades da área de inundação mediante as rodovias e estradas sujeitas à inundação. Estas deverão ser mapeadas pelos órgãos de Defesa Civil, para que, em momentos de crise, o isolamento e interdição das vias seja adequadamente planejado e executado.

5.7.2 Zona secundária de salvamento (ZSS)

De acordo a Lei 12.334/2020 e a Resolução ANEEL (2023), a Zona Secundária de Salvamento (ZSS) é o trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS. A ZSS consta apresentada no mapa do APÊNDICE 9.

5.7.3 Indicação dos pontos de segurança

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

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

Imediatamente após notificação, a população presente na Zona de Autossalvamento deverá dirigir-se aos PONTOS DE ENCONTRO cujas coordenadas são apresentadas no Quadro 10.

A localização dos pontos de encontro e rotas de fuga foi disponibilizada pela Companhia Brasileira de Alumínio, através do Plano de Evacuação da UHE Salto do Rio Verdinho.

Quadro 10. Localização dos Pontos de Encontro propostos na ZAS.

Pontos de Encontro	Coordenadas	
	Longitude	Latitude
PE SRV 1	50°45'6.79"O	19° 9'35.53"S
PE SRV 2	50°44'50.89"O	19°10'36.87"S
PE SRV 3	50°43'31.76"O	19° 9'1.78"S
PE SRV 4	50°43'35.83"O	19° 9'14.92"S
PE SRV 5	50°43'13.73"O	19° 9'35.77"S
PE SRV 6	50°43'7.64"O	19° 9'53.15"S
PE SRV 7	50°43'16.76"O	19°10'15.93"S

As rotas de fuga e pontos de encontro da UHE Salto do Rio Verdinho encontram-se implantados no vale a jusante. Complementarmente, a Figura 16 apresenta os modelos das placas de ROTAS DE FUGA e PONTOS DE ENCONTRO adotados.

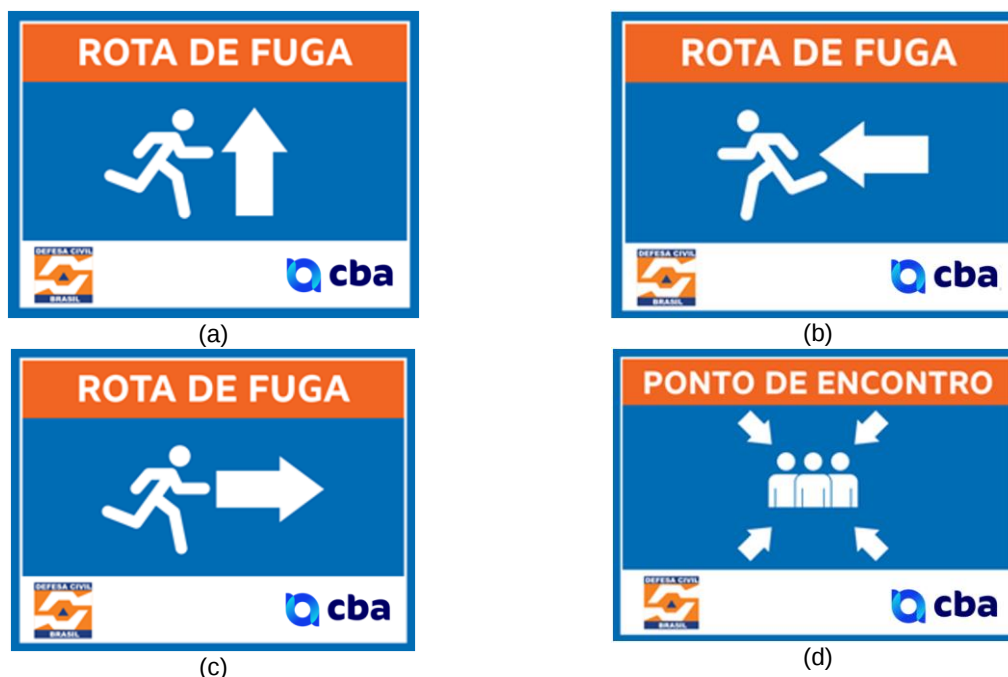


Figura 16. Placas de sinalização de rotas de fuga e pontos de encontro.

Legenda: (a) Placa de rota de fuga – Reta; (b) Placa de rota de fuga – Esquerda; (c) Placa de rota de fuga – Direita; (d) Placa de ponto de encontro.

5.7.4 Medidas para regaste de atingidos e mitigação de impactos

De acordo com a Lei 14.066/2020, a Companhia Brasileira de Alumínio 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.

O registro das reuniões de articulação com o poder público consta no APÊNDICE 4 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO.

A ANEEL (2023) preconiza que o exercício prático de simulação de emergência deve ser realizado com a população da ZAS com frequência e organização definida conjuntamente com os órgãos de proteção e defesa civil, no que couber. A resolução também indica que a frequência para realização do exercício prático de simulação não deverá exceder 3 anos, salvo manifestação dos órgãos de proteção e defesa civil competentes. O plano e registro de treinamento do PAE estão apresentados no APÊNDICE 5 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE.

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.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa Nº 1.064, de maio de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens. Brasília: ANA, 2016. v. 3: Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem.

Lei Federal nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010. Brasília, 2010. Política Nacional de Segurança de Barragens.

Lei Federal nº 12.608 de 10 de Abril de 2012. Brasília, 2012. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

Lei Federal nº 14.066 de 30 de Setembro de 2020. Brasília, 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens.

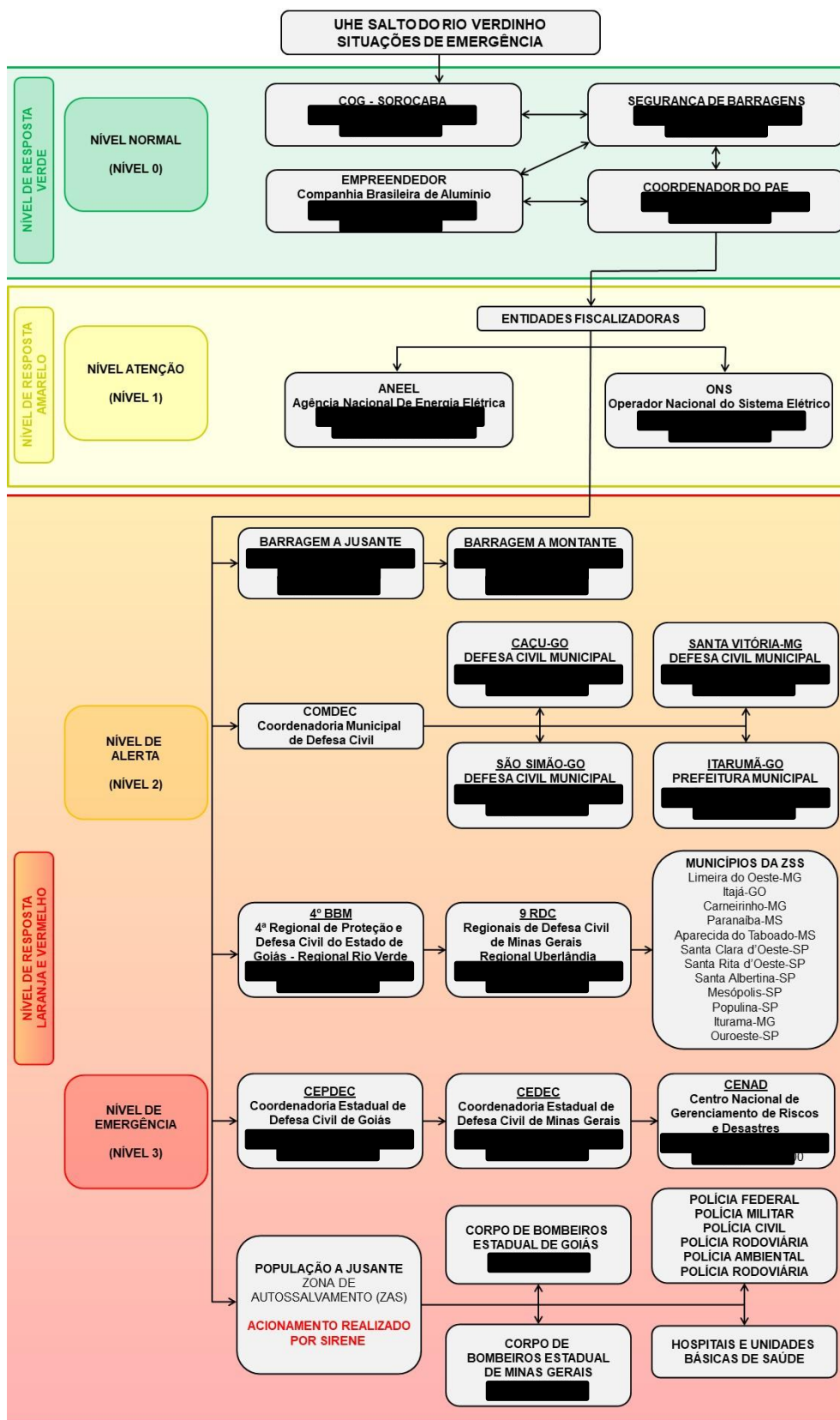
RHAMA Consultoria Ambiental Ltda. Estudos de Rompimento de Barragem da UHE Salto do Rio Verdinho/GO. Porto Alegre. Dezembro, 2017.

VLB ENGENHARIA. UHE SALTO DO RIO VERDINHO - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM - PRODUTO 4 – RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS E AVALIAÇÃO DAS ESTRUTURAS EXTRAVASORAS. Documento nº CV1901-SRV-RP04-RT-0001 revisão 01. Novembro de 2022.

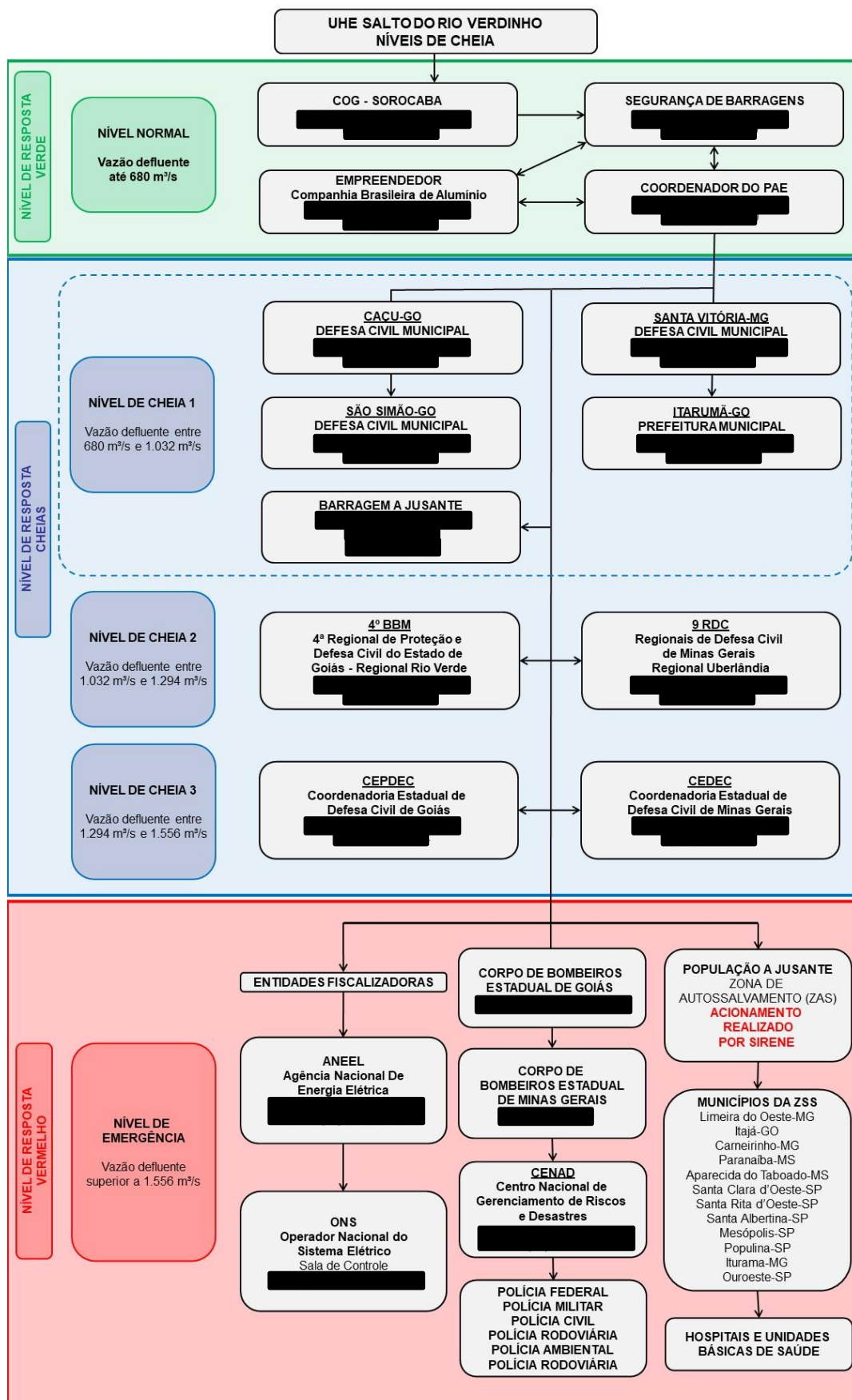
VLB ENGENHARIA. UHE SALTO DO RIO VERDINHO - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM - PRODUTO 8 - REVISÃO DO MANUAL DE OPERAÇÃO. Documento nº CV1901-SRV-RP14-RT-0001 revisão 0. Dezembro de 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE SEGURANÇA



APÊNDICE 2 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE CHEIA



APÊNDICE 3 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS

Quadro 11. Lista de Contatos – UHE Salto do Rio Verdinho

UHE Salto do Rio Verdinho	Empreendedor Companhia Brasileira de Alumínio	[REDACTED]	[REDACTED]
	Gerente de Segurança de Barragens	[REDACTED]	[REDACTED]
	Coordenador do PAE	[REDACTED]	[REDACTED]
	Coordenador Suplente do PAE	[REDACTED]	[REDACTED]
	Gerente COG – Centro de Operação da Geração	[REDACTED]	[REDACTED]
Barragem a jusante	UHE Ilha Solteira	[REDACTED]	[REDACTED]
Barragem a montante	UHE Salto	[REDACTED]	[REDACTED]
Entidade Fiscalizadora	ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica		[REDACTED]
	NOS Operador Nacional do Sistema Elétrico	[REDACTED]	[REDACTED]
Autoridades e Sistemas de Defesa Civil	CENAD Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres	[REDACTED]	[REDACTED]
	CEPDEC Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Goiás	[REDACTED]	[REDACTED]
	CEDEC Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Minas Gerais	[REDACTED]	[REDACTED]
	CEPDEC Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de São Paulo	[REDACTED]	[REDACTED]
	CEPDEC Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Mato Grosso do Sul	[REDACTED]	[REDACTED]

4º BBM – Rio Verde: 4ª Regional de Proteção e Defesa Civil do Estado de Goiás		
9 RDC Regionais de Defesa Civil de Minas Gerais Regional Uberlândia		
COMPDEC Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Caçu-GO		
COMPDEC Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Santa Vitória-MG		
COMPDEC Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de São Simão-GO		
Prefeitura Municipal de Itarumã-GO		
COMPDEC Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Limeira do Oeste-MG		
COMPDEC Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Itajá-GO		
Prefeitura Municipal de Carneirinho-MG		
COMPDEC Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Paranaíba-MS		
COMPDEC Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Aparecida do Taboado-MS		
Prefeitura Municipal de Santa Clara d'Oeste-SP		
COMPDEC Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Santa Rita d'Oeste-SP		
Prefeitura Municipal de Santa Albertina-SP		

	Prefeitura Municipal de Mesópolis-SP		
	COMPDEC Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Populina-SP		
	Prefeitura Municipal de Iturama-MG		
	COMPDEC Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Ouroeste-SP		
Prefeituras	Prefeitura Municipal de Caçu-GO		
	Prefeitura Municipal de Santa Vitória-MG		
	Prefeitura Municipal de Itarumã-GO		
	Prefeitura Municipal de São Simão-GO		
	Prefeitura Municipal de Limeira do Oeste-MG		
	Prefeitura Municipal de Itajá-GO		
	Prefeitura Municipal de Paranaíba-MS		
	Prefeitura Municipal de Aparecida do Taboado-MS		
	Prefeitura Municipal de Carneirinho-MG		
	Prefeitura Municipal de Santa Clara d'Oeste-SP		
	Prefeitura Municipal de Santa Rita d'Oeste-SP		

	Prefeitura Municipal de Santa Albertina-SP		
	Prefeitura Municipal de Mesópolis-SP		
	Prefeitura Municipal de Populina-SP		
	Prefeitura Municipal de Ouroeste-SP		
	Prefeitura Municipal de Iturama-MG		
Outras agências	INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais		
	CEMADEN Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais		
	INMET Instituto Nacional de Meteorologia		

* Não foi possível confirmar os contatos indicados.

** Caso os números estejam sem sinal, contatar via WhatsApp.

Quadro 12. Telefones dos Corpos de Bombeiros e Polícias.

Descrição	Município	Contato
Corpo de Bombeiros	Estadual de Goiás	
	Estadual de Minas Gerais	
	Estadual de São Paulo	
	Estadual do Mato Grosso do Sul	
Polícia Militar	Caçu-GO	
	Santa Vitória-MG	
	Itarumã-GO	
	São Simão-GO	
	Limeira do Oeste-MG	
	Carneirinho-MG	
	Aparecida de Taboado-MS	
	Santa Rita D'Oeste-SP	
Polícia Civil	Caçu-GO	
	Santa Vitória-MG	
	São Simão-GO	
	Itajá-GO	
	Aparecida de Taboado-MS	

Descrição	Município	Contato
	Santa Rita D'Oeste-SP	
Polícia Florestal ou Ambiental	Caçu-GO	
	Santa Vitória-MG	
Rodoviária Federal	Caçu-GO	
	Paranaíba	

* Não foi possível confirmar os contatos indicados.

Quadro 13. Telefones de Hospitais e Postos de Saúde.

Descrição	Município	Nome	Telefone
Hospital	Caçu-GO		
	Itarumã*-GO		
	Itajá-GO		
	Santa Vitória-MG		
	Paranaíba-MS		
	Aparecida de Taboado-MS		
Posto de Saúde	Caçu-GO		
Posto de Saúde	Itajá-GO		
	Santa Vitória-MG		
	Paranaíba-MS		
	Aparecida de Taboado-MS		

* Não foi possível confirmar os contatos indicados.

Quadro 14. Fornecedores de materiais mobilizáveis em situações de Emergência.

Descrição	Município	Nome	Telefone
Prestadores de Serviço	São Simão-GO		
	Santa Vitória-MG		
	Caçu-GO		
	Itarumã-GO		
	Paranaíba-MS		
	Itajá-GO		
	Limeira do Oeste-MG		

	Carneirinho-MG		
	Aparecida de Taboado-MS		
	Santa Rita D'Oeste-SP		

* Não foi possível confirmar os contatos indicados.

APÊNDICE 4 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO

O Quadro 15 apresenta um modelo de registro para as reuniões de articulação com o poder público.

Quadro 15. Modelo de registro de reuniões do plano de articulação.

Data	Local	Natureza	Assunto	Entidades participantes
ago/18	UHE Salto do Rio Verdinho	Apresentação	Apresentação e Entrega do PAE	Itarumã/Ouroeste/ São Simão/Caçu/Santa Vitória/Itajá/ Limeira do Oestes/Carneirinho/ Paranaíba/Mesópolis/Aparecida do Taboado/Populina/ Santa Clara do Oeste/ Santa Rita do Oeste/ Iturama/Santa Albertina/Rubinéia
nov/19	UHE Salto do Rio Verdinho	Acompanhamento	Acompanhamento PLANCON	VE / Itarumã / Caçu / Santa Vitória
fev/20	Prefeitura Municipal de Caçu	Alinhamento	Acompanhamento PLANCON e Instalação Sirenes	VE / Caçu / Itarumã
ago/20	Online	Apresentação	Apresentação do Plano de Trabalho	VE / Integratio / Caçu / Itarumã / PDEC-GO
mar/21	Online	Apresentação	Apresentação de Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Itarumã / Caçu
jun/21	Prefeitura Municipal de Caçu	Apresentação	Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Caçu
jun/21	Prefeitura Municipal de Itarumã	Apresentação	Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Itarumã
jul/21	ZAS	Apresentação	Instalação de Sirenes	VE / Itarumã
jul/21	ZAS	Apresentação	Instalação de Sirenes	VE / Caçu
ago/18	UHE Salto do Rio Verdinho	Apresentação	Apresentação e Entrega do PAE	Itarumã/Ouroeste/ São Simão/Caçu/Santa Vitória/Itajá/ Limeira do Oestes/Carneirinho/ Paranaíba/Mesópolis/Aparecida do Taboado/Populina/ Santa Clara do Oeste/ Santa Rita do Oeste/ Iturama/Santa Albertina/Rubinéia
Fev/23	Online	Ofício	Instalação de Placas (rotas de fuga e pontos de encontro)	CBA / Caçu
Mar/23	Online	Ofício	Instalação sirene	CBA / Incra

APÊNDICE 5 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE

A ANA (2016) recomenda a realização e periodicidade dos seguintes testes e exercícios:

Tipo	Periodicidade (conforme ANA 2016 e ANEEL 2023)
Treinamento Interno do PAE	Sempre que houver revisão.
Exercício de simulação	O exercício prático de simulação de situação de emergência deve ser realizado com a população da ZAS com frequência e organização definida conjuntamente com os órgãos de proteção e defesa civil, no que couber; A frequência para realização do exercício prático de simulação de que trata não deverá exceder 3 anos, salvo manifestação dos órgãos de proteção e defesa civil competentes.

Fonte: adaptado de ANA (2016) e ANEEL (2023)

TESTE DOS SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO E ALERTA

O objetivo do teste dos sistemas de notificação e alerta é essencialmente confirmar os números de telefone e verificar a operacionalidade dos meios de comunicação, bem como a funcionalidade do fluxograma de notificação. Deverá haver a participação dos recursos humanos da barragem e do Empreendedor. O teste deve reger-se pelos seguintes objetivos específicos:

- ✓ Testar o sistema de notificação e em particular: testar os nºs de telefone;
- ✓ Determinar a capacidade de estabelecer e manter as comunicações durante a emergência;
- ✓ Verificar a capacidade do Coordenador do PAE de mobilizar e ativar a equipe operacional e os meios de resposta à emergência;
- ✓ Testar a operacionalidade dos meios de alerta e verificar a capacidade de notificar rapidamente a população na ZAS.

EXERCÍCIOS DE NÍVEL INTERNO

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

Nesta linha, os treinamentos internos são focados no público interno das instalações (colaboradores da UHE Salto do Rio Verdinho), nas respostas imediatas, no processo interno de tomada de decisão e na detecção de falhas no Plano de Ação de Emergência, com especial atenção aos pontos como comunicações, recursos humanos e materiais.

O exercício deve reger-se pelos seguintes objetivos específicos:

- ✓ Testar a resposta a nível interno:
 - Avaliar o nível de conhecimento da equipe operacional relativamente ao PAE;
 - Testar a operacionalidade dos órgãos extravasores da barragem;
 - Determinar a eficácia dos procedimentos internos e, nomeadamente, das medidas operativas e corretivas que constam do PAE;
 - Avaliar a adequação das instalações, equipamento e outros materiais para suportar o cenário de emergência em exercício (ou seja, da emergência);
 - Determinar o nível de cooperação e coordenação entre o Empreendedor e a Entidade Fiscalizadora na resposta à emergência;
 - Determinar a capacidade para estabelecer e manter as comunicações durante a emergência.
- ✓ Testar o sistema de alerta:
 - Testar a eficácia do sistema de informação ao público e de disseminação de mensagens, nomeadamente em providenciar informação oficial e instruções à população da ZAS para facilitar uma resposta tempestiva e apropriada durante uma emergência.

Estes exercícios têm o propósito de proporcionar a análise de uma situação de emergência num ambiente informal. Os moderadores que coordenam o exercício têm como missão liderar a discussão, ajudando os participantes a não saírem do objetivo do exercício. Tipicamente o exercício começa com a descrição do evento a simular e prossegue com debates pelos participantes para avaliar o PAE e os procedimentos de resposta e para resolver as preocupações relativas à coordenação e responsabilidades.

Neste nível não há utilização de equipamentos ou instalação de recursos, portanto, todas as atividades são simuladas, e os participantes interagem através do diálogo. A narrativa estabelece o cenário para a simulação do evento. Ela descreve brevemente o que aconteceu e o que é conhecido até ao momento do exercício. Este exercício deve proporcionar aos participantes a recepção de mensagens como um estímulo para a possibilidade de respostas dinâmicas. A vantagem deste tipo de exercício traduz-se no investimento que não é significativo em termos de tempo, custo e recursos. Ele oferece um método eficaz de revisão dos planos, procedimentos de execução e políticas e serve como um instrumento de formação para o pessoal-chave com responsabilidades numa eventual emergência. Um exercício deste tipo serve também para familiarizar os técnicos do Empreendedor com outros técnicos e agentes de defesa civil.

Exemplos deste tipo de treinamentos internos:

- Seminários;
- Workshops;
- Exercícios de mesa (tabletop exercises);
- Jogos;
- Drill;
- Exercícios funcionais;
- Exercícios completos.

EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO

De acordo com o § 5º do Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, o empreendedor deverá, juntamente com os órgãos locais de proteção e defesa civil, realizar, em periodicidade a ser definida conjuntamente com os órgãos de proteção e defesa civil não excedendo 3 anos conforme preconiza a ANEEL (2023), exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da ZAS.

Este tipo de exercício simula um evento real, com o intuito de avaliar a capacidade operacional do Sistema de Gestão de Emergências constante no PAE da UHE Salto do Rio Verdinho.

Estes exercícios devem contar com a participação dos colaboradores da UHE Salto do Rio Verdinho, da Companhia Brasileira de Alumínio, da população residente na ZAS, das Entidades Fiscalizadoras e das Coordenadorias Municipais.

De acordo com ANA (2016), este exercício deve ser da responsabilidade dos serviços de defesa civil, sendo esperado que neste nível haja efetiva colaboração de meios e recursos do Empreendedor e da Entidade Fiscalizadora

Para auxiliar o realismo, este tipo de exercício requer a mobilização efetiva de meios e recursos através de:

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

Recomenda-se que as simulações devem ser sempre registradas e arquivadas para histórico, indicando a data de sua realização, a listagem dos participantes e os resultados alcançados.

AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

Previamente ao simulado, sabendo que a informação representa uma das principais ações de mitigação de risco, devem ser previstas ações de sensibilização, educação e treinamento à população residente nos municípios potencialmente atingidos.

Isto é válido, em especial nos municípios constantes na Zona de Autossalvamento (ZAS), onde o tempo de atuação do Sistema de Proteção e Defesa Civil é reduzido. Desta forma, a população residente deve ter pleno conhecimento das principais rotas de fuga e pontos de encontro aos quais deverão se dirigir em situações anômalas.

Na preparação das ações de sensibilização, educação e treinamento, deve-se atentar para o nível cultural e educacional dos indivíduos em risco, uma vez que estas características nortearão as ações adotadas. Por exemplo, em regiões onde o nível de escolaridade for muito baixo, aconselha-se investir em linguagem visual, audiovisual e no contato direto com a população, evitando o uso de comunicação escrita.

As ações de sensibilização são concretizadas através de dois tipos de ações principais:

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

Sendo assim, compete à Companhia Brasileira de Alumínio, em conjunto com a Defesa Civil, o planejamento e implantação de práticas educativas, com o objetivo de disseminar informações, constantes no Plano de Ação de Emergência (PAE) da UHE Salto do Rio Verdinho, pertinentes à população em risco, tais como:

- As entidades responsáveis pela notificação das situações de emergência e os agentes encarregados de fornecer auxílio à população;
- Os diferentes tipos de alerta antecipado e seus significados. No caso de sirenes, por exemplo, deve ser divulgado os diferentes tipos de sinais, para que a população tome familiaridade com os mesmos, otimizando as ações de resposta;
- As ações constantes no Plano de Evacuação:
 - Limites do perímetro de inundação;
 - Rotas de fuga;
 - Ponto de encontro e/ou o local de refúgio;

- Acessos ao local de refúgio.
- Momento em que é permitido aos desalojados regressarem às áreas afetadas após o período crítico do desastre.

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

APÊNDICE 6 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Quadro 16. Entidades que receberam uma cópia do PAE.

001	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura municipal de Santa Albertina/SP Protocolo: Albertina_SP_Verdinho	Data: 17/11/2021
002	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Aparecida do Taboado/MS Protocolo: VE 347.21	Data: 30/11/2021
003	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Caçu/GO Protocolo: VE 352.21	Data: 30/11/2021
004	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Carneirinho/MG Protocolo: VE 352.21*	Data: 24/11/2021
005	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura municipal de Itajá/GO Protocolo: VE 361.2021	Data: 26/11/2021
006	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Itarumã/GO Protocolo: VE 362.2021	Data: 26/11/2021
007	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Iturama/MG Protocolo: VE 363.2021	Data: 29/11/2021
008	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Defesa Civil Municipal de Limeira do Oeste/MG Protocolo: VE 368.2021	Data: 24/11/2021
009	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Ouroeste/SP Protocolo: VE 373.2021	Data: 30/11/2021
010	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Paranaíba/MS Protocolo: VE 374.2021	Data: 17/11/2021
011	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Populina/SP Protocolo: VE 377.2021	Data: 30/11/2021
012	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Defesa Civil Municipal de Rubinéia/SP Protocolo: VE 381.2021	Data: 29/11/2021

013	Nome: [REDACTED] Data: 30/11/2021 Empresa/Instituição: Prefeitura municipal de Santa Albertina/SP Protocolo: VE 383.2021
014	Nome: [REDACTED] Data: 29/11/2021 Empresa/Instituição: Prefeitura municipal de Santa Clara do Oeste/SP Protocolo: VE 384.2021
015	Nome: [REDACTED] Data: 26/11/2021 Empresa/Instituição: Prefeitura municipal de Santa Rita do Oeste/SP Protocolo: VE 385.2021
016	Nome: [REDACTED] Data: 26/11/2021 Empresa/Instituição: Defesa civil municipal de Santa Vitória/MG Protocolo: VE 386.2021
017	Nome: [REDACTED] Data: 26/11/2021 Empresa/Instituição: Coordenação de Defesa Civil – Guarda Municipal de São Simão/GO Protocolo: VE 388.2021
018	Nome: [REDACTED] Data: 21/11/2022 Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Carneirinho/MG Protocolo:
019	Nome: [REDACTED] Data: 21/11/2022 Empresa/Instituição: Prefeitura municipal de Itajá/GO Protocolo:
020	Nome: [REDACTED] Data: 21/11/2022 Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Ouroeste/SP Protocolo:
021	Nome: [REDACTED] Data: 21/11/2022 Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Populina/SP Protocolo:
022	Nome: [REDACTED] Data: 21/11/2022 Empresa/Instituição: Prefeitura municipal de Santa Clara do Oeste/SP Protocolo:
023	Nome: [REDACTED] Data: 21/11/2022 Empresa/Instituição: Prefeitura municipal de Santa Vitória/MG Protocolo:

APÊNDICE 7 – FORMULÁRIOS-TIPO

Quadro 17. Formulário de declaração de mudança de nível.



Companhia
Brasileira de
Alumínio

DECLARAÇÃO DE NÍVEL DE XXX

Por meio desta declaração, resultado da aplicação do Plano de Ações Emergenciais (ou Emergência) (PAE), informamos q a Barragem da UHE entrou no Nível XXX

Esta é uma mensagem de **DECLARAÇÃO DO NÍVEL DE XX**, feita por XX, Coordenador do Plano de Ação de Emergência da Barragem da XX, às XX horas, do dia XX/XX/XXXX.

A causa da declaração se dá por: XX (descrever motivo).

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente à XX (conforme fluxogramas de acionamento).

As ocorrências demandam que sejam aplicadas as ações constantes do Plano de Ação de Emergência (PAE) da Barragem XX.

Favor acusar o recebimento desta comunicação à XX, pelo número de telefone XX, e através dos e-mails [XX](#) e [REDACTED]

A CBA - Companhia Brasileira de Alumínio, os manterá atualizados da situação em caso de mudança do Nível de Segurança, caso ela se resolva ou evolua de nível.

Para outras informações, contate [REDACTED]

Os responsáveis e os números de telefone estão disponíveis no Plano de Ação Emergência (PAE) da Barragem XX.

Cidade, (dia) de (mês) de (ano).

XX
Coordenador do PAE
CPF XX

Quadro 18. Formulário de declaração de encerramento.



Companhia
Brasileira de
Alumínio

DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE SITUAÇÃO

NÍVEL: XX

EMPREENDEDOR: Companhia Brasileira de Alumínio

BARRAGENS: XX

Eu, XX, na condição de Coordenador do Plano de Ação de Emergência (PAE) da Barragem da XX, e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da **DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE SITUAÇÃO**, voltando para a **Situação de Nível Normal**, a partir do dia XX/XX/XXXX, em função XX (descrever motivo).

Para quaisquer esclarecimentos, favor contatar XX, pelo número de telefone XX, e através dos e-mails [XX](#) e [\[REDACTED\]](#).

Cidade, _____ de _____ de XXXX.

XX
Coordenador do PAE
CPF XX

APÊNDICE 8 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM

O Memória de Cálculo do Estudo de Ruptura Hipotética da UHE Salto do Rio Verdinho, realizado pela RHAMA Consultoria Ambiental Ltda e encontra-se disponível na Tabela 6.

Tabela 6. Estudo de Ruptura Hipotética.

Código	Arquivo
R5_VE_dambreak_2017_rioVerde_UHE Salto do rio Verdinho_vf_rev2_BL	

APÊNDICE 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

Os mapas de inundação, produtos do estudo de ruptura hipotética da barragem da UHE Salto do Rio Verdinho, encontram-se dispostos na Tabela 7.

Tabela 7. Mapas de Inundação.

Título	Arquivo
MAPA DE INUNDAÇÃO PARA TR 100 ANOS, TR 1.000 ANOS e TR 10.000 ANOS SEM RUPTURA	G5-945-SRV-DE-PAE-0001
MAPA DE INUNDAÇÃO PARA RUPTURA, ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS) E ZONA DE SALVAMENTO SECUNDÁRIO (ZSS)	G5-945-SRV-DE-PAE-0002

APÊNDICE 10 – GLOSSÁRIO

GLOSSÁRIO

CONFORME ANEEL (2023)

Acidente: comprometimento da integridade estrutural com liberação incontrolável do conteúdo do reservatório, ocasionado pelo colapso parcial ou total da barragem ou de estrutura anexa;

Anomalia: deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa ou não vir a afetar a segurança da barragem;

Barragem: qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas;

Barragens fiscalizadas pela ANEEL: barragens objeto de concessão, autorização ou registro de uso de potencial hidráulico, quando se tratar de uso preponderante para fins de geração hidrelétrica;

Categoria de risco: classificação da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente ou desastre;

Contingência: evento circunstancial e temporário que possa trazer risco à Segurança da Barragem;

Dano potencial associado à barragem: dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais;

Desastre: resultado de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis, que causa significativos danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais;

Empreendedor: pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente;

Incidente: ocorrência que afeta o comportamento da barragem ou de estrutura anexa que, se não controlada, pode causar um acidente;

Mapa de inundação: produto do estudo de inundação que compreende a delimitação geográfica georreferenciada das áreas potencialmente afetadas por eventual vazamento ou ruptura da barragem e seus possíveis cenários associados e que objetiva facilitar a notificação eficiente e a evacuação de áreas afetadas por essa situação;

Reservatório: acúmulo artificial de água decorrente da construção da barragem;

Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB: registro informatizado das condições de segurança de barragens em todo o território nacional;

Valor de referência da instrumentação: valor de controle da instrumentação que permite sua comparação com os valores medidos, visando possibilitar a identificação de potenciais anomalias de comportamento;

Zona de autossalvamento – ZAS: trecho do vale a jusante da barragem no qual não haja tempo suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência, conforme mapa de inundação;

Zona de segurança secundária – ZSS: trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS.

APÊNDICE 11 – CONTROLE DE REVISÕES

Quadro 19. Controle de Revisões do PAE.

CARACTERÍSTICAS DO DOCUMENTO																	
Título do documento: Relatório Técnico – Plano de Ação de Emergência																	
Código do documento: CV2117-SRV-PA-00-RT-0001																	
INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO QUADRO:																	
A Revisão A marca o número total de páginas do documento.																	
Revisão 0 e subsequentes:																	
- Sem repaginação: Marcar somente a folha que sofreu alteração de conteúdo.																	
- Com repaginação: Marcar a folha que sofreu alteração de conteúdo e todas posteriores a esta.																	
Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06	Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06
1	x	x	x			x			2	x	x	x			x		
3	x	x	x			x			4	x	x	x			x		
5	x	x	x			x			6	x	x	x			x		
7	x	x	x			x			8	x	x	x			x		
9	x	x	x			x			10	x	x	x			x		
11	x	x	x			x			12	x	x	x			x		
13	x	x	x			x			14	x	x	x			x		
15	x	x	x			x			16	x	x	x			x		
17	x	x	x			x			18	x	x	x			x		
19	x	x	x			x			20	x	x	x			x		
21	x	x	x			x			22	x	x	x			x		
23	x	x	x			x			24	x	x	x			x		
25	x	x	x			x			26	x	x	x			x		
27	x	x	x			x			28	x	x	x			x		
29	x	x	x			x			30	x	x	x			x		
31	x	x	x			x			32	x	x	x			x		
33	x	x	x			x			34	x	x	x			x		
35	x	x	x			x			36	x	x	x			x		
37	x	x	x			x			38	x	x	x			x		
39	x	x	x			x			40	x	x	x			x		
41	x	x	x			x			42	x	x	x			x		
43	x	x	x			x			44	x	x	x			x		
45	x	x	x			x			46	x	x	x			x		
47	x	x	x			x			48	x	x	x			x		
49	x	x	x			x			50	x	x	x			x		
51	x	x	x			x			52	x	x	x			x		
53	x	x	x			x			54	x	x	x			x		
55	x	x	x			x			56	x	x	x			x		
57	x	x	x			x			58	x	x	x			x		
59	x	x	x			x			60	x	x	x			x		
61	x	x	x			x			62	x	x	x			x		
63	x	x	x			x			64	x	x	x			x		
65	x	x	x			x			66	x	x	x			x		
67	x	x	x			x			68	x	x	x			x		
69	x	x	x			x			70	x	x	x			x		
71	x	x	x			x			72	x	x	x			x		
73	x	x	x			x			74	x	x	x			x		
75	x	x	x			x			76	x	x	x			x		
77	x	x	x			x			78	x	x	x			x		
79	x	x	x			x			80	x	x	x			x		
81	x	x	x			x			82	x	x	x			x		
83	x	x	x			x			84	x	x	x			x		
85	x	x	x			x			86	x	x	x			-		
87	x	x	x			-			88	x	x	x			-		
89	x	x	x			-			90	x	x	x			-		
91	x	x	x			-			92	x	x	x			-		
93	x	x				-			94	x	x				-		
95	x	x				-			96	x	x				-		
97	x	x				-			98	x	x				-		
99		x				-			100						-		

APÊNDICE 12 – ART DOS RESPONSÁVEIS

Responsável	Arquivo
	