



COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO

PAE

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

UHE SERRARIA

TÍTULO

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

Volume VI - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

FOLHA
1/86

Nº CBA:
CV2117-SER-PA-00-RT-0001

REV.
4

REVISÕES – FORNECEDOR

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

[illegible]

[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 Juquiá

SUMÁRIO

1	SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM.....	8
1.1	APRESENTAÇÃO	8
1.1.1	Relação das Entidades com Cópia do PAE	10
1.2	OBJETIVO	10
1.3	DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO	11
1.3.1	Descrição da barragem e estruturas associadas	11
1.3.2	Localização e acesso	17
1.3.3	Reservatório	19
1.3.4	Características hidrológicas.....	20
1.3.5	Características geológicas, topográficas e sísmicas	22
1.4	APROVEITAMENTOS NA CASCATA	22
1.5	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM.....	23
1.5.1	Sistema de comunicação.....	23
1.5.2	Alimentação de Energia.....	24
1.5.3	Recursos mobilizáveis em situações de emergência	24
2	SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA NAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	24
2.1	DETECÇÃO E AVALIAÇÃO	25
2.1.1	Atividades de inspeção e periodicidade	25
2.2	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA 27	
2.2.1	Indicadores Qualitativos	32
2.2.2	Indicadores Quantitativos	37
3	SEÇÃO III – PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA.....	43
3.1	NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA.....	43
3.1.1	Notificação dos agentes internos.....	44
3.1.2	Notificação dos agentes externos.....	45
4	SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE	48
4.1	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	48
4.2	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE	49
4.3	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM.....	50
4.4	RESPONSABILIDADES DAS PREFEITURAS	51
4.5	RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA MILITAR	51
4.6	SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	51

4.6.1	Defesa Civil	52
5	SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO.....	55
5.1	METODOLOGIA.....	55
5.2	DADOS UTILIZADOS.....	55
5.3	CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE ESTUDO	56
5.3.1	Cenário de Operação Hidráulica Extrema.....	56
5.3.2	Cenário de Ruptura	56
5.4	CONDIÇÕES INICIAIS	57
5.5	CONDIÇÕES DE CONTORNO	58
5.6	RESULTADOS	58
5.7	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA.....	61
5.7.1	Zona de autossalvamento (ZAS)	61
5.7.2	Zona secundária de salvamento (ZSS).....	62
5.7.3	Indicação dos pontos de segurança	62
5.7.4	Medidas para regaste de atingidos e mitigação de impactos	63
6	REFERÊNCIAS.....	65
	APÊNDICES	66
	APÊNDICE 1 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE SEGURANÇA	
	66	
	APÊNDICE 2 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE CHEIA.....	67
	APÊNDICE 3 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS.....	68
	APÊNDICE 4 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO	71
	APÊNDICE 5 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE.....	72
	APÊNDICE 6 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE	78
	APÊNDICE 7 – FORMULÁRIOS-TIPO	79
	APÊNDICE 8 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM.....	81
	APÊNDICE 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO.....	81
	APÊNDICE 10 – GLOSSÁRIO	82
	APÊNDICE 11 – CONTROLE DE REVISÕES.....	84
	APÊNDICE 12 – ART DOS RESPONSÁVEIS	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. UHE Serraria – Arranjo Geral - Planta.....	13
Figura 2. UHE Serraria – Barragem Vista Jusante.	14
Figura 3. Mapa de localização da UHE Serraria.....	18
Figura 4. Posição da UHE Serraria em Relação à São Paulo.....	19
Figura 5. Curva cota x volume do reservatório – UHE Serraria.	20
Figura 6. Perfil longitudinal do rio Juquiá e Açugui.	23
Figura 7. Corte do Elemento 3 da Barragem da UHE Serraria indicando o Vertedouro de Superfície e Descarregador de Fundo da UHE.	38
Figura 8. Curva de Descarga do Vertedouro de Superfície – UHE Serraria.....	39
Figura 9. Curvas de Descarga do Descarregador de Fundo para diferentes Níveis de Água do Reservatório – UHE Serraria.....	41
Figura 10. Curva de Descarga para o Cenário de Operação Conjunta das Estruturas Extravasoras – UHE Serraria.	42
Figura 11. Nível de Resposta hidrológica.	43
Figura 12. Hidrograma de rompimento da barragem – UHE Serraria.	59
Figura 13. Mancha de inundação em função da ruptura da barragem da UHE Serraria.	60
Figura 14. Representação geral das zonas habitadas a jusante da PCH Serraria atingidas pela onda de cheia em função da ruptura da barragem da UHE.....	60
Figura 15. Hidrograma e cotograma do rio Juquiá na cidade de Juquiá após a ruptura da barragem da UHE Serraria.....	61
Figura 16. Placas de sinalização de rotas de fuga e pontos de encontro.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis de água operativos do reservatório – UHE Serraria.	19
Tabela 2. Série de Vazões Naturais Afluentes Médias Mensais – UHE Serraria.	21
Tabela 3. Vazões Máximas – UHE Serraria.	22
Tabela 4. Resumo dos instrumentos de auscultação por estrutura.	37
Tabela 5. Capacidade de Descarga do Vertedouro de Superfície – UHE Serraria.	40
Tabela 6. Capacidade de descarga para o Cenário de Operação Conjunta das Estruturas Extravasoras – UHE Serraria.	42
Tabela 7. Estudo de Ruptura Hipotética.	81
Tabela 8. Mapas de Inundação.	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Serraria.	14
Quadro 2. Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio Juquiá-Guaçu em operação, próximos a UHE Serraria.	22
Quadro 3. Recursos materiais mobilizáveis em situações de Emergência.	24
Quadro 4. Frequência mínima das Inspeções obrigatórias para Barragem Classe B.	27
Quadro 5. Classificação dos níveis de resposta correspondentes aos Níveis de Segurança do Empreendimento.....	29
Quadro 6. Classificação dos níveis de resposta correspondentes aos Níveis de Cheia (Segurança da população e estruturas a jusante).	31
Quadro 7. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual da UHE Serraria.	33
Quadro 8. Plano de Comunicação.....	46
Quadro 9. Localização das sirenes.....	47
Quadro 10. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.	55
Quadro 11. Vazões constantes para o cenário de operação hidráulica extrema sem ruptura.	56
Quadro 12. Características das brechas adotadas, por barragem – UHE Serraria.	57
Quadro 13. Condição inicial das simulações de cheia – UHE Serraria.	57
Quadro 14. Localização dos Pontos de Encontro propostos na ZAS.....	62
Quadro 15. Lista de Contatos para notificação – UHE Serraria.	68
Quadro 16. Telefones dos Corpos de Bombeiros e Polícias.....	69
Quadro 17. Telefones de Hospitais e Postos de Saúde.....	70
Quadro 18. Fornecedores de materiais mobilizáveis em situações de Emergência.	70
Quadro 19. Modelo de registro de reuniões do plano de articulação.	71
Quadro 20. Entidades que receberam uma cópia do PAE.....	78
Quadro 21. Formulário de declaração de mudança de nível.....	79
Quadro 22. Formulário de declaração de encerramento.....	80
Quadro 23. Controle de Revisões do PAE.....	84

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 Serraria, 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 Serraria 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 Serraria 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 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 Serraria, propriedade da Companhia Brasileira de Alumínio, teve sua construção iniciada em 1973 e iniciou sua operação em 1978. Localizada no rio Juquiá, esta usina conta com 1 (uma) unidade geradora de 24 MW de potência.

O arranjo geral do empreendimento é apresentado na Figura 1 e é composto por:

- Barragem tipo concreto gravidade aliviada;

- Tomada d'água;
- Chaminé de equilíbrio;
- Vertedouro tipo superfície com controle; e
- Descarregador de fundo.

Fazem parte do empreendimento, ainda:

- Túnel de Adução;
- Conduitos Forçados; e
- Casa de Força.

O empreendimento é constituído por um barramento de concreto convencional, com altura máxima de 60,70 m e comprimento de crista de 190,50 m. Seu reservatório possui 2,13 km² de área inundada e 37,60 hm³ de volume reservado no N.A Máximo Normal (El. 83,00 m).

O sistema extravasor é composto por vertedouro do tipo lâmina aderente, com quatro vãos controlados por comportas hidrostáticas e sistema de contrapeso. Sua capacidade máxima de descarga de 1.070 m³/s; enquanto a cheia decamilenar (TR = 10.000) atinge uma vazão de 980 m³/s. Juntamente a ele, tem-se um descarregador de fundo com 178 m³/s de vazão máxima no N.A Máximo Maximorum de projeto (EL. 84,50 m).

Conforme atualização dos estudos hidrológicos apresentada na Revisão Periódica de Segurança, realizada pela VLB Engenharia (2022), a Borda Livre para a cheia decamilenar atualizada obtida em relação à crista do Barramento é de 1,40 m, atendendo, portanto, ao critério de Borda Livre Mínima para Barragens de Concreto (de 0,50 m).

O circuito hidráulico de geração, localizado na margem direita, tem início pela tomada d'água que é equipada com uma comporta plana com rodas acionada por sistema hidráulico. Dispõe-se ainda de chaminé de equilíbrio.



Figura 1. UHE Serraria – Arranjo Geral - Planta.

Fonte: GoogleEarth Acesso em 29/05/2023)



Figura 2. UHE Serraria – Barragem Vista Jusante.

Fonte: SBB Engenharia

A casa de força encontra-se localizada na margem direita do rio Juquiá, abrigando 1 (um) gerador de eixo vertical com turbina Francis. A usina possui turbina com potência nominal de 24 MW e vazão máxima de 56 m³/s, operando com uma queda bruta de 51 m e com rotação nominal de 200 rpm.

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 Serraria 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 Serraria.

(1) Geral	
Nome do barramento	UHE Serraria

Empreendedor	Companhia Brasileira de Alumínio		
Conclusão do barramento	1978		
Idade	44 anos		
Entidade Fiscalizadora	ANEEL		
Localização			
- Curso de água barrado	Rio Juquiá		
- Município	Juquiá		
- Unidade da Federação	São Paulo (SP)		
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 24°09'06,52"S	Long. 47°32'52,63"O	
- Existência de barragens a montante	Sim		
- Existência de barragens a jusante:	Não		
(2) Reservatório			
Tempo de residência	(informação indisponível)		
Vida útil do reservatório	(informação indisponível)		
Vazão média [m³/s] - QMLT	43,45		
NA Montante:			
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	84,10		
- Máximo Normal [m-IBGE]	83,00		
- Mínimo Normal [m-IBGE]	75,00		
NA Jusante			
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	(informação indisponível)		
- Máximo Normal [m-IBGE]	(informação indisponível)		
- Mínimo Normal [m-IBGE]	(informação indisponível)		
Áreas Inundadas			
- No NA Máximo Maximorum [km²]	2,255		
- No NA Máximo Normal [km²]	2,13		
- No NA Mínimo Normal [km²]	1,369		
Volume do Reservatório:			
- No NA Máximo Maximorum [hm³]	(informação indisponível)		
- No N.A. Máximo Normal [hm³]	37,60		
(3) Barragem			
Tipo	Concreto Gravidade Aliviada		
Altura da Barragem [m]	60,70		
Comprimento da Barragem [m]	190,50		

Largura da Crista [m]	(informação indisponível)
Cota da Crista [m-IBGE]	85,50
(4) Vertedouro	
- Tipo	Vertedouro Superfície Controlada
- Vazão de Projeto [m³/s]	1.070,00
- Cota da Soleira [m]	79,50
- Comprimento Total [m]	54,00
- Número de Vãos	4
- Número de Comportas	4
- Tipo de Comportas	Basculantes
- Largura das Comportas [m]	13,50
- Altura das Comportas [m]	3,50
(5) Descarregador de Fundo	
- Vazão de Projeto [m³/s] (NA Máx Maximorum)	178,00
- Cota da Soleira [m]	35,60
Comportas	
- Número de Comportas	2
- Tipo de Comportas	Vagão
- Largura das Comportas [m]	2,40
- Altura das Comportas [m]	3,00
(6) Tomada d'Água	
- Tipo	Gravidade – MD Reservatório
- Cota da Soleira [m]	(informação indisponível)
- Tipo da Comporta	(informação indisponível)
- Número de Comportas	1,00
- Largura [m]	3,50
- Altura [m]	3,50
- Acionamento	Servomotor Hidráulico
(7) Adução	
- Tipo	Túnel
- Comprimento Total [m]	(informação indisponível)
- Diâmetro [m]	3,50 x 3,50
(8) Conduto Forçado	
- Número de Unidades	1

- Diâmetro [m]	3,50
- Comprimento Total [m]	72,00
(9) Casa de Força	
-Tipo	Abrigada
-Número de Unidades Geradoras	1
Turbinas Hidráulicas	
- Tipo	Francis de Eixo Vertical
- Número de Unidades	1
- Potência Nominal Unitária [MW]	24,00
- Vazão Nominal Unitária [m³/s]	56,00
- Rotação Síncrona [rpm]	200,00
(10) Estudos Energéticos	
- Potência da Usina [MW]	24,00
- Energia Firme [MW]	(informação indisponível)
- Queda Bruta [m]	32,00
(11) Dados Hidrometeorológicos	
- Vazão média de longo termo [m³/s]	43,45
- Vazão mínima média mensal [m³/s]	15,49
- Vazão máxima de descarga do vertedouro em conjunto com o descarregador de fundo correspondente ao NA Máximo Normal El. 83,00 m [m³/s]	802,00
- Vazão máxima de descarga do vertedouro em conjunto com o descarregador de fundo correspondente ao NA Máximo Máximorum de projeto El. 84,50 m [m³/s]	1.248,00
- Período do histórico de vazões	01/1922 a 12/2006

1.3.2 Localização e acesso

A UHE Serraria encontra-se entre os municípios de Juquiá e Miracatu-SP, a cerca de 190 km da capital do Estado de São Paulo, nas coordenadas 24°09'06,52" de latitude Sul e 47°32'52,63" longitude Oeste. O mapa de localização da UHE Serraria é apresentado na Figura 3.

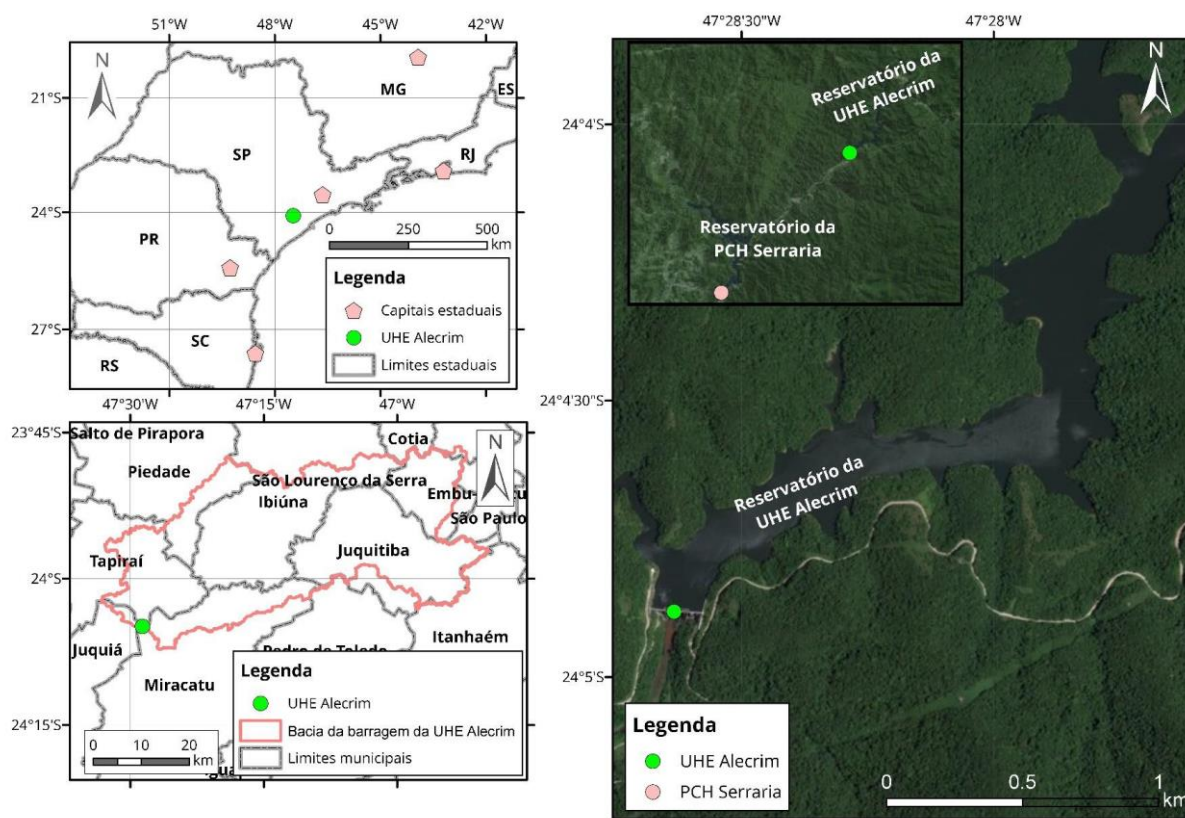


Figura 3. Mapa de localização da UHE Serraria.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda.

O acesso principal à Barragem da UHE Serraria é realizado a partir de São Paulo-SP sentido Registro-SP, através da rodovia BR374/SP-280 por aproximadamente 18 km, com saída sentido Sorocaba pela SP-075 por 9 km, continuando para a Rodovia Dr. Celso Charuri por 6 km, e saída para a Rod. Raposo Tavares (SP-270) por mais 10 km até chegar na saída 102 em direção a Sorocaba-SP por mais cerca de 4 km pela SP-264. Na saída 106, continuando para a Rod. Raimundo Antunes Soares (SP-79) por 6 km, e então chegar na BR-478/SP-79 em direção a Tapiraí por cerca de 84 km. A uma distância aproximada de 16 km de Juquiá, SP, segue uma estrada municipal em chão, aproximadamente por 18 km. A partir da guarita e portão de entrada, segue-se a via principal pelo canteiro da UHE Serraria, indo em direção às estruturas. Há o acesso à crista da Barragem e Tomada d'Água. E há o acesso à Casa de Força da UHE Serraria por via interna em chão.

Também é possível acessar a UHE Serraria através da rodovia Regis Bittencourt (BR-116). Cerca de 160 km de São Paulo-SP, deve-se seguir a partir da BR-478/SP-79 no município de Juquiá-SP por aproximadamente 18 km e segue em uma estrada municipal em chão (aproximadamente por 10 km), conforme já descrito anteriormente

A Figura 4 indica a posição da UHE Serraria em relação à São Paulo-SP.

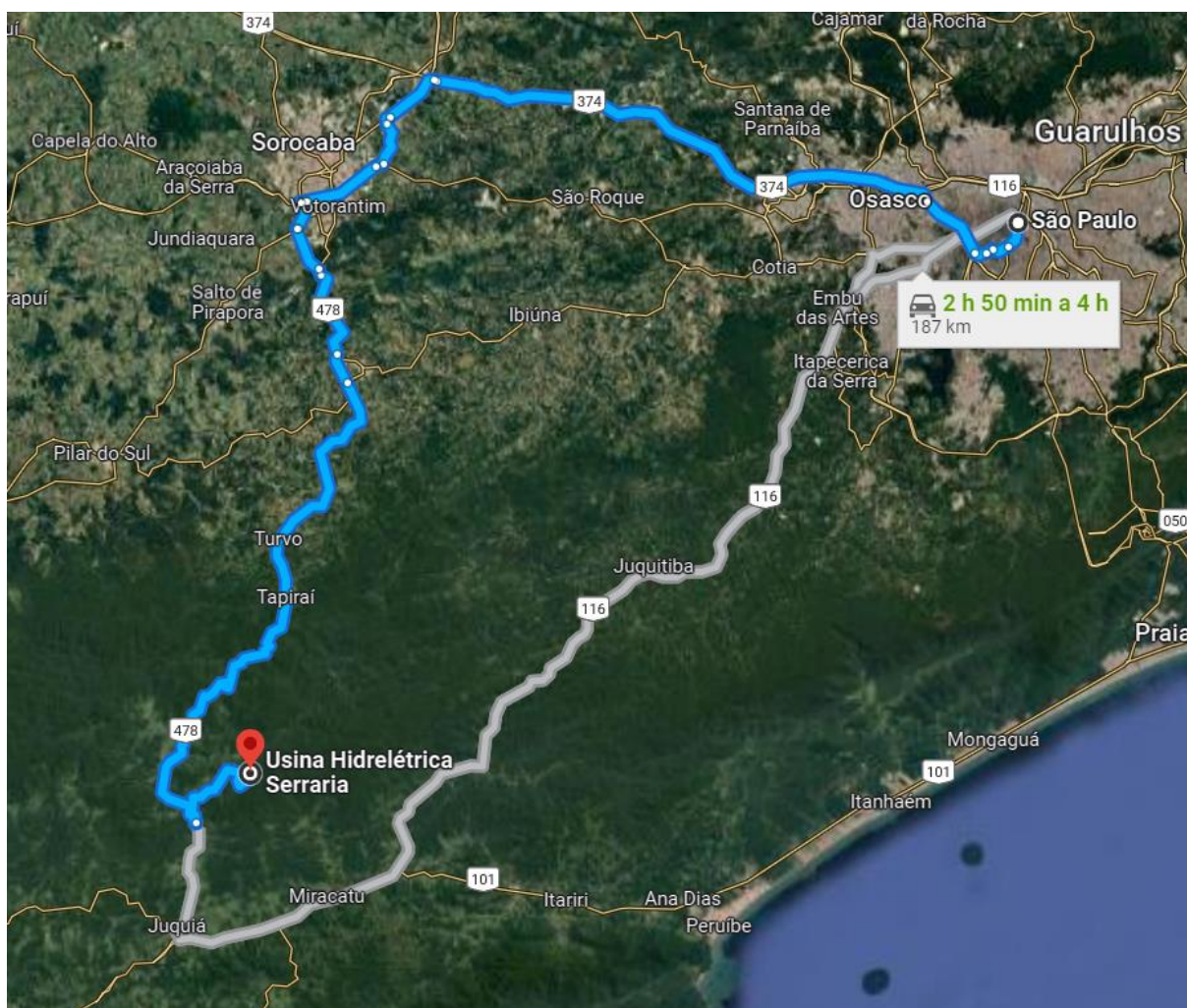


Figura 4. Posição da UHE Serraria em Relação à São Paulo.

Fonte: GoogleEarth. Acesso em 15/06/2023

1.3.3 Reservatório

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

Tabela 1. Níveis de água operativos do reservatório – UHE Serraria.

Nível de água	Elevação (m)
Máximo Maximorum	84,10
Máximo Normal	83,00
Mínimo Normal	75,00

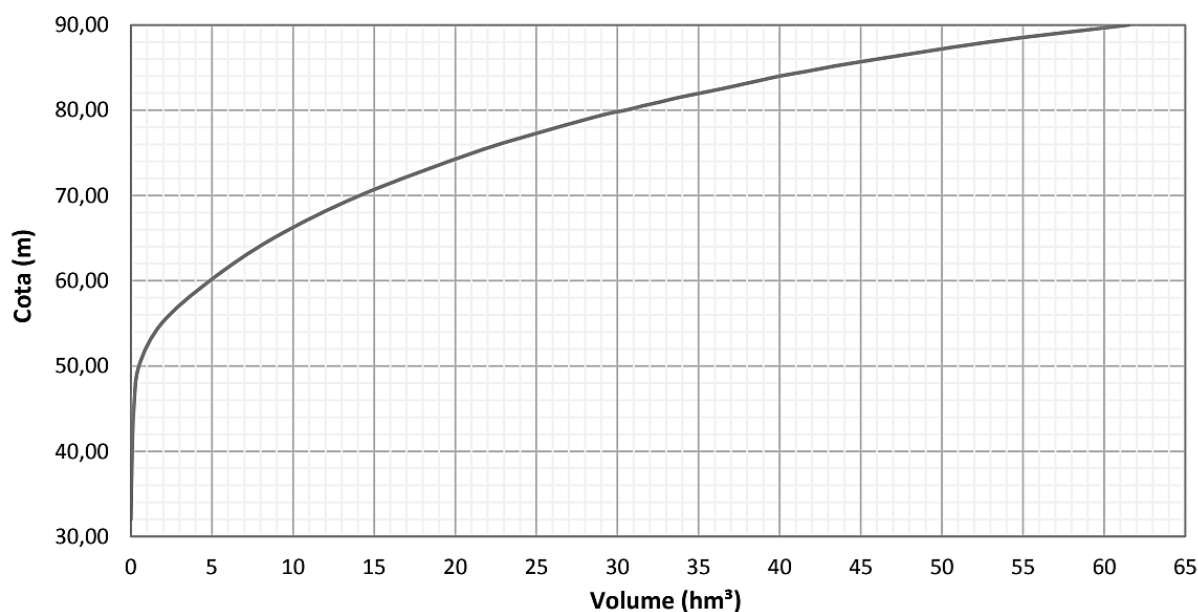


Figura 5. Curva cota x volume do reservatório – UHE Serraria.

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

1.3.4 Características hidrológicas

Os estudos hidrológicos da UHE Serraria foram revisados e atualizados na Revisão Periódica de Segurança de 2022 conforme apresentado pela VLB Engenharia em abril 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 Serraria.

Com relação ao estudo das cheias de interesse, na atualização da hidrologia apresentada em 2022 a VLB Engenharia comenta que foram avaliadas as vazões máximas naturais afluentes ao Aproveitamento, conforme preconizado no Volume III do Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, referente ao Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem (ANA, 2016). A partir desta consideração a Tabela 3 apresenta as vazões máximas da UHE Serraria.

Tabela 2. Série de Vazões Naturais Afluentes Médias Mensais – UHE Serraria.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1975	61,98	90,09	66,28	37,70	33,67	33,49	30,12	25,74	24,22	29,65	38,79	64,68	44,70
1976	133,57	101,19	99,21	99,23	70,94	56,15	68,27	49,80	54,07	49,68	43,54	54,42	73,34
1977	101,72	40,08	39,94	54,40	38,83	35,93	28,00	25,89	33,82	35,81	35,93	51,77	43,51
1978	55,94	46,74	67,72	29,56	33,06	27,78	26,65	21,12	20,44	16,87	54,94	48,80	37,47
1979	41,63	39,61	43,66	41,17	34,31	24,28	27,55	30,72	47,77	46,60	57,84	55,68	40,90
1980	62,25	86,82	51,28	51,43	33,55	31,39	31,25	30,71	30,72	38,28	33,55	49,21	44,20
1981	72,32	43,64	45,61	53,99	46,95	34,76	32,48	28,68	27,76	35,87	40,58	50,19	42,74
1982	53,52	50,25	51,98	53,85	34,95	52,35	38,75	32,89	30,65	41,81	47,11	62,35	45,87
1983	76,08	127,40	100,41	90,89	78,73	123,54	59,85	54,51	82,37	86,80	68,58	68,21	84,78
1984	82,16	69,87	56,03	51,79	49,16	39,28	41,28	40,29	42,10	31,29	34,41	40,37	48,17
1985	49,95	59,29	50,69	45,14	33,61	28,33	23,54	19,70	26,87	18,74	25,04	19,78	33,39
1986	23,87	58,21	71,70	42,67	42,36	28,25	32,48	28,54	29,87	25,93	32,42	62,68	39,91
1987	58,68	62,91	46,35	42,75	62,05	80,46	43,31	36,80	40,70	41,09	30,90	36,26	48,52
1988	40,02	72,53	66,32	56,54	67,51	57,08	42,38	34,85	38,50	41,48	47,27	64,12	52,38
1989	67,64	82,37	69,55	54,40	49,93	47,95	58,23	43,72	46,97	42,20	38,05	41,30	53,53
1990	76,14	52,23	51,94	43,64	39,06	32,24	39,80	32,05	37,17	37,29	46,02	32,11	43,31
1991	60,30	77,17	100,22	63,01	49,58	48,59	39,39	34,82	34,21	54,30	33,59	37,10	52,69
1992	47,11	41,11	53,44	36,16	37,21	24,20	26,94	23,09	35,54	35,15	52,43	42,92	37,94
1993	53,60	67,22	59,99	46,23	34,95	34,85	26,48	26,20	43,49	38,05	27,47	25,50	40,34
1994	36,65	70,76	45,18	38,19	27,94	26,40	21,90	17,94	19,64	22,19	27,90	30,10	32,07
1995	42,98	63,14	54,81	41,50	37,29	28,06	30,65	26,91	34,95	42,84	37,29	42,88	40,27
1996	58,37	54,69	56,09	53,73	49,23	42,02	34,43	32,34	54,84	44,56	33,82	35,26	45,78
1997	67,10	52,62	42,34	30,37	28,09	32,05	24,35	26,71	37,23	45,38	59,83	48,38	41,20
1998	58,53	62,05	55,60	44,58	44,52	34,58	31,72	31,68	39,10	56,33	37,00	46,60	45,19
1999	80,48	59,81	50,11	46,17	34,21	34,54	46,97	38,89	35,34	36,14	29,98	32,85	43,79
2000	51,69	54,73	65,42	32,22	24,88	20,81	19,66	23,85	37,78	31,00	29,13	40,27	35,95
2001	33,67	47,71	36,67	26,93	29,85	25,54	26,07	20,71	23,59	40,62	23,94	43,37	31,56
2002	46,04	42,82	37,66	28,29	30,53	23,87	21,65	19,60	19,50	18,80	34,91	29,32	29,42
2003	30,16	39,86	42,51	30,00	21,31	18,86	17,73	15,49	16,93	24,72	22,87	33,53	26,17
2004	43,43	49,64	41,05	41,34	25,19	27,12	30,90	17,61	15,86	23,38	32,89	52,47	33,41
2005	76,43	64,84	54,92	36,10	42,04	29,20	25,95	21,14	34,82	35,69	34,70	42,65	41,54
2006	44,85	45,75	58,51	44,28	30,67	23,94	28,89	20,13	24,96	29,46	38,09	45,80	36,28
2007	40,54	40,49	36,71	30,55	27,82	21,70	31,29	20,42	16,01	22,33	35,21	39,73	30,23
2008	45,42	36,88	40,74	37,12	35,77	29,63	21,59	25,04	21,06	31,78	26,48	33,90	32,12
2009	46,00	49,58	45,30	36,47	32,48	27,61	52,39	40,60	56,07	54,18	55,39	75,69	47,65
2010	149,41	96,83	84,38	94,92	55,99	47,48	52,35	42,90	39,88	42,14	40,27	68,29	67,90
2011	89,31	56,70	86,31	54,45	43,04	38,21	31,99	41,89	34,25	39,92	37,80	35,01	49,07
2012	51,10	40,84	35,38	35,95	39,12	52,27	40,54	27,30	24,33	27,39	20,18	46,12	36,71
2013	56,99	48,40	55,76	50,89	33,82	38,09	44,81	30,67	30,71	39,51	52,58	43,27	43,79
2014	34,84	53,77	45,06	42,16	34,27	35,61	30,06	27,53	29,75	21,41	25,43	36,37	34,69
2015	40,97	50,83	64,47	34,74	39,08	32,15	38,89	23,91	40,33	35,87	64,31	65,46	44,25
2016	85,61	60,24	60,42	34,89	46,00	47,64	28,91	30,28	29,30	43,29	50,44	51,03	47,34
2017	77,91	53,77	56,42	51,98	46,47	45,78	31,84	36,90	22,95	31,21	38,65	29,30	43,60
2018	48,73	38,87	46,31	58,68	25,29	27,63	17,69	21,08	15,61	47,19	30,14	39,53	34,73
2019	37,17	72,38	88,84	64,88	57,24	54,86	45,92	34,47	33,49	23,77	35,73	36,47	48,77
2020	64,38	90,87	59,14	28,24	25,47								
Mínima	23,87	36,88	35,38	26,93	21,31	18,86	17,69	15,49	15,61	16,87	20,18	19,78	15,49
Máxima	149,41	127,40	100,41	99,23	78,73	123,54	68,27	54,51	82,37	86,80	68,58	75,69	149,41
Média	59,94	60,17	57,36	46,61	39,96	37,92	34,35	29,69	33,68	36,84	38,74	45,14	43,45

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

Tabela 3. Vazões Máximas – UHE Serraria.

Tempo de Retorno (anos)	$Q_{Máx}$	$Q_{Máx.Inst.}$
2	187	240
5	255	328
10	304	390
25	365	469
50	412	529
100	458	588
1.000	610	784
10.000	763	980

Fonte: CV1901-SER-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

Para montante da UHE Serraria, estão implantadas cinco usinas da Companhia Brasileira de Alumínio: UHE França (29,52 MW), UHE Fumaça (36,40 MW), UHE Barra (40,40 MW), UHE Porto Raso (28,40 MW) e UHE Alecrim (72,00 MW). A jusante não tem nenhuma usina. A divisão das quedas do Rio Juquiá pode ser visualizada na Figura 6.

As informações e características das usinas de montante e jusante são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2. Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio Juquiá-Guaçu em operação, próximos a UHE Serraria.

Posição em relação à UHE Serraria	Aproveitamento	Potência Instalada (MW)	Proprietário
Montante	UHE França	29,52	Companhia Brasileira de Alumínio - CBA
	UHE Fumaça	36,40	
	UHE Barra	40,40	
	UHE Porto Raso	28,40	
	UHE Alecrim	72,00	
UHE Serraria		24,00	

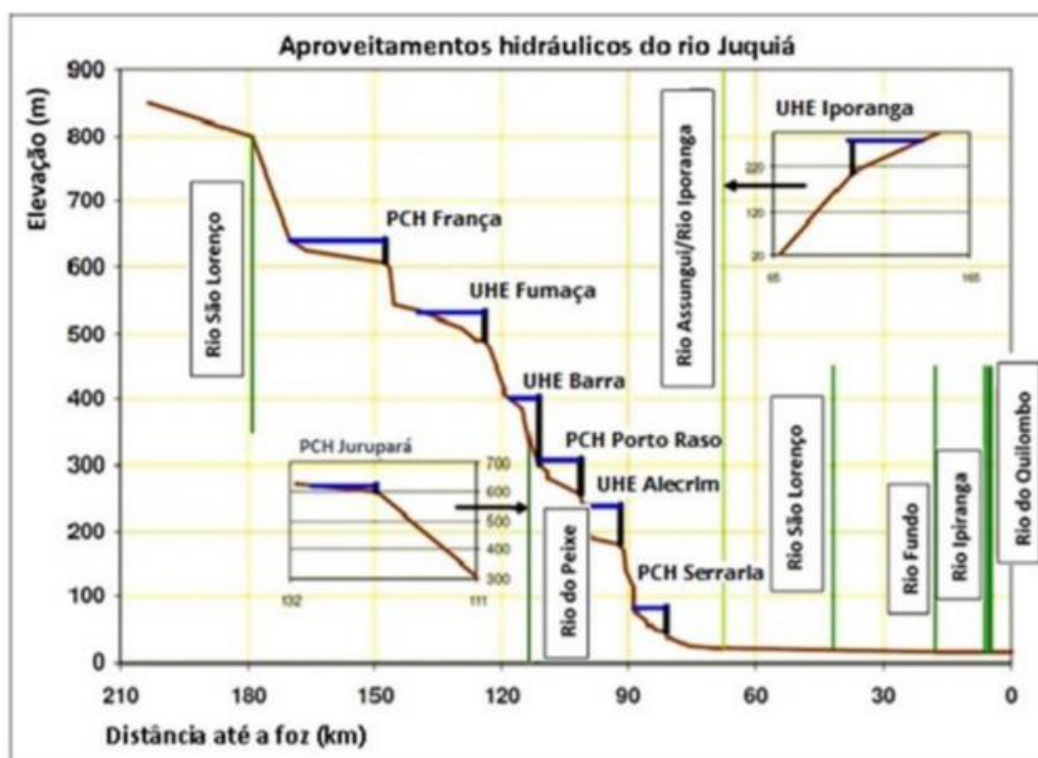


Figura 6. Perfil longitudinal do rio Juquiá e Açugui.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda.

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 Serraria, 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 Serraria é composto por 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

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

Quadro 3. Recursos materiais mobilizáveis em situações de Emergência.

Materiais/Equipamentos	Possui (sim/não)	Local de Depósito	Quantidade
Combustíveis e Lubrificantes	Sim	Posto de Combustível Alecrim.	N/A
Mala de Assistência Médica	Sim	Sala de Máquinas (Todas usinas do Complexo Juquiá)	7
Gerador a Diesel	Sim	Sala de Gerador (Todas usinas do Complexo Juquiá)	7
Meios de Transporte (Veículo, etc.)	Sim	Todas usinas do Complexo Juquiá	21
Meios de Transporte (barco)	Sim	Barragem (Todas usinas do Complexo Juquiá)	-
Equipamentos de Segurança (projetores, lâmpadas etc.)	Sim	UHE Alecrim	1
Equipamentos de Segurança (Rádio)	Sim	Todas usinas do Complexo Juquiá	7
Equipamentos (trator, pá carregadeira, caminhão)	Sim	Complexo Juquiá	13
Sacos, areia, gravilha, enrocamento	Não	N/A*	N/A*
Material de escoramento e entivação, lona plástica	Não	N/A*	N/A*

* N/A: Não aplicável.

Para o fornecimento dos materiais não disponíveis na UHE Serraria, tem-se um levantamento dos principais fornecedores destes produtos na região que são apresentados no 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 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 das 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 4 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 4. Frequência mínima das Inspeções obrigatórias para Barragem Classe B.

Tipo de Inspeção	Periodicidade	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 5) 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 Serraria, a classificação dos níveis de resposta foi dividida em duas categorias, a primeira indica os níveis que comprometem a segurança do empreendimento, e a segunda com níveis de cheia, que representam cenários que afetam a população e localidades com ocupação permanente no vale a jusante, não necessariamente comprometendo a segurança do empreendimento.

O Quadro 5 apresenta a classificação dos níveis de resposta correspondentes aos níveis de segurança do empreendimento. O Quadro 6 indica a classificação dos níveis de resposta correspondentes aos níveis de cheia, que está relacionado com a segurança da população e localidades com ocupação permanente no vale a jusante.

Quadro 5. 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 ARSESP. 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: - Barragens de montante e jusante; - Defesas Cíveis Municipais de Juquiá, Miracatu, Sete Barras e Registro; - Coordenadoria Regional de Defesa Civil, Coordenadoria Estadual 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 6. 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 328 m³/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 328 m³/s até 588 m³/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 588 m³/s até 784 m³/s			
NÍVEL DE CHEIA 3 (Azul) Defluências de 784 m³/s até 980 m³/s			
NÍVEL DE EMERGÊNCIA (Vermelho) Defluências superiores à 980 m³/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 7 expõe as situações de emergência detectáveis para a UHE Serraria 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 Serraria. Reduzindo, assim, a possibilidade de ocorrência de uma situação de emergência.

Quadro 7. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual da UHE Serraria.

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
ESTRUTURAS DE CONCRETO (Barragem, Vertedouro, Descarregador de fundo 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.	Inspeccionar 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.	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.	Lixiviação e diminuição da resistência da estrutura. Deslizamento e/ou tombamento do bloco ou estrutura.	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.	Inspeccionar 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.	Expansão e trincamentos da estrutura por corrosão das armaduras. Trancamento e/ou dificuldades de operação de componentes mecânicos devido à movimentação.	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 OU DESCARREGADOR DE FUNDO	Lixiviação, erosão ou cavitação.	Realizar manutenção na superfície hidráulica. 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)
	Vegetação excessiva.	Realização de manutenção.	Dificuldade de observação de ocorrência de surgências.	Atenção (Amarelo)
OMBREIRAS E ÁREAS A JUSANTE	Surgências (áreas encharcadas).	Inspeccionar ocorrência, registrando o local, verificando se há carreamento de material. Continuar o monitoramento da ocorrência com sua documentação. Avaliar leituras dos equipamentos de auscultação, buscando identificar possíveis causas. Definir e implementar, caso necessário, outras medidas preventivas e/ou corretivas, bem como mobilizar os recursos necessários.	Eventual carreamento de materiais finos do trecho superficial da fundação. Ocorrência de erosão interna (<i>piping</i>). Instabilidade da barragem.	Atenção (Amarelo)
	Surgências (fluxo de água).	Verificar a ocorrência de carreamento de material, e medir a vazão para monitoramento. Realizar intervenções de impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante. Acionar consultor e/ou projetista para avaliar medidas de controle e corretiva. Acionar o Sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição medida e avaliada. Avaliar a necessidade de redução de nível ou esvaziamento do reservatório, proceder com essas ações para garantir a segurança da estrutura. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.		Laranja (Alerta)

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
CONDUTO	Deterioração do conduto; Vazamentos que não estabilizam.	Inspeccionar 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. Substituição dos trechos de conduto danificados.		Laranja (Alerta)
EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS (Vertedouro, Descarregador de fundo 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)

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
INSTRUMENTAÇÃO	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente da instrumentação.	Intervenções e manutenções. Instalação de instrumentação adequada e/ou adicional. Monitoramento.	Ocorrência de funcionamentos anômalos do corpo da barragem e/ou fundação, associados às grandezas em observação, sem possibilidade de detecção.	Atenção (Amarelo)
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 Serraria é realizado com auxílio de 111 (cento e onze) 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-SER-RP09-RT-0001-R04) 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 de Concreto / Vertedouro	Estação Telemétrica	1
	Extensômetro de Haste	3
	Inclinômetros	12
	Marco Superficial	52
	Medidor de Cota	1
	Medidor de Nível d'Água	6
	Medidor de Vazão	4
	Medidor de trinca	7
	Medidor Triortogonal de Junta	16
	Pêndulo	1
	Piezômetro	2
	Pluviômetro	1
	Temperatura	1
Casa de Máquinas	Marco superficial	4

2.2.2.2 Cheias

A condição hidrológica será controlada pelas regras operativas dos dispositivos de descarga do empreendimento. O sistema extravasor da UHE Serraria é composto por um

vertedouro de superfície e um descarregador de fundo, que desaguam em uma bacia de dissipação. A Figura 7 apresenta uma seção por esses dispositivos de descarga do empreendimento.

Em 2022, na Revisão Periódica de Segurança da Barragem, a VLB Engenharia (2022) realizou a verificação da capacidade de descarga dos dispositivos do empreendimento. As informações apresentadas neste capítulo são correspondentes à esta avaliação da VLB.

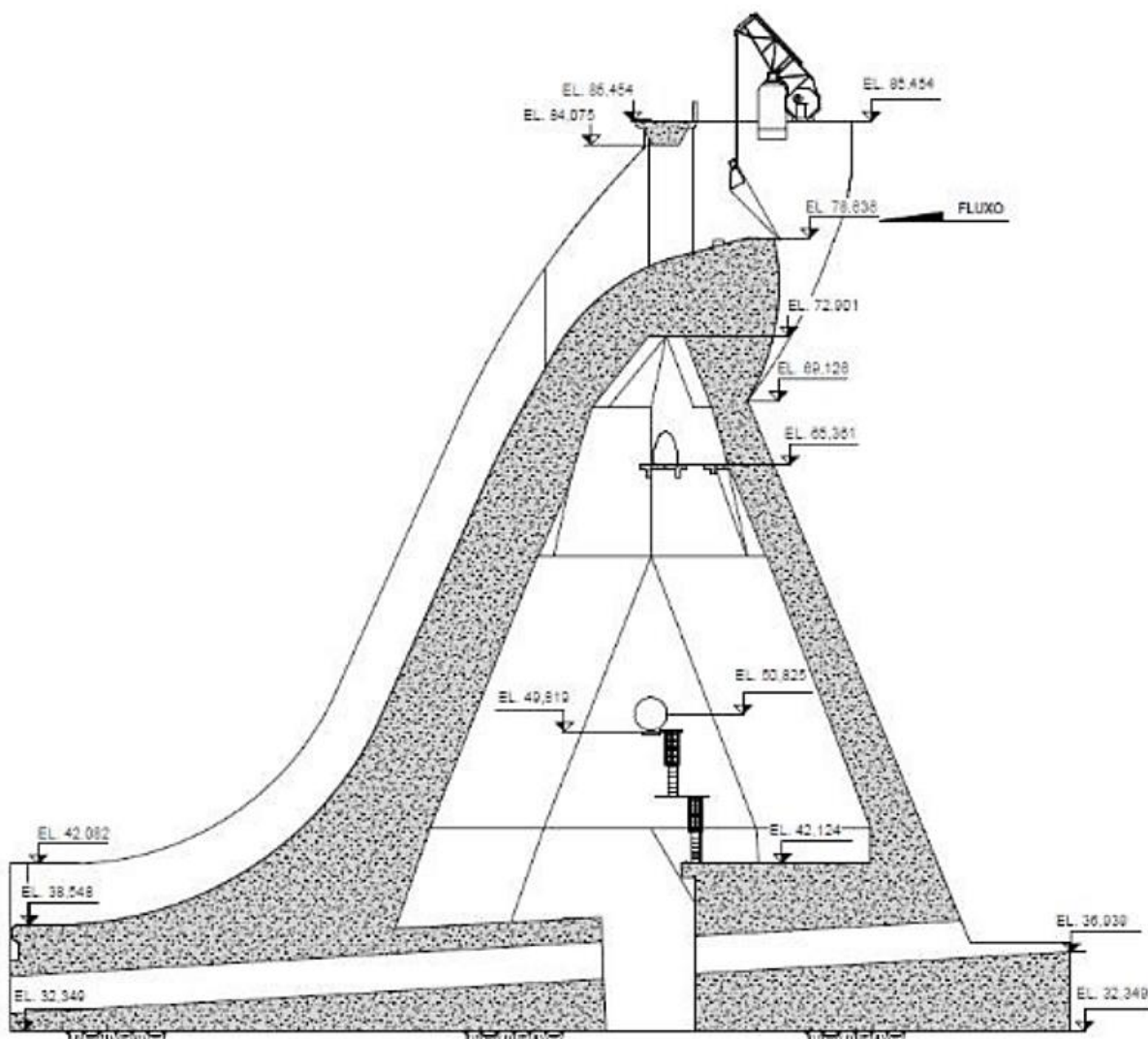


Figura 7. Corte do Elemento 3 da Barragem da UHE Serraria indicando o Vertedouro de Superfície e Descarregador de Fundo da UHE.

Fonte: Cadastramento “As Is” apresentado no documento CV1901-SER-RP04-RT-0001-01 emitido pela VLB (2022)

O vertedouro de superfície, com crista na elevação 79,50 m, possui 4 (quatro) vãos localizados nos Elementos 2, 3, 4 e 5 da Barragem. A abertura das comportas pode ser feita de modo manual, acionando-se servomotores hidráulicos, ou automático, pela ação da força hidrostática decorrente do aumento do Nível de Água no Reservatório. Nesse caso, a abertura

ocorre quando o nível tende a ultrapassar a cota 83,00 m, equivalente ao NA Máximo Normal da Usina. Destaca-se ainda que os sistemas de contrapeso das comportas foram calibrados de modo que a abertura dos dispositivos se inicie pelo vão do Elemento 3, em que se localiza o Descarregador de Fundo. Na sequência, são abertas as comportas dos Elementos 4, 5 e 2. O fechamento das comportas basculantes, por sua vez, inicia-se quando a força exercida por um sistema de contrapeso supera o peso da água sobre as comportas. Isso se verifica quando o NA em rebaixamento se aproxima da cota 83,00 m. Na sequência das comportas basculantes, o escoamento é direcionado por calhas em curva e por Flip Buckets para a Bacia de Dissipação.

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

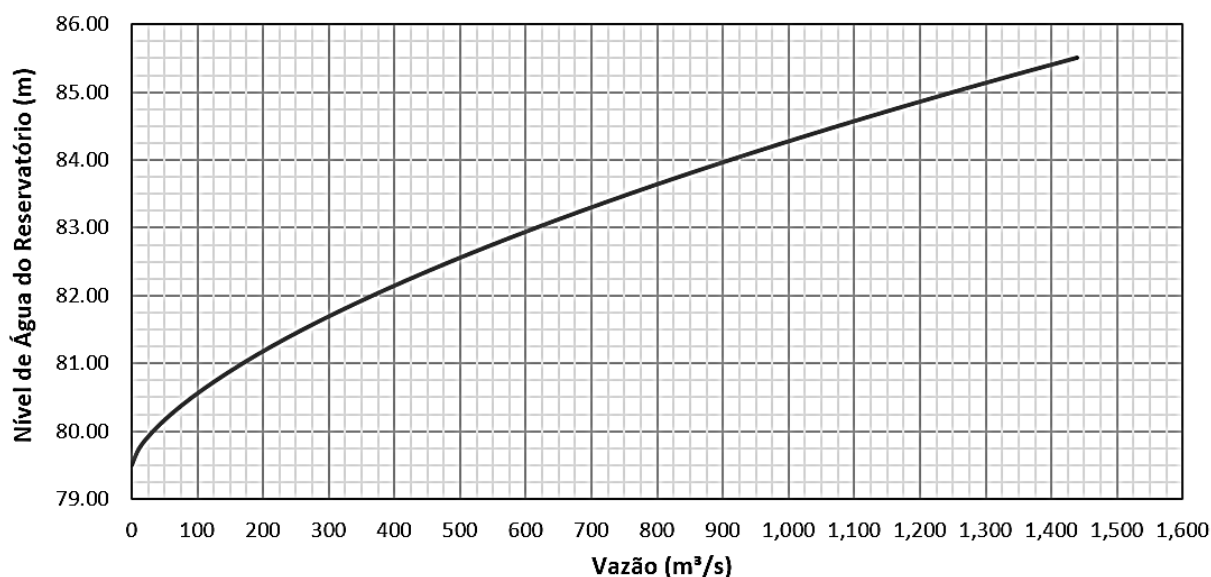


Figura 8. Curva de Descarga do Vertedouro de Superfície – UHE Serraria.

Fonte: CV1901-SER-RP14-RT-0001-00 emitido pela VLB ENGENHARIA em junho/2022

Tabela 5. Capacidade de Descarga do Vertedouro de Superfície – UHE Serraria.

NA (m)	H_e (m)	$Q_{s,vão}$ (m³/s)	Q_s (m³/s)
79,50	0,00	0	0
80,00	0,50	8,46	33,8
80,50	1,00	23,9	95,7
81,00	1,50	43,9	176
81,50	2,00	67,7	271
82,00	2,50	94,5	378
82,50	3,00	124	497
83,00	3,50	157	626
83,50	4,00	191	765
84,00	4,50	228	913
84,50	5,00	267	1.070
85,00	5,50	309	1.234
85,50	6,00	352	1.406

Fonte: CV1901-SER-RP14-RT-0001-00 emitido pela VLB ENGENHARIA em junho/2022

Como resultado, constata-se que a capacidade hidráulica do Vertedouro de Superfície é de 626 m³/s, para o NA Máximo Normal (El. 83,00 m), e de 1.070 m³/s, para o NA Máximo Maximorum (El. 84,50 m).

Ademais, destaca-se ainda que a operação exclusiva da Estrutura Extravasora é suficiente para atender à vazão decamilenar defluente obtida pela atualização dos estudos hidrológicos realizados pela VLB Engenharia (2022), de 943 m³/s, com o Nível de Água do Reservatório na El. 84,10 m. Nesse cenário, a Borda Livre em relação à crista do Barramento, situada na El. 85,50 m, é de 1,40 m.

O Descarregador de Fundo, situado no Elemento 3 do Barramento, apresenta 2 (duas) comportas planas em série, tipo vagão, de 2,40 m de largura por 3,00 m de altura, com soleira na cota 35,60 m. As operações de abertura e fechamento das comportas do Descarregador de Fundo são realizadas manualmente com o acionamento de servomotores hidráulicos.

De acordo com a Regra Operacional para os Dispositivos de Descarga da Barragem em condições normais a comporta de montante permanece aberta e a de jusante fechada. Quando necessário o funcionamento do Descarregador de Fundo, abre-se o mecanismo de jusante até que a vazão esperada seja alcançada.

Na sequência das comportas, o escoamento é direcionado por um conduto, no interior do Elemento 3, até a restituição na Bacia de Dissipação.

Tendo em vista que a soleira da comporta de jusante se situa à El. 35,60 m, obteve-se as curvas de descarga em função do nível de abertura da comporta de jusante, conforme a Figura 9. Considerou-se, nesse caso, que a comporta de montante estará totalmente aberta.

Com base nisso, avalia-se que a capacidade hidráulica máxima do Descarregador de Fundo, para o NA Máximo Normal (El. 83,00 m), é de 175 m³/s, enquanto para o NA Máximo Maximorum (El. 84,50 m) é de 178 m³/s.

A curva de descarga para o cenário de operação conjunta das Estruturas Extravasoras da UHE Serraria (Vertedouro de Superfície operando em conjunto com o Descarregador de Fundo) é ilustrada na Figura 10, com valores discretizados na Tabela 6. Considerou-se, para tanto, que o Descarregador de Fundo opera com ambas as comportas completamente abertas.

Desse modo, avalia-se que a capacidade de descarga máxima das Estruturas Extravasoras operando em conjunto para o NA Máximo Normal (El. 83,00 m), é de 802 m³/s, enquanto para o NA Máximo Maximorum de projeto (El. 84,50 m) é de 1.248 m³/s.

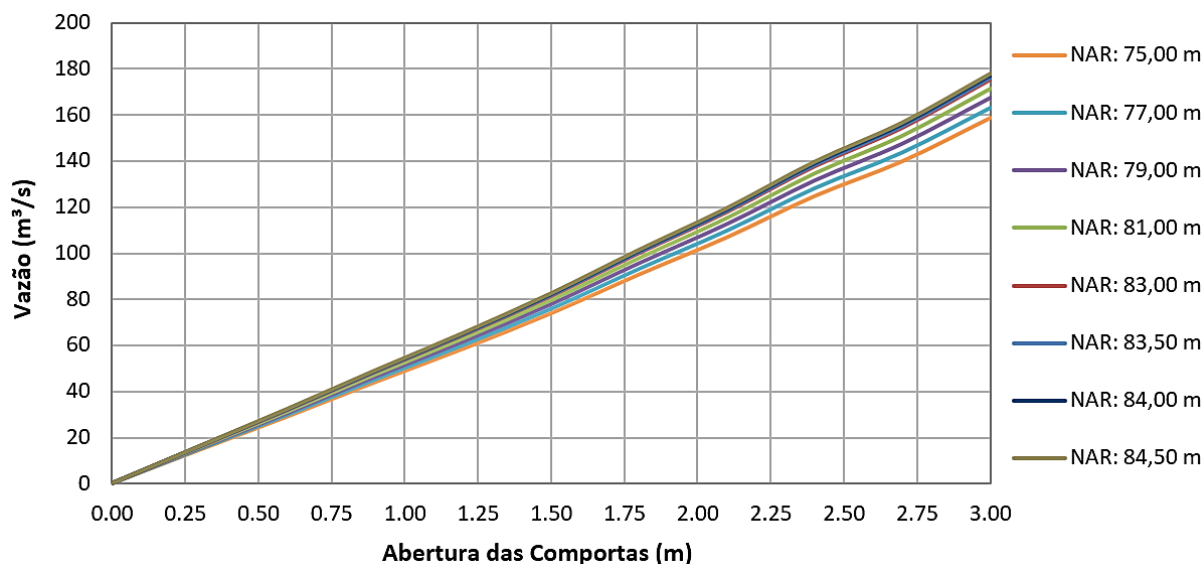


Figura 9. Curvas de Descarga do Descarregador de Fundo para diferentes Níveis de Água do Reservatório – UHE Serraria.

Fonte: CV1901-SER-RP14-RT-0001-00 emitido pela VLB ENGENHARIA em junho/2022

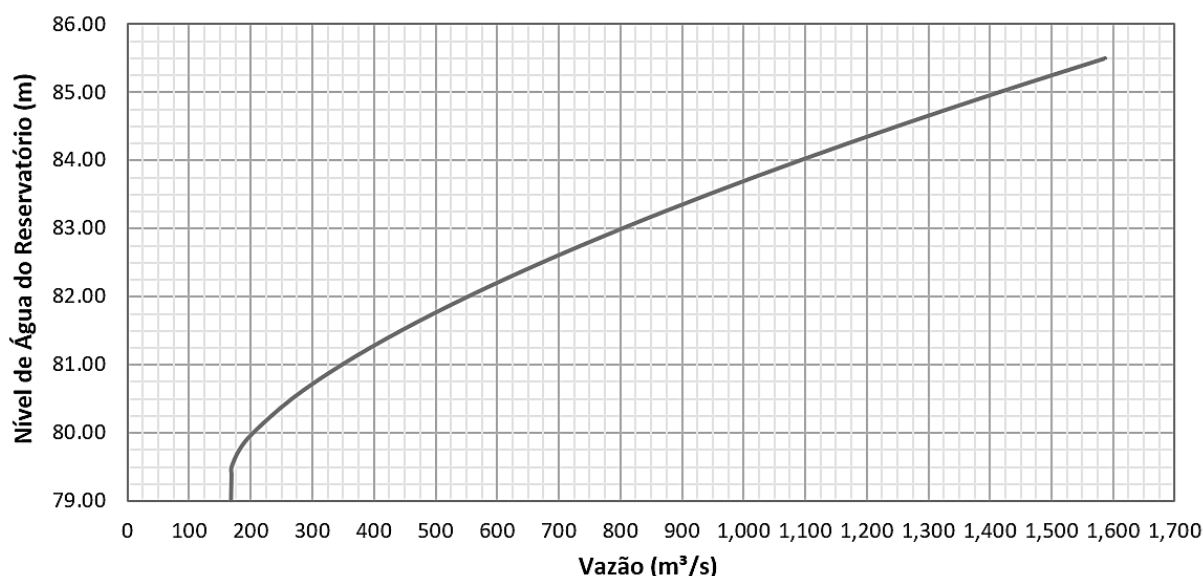


Figura 10. Curva de Descarga para o Cenário de Operação Conjunta das Estruturas Extravasoras – UHE Serraria.

Fonte: CV1901-SER-RP14-RT-0001-00 emitido pela VLB ENGENHARIA em junho/2022

O monitoramento dos níveis de reservatório, a montante da UHE Serraria, 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 supervisor e confrontado com a leitura da régua via câmera no Centro de Operação da Geração (COG), sendo a leitura na régua utilizada para efeito de conferência.

Tabela 6. Capacidade de descarga para o Cenário de Operação Conjunta das Estruturas Extravasoras – UHE Serraria.

NA (m)	Q_s (m³/s)	Q_d (m³/s)	Capacidade Total (m³/s)
79,50	0	168	168
80,00	34	169	203
80,50	96	170	266
81,00	176	171	347
81,50	271	172	443
82,00	378	173	552
82,50	497	174	671
83,00	626	175	802
83,50	765	176	942
84,00	913	177	1.091
84,50	1.070	178	1.248
85,00	1.234	179	1.413
85,50	1.406	180	1.586

Fonte: CV1901-SER-RP14-RT-0001-00 emitido pela VLB ENGENHARIA em junho/2022

A Figura 11 apresenta a curva referencial para a operação da UHE Serraria nas situações de cheias, indicando os níveis de segurança definidos e apresentados no Quadro 6 da sequência com base nos valores de vazão afluente.

Os dispositivos de descarga do empreendimento, operando em conjunto, tem capacidade para escoar a vazão correspondente ao TR 10.000 anos (980 m³/s). Portanto, para vazões defluentes acima desta condição fica definido o nível de EMERGÊNCIA para o empreendimento, já que o empreendimento não está dimensionado para situações de vazões afluentes acima desta.

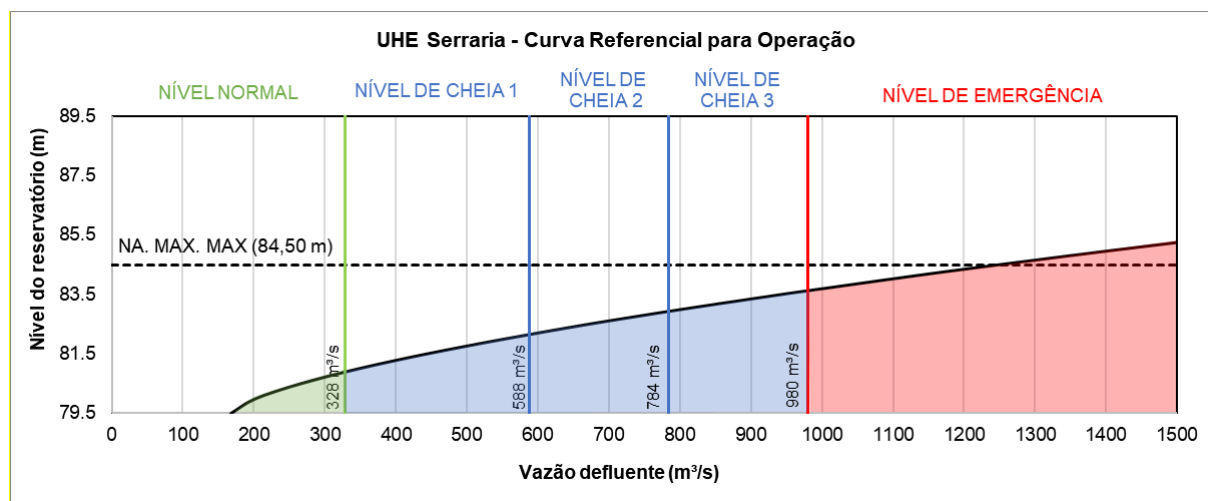


Figura 11. Nível de Resposta hidrológica.

O Quadro 6 expõe os níveis de segurança e risco de ruptura das estruturas do empreendimento em função das cheias da UHE Serraria, caracterizando-as quanto à vazão defluente.

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, consequentemente, 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 para níveis de segurança 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 Serraria consiste em alerta sonoro e voz em massa (estações remotas). O Quadro 8 apresenta o Plano de Comunicação da UHE Serraria.

Quadro 8. 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)	Rádios de comunicação interna entre os profissionais que atuam na barragem, Telefonia fixa e Mensagem de texto via SMS

de comunicação principal) na ZAS	
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 9 apresenta os locais 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 Serraria.

Quadro 9. Localização das sirenes.

Sirenes	Coordenadas	
	Longitude	Latitude
ER-SER-01	47°32'54.92"O	24° 9'25.09"S
ER-SER-02	47°33'45.07"O	24° 9'39.35"S
ER-SER-03	47°33'49.50"O	24° 9'0.22"S
ER-SER-04	47°34'34.61"O	24° 8'55.18"S
ER-SER-05	47°35'12.30"O	24° 9'41.29"S
ER-SER-06	47°34'43.10"O	24° 8'20.08"S
ER-SER-07	47°33'46.98"O	24° 7'56.96"S

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, esse 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 Serraria 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 Serraria, 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 Serraria 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 Serraria. O Quadro 10 resume os dados empregados no desenvolvimento do modelo numérico para ruptura hipotética da barragem em questão.

Quadro 10. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.

Tipo de base dados	Variável
Hidrológico	Vazão da cheia para tempo de recorrência de 100 e 1.000 anos e cheia máxima provável (CMP).
Dispositivos de descarga	Dimensões geométricas do vertedouro da UHE Serraria.
Arranjo da Barragem	Dimensões, cotas e posicionamento das estruturas associadas ao barramento e dispositivos de descarga da UHE Serraria.

Tipo de base dados	Variável
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 dos hidrogramas de cheias na barragem da UHE Serraria contemplou 3 cenários: cheia correspondente à 100 anos de tempo de recorrência, 1000 anos de tempo de recorrência, e Cheia Máxima Provável (CMP). As vazões correspondentes à cada cenário constam apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11. Vazões constantes para o cenário de operação hidráulica extrema sem ruptura.

Vazões de referência (m³/s)	PCH Serraria
TR=100 anos	513
TR=1000 anos	716
EMP	1856

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

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 Serraria, 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 ruptura de maior criticidade tem início com uma situação de cheia extrema na bacia do rio Juquiá. Nesta condição, os vales de jusante da UHE Serraria já se encontram inundados.

A seguir, no Quadro 12, são apresentadas características da brecha de ruptura adotada para a UHE Serraria. 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 12. Características das brechas adotadas, por barragem – UHE Serraria.

Barragem	Serraria
Tempo de formação (h)	0.5
Formato da brecha	Retangular
Largura da brecha (m)	95
Altura da brecha (m)	36

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

5.4 CONDIÇÕES INICIAIS

As condições iniciais da simulação de hidrogramas de cheias dizem respeito principalmente à condição da calha do rio no início das simulações e à cota inicial dos reservatórios. Para os três eventos de cheias simulados, partiu-se da condição de seca nos cursos hídricos de jusante e cota dos reservatórios nos respectivos Níveis Máximo Maximorum (NMM). No Quadro 13 são apresentados estes valores em conjunto com a cota da crista para a UHE Serraria.

Quadro 13. Condição inicial das simulações de cheia – UHE Serraria.

Nome da usina	Cota da crista (m)	NMM - condição inicial (m)
Serraria	85,5	84

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

Para o cenário de ruptura da barragem da UHE Serraria, a condição inicial adotada partiu dos resultados obtidos após estabilização total do modelo com as vazões constantes.

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).

A CCJ adotada no local aproximado da foz do rio Juquiá foi a profundidade normal, com declividade de 0,0005 m/m. A adoção da profundidade normal como CCJ pode causar inconsistências nos valores obtidos para a cota de inundação, em locais próximos à CCJ, devido ao fato de estar se atribuindo um comportamento permanente a um escoamento tipicamente não permanente. Entretanto, como a foz do rio Juquiá está localizada cerca de 50 km a jusante da cidade de Juquiá, considera-se que esta aproximação não acarreta grandes influências desta CCJ na definição da lâmina de água na cidade e em outros pontos de interesse localizados a montante.

Já para a CCM do modelo, considerou-se uma entrada permanente de vazões nos braços dos reservatórios e de alguns afluentes, com diferentes valores para cada um dos três cenários simulados totalizando a vazão do tempo de recorrência de cada cenário.

5.6 RESULTADOS

Os mapas de inundações para cenários de não rompimento da UHE Serraria estão apresentados no APÊNDICE 9, no documento G5-945-SER-DE-PAE-0001. Estes cenários correspondem à passagem das cheias com tempo de recorrência de 100 anos, 1.000 anos e à cheia máxima provável.

Para o cenário de ruptura hipotética da barragem da UHE Serraria, o mapa de inundação consta apresentado também no APÊNDICE 9, no documento G5-945-SER-DE-PAE-0002. O hidrograma de ruptura representa a passagem completa, através da seção da brecha no barramento, do volume liberado do reservatório durante um evento de ruptura. A Figura 13 mostra que um hipotético rompimento da barragem, simulado com as características anteriormente apresentadas, teria potencial para gerar um pico de vazão da ordem de 17.000 m³/s. O deplecionamento total do reservatório acontece em torno de 7 horas após o início do rompimento.

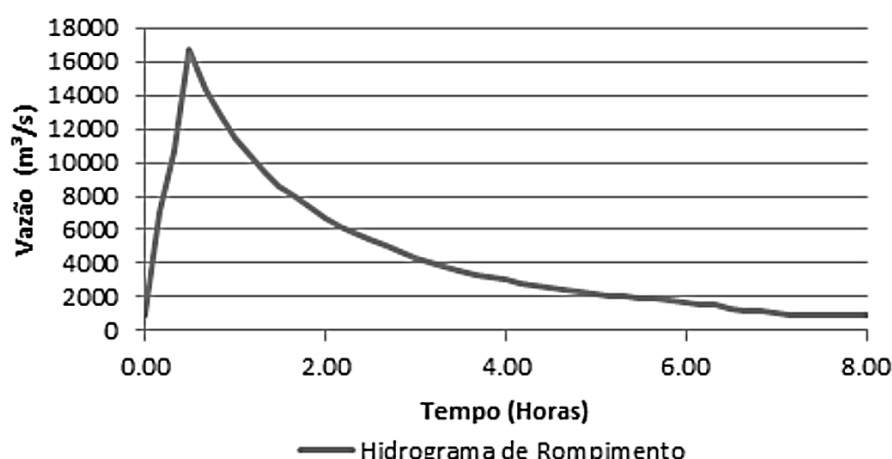


Figura 12. Hidrograma de rompimento da barragem – UHE Serraria.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

O estudo de ruptura (RHAMA, 2017) apresenta o mapa em escala regional da Figura 13 da área de inundação potencialmente causada pelo hipotético rompimento da barragem da PCH Serraria. Na mesma figura, são apresentadas seções e o tempo que a cota mais alta da seção leva para ser inundada. O relatório apresentado pela RHAMA comenta que o traçado das seções na figura é ilustrativo e foi expandido para fins de visualização. A Figura 14 apresenta um detalhe dos locais de ocupação urbana estabelecidas mais próximas à barragem, que seriam atingidos pela onda de cheia, antes que a mesma chegasse à cidade de Juquiá.

Após atingir as diversas localidades ao longo do rio Juquiá, a onda de cheia oriunda do rompimento da barragem da PCH Serraria chegaria ao principal aglomerado urbano da bacia, a cidade de Juquiá, localizada 51 km a jusante da barragem.

Neste local, a vazão máxima chegaria a 2.200 m³/s aproximadamente, conforme mostra a Figura 15. A vazão máxima ocorreria cerca de 13 horas após o início do rompimento, e o nível da água máximo, de aproximadamente 22,5 metros, ocorreria cerca de 17 horas após o início do rompimento. Entretanto, em menos de 4 horas, a partir do instante do rompimento, o nível da água e a vazão do rio Juquiá começariam a subir.

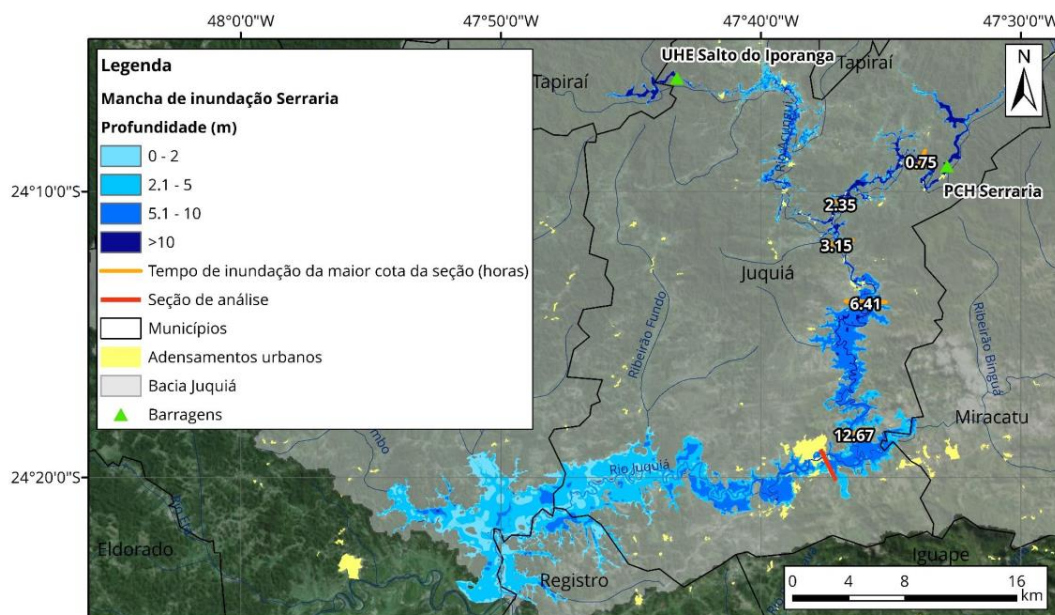


Figura 13. Mancha de inundação em função da ruptura da barragem da UHE Serraria.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

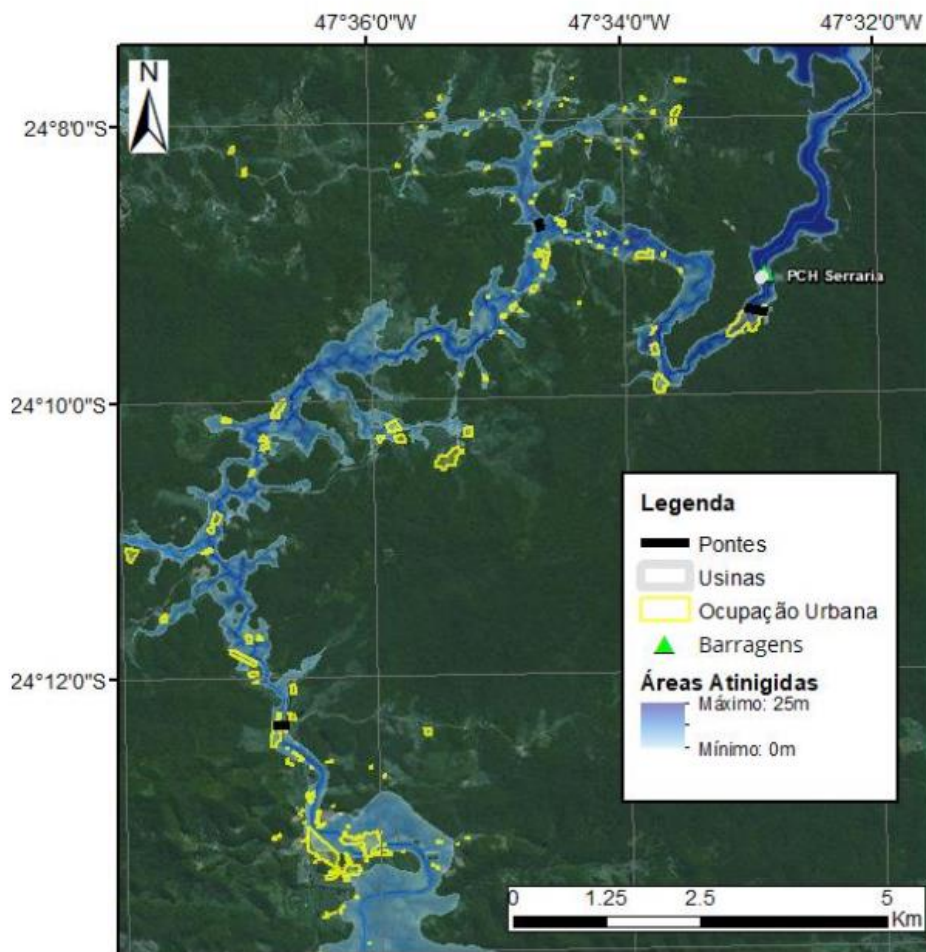


Figura 14. Representação geral das zonas habitadas a jusante da PCH Serraria atingidas pela onda de cheia em função da ruptura da barragem da UHE.

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

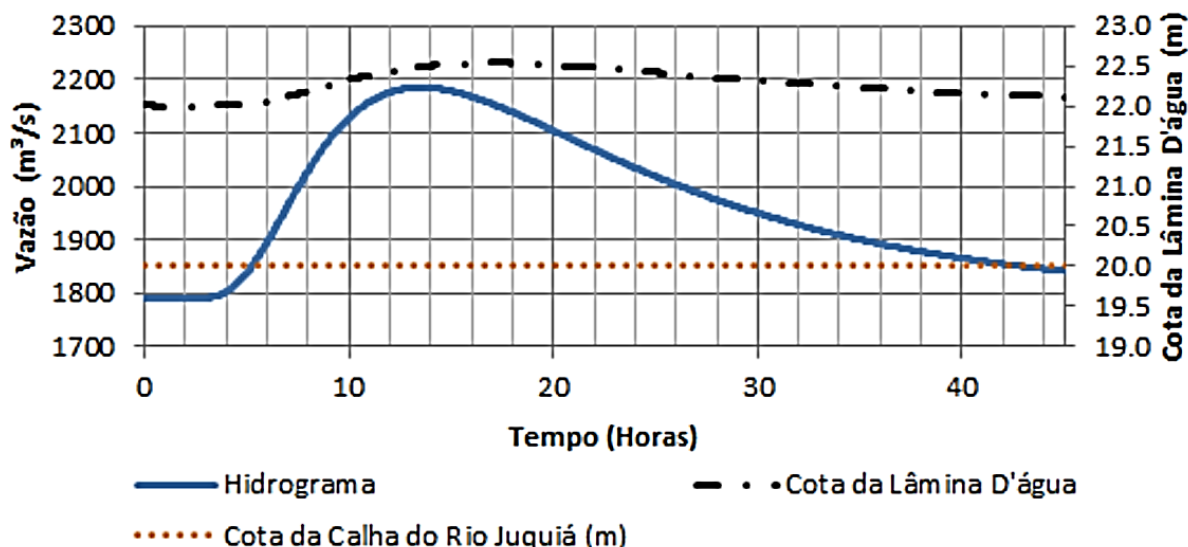


Figura 15. Hidrograma e cotagrama do rio Juquiá na cidade de Juquiá após a ruptura da barragem da UHE Serraria

Fonte: RHAMA Consultoria Ambiental Ltda, 2017.

Mais detalhes, 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). Sendo assim, a área a jusante da UHE Serraria, avaliada e subdivida em ZAS e ZSS é caracterizada pelo leito do rio Juquiá a partir da Barragem da UHE Serraria.

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 de 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 Serraria adotou-se a Zona de Autossalvamento ao longo da distância de 10 km a partir da barragem do empreendimento, de modo que todo esse trecho

seja alertado numa eventual situação de crise, não dependendo da atuação das autoridades competentes.

As posições da barragem e a localização das infraestruturas/edificações localizadas dentro da ZAS em planta e em tabela de coordenadas estão apresentadas nos mapas 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.

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 14.

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

Quadro 14. Localização dos Pontos de Encontro propostos na ZAS.

Pontos de Encontro	Coordenadas	
	Latitude	Longitude
PE SER 1	47°32'56.92"O	24° 9'11.53"S
PE SER 2	47°32'51.66"O	24° 9'26.53"S
PE SER 3	47°33'46.85"O	24° 9'29.62"S
PE SER 4	47°34'24.30"O	24° 8'53.09"S
PE SER 5	47°34'0.68"O	24° 8'47.76"S
PE SER 6	47°34'26.66"O	24° 8'33.69"S

Pontos de Encontro	Coordenadas	
	Latitude	Longitude
PE SER 7	47°34'41.64"O	24° 8'36.26"S
PE SER 8	47°34'35.31"O	24° 8'11.03"S
PE SER 9	47°35'8.97"O	24° 9'38.98"S
PE SER 10	47°35'15.43"O	24° 9'28.19"S
PE SER 11	47°35'28.32"O	24° 9'34.35"S

As rotas de fuga e pontos de encontro da UHE Serraria 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.

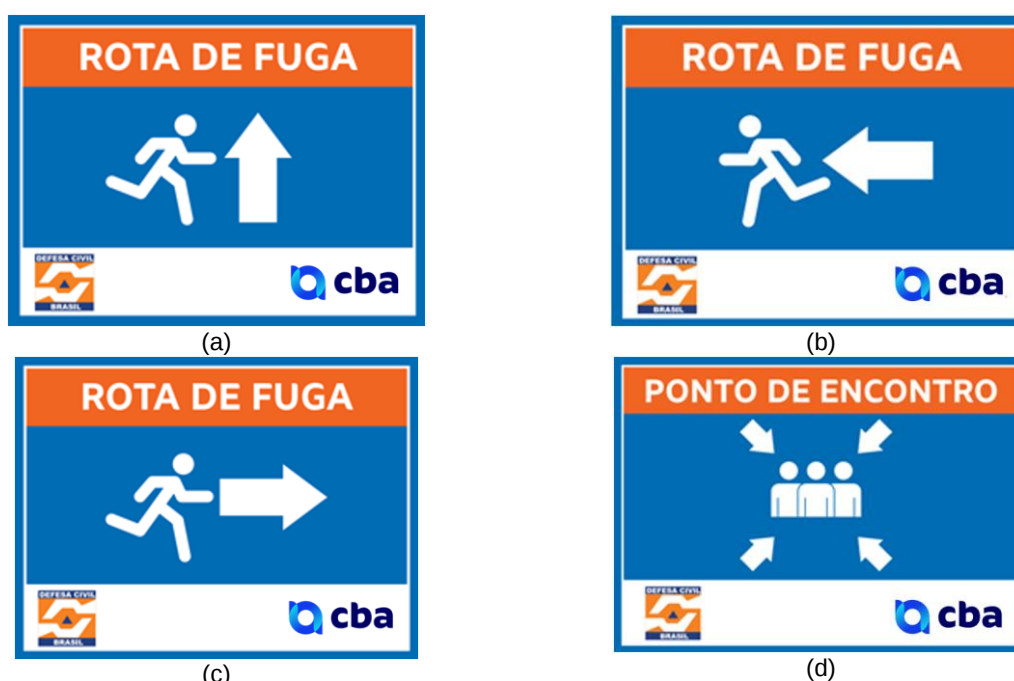


Figura 16. Placas de sinalização de rotas de fuga e pontos de encontro.

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 resgate 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.

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

BRASIL. 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

BRASIL. 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 Serraria/SP. Arquivo: R5_VE_dambreak_2017_Juquiá_UHE Serraria_vf_rev3.pdf. Porto Alegre, 2017.

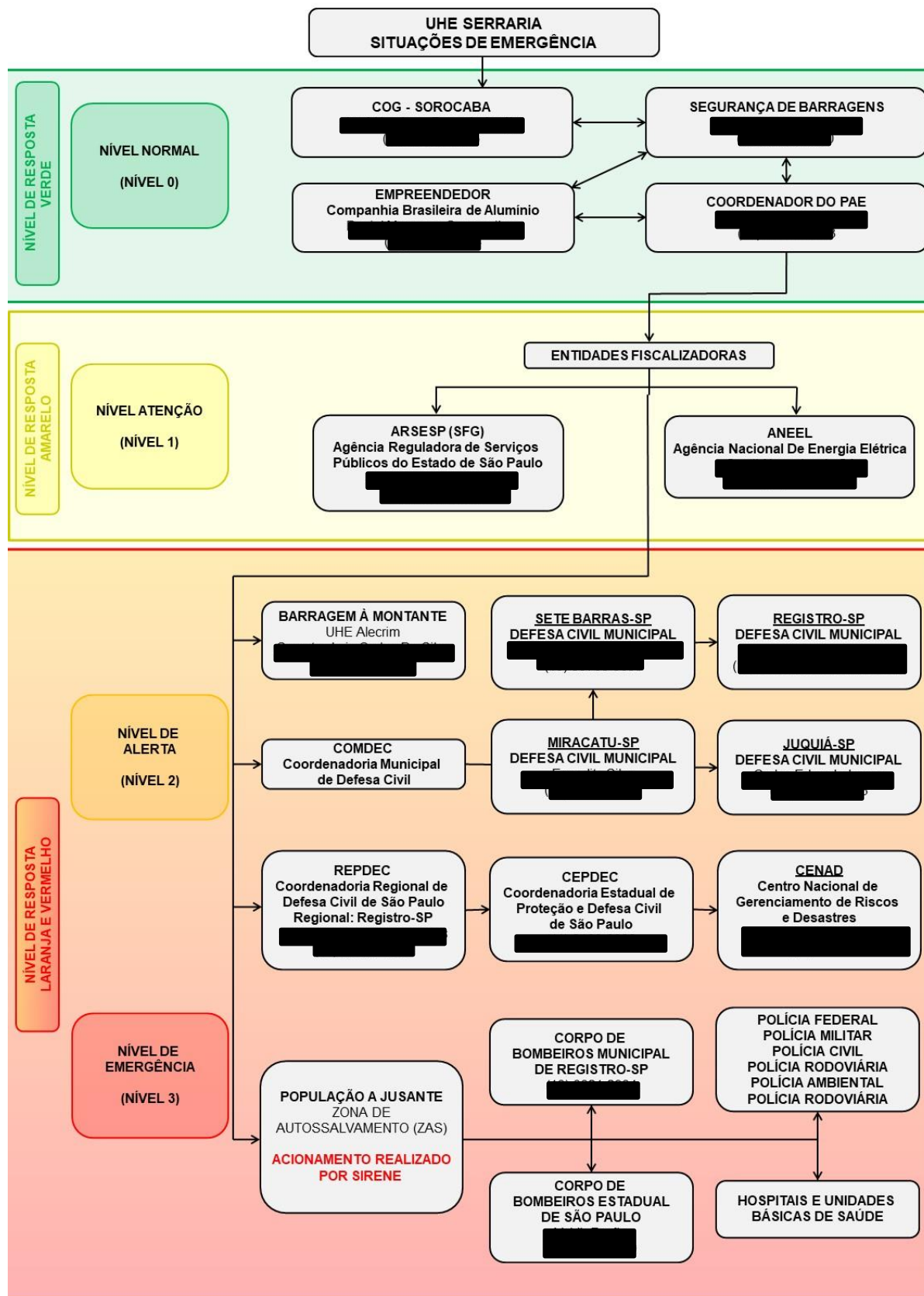
VLB ENGENHARIA. UHE SERRARIA - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM - PRODUTO 4 - RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS E AVALIAÇÃO DAS ESTRUTURAS EXTRAVASORAS. DOCUMENTO Nº CV1901-POR-RP04-RT-0001 revisão 1. Abril de 2022.

VLB ENGENHARIA. UHE SERRARIA - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM - PRODUTO 10 - REVISÃO DO MANUAL DE INSTRUMENTAÇÃO DA BARRAGEM. Documento nº CV1901-POR-RP09-RT-0001 revisão 4. Outubro de 2022.

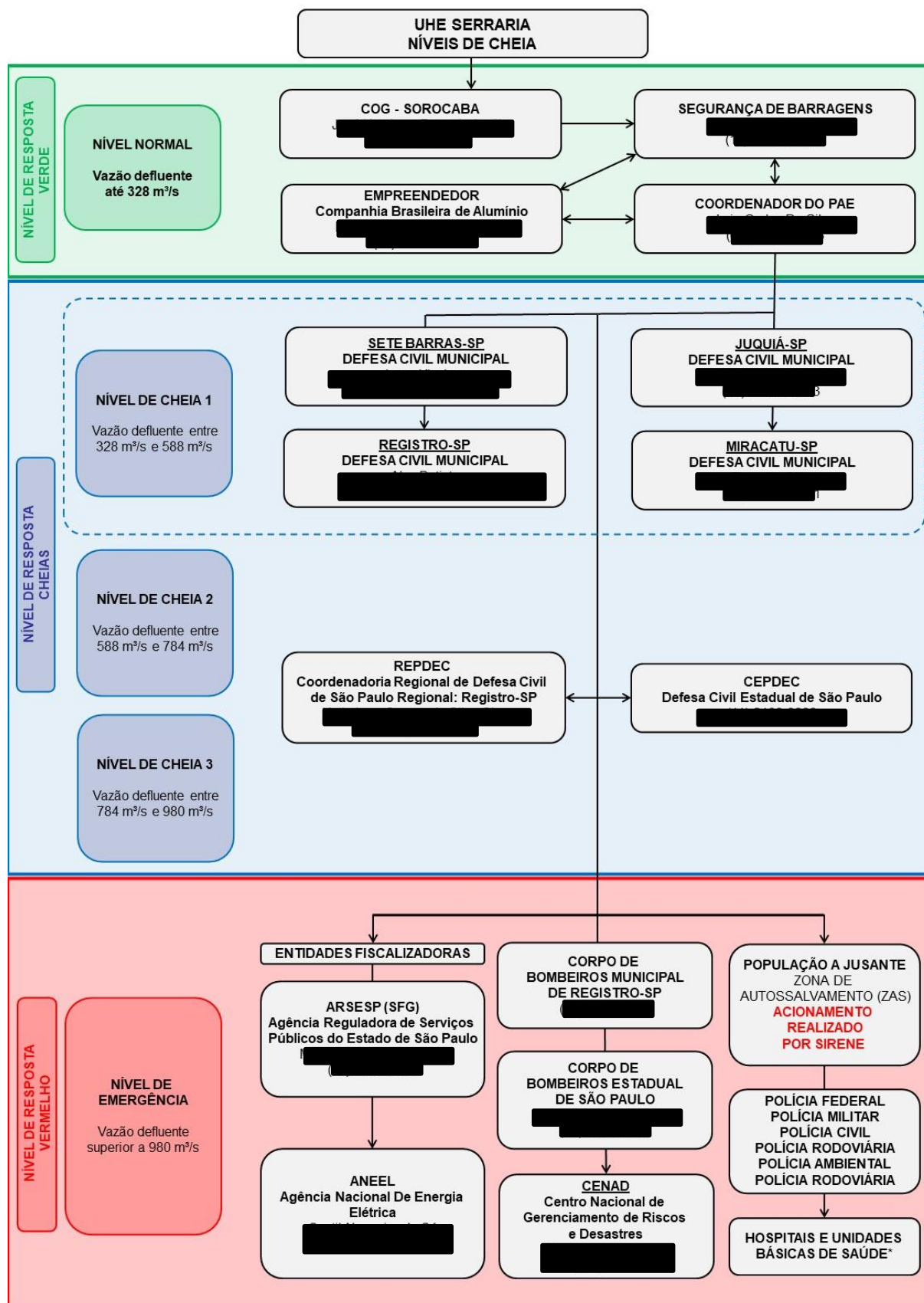
VOTORANTIM ENERGIA. Gerência de Ativos em Operação. Documento Técnico DT-CJQ-GAO-0812/002 – Usina da Serraria – Regra Operacional para os Dispositivos de Descarga da Barragem. Agosto de 2012.

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 15. Lista de Contatos para notificação – UHE Serraria.

UHE Serraria	Empreendedor Companhia Brasileira de Alumínio		
	Gerente de Segurança de Barragens		
	Coordenador do PAE		
	Coordenador Suplente do PAE		
	Gerente COG – Centro de Operação da Geração		
Barragem Montante	UHE Alecrim Gerente Usina		
Entidade Fiscalizadora	ARSESP (SFG) Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo		
	ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica		
Autoridades e Sistemas de Defesa Civil	CENAD Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres		
	CEPDEC Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de São Paulo		
	REPDEC Coordenadoria Regional de Defesa Civil de São Paulo Regional (Registro-SP)		
	COMDEC Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Miracatu		
	COMDEC Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Juquiá		
	COMDEC Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Sete Barras		

	COMDEC Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Registro		
Prefeituras	Prefeitura Municipal de Miracatu		
	Prefeitura Municipal de Juquiá		
	Prefeitura Municipal de Sete Barras-SP		
	Prefeitura Municipal de Registro-SP		
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 16. Telefones dos Corpos de Bombeiros e Polícias.

Descrição	Município	Contato
Corpo de Bombeiros	Estadual de São Paulo	
	Registro	
	Juquiá*	
Polícia Militar	Miracatu	
	Juquiá*	
	Sete Barras*	
	Registro	
	Tapiraí	
	Ibiúna	
	Juquitiba	
Polícia Civil	Miracatu	
	Juquiá	
	Sete Barras	
Polícia Civil	Registro	
	Tapiraí	

Descrição	Município	Contato
Polícia Florestal ou Ambiental	Ibiúna	
	Juquitiba	
	Registro	
	Miracatu*	
	Estadual de São Paulo	
Rodoviária Federal	Registro	

Quadro 17. Telefones de Hospitais e Postos de Saúde.

Descrição	Município	Nome	Telefone
Hospital	Juquiá-SP		
	Registro-SP		
	Tapiraí-SP		
Posto de Saúde	Ibiúna-SP		
	Miracatu-SP		
	Juquiá-SP		
	Sete Barras-SP		
	Registro-SP		
	Tapiraí-SP		
	Miracatu		

* Não foi possível confirmar os contatos indicados.

Quadro 18. Fornecedores de materiais mobilizáveis em situações de Emergência.

Descrição	Município	Nome	Telefone
Prestadores de Serviço	Miracatu-SP		
	Juquiá-SP		
	Sete Barras-SP		
	Registro-SP		
	Tapiraí-SP		

APÊNDICE 4 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO

O Quadro 19 apresenta um modelo de registro para as reuniões de articulação com o poder público.

Quadro 19. Modelo de registro de reuniões do plano de articulação.

Data	Local	Natureza	Assunto	Entidades participantes
jun/18	UHE Alecrim	Apresentação	Apresentação e Entrega do PAE	VE / Juquiá
set/18	UHE França	Apresentação	Apresentação e Entrega do PAE	VE / Piedade / Ibiúna / Tapiraí / Miracatu / Sete Barras / Registro / Juquitiba
jan/20	Paço Municipal da Prefeitura de Juquiá	Alinhamento	Acompanhamento PLANCON e Instalação Sirenes	VE / Juquiá / Ibiúna / Tapiraí / Piedade
ago/20	Online	Apresentação	Apresentação do Plano de Trabalho	VE / Integratio / Piedade / Ibiúna / Tapiraí / Miracatu / Juquitiba / Juquiá / REPDEC Registro / REPDEC Sorocaba
mar/21	Online	Alinhamento	Apresentação de Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Juquiá
mar/21	Online	Alinhamento	Apresentação de Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE Piedade / Ibiúna / Tapiraí / Miracatu / Sete Barras / Registro / Juquitiba
abr/21	Online	Comissão Mista	Implantação do PAE	VE / Legado das Águas / CBM Sorocaba / Fundação Florestal / Juquiá / Juquitiba / Ibiúna / Tapiraí

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 Serraria), 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 Serraria.

Estes exercícios devem contar com a participação dos colaboradores da UHE Serraria, da Companhia Brasileira de Alumínio, da população residente na ZAS, das Entidades Fiscalizadoras e das Coordenadorias Municipais pertinentes e Estaduais da Defesa Civil de São Paulo.

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.

O exercício de simulação foi realizado pela UHE Serraria em abril de 2022.

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 Serraria, 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 20. Entidades que receberam uma cópia do PAE.

001	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Juquiá/SP Protocolo: Juquia_SP_comp_juquia	Data: 17/11/2021
002	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Defesa Civil Municipal de Registro/SP Protocolo: Registro_SP_comp_juquia	Data: 17/11/2021
003	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Defesa Civil Municipal de Registro/SP Protocolo: Registro_SP_Serraria	Data: 19/11/2021
004	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Defesa Civil Municipal de Sete Barras/SP Protocolo: Sete Barras_SP_comp_Juquia	Data: 17/11/2021
005	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Defesa Civil Municipal de Sete Barras/SP Protocolo: Sete Barras_SP_Serraria	Data: 19/11/2021
006	Nome: [REDACTED] Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Registro/SP Protocolo:	Data: 21/11/2022
007	Nome: Empresa/Instituição: Protocolo:	Data:
008	Nome: Empresa/Instituição: Protocolo:	Data:

APÊNDICE 7 – FORMULÁRIOS-TIPO

Quadro 21. 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 22. 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 [XX](#).

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 Serraria, realizado pela RHAMA Consultoria Ambiental Ltda e encontra-se disponível na Tabela 7.

Tabela 7. Estudo de Ruptura Hipotética.

Código	Arquivo
R5_VE_dambreak_2017_Juquiá_PCHSerraria_vf_rev2.	

APÊNDICE 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

Os mapas de inundação, produtos do estudo de ruptura hipotética da barragem da UHE Serraria, encontram-se dispostos na Tabela 8.

Tabela 8. Mapas de Inundação.

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

APÊNDICE 10 – GLOSSÁRIO

GLOSSÁRIO

CONFORME ANEEL (2023)

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;

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

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

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;

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;

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;

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

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

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

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;

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;

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;

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.

APÊNDICE 11 – CONTROLE DE REVISÕES

Quadro 23. Controle de Revisões do PAE.

CARACTERÍSTICAS DO DOCUMENTO																	
Título do documento: Relatório Técnico – Plano de Ação de Emergência																	
Código do documento: CV2117-SER-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		x			2	x	x	x	x		x		
3	x	x	x	x		x			4	x	x	x	x		x		
5	x	x	x	x		x			6	x	x	x	x		x		
7	x	x	x	x		x			8	x	x	x	x		x		
9	x	x	x	x		x			10	x	x	x	x		x		
11	x	x	x	x		x			12	x	x	x	x		x		
13	x	x	x	x		x			14	x	x	x	x		x		
15	x	x	x	x		x			16	x	x	x	x		x		
17	x	x	x	x		x			18	x	x	x	x		x		
19	x	x	x	x		x			20	x	x	x	x		x		
21	x	x	x	x		x			22	x	x	x	x		x		
23	x	x	x	x		x			24	x	x	x	x		x		
25	x	x	x	x		x			26	x	x	x	x		x		
27	x	x	x	x		x			28	x	x	x	x		x		
29	x	x	x	x		x			30	x	x	x	x		x		
31	x	x	x	x		x			32	x	x	x	x		x		
33	x	x	x	x		x			34	x	x	x	x		x		
35	x	x	x	x		x			36	x	x	x	x		x		
37	x	x	x	x		x			38	x	x	x	x		x		
39	x	x	x	x		x			40	x	x	x	x		x		
41	x	x	x	x		x			42	x	x	x	x		x		
43	x	x	x	x		x			44	x	x	x	x		x		
45	x	x	x	x		x			46	x	x	x	x		x		
47	x	x	x	x		x			48	x	x	x	x		x		
49	x	x	x	x		x			50	x	x	x	x		x		
51	x	x	x	x		x			52	x	x	x	x		x		
53	x	x	x	x		x			54	x	x	x	x		x		
55	x	x	x	x		x			56	x	x	x	x		x		
57	x	x	x	x		x			58	x	x	x	x		x		
59	x	x	x	x		x			60	x	x	x	x		x		
61	x	x	x	x		x			62	x	x	x	x		x		
63	x	x	x	x		x			64	x	x	x	x		x		
65	x	x	x	x		x			66	x	x	x	x		x		
67	x	x	x	x		x			68	x	x	x	x		x		
69	x	x	x	x		x			70	x	x	x	x		x		
71	x	x	x	x		x			72	x	x	x	x		x		
73	x	x	x	x		x			74	x	x	x	x		x		
75	x	x	x	x		x			76	x	x	x	x		x		

77	x	x	x	x		x			78	x	x	x	x		x		
79	x	x	x	x		x			80	x	x	x	x		x		
81	x	x	x	x		x			82	x	x	x	x		x		
83	x	x	x	x		x			84	x	x	x	x		x		
85	x	x	x			x			86	x	x	x			x		
87	x	x	x						88	x	x	x			-		
89	x	x	x			-			90	x		x			-		
91	x		x			-			92	x		x			-		
93	x		x			-			94	x		x			-		

APÊNDICE 12 – ART DOS RESPONSÁVEIS

Responsável	Arquivo
	