



COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO

PAE

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

UHE SOBRAGI

[illegible]

[Redacted Signature]

Responsável Legal
Companhia Brasileira de Alumínio
Diretor de Energia

[Redacted Signature]

Responsável Técnica
Companhia Brasileira de Alumínio
Gerente de Segurança de Barragens

[Redacted Signature]

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

SUMÁRIO

1	SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM.....	7
1.1	APRESENTAÇÃO	7
1.1.1	Relação das Entidades com Cópia do PAE	9
1.2	OBJETIVO	9
1.3	DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO	10
1.3.1	Descrição da barragem e estruturas associadas	10
1.3.2	Localização e acesso	16
1.3.3	Reservatório	17
1.3.4	Características hidrológicas.....	18
1.3.5	Características geológicas, topográficas e sísmicas	21
1.4	APROVEITAMENTOS NA CASCATA	21
1.5	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM	22
1.5.1	Sistema de comunicação.....	22
1.5.2	Alimentação de Energia.....	23
1.5.3	Recursos mobilizáveis em situações de emergência	23
2	SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA NAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	23
2.1	DETECÇÃO E AVALIAÇÃO	23
2.1.1	Atividades de inspeção e periodicidade	23
2.2	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA	
	25	
2.2.1	Indicadores Qualitativos	30
2.2.2	Indicadores Quantitativos	35
3	SEÇÃO III – PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA.....	44
3.1	NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA.....	44
3.1.1	Notificação dos agentes internos	45
3.1.2	Notificação dos agentes externos	45
4	SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE	47
4.1	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR	47
4.2	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE	49
4.3	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM	50
4.4	RESPONSABILIDADES DAS PREFEITURAS	50
4.5	RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA MILITAR	50
4.6	SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	50
4.6.1	Defesa Civil	51

5	SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO	54
5.1	METODOLOGIA.....	54
5.2	DADOS UTILIZADOS.....	55
5.3	CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE ESTUDO	55
5.4	RUPTURA DA ESTRUTURA	56
5.5	CONDIÇÕES DE CONTORNO	56
5.6	RESULTADOS	57
5.7	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA.....	60
5.7.1	Zona de Autossalvamento (ZAS).....	60
5.7.2	Zona secundária de salvamento (ZSS).....	60
5.7.3	Medidas para regaste de atingidos e mitigação de impactos	60
5.8	AVALIAÇÃO DO ROMPIMENTO EM CASCATA	61
6	REFERÊNCIAS	62
	APÊNDICES	64
	APÊNDICE 1 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE SEGURANÇA	
	64	
	APÊNDICE 2 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE CHEIA.....	65
	APÊNDICE 3 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS.....	66
	APÊNDICE 4 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO	69
	APÊNDICE 5 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE.....	71
	APÊNDICE 6 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE	75
	APÊNDICE 7 – FORMULÁRIOS-TIPO.....	76
	APÊNDICE 8 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM	78
	APÊNDICE 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO.....	78
	APÊNDICE 10 – GLOSSÁRIO	79
	APÊNDICE 11 – CONTROLE DE REVISÕES.....	81
	APÊNDICE 12 – ART DOS RESPONSÁVEIS.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. UHE Sobragi – Arranjo Geral - Planta.	12
Figura 2. Posição da UHE Sobragi em Relação à Juiz de Fora-MG.	17
Figura 3. Níveis de água operativos do reservatório – UHE Sobragi.	17
Figura 4. Curva cota x área x volume do reservatório – UHE Sobragi.	18
Figura 5. Série de Vazões Afluentes Médias Mensais – UHE Sobragi.	19
Figura 6. Vazões Máximas – UHE Sobragi.	21
Figura 7. Perfil longitudinal dos rios Peixe e Paraibuna.	22
Figura 8. Resumo dos instrumentos de auscultação por estrutura.	35
Figura 9. Planta dos Dispositivos Extravasores da UHE Sobragi.	36
Figura 10. Vertedouro de Soleira Livre da UHE Sobragi.	37
Figura 11. Vistas de montante de jusante do vertedouro de Soleira Livre da UHE Sobragi.	37
Figura 12. Curva de descarga do Vertedouro de Soleira Livre da UHE Sobragi.	38
Figura 13. Capacidade de Descarga do Vertedouro de Superfície – UHE Sobragi.	38
Figura 14. Planta do Descarregador de Fundo da UHE Sobragi.	39
Figura 15. Corte do Descarregador de Fundo da UHE Sobragi.	40
Figura 16. Vista de jusante do Descarregador de Fundo da UHE Sobragi.	40
Figura 17. Planta do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução da UHE Sobragi.	41
Figura 18. Seção pelo enixo do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução da UHE Sobragi.	42
Figura 20. Capacidade de Descarga das Estruturas Extravasoras – Cenário de Abertura Parcial (0,90 m) das Comportas do Descarregador de Fundo e do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução – UHE Sobragi.	42
Figura 21. Capacidade de Descarga das Estruturas Extravasoras – Cenário de Abertura Total das Comportas do Descarregador de Fundo e do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução – UHE Sobragi.	43
Figura 22. Nível de Resposta Hidrológica.	43
Figura 23. Seções transversais traçadas para a obtenção de resultados.	58
Figura 24. Resultados por Seção Transversal – Cenário Extremo (TR 10.000 anos) no Vale de Jusante.	59
Figura 25. Resultados por Seção Transversal – Cenário Provável (TR 2 anos) no Vale de Jusante.	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Sobragi.....	13
Quadro 2. Classificação dos níveis de resposta correspondentes aos Níveis de Segurança do Empreendimento.....	27
Quadro 3. Classificação dos níveis de resposta correspondentes aos Níveis de Cheia (Segurança da população e estruturas a jusante).....	29
Quadro 4. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual da UHE Sobragi.	31
Quadro 5. Plano de Comunicação.....	46
Quadro 6. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.	55
Quadro 7. Cenários de Modelagem Hidráulica da Ruptura Hipotética da UHE Sobragi (HIDROBR, 2024).....	56
Quadro 9. Lista de Contatos – UHE Sobragi	66
Quadro 10. Telefones dos Corpos de Bombeiros e Polícias.....	67
Quadro 11. Telefones de Hospitais e Postos de Saúde.....	67
Quadro 12. Fornecedores de materiais mobilizáveis em situações de Emergência.....	68
Quadro 13. Modelo de registro de reuniões do plano de articulação.	69
Quadro 14. Entidades que receberam uma cópia do PAE.....	75
Quadro 15. Formulário de declaração de mudança de nível.	76
Quadro 16. Formulário de declaração de encerramento.....	77
Quadro 17. Estudo de Ruptura Hipotética.	78
Quadro 18. Mapas de Inundação.	78
Quadro 19. Controle de Revisões do PAE.....	81

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 (PSB), 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 Sobragi, pertencente à Companhia Brasileira de Alumínio, justifica-se pelo seu enquadramento na **CLASSE C**, apresentando Risco Baixo e Dano Potencial Associado Médio.

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

Estas alterações estão em conformidade com o disposto na Lei Federal nº 14.066/2020, a qual afirma que o PAE deverá ser revisto periodicamente, a critério do órgão fiscalizador, nas seguintes ocasiões:

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

Toda alteração deverá ser devidamente registrada, conforme folha de revisão indicada no APÊNDICE 11 – CONTROLE DE REVISÕES, e suas alterações repassadas aos integrantes internos e externos do PAE.

1.1.1 Relação das Entidades com Cópia do PAE

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

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

1.2 OBJETIVO

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

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

- (i) Descrição das instalações da barragem e das possíveis situações de emergência;
- (ii) Procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura da barragem ou de outras ocorrências anormais;
- (iii) Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais;

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

1.3 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

1.3.1 Descrição da barragem e estruturas associadas

A UHE Sobragi, atualmente propriedade da Companhia Brasileira de Alumínio, iniciou sua operação em 1998. Localizada nos municípios de Belmiro Braga e Simão Pereira, MG, no rio Paraibuna, esta usina conta com 3 (três) unidades geradoras equipadas com turbinas do tipo Francis de 20,00 MW, totalizando 60,00 MW de potência instalada. O arranjo geral do empreendimento é apresentado na Figura 1.

O empreendimento é constituído por barramento de concreto, com altura máxima de 7,5 m e 105 m de comprimento de crista. Seu reservatório possui 0,03 km² de área molhada e volume de 0,09 hm³ no nível N.A Máximo Normal (El. 437,30 m).

O vertedouro é do tipo soleira livre com a crista em perfil Creager, com extensão total da crista de 105 m, com soleira na El. 437,30 m e altura máxima sobre a fundação de 7,50 m.

Conforme Revisão Periódica de Segurança realizada pela VLB Engenharia em 2022, a operação exclusiva do vertedouro principal de soleira livre é capaz de atender a vazão decamilenar, resultando em uma borda livre de 0,89 m em relação a mureta do barramento (El. 441,20 m).

A tomada de água é composta por três comportas, acionadas manualmente com auxílio de engrenagens. O túnel de adução, escavado em rocha, tem comprimento de aproximadamente 935 m. A casa de máquinas possui 3 turbinas de 20,00 MW, do tipo Francis, totalizando 60 MW de potência instalada. A barragem conta ainda com um desarenador.

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.

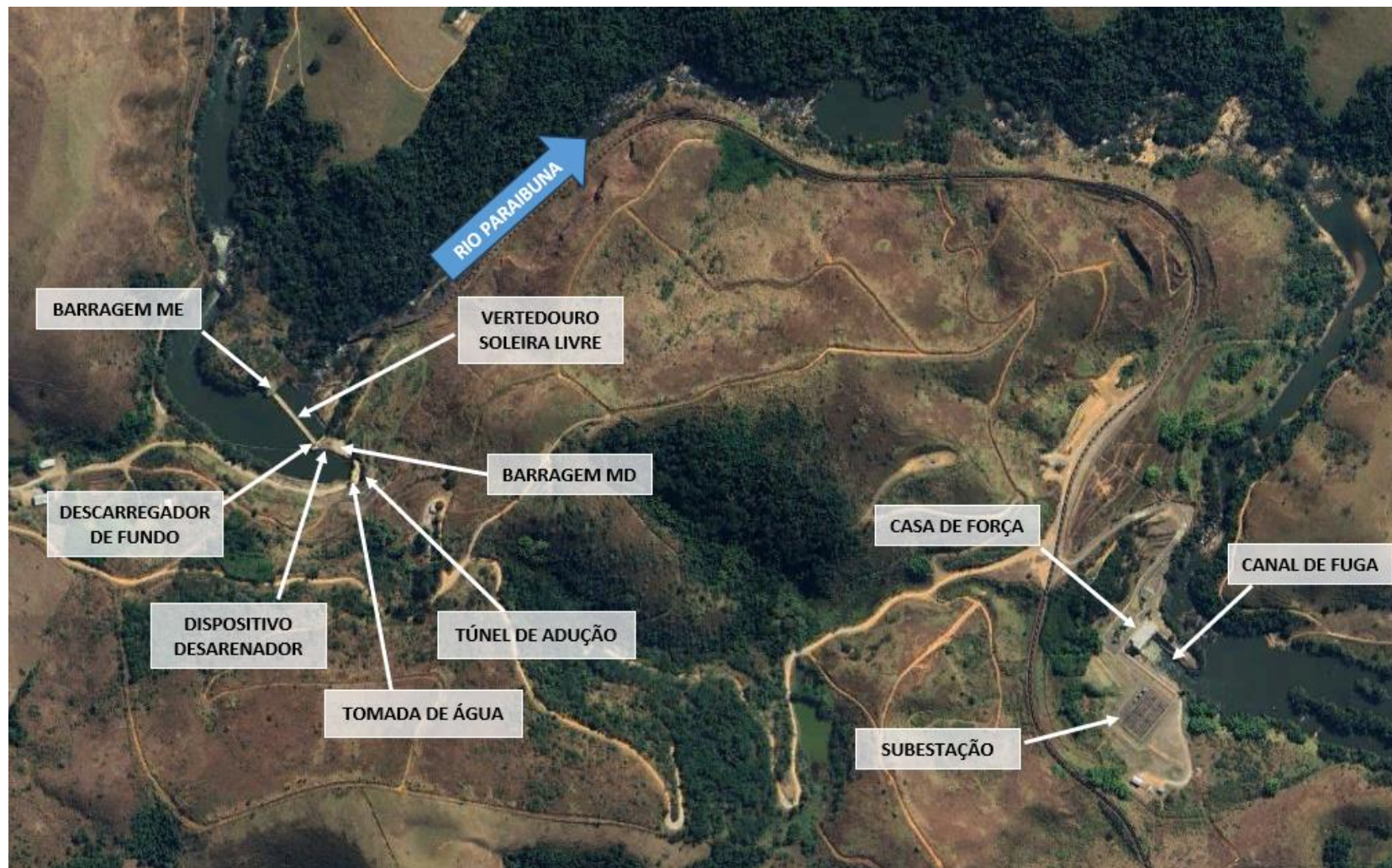


Figura 1. UHE Sobragi – Arranjo Geral - Planta.

Fonte: GoogleEarth. Acesso em 05/2025

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Sobragi.

(1) Geral	
Nome do barramento	UHE Sobragi
Empreendedor	Companhia Brasileira de Alumínio
Conclusão do barramento	1998
Idade	27 anos
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Localização	
- Curso de água barrado	Rio Paraibuna
- Município	Belmiro Baga e Simão Pereira
- Unidade da Federação	Minas Gerais (MG)
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 21°58'36"S Long. 43°21'41"O
- Existência de barragens a montante	Sim
- Existência de barragens a jusante	Sim
(2) Reservatório	
Tempo de residência	(informação indisponível)
Vida útil do reservatório	(informação indisponível)
Vazão média [m³/s] – QMLT	75,6
NA Montante:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	440,27
- Máximo Normal [m-IBGE]	437,30
- Mínimo Normal [m-IBGE]	436,40
NA Jusante:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	362,00
- Máximo Normal [m-IBGE]	356,06
- Mínimo Normal [m-IBGE]	355,50
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Maximorum [km²]	0,04
- No NA Máximo Normal [km²]	0,03
- No NA Mínimo Normal [km²]	0,027
Volume do Reservatório:	
- No NA Máximo Maximorum [hm³]	(informação indisponível)
- No N.A. Máximo Normal [hm³]	0,087
- No NA Mínimo Normal [hm³]	0,061

(3) Barragem

Tipo	Concreto
Altura da Barragem [m]	7,50
Comprimento da Barragem [m]	105,00
Largura da Crista [m]	(informação indisponível)
Cota da Crista [m-IBGE]	441,20 (concreto compactado a rolo) 444,00 (fechamento em aterro na ombreira esquerda)

(4) Vertedouro

- Tipo	Soleira Livre
- Localização	Leito do rio
- Vazão correspondente ao Nível de Água Máximo Maximorum [m³/s]	1.265
- Cota da Soleira Vertente [m]	437,30
- Número de Vãos	1
- Comprimento Total [m]	105,00
- Comportas	Não se aplica, vertedouro livre

(5) Descarregador de Fundo

- Localização	Muro Guia Direito do Barramento de CCR
- Vazão correspondente ao Nível de Água Máximo Normal [m³/s]	15,26
- Cota da Soleira Emboque [m]	431,15
- Seção Emboque	Retangular
- Largura da Seção Emboque [m]	2,10
- Altura da Seção Emboque [m]	3,85
- Número de comportas	2 em série

(6) Dispositivo Desarenador do Canal de Adução

- Localização	Fechamento em Aterro da Ombreira Direita
- Vazão correspondente ao Nível de Água Máximo Normal [m³/s]	19,82
- Cota da Soleira Emboque [m]	428,00
- Seção Emboque	Retangular
- Largura da Seção Emboque [m]	1,50
- Altura da Seção Emboque [m]	1,50
- Número de comportas	2 em série

(7) Tomada de Água

- Tipo	Gravidade - Margem Direita do reservatório
- Cota da Crista [m]	442,50
- Número de Comportas	3
- Largura das Comportas [m]	7,40
- Altura das Comportas [m]	2,47
- Acionamento das Comportas	(informação indisponível)

(8) Túnel de Adução

- Tipo	Túnel arco retângulo escavado em rocha
- Comprimento Total [m]	934,54
- Seção [m]	7,75 x 7,75
- Chaminé de Equilíbrio	Diâmetro inicial de 12,00 m, final de 5,00 m e altura de 70,00 m

(9) Conduto Forçado

- Número de Unidades	1
- Diâmetro [m]	4,85
- Comprimento Médio [m]	378,50

(10) Casa de Força

-Tipo	Abrigada
- Número de Unidades Geradoras	3
Turbinas Hidráulicas:	
- Tipo	Francis de Eixo Vertical
- Número de Unidades	3
- Potência Nominal Unitária [MW]	20,40
- Vazão Nominal Unitária [m³/s]	28,30
- Rotação Síncrona [rpm]	360,00

(11) Estudos Energéticos

- Potência da Usina [MW]	60,00
- Energia Firme [MW]	(informação indisponível)
- Queda Bruta [m]	81,35

(12) Dados Hidrometeorológicos

- Vazão média de longo termo [m³/s]	75,6
- Vazão mínima média mensal [m³/s]	23,0

- Vazão máxima de descarga do vertedouro em conjunto com o descarregador de fundo e com o dispositivo desarenador - [m³/s]	35,08	para o NA Máximo Normal (437,30 m)
- Vazão máxima de descarga do vertedouro em conjunto com o descarregador de fundo e com o dispositivo desarenador - [m³/s]	1.265,00	para o NA Máximo Maximorum (440,27 m)
Período do histórico de vazões	1931 a 2019	

1.3.2 Localização e acesso

A UHE Sobragi está localizada no rio Paraibuna no estado de Minas Gerais, a montante da foz do rio Preto, nas coordenadas 21°58'36"S de latitude Sul e 43°21'41"O de longitude Oeste. A Usina está distante cerca de 306 km de Belo Horizonte-MG e 215 km do Rio de Janeiro-RJ.

O local do aproveitamento é acessível a partir da cidade de Juiz de Fora-MG por cerca de 50 km sentido Simão Pereira através da MG-353, até chegar na MG-040, onde deve-se seguir mais aproximadamente 3,6 km até a MG-353 sentido Santa Bárbara do Monte Verde-MG por mais 6 km. Então, é necessário acessar a esquerda, na Rodovia Ivo Lopes Franco em estrada vicinal por 2,80 km até barragem da UHE Sobragi

A Figura 2 indica a posição da UHE Sobragi em relação à Juiz de Fora-MG.

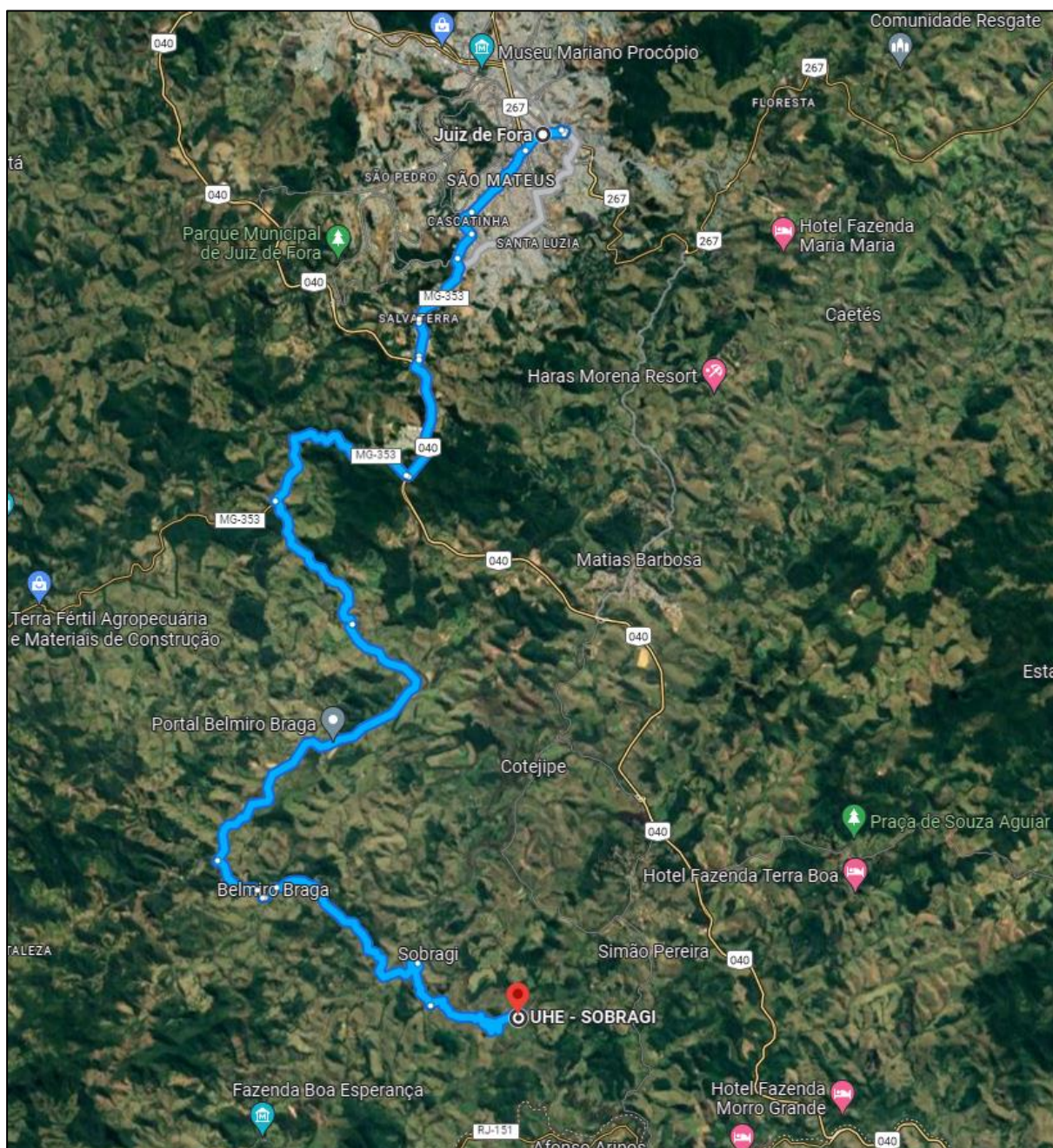


Figura 2. Posição da UHE Sobragi em Relação à Juiz de Fora-MG.

Fonte: GoogleEarth. Acesso em 05/2025

1.3.3 Reservatório

Os níveis de água operativos e a curva cota x área x volume do reservatório da UHE Sobragi são apresentados na Figura 3 e Figura 4, respectivamente.

Figura 3. Níveis de água operativos do reservatório – UHE Sobragi.

Nível de água	Elevação (m)
Máximo Maximorum	440,27
Máximo Normal	437,30
Mínimo Normal	436,40

Fonte: CV1901-SOB-RP14-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

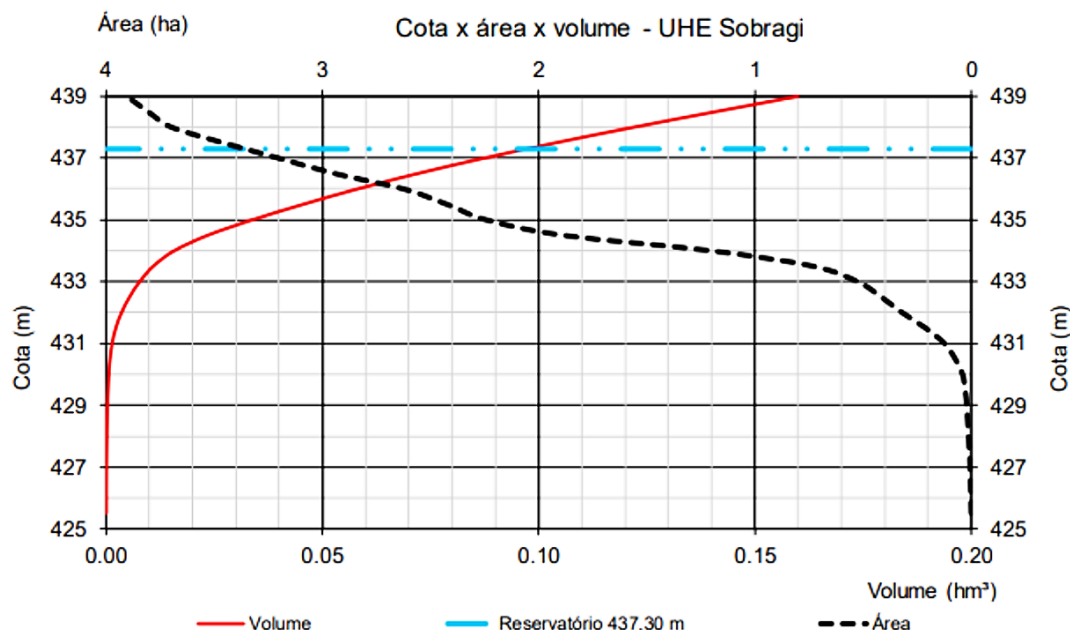


Figura 4. Curva cota x área x volume do reservatório – UHE Sobragi.

Fonte: CV1901-SOB-RP14-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

1.3.4 Características hidrológicas

Os estudos hidrológicos da UHE Sobragi foram revisados e atualizados na Revisão Periódica de Segurança de 2022 conforme apresentado pela VLB Engenharia em junho 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 Sobragi e a Figura 6 apresenta as vazões máximas correspondentes à Revisão Periódica de Segurança do empreendimento de 2022 (VLB ENGENHARIA).

Conforme o documento CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022) verifica-se que a vazão decamilenar instantânea resultante da atualização dos Estudos Hidrológicos (2022), de 1.265 m³/s, é 8,1% inferior à cheia de projeto indicada na Ficha Técnica, de 1.376 m³/s, com tempo de retorno de 10.000 anos. Ademais, a $Q_{10.000}$ obtida é 5,5% menor do que a $Q_{10.000}$ instantânea definida no Dam Break (PROSENGE, 2018) e referenciada nos relatórios do PAE (PROSENGE, 2020; FRACTAL, 2021), de 1.338 m³/s.

Comenta-se, adicionalmente, que a Ficha Técnica indica a cheia de projeto do Vertedouro (Q_{MAX}) de 1.376 m³/s, com tempo de retorno (TR) de 10.000 anos, mas sem referência ao período de dados considerado.

Figura 5. Série de Vazões Afluentes Médias Mensais – UHE Sobragi.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1931	89,3	223,6	148,5	98,3	65,8	58,1	46,2	44,8	45,9	58,0	68,9	81,4	85,7
1932	144,2	163,8	113,7	73,6	67,5	63,8	48,9	43,0	42,9	55,9	68,0	147,3	86,1
1933	174,6	119,0	100,0	66,7	57,4	49,5	51,7	44,9	50,0	57,5	61,4	107,1	78,3
1934	144,1	61,4	71,3	54,6	42,5	34,9	32,6	29,2	34,3	36,4	41,5	137,9	60,1
1935	147,8	271,6	118,8	95,9	65,4	58,0	49,7	45,7	41,9	61,1	60,9	57,5	89,5
1936	42,5	68,7	106,9	81,4	54,3	43,1	37,5	36,5	39,9	39,1	57,2	103,3	59,2
1937	176,9	135,1	94,1	72,1	71,0	53,4	45,1	39,3	37,5	68,9	88,9	190,9	89,4
1938	159,9	174,2	126,1	99,6	86,6	66,8	56,0	56,7	54,5	64,3	76,3	114,1	94,6
1939	151,0	113,0	83,7	82,2	61,4	50,0	45,5	40,3	39,4	40,0	63,6	91,4	71,8
1940	119,2	129,4	136,3	81,4	61,9	52,7	44,7	39,8	41,7	49,9	103,8	124,5	82,1
1941	127,2	93,6	100,5	91,4	64,3	57,0	54,7	45,3	58,5	57,9	72,7	138,6	80,1
1942	99,1	113,3	158,3	91,6	77,6	63,7	59,1	49,0	46,0	56,2	76,3	121,0	84,3
1943	278,8	208,6	161,3	105,4	81,8	73,8	61,6	57,9	53,0	67,2	66,9	121,4	111,5
1944	107,1	180,8	186,6	107,0	80,1	66,6	58,5	51,2	47,5	51,5	58,8	88,9	90,4
1945	113,1	142,7	104,9	90,0	66,1	60,0	50,7	45,0	42,3	41,1	60,6	117,1	77,8
1946	190,4	93,9	108,5	86,3	65,3	56,6	49,5	42,8	39,4	50,7	67,0	65,1	76,3
1947	142,9	131,7	277,9	139,0	97,3	82,2	75,6	70,1	69,8	77,2	83,8	123,8	114,3
1948	113,1	141,7	135,4	88,5	73,4	64,5	54,9	47,6	43,1	43,6	57,9	109,7	81,1
1949	141,8	168,8	106,4	79,2	63,5	62,7	50,2	43,3	38,7	55,1	52,6	115,6	81,5
1950	140,9	164,1	109,4	102,2	77,6	63,4	54,8	46,3	45,3	52,8	119,4	130,4	92,2
1951	156,1	166,1	180,9	130,5	93,4	79,5	68,0	58,7	50,5	52,9	50,3	80,4	97,3
1952	144,5	163,0	198,5	115,2	83,2	73,1	60,1	52,3	52,4	58,9	86,5	125,4	101,1
1953	85,4	111,0	101,3	98,4	69,8	55,5	48,0	42,1	42,2	40,8	75,5	89,9	71,7
1954	55,3	63,0	47,3	49,1	45,0	37,3	32,0	28,2	27,1	35,5	43,8	57,8	43,4
1955	118,3	60,8	60,3	52,1	39,0	35,7	28,0	25,4	21,0	31,2	45,5	86,0	50,3
1956	73,7	62,3	79,3	51,7	47,1	40,5	37,2	35,5	30,4	30,4	36,1	109,9	52,8
1957	90,9	83,2	146,5	117,7	71,0	56,2	49,2	41,5	46,2	39,0	62,1	121,1	77,1
1958	73,0	83,6	68,9	64,1	67,9	50,4	46,0	38,8	43,9	53,7	66,4	80,7	61,5
1959	125,2	65,3	95,6	65,0	46,7	40,5	35,8	37,6	31,4	37,2	91,7	78,8	62,6
1960	103,9	136,6	208,0	97,2	80,2	65,5	55,5	48,9	45,1	45,9	55,1	89,1	85,9
1961	259,8	263,6	237,9	133,4	97,2	78,6	66,2	56,5	47,1	43,0	55,5	81,5	118,4
1962	100,3	245,3	122,0	82,9	68,3	57,8	49,5	43,0	44,8	60,5	88,2	129,0	91,0
1963	112,5	110,4	74,7	56,8	46,3	41,8	39,0	36,0	30,1	34,3	54,5	35,7	56,0
1964	111,9	162,4	91,9	62,7	51,3	43,7	44,6	36,6	32,9	57,2	60,2	82,1	69,8
1965	186,4	257,9	162,0	100,4	97,7	74,1	64,5	55,5	48,8	66,7	83,3	82,8	106,7
1966	254,1	106,8	129,5	83,7	65,5	54,7	50,6	43,1	41,4	48,1	115,9	139,9	94,4
1967	171,2	174,2	149,5	104,3	76,9	68,0	59,8	51,6	51,0	49,2	86,9	102,8	95,4
1968	107,7	71,0	69,6	53,4	42,4	37,6	35,4	35,3	40,6	42,5	33,4	75,6	53,7
1969	108,8	73,7	72,4	51,9	36,9	44,2	36,1	33,6	30,7	45,6	75,5	126,1	61,3
1970	87,9	70,5	63,2	60,9	45,7	37,8	37,2	37,7	47,7	51,8	53,7	64,6	54,9
1971	58,1	34,5	47,3	37,5	30,7	35,3	26,6	23,5	32,6	43,1	81,5	123,4	47,8
1972	87,1	131,4	153,4	101,1	63,2	51,1	53,5	46,4	41,7	63,8	118,9	153,4	88,7
1973	167,2	194,3	153,1	125,7	97,4	62,5	53,1	51,4	49,3	66,1	78,7	102,9	100,1
1974	126,9	103,7	109,0	96,0	79,0	61,7	49,9	45,1	42,9	77,4	79,2	95,5	80,5
1975	144,4	118,0	70,5	52,6	53,6	45,4	44,3	36,4	32,7	51,0	90,5	91,5	69,2
1976	73,3	97,0	74,7	60,0	57,4	48,5	48,8	49,0	64,8	80,4	102,7	127,2	73,6
1977	110,8	68,7	75,4	75,8	54,9	46,6	41,6	35,2	47,3	41,6	69,8	112,1	65,0

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1978	157,5	134,6	107,7	68,7	57,6	54,2	47,8	39,7	36,8	42,6	70,9	80,8	74,9
1979	87,7	281,0	140,5	89,9	75,3	64,4	57,3	54,9	58,6	47,5	87,2	98,1	95,2
1980	142,8	104,0	71,8	90,4	60,5	53,1	48,2	43,3	40,3	44,0	56,5	91,6	70,5
1981	121,9	93,2	91,0	62,2	52,3	48,1	40,2	38,8	34,2	51,9	92,3	125,0	70,9
1982	133,6	84,8	181,3	135,0	81,6	73,0	59,5	56,9	47,7	72,0	77,0	150,5	96,1
1983	263,2	197,3	193,6	173,9	124,0	170,8	110,1	87,2	146,8	120,1	131,1	177,6	158,0
1984	143,5	93,8	98,1	88,3	81,1	62,0	53,7	49,1	51,1	44,5	54,8	88,1	75,7
1985	237,8	230,0	228,1	126,7	95,3	77,9	68,3	62,3	62,6	61,2	83,0	95,5	119,1
1986	122,0	136,8	126,4	84,2	70,9	59,5	56,7	58,8	45,0	37,5	40,9	94,1	77,7
1987	109,0	95,0	77,0	77,5	60,4	51,7	42,9	36,8	44,8	46,6	53,1	113,1	67,3
1988	113,7	192,1	124,2	87,4	71,3	60,9	50,3	43,4	37,0	51,1	67,3	67,4	80,5
1989	117,2	115,2	104,4	82,0	57,3	54,9	46,7	42,1	41,6	45,8	53,8	87,3	70,7
1990	75,9	55,0	74,0	70,5	57,7	45,4	44,0	39,8	48,7	46,0	65,9	66,5	57,5
1991	128,3	116,5	95,4	95,4	63,9	50,6	45,7	37,9	39,5	44,9	48,8	58,6	68,8
1992	153,8	97,1	76,5	66,4	54,2	41,9	40,5	37,8	56,8	64,3	79,4	71,8	70,0
1993	83,6	83,0	95,6	91,5	57,0	53,1	42,5	38,5	38,2	45,4	46,7	54,9	60,8
1994	135,1	59,2	93,4	91,3	88,5	61,2	49,4	41,8	35,0	41,9	52,2	83,4	69,4
1995	59,3	135,9	73,1	57,9	48,9	39,9	34,5	29,0	30,0	48,4	73,2	87,8	59,8
1996	139,4	102,0	112,7	78,0	64,5	55,7	49,7	45,7	56,8	49,1	94,1	110,8	79,9
1997	190,7	117,9	139,3	95,1	77,2	69,8	56,1	49,7	50,6	58,1	72,1	85,5	88,5
1998	88,8	129,8	84,7	71,9	60,2	53,0	46,2	45,7	36,7	43,4	56,8	62,9	65,0
1999	94,1	86,7	101,0	60,0	50,8	51,6	48,2	40,3	36,0	34,7	43,8	87,9	61,3
2000	93,3	80,0	88,3	60,3	46,0	43,9	40,0	37,6	46,6	38,2	49,1	62,4	57,1
2001	59,1	57,5	59,5	46,8	34,9	29,4	26,4	24,9	23,6	29,2	50,9	64,0	42,2
2002	69,7	76,8	58,0	39,4	36,0	30,9	28,2	27,2	34,0	29,6	56,3	92,2	48,2
2003	139,8	92,6	101,1	67,9	52,3	45,9	45,7	41,6	42,3	51,9	61,3	81,7	68,7
2004	135,5	148,7	131,2	131,2	85,3	73,7	66,8	54,3	46,3	55,5	66,2	141,1	94,6
2005	137,5	94,1	104,6	75,9	68,1	58,6	54,9	49,2	46,4	43,4	62,3	114,9	75,8
2006	81,3	95,2	76,1	55,4	49,1	42,0	37,0	37,7	39,8	45,4	79,0	87,8	60,5
2007	210,5	105,9	75,6	58,9	50,2	45,3	39,7	37,2	33,2	44,0	60,2	71,5	69,4
2008	83,3	148,3	122,5	106,2	67,6	58,7	50,1	43,9	45,0	57,5	95,2	151,0	85,8
2009	149,3	169,6	119,8	98,0	73,2	64,7	61,7	51,3	52,8	73,8	88,4	145,8	95,7
2010	136,6	83,0	117,5	77,7	61,3	50,9	48,3	39,3	37,4	46,4	86,9	149,5	77,9
2011	166,2	80,3	127,2	93,9	66,5	59,2	51,7	45,5	38,1	47,0	58,7	135,3	80,8
2012	165,1	109,1	85,3	71,9	71,0	58,5	48,4	40,5	38,4	37,4	63,8	62,9	71,0
2013	118,6	96,0	104,3	83,4	60,4	59,2	53,6	41,4	43,6	45,6	58,0	148,8	76,1
2014	70,7	47,2	48,2	64,1	40,1	37,0	34,2	31,8	26,3	21,8	45,7	38,7	42,1
2015	31,1	52,3	52,0	42,5	31,8	27,2	24,2	20,1	30,3	23,6	48,5	98,3	40,2
2016	116,7	87,1	79,8	43,9	37,4	37,7	33,1	28,6	30,3	31,5	79,3	92,6	58,2
2017	81,8	58,3	59,4	43,4	42,0	33,7	27,8	24,4	20,4	28,7	37,0	47,1	42,0
2018	58,9	67,3	94,9	54,9	37,9	33,2	31,0	34,7	31,9	35,5	64,3	73,7	51,5
2019	48,5	54,3	65,6	42,7	33,6	28,9	23,0	17,6	18,2	23,8	39,4	77,9	39,4
Mínima	31,1	34,5	47,3	37,5	30,7	27,2	23,0	17,6	18,2	21,8	33,4	35,7	17,6
Máxima	278,8	281,0	277,9	173,9	124,0	170,8	110,1	87,2	146,8	120,1	131,1	190,9	281,0
Média	125,3	120,5	110,7	81,7	63,4	54,8	47,8	42,6	43,0	49,3	68,5	100,1	75,6

Fonte: Documento CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

Figura 6. Vazões Máximas – UHE Sobragi

Tempo de Retorno (anos)	$Q_{Máx}$	$Q_{Máx.Inst.}$
2	298	365
5	392	481
10	454	557
25	533	654
50	591	725
100	649	796
1.000	840	1.031
10.000	1.031	1.265

Fonte: Documento CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (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

O rio Paraibuna apresenta aproveitamentos em cascata. A montante estão implantadas as Usinas: PCH Paciência (4,08 MW) da CEMIG Geração Sul S.A e UHE Picada – rio do Peixe (50 MW) da Votorantim Metais Zinco S.A.

A jusante, no Rio Paraibuna, existe outros quatro Aproveitamentos Hidrelétricos: PCH Monte Serrat (25 MW) da Monte Serrat Energética S.A., PCH Bonfante (19,00 MW) da Bonfante Energética S.A. e PCH Santa Fé I (30,00 MW) da Santa Fé Energética S.A. A divisão das quedas do Rio Paraibuna, pode ser visualizada na Figura 7.

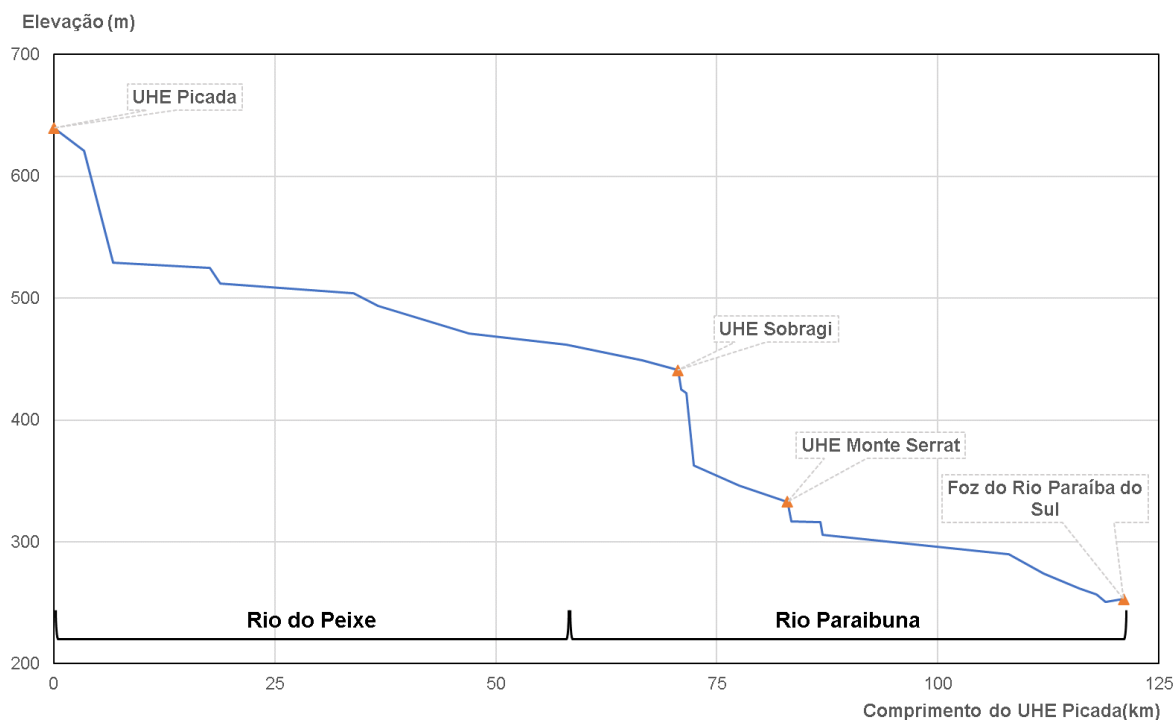


Figura 7. Perfil longitudinal dos rios Peixe e Paraibuna.

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. O treinamento do Plano de Ação de Emergência concedido aos empregados proporciona uma gestão dos recursos direcionada e assertiva.

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 Sobragi, 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 Sobragi é composto de telefonia fixa e móvel (celulares).

1.5.2 Alimentação de Energia

Caso a rede elétrica não esteja energizada, a alimentação da iluminação pode ser realizada por geradores portáteis. Em todos os casos é importante a utilização de lanterna manual para cada profissional que esteja em atividade na área.

1.5.3 Recursos mobilizáveis em situações de emergência

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

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

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

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

2.1 DETECÇÃO E AVALIAÇÃO

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

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

2.1.1 Atividades de inspeção e periodicidade

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

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

da instrumentação e monitoramento dos níveis de água do reservatório e cheias afluentes – indicadores quantitativos.

As inspeções indicadas na sequência são 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. Deve gerar relatório específico inclusive com fotografias da situação das estruturas. A frequência sugerida 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 em 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 carácter regular, sempre que algum evento excepcional ocorra, tais como abalo sísmico, galgamento, cheia ou operação hidráulica dos extravasores em condições excepcionais, deve, durante a sua ocorrência, verificar as condições de funcionamento das estruturas, e após a sua ocorrência, realizar uma inspeção detalhada. Como critério hidráulico, recomenda-se a realização da inspeção após a ocorrência de eventos de cheia com Tempo de Recorrência igual ou superior a 100 anos. Esta inspeção requer relatório específico elucidando as conclusões e recomendações pertinentes e deverá ser realizada mediante constituição de equipe multidisciplinar de especialistas. O conteúdo mínimo da Inspeção de Segurança Especial é o mesmo definido para a Inspeção de Segurança Regular.
- Inspeção a ser realizada por ocasião da revisão periódica de segurança (RPS): deve ser realizada em atendimento ao definido na SEÇÃO IV da Resolução Normativa da ANEEL nº 1.064 de 2023. A Revisão Periódica de Segurança (RPS) tem o objetivo de diagnosticar o estado geral de segurança da barragem, levando-se em conta o avanço tecnológico, a atualização de informações hidrológicas na respectiva bacia hidrográfica, de critérios de projeto e de condições de uso e ocupação do solo a montante e a jusante do empreendimento. Para usinas existentes, a periodicidade de realização da RPS será definida de acordo com a classe da barragem. O conteúdo mínimo da inspeção a ser realizada por ocasião da revisão periódica de segurança é o mesmo definido para a Inspeção de Segurança Regular.

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 2) 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 Sobragi os níveis de resposta foram divididos em duas classificações. A primeira indica os níveis que comprometem a segurança do empreendimento, conforme Quadro 2. E a segunda classificação representa os cenários de cheias que podem afetar a população e localidades com ocupação permanente no vale a

jusante, conforme Quadro 3, não necessariamente comprometendo a segurança do empreendimento. Neste tipo de classificação, a Defesa Civil tem um papel relevante como protagonista na atuação, sendo a responsável legal pelas ações junto à população, visto não haver risco estrutural na barragem. A CBA, por sua vez, adota uma postura proativa e colaborativa, ao avisar com a maior antecedência possível a ocorrência de cheias que possam ocasionar reflexos junto às localidades no vale a jusante. Esta classificação é abordada no item específico 2.2.2.2.

Quadro 2. Classificação dos níveis de resposta correspondentes aos Níveis de Segurança do Empreendimento

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



Código: CV2117-SOB-PA-00-RT-0001

Título: Plano de Ação de Emergência

Páginas: 28 de 82 Emissão: 05/2025



Níveis de resposta	Caracterização de cada nível de resposta	Ações para os níveis de resposta
	Nessa condição é necessária a auto evacuação 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. Acionar o Plano de Comunicação através do Fluxograma – Apêndice 1. Declaração de Mudança de Nível.

Fonte: adaptado de ANA (2016)

Quadro 3. 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 796 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 796 m³/s até 1.031 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 1.031 m³/s até 1.265 m³/s			
NÍVEL DE EMERGÊNCIA (Vermelho) Defluências superiores a 1.265 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 Fluxograma de Comunicação – Apêndice 2 e informa a MRS Logística, Defesa Civil e órgãos envolvidos do risco de ruptura da barragem para evacuação da ZAS.

2.2.1 Indicadores Qualitativos

O Quadro 4 expõe as situações de emergência detectáveis para a UHE Sobragi 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 Sobragi. Reduzindo, assim, a possibilidade de ocorrência de uma situação de emergência.

Quadro 4. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual da UHE Sobragi.

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, Dispositivo desarenador 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. Lixiviação e diminuição da resistência da estrutura. Deslizamento e/ou tombamento 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.		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 Fluxograma de Notificação – Apêndice 1, 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.	Alerta (Laranja)
	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, DESCARREGADOR DE FUNDO E DISPOSITIVO DESARENADOR	Lixiviação; Obstrução; Erosões regressivas na bacia de dissipação; Deterioração das paredes do descarregador de fundo ou do dispositivo desarenador; Cavitação.	Realizar manutenção na superfície hidráulica ou na bacia de dissipação. Enquanto não há realização da correção/manutenção, monitorar a anomalia, registrando o local, sua dimensão, profundidade ao longo do tempo. Nestes casos é importante que o monitoramento seja documentado com registro fotográfico.	Evolução da anomalia de modo a prejudicar o funcionamento da estrutura hidráulica.	Atenção (Amarelo)
	Vegetação excessiva.	Realização de manutenção.	Dificuldade de observação de ocorrência de surgências.	Atenção (Amarelo)
BARRAGEM DE TERRA ME, OMBREIRAS E ÁREAS A JUSANTE	Surgências (áreas encharcadas).	Inspecionar 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 Fluxograma de Notificação – Apêndice 1, 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.		Alerta (Laranja)

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
		Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.		
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 Fluxograma de Notificação – Apêndice 1, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição medida e avaliada. Substituição dos trechos de conduto danificados.		Alerta (Laranja)
EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS (Vertedouro, Descarregador de fundo, Dispositivo desarenador e Tomada de água)	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente.	Intervenções de reabilitação e/ou substituição de componentes.	Impossibilidade de acionar 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)

Inspeção visual	Situação	Eventuais medidas de intervenção	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Nível de resposta
	Subida do nível de água acima do Máximo Maximorum devido a cheias superiores à cheia de projeto.	Rebaixamento do nível de água no reservatório (operação dos dispositivos de descarga). Acionar o Fluxograma de Notificação – Apêndice 1, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição medida e avaliada.	Potencial galgamento da obra.	Alerta (Laranja)
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)

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 Sobragi é realizado com auxílio de 73 (setenta e três) 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 Figura 8 apresenta o quantitativo dos instrumentos operantes nas estruturas de concreto e o Relatório de Instrumentação (CV1901-SOB-RP09-RT-0001-R01) apresenta os valores de referência, atenção e alerta da instrumentação do empreendimento, bem como a frequência de leituras.

Figura 8. Resumo dos instrumentos de auscultação por estrutura.

Estrutura	Instrumento	Quantidade de Instrumentos em operação
Barragem de Concreto/ Casa de Força	Dreno	11
	Estação Telemétrica	1
	Marcos Superficiais	27
	Medidor de Cota	3
	Piezômetro	7
	Pluviômetro	2
Taludes / Cortina atirantada	Célula de Carga	4
	Inclinômetro	4
Encosta/ Estrada de Acesso	Marcos Superficiais	12
	Medidor de Nível D'água	1
Subestação	Medidor de Nível D'água	1

2.2.2.2 Cheias

A condição hidrológica será controlada pelas regras operativas dos dispositivos de descarga do empreendimento. O sistema extravasor da UHE Sobragi é composto por um Vertedouro de Soleira Livre, um Descarregador de Fundo e um Dispositivo Desarenador do

Canal de Adução, que desaguam em uma Bacia de Dissipação. A Figura 9 apresenta em planta a localização destes dispositivos.

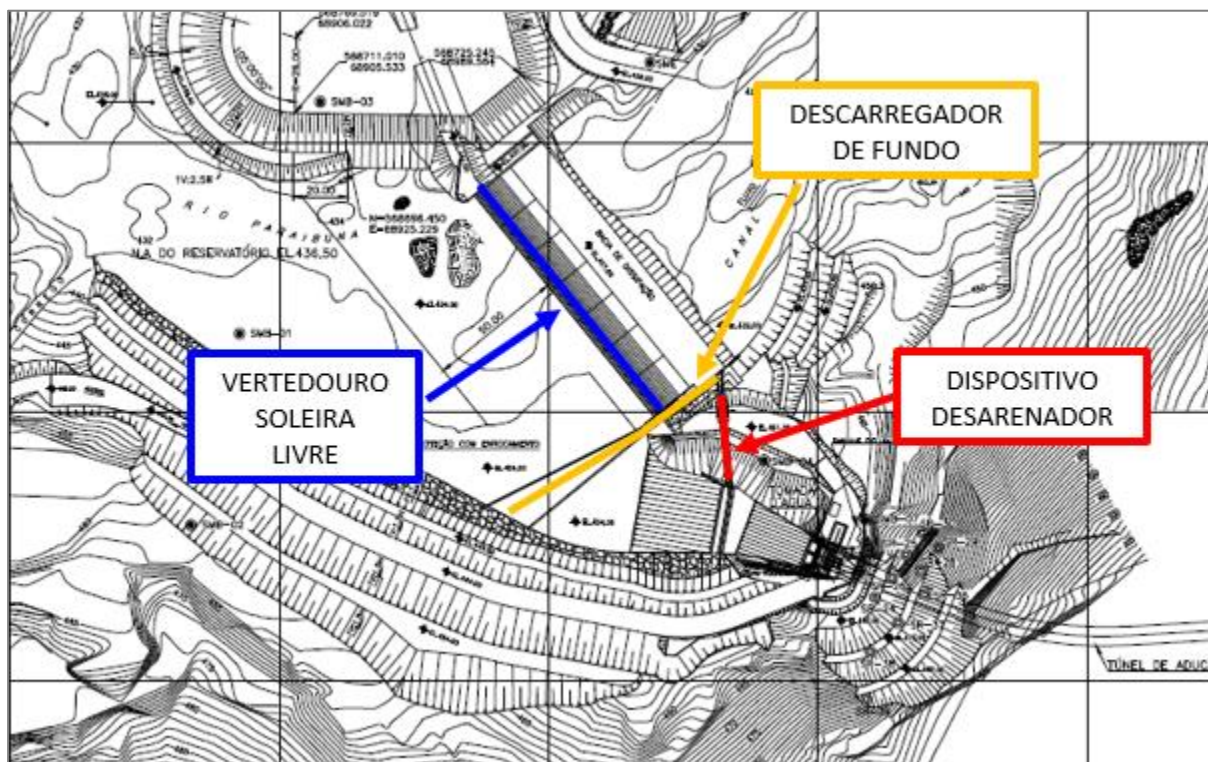


Figura 9. Planta dos Dispositivos Extravasores da UHE Sobragi.

Fonte: CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

Vertedouro de Soleira Livre

O Vertedouro de Soleira Livre da UHE Sobragi possui vão único, de 105,00 m de largura, e com soleira vertente na El. 437,30 m. De acordo com os desenhos da etapa de Projeto Executivo, ainda, constata-se que o Vertedouro de Soleira Livre possui paramento de montante vertical até a El. 433,00 m, de onde passa a ter inclinação de 1,0 V: 0,333 H até a El. 437,172 m. A partir dessa cota, inicia-se a curva que define a ogiva da Estrutura Extravasora. A Figura 10 ilustra uma seção típica do vertedouro de soleira livre e a Figura 11 fotos de vistas de montante e de jusante desta estrutura in loco.

A curva de descarga do Vertedouro de Soleira Livre da UHE Sobragi é apresentada na Figura 12, com valores discretizados na Figura 13. Verifica-se que para o Nível Máximo Maximorum atualizado (El. 440,27 m) a capacidade hidráulica do Vertedouro de Soleira Livre (Q_s) é de 1.240 m³/s.

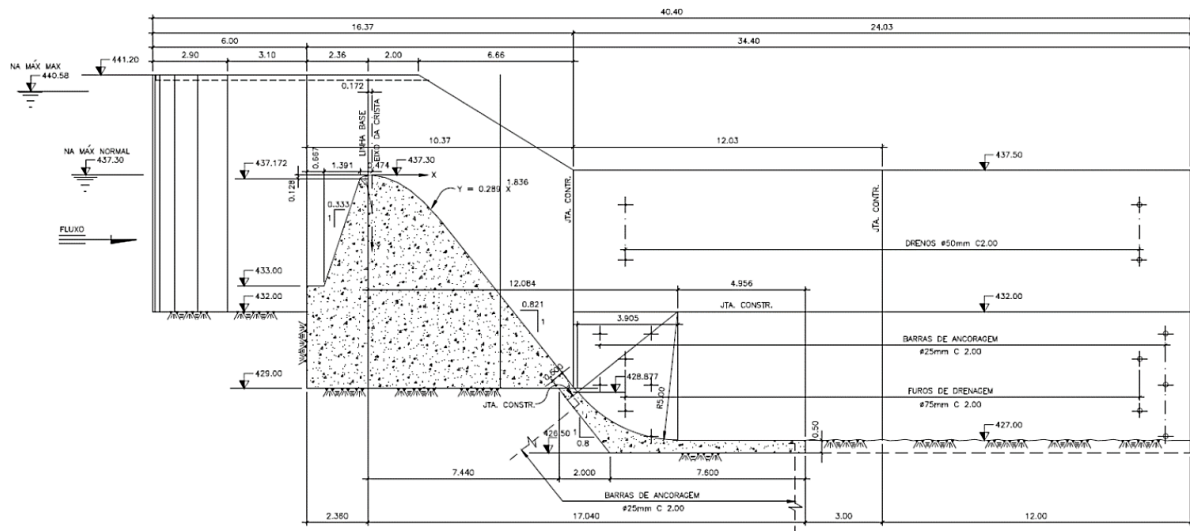


Figura 10. Vertedouro de Soleira Livre da UHE Sobragi.

Fonte: CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)



Figura 11. Vistas de montante de jusante do vertedouro de Soleira Livre da UHE Sobragi.

Fonte: CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

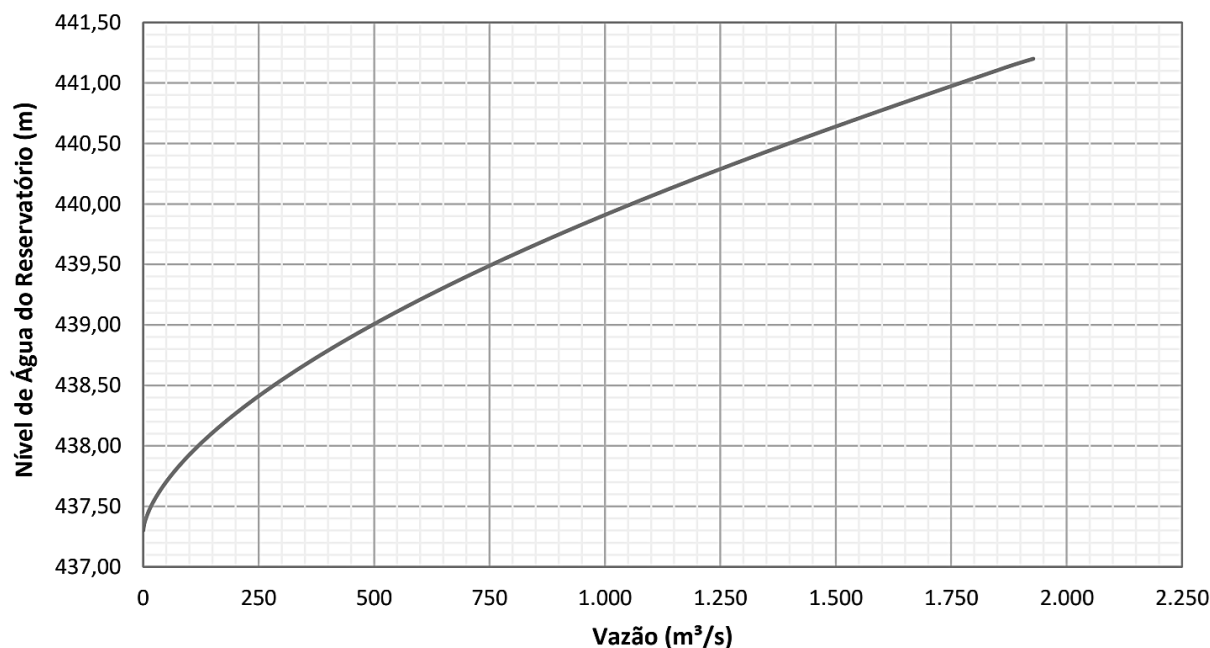


Figura 12. Curva de descarga do Vertedouro de Soleira Livre da UHE Sobragi.

Fonte: CV1901-SOB-RP14-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

Figura 13. Capacidade de Descarga do Vertedouro de Superfície – UHE Sobragi.

NA (m)	Q_s (m³/s)	NA (m)	Q_s (m³/s)
437,30	0	439,50	756
437,50	17	439,75	902
437,75	59	440,00	1.058
438,00	119	440,25	1.224
438,25	194	440,27	1.240
438,50	283	440,50	1.398
438,75	384	440,75	1.581
439,00	497	441,00	1.770
439,25	621		

Fonte: CV1901-SOB-RP14-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

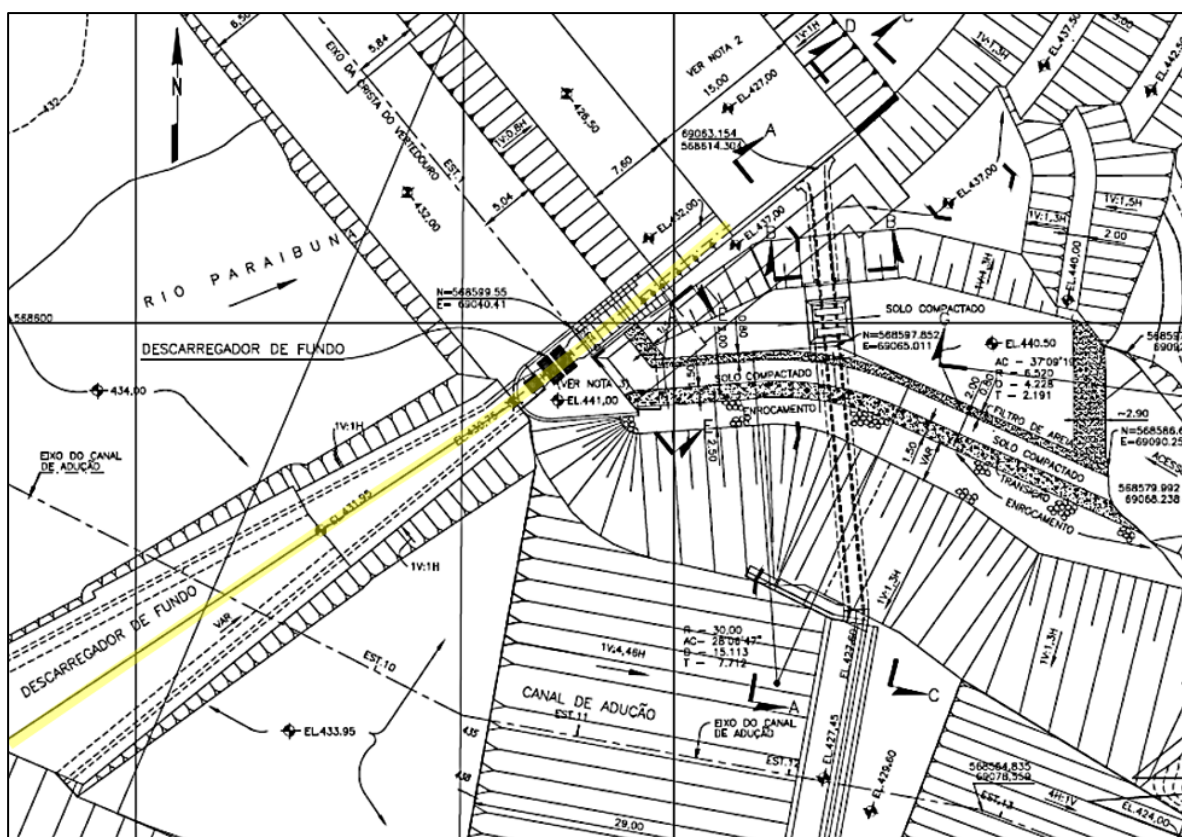
Descarregador de Fundo

O Descarregador de Fundo da UHE Sobragi está localizado no Muro Guia Direito do Barramento de CCR conforme eixo grifado em amarelo em planta na Figura 14. Conforme indicado na planta, verifica-se que a Estrutura é precedida de uma trincheira escavada, situada no início do Canal de Adução da Tomada de Água e com inclinação direcionada para o Descarregador de Fundo, e que visa captar os sedimentos de arraste.

O emboque do Descarregador de Fundo possui soleira na El. 431,15 m e seção retangular com altura de 3,85 m e largura de 2,10 m, convergindo para uma seção com soleira na El. 431,00 m e com 1,50 m de largura. Após o emboque, encontram-se duas comportas

planas em série, com 1,50 m de altura e de largura, acionadas manualmente por pedestais localizados na crista do Muro Guia Direito. Em seguida às comportas, o Descarregador de Fundo possui um trecho de galeria com 1,50 m de altura e 2,10 m de largura, e de aproximadamente 4,65 m de comprimento. Ademais, a restituição do escoamento vertido pela Estrutura à Bacia de Dissipação se dá por um trecho em calha com perfil parabólico e com uma contracurva, com raio de 5,00 m. A Figura 15 apresenta um corte pelo descarregador de fundo e a Figura 16 uma vista por jusante da estrutura.

Com relação à capacidade de descarga do descarregador de fundo (Q_f), para o cenário de operação com a abertura total da comporta, a VLB (2022) definiu na RPSB as capacidades de descarga de 15,26 m³/s, para o NA Máximo Normal (El. 437,30 m), e de 18,01 m³/s, para o NA El. 439,78 m. Por sua vez, para a abertura de 0,90 m da comporta, prevista no Manual do Operador da PCH, as capacidades hidráulicas são de 9,16 m³/s e de 10,81 m³/s, respectivamente.



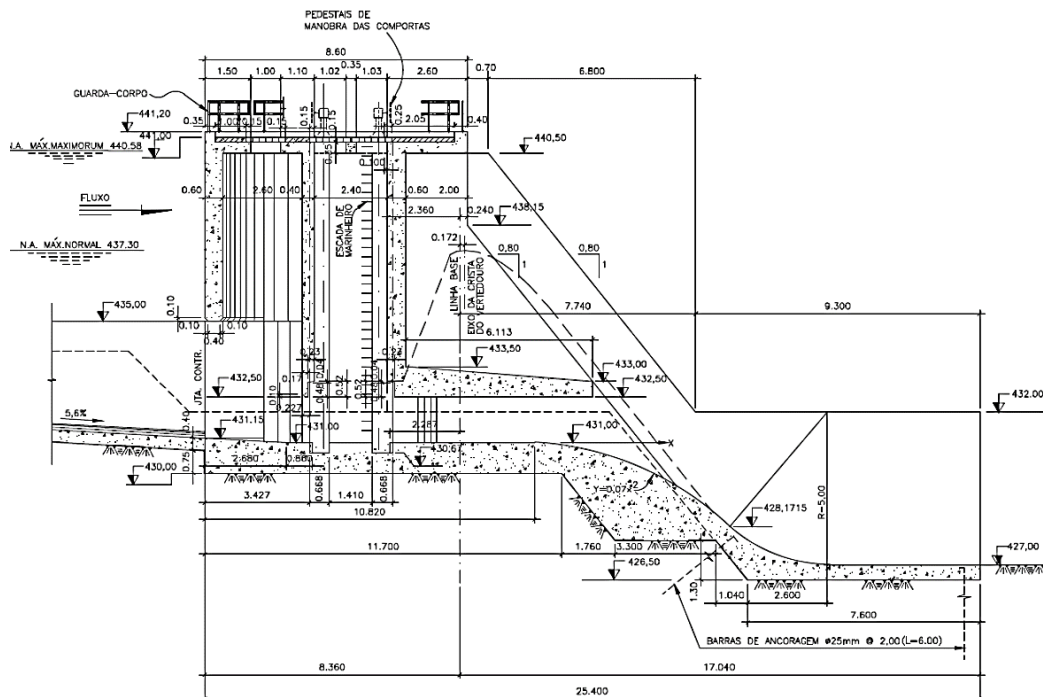


Figura 15. Corte do Descarregador de Fundo da UHE Sobragi.

Fonte: CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)



Figura 16. Vista de jusante do Descarregador de Fundo da UHE Sobragi.

Fonte: CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

Dispositivo Desarenador do Canal de Adução

O Dispositivo Desarenador do Canal de Adução da UHE Sobragi se localiza no fechamento em Aterro da Ombreira Direita. Esta estrutura é precedida de uma trincheira escavada, situada no trecho intermediário do Canal de Adução da Tomada de Água, com fundo na El. 428,00 m. De acordo com a versão mais antiga do PAE (VLB ENGENHARIA, 2022), a Estrutura é usada para a captação de sedimentos em suspensão. Destaca-se que o emboque do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução possui soleira na El. 428,00 m, com seção de 1,50 m de altura por 1,50 m de largura. Na sequência, o escoamento é direcionado por uma galeria de aproximadamente 23 m de comprimento, com declividade de 2,2%, até o trecho em que ficam localizadas as comportas, com fundo na El. 427,50 m. Após os dispositivos de controle, a galeria apresenta declividade de 2,85%, até a seção em que ocorre a restituição para a Bacia de Dissipação, com soleira na El. 427,20 m. A Figura 17 e a Figura 18 ilustram os desenhos de planta e de corte do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução.

Com relação à capacidade de descarga do desarenador (Q_d), para o cenário de operação com a abertura total da comporta, a VLB (2022) definiu na RPSB as capacidades de descarga de 19,82 m³/s, para o NA Máximo Normal (El. 437,30 m), e de 17,25 m³/s, para o NA Máximo Maximorum atualizado (El. 440,27 m), considerando o cenário de operação com a abertura total da comporta. Por sua vez, para o cenário de operação com a abertura parcial de 0,90 m da comporta, prevista no Manual do Operador da PCH, foram calculadas as capacidades de 16,35 m³/s e de 14,16 m³/s, respectivamente.

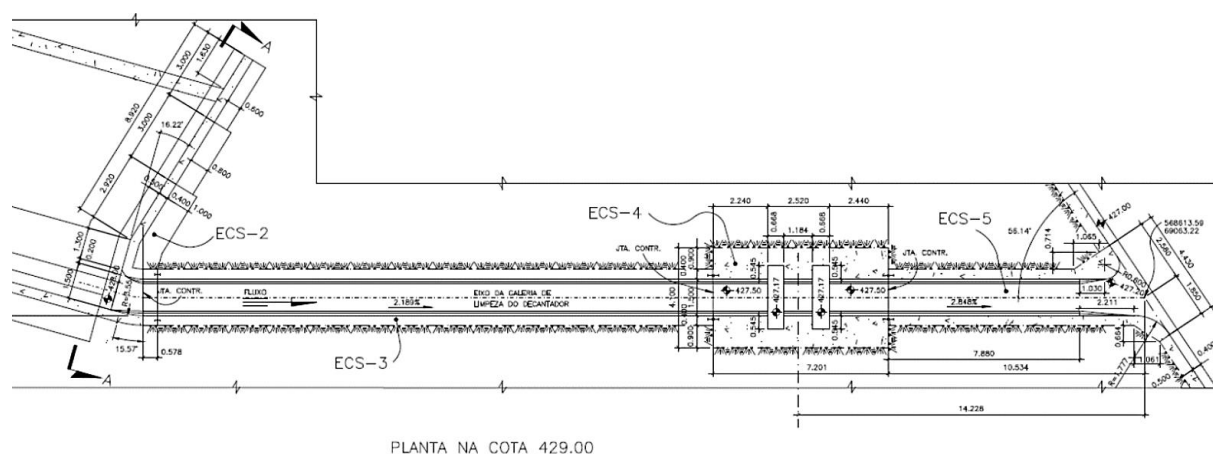


Figura 17. Planta do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução da UHE Sobragi.

Fonte: CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

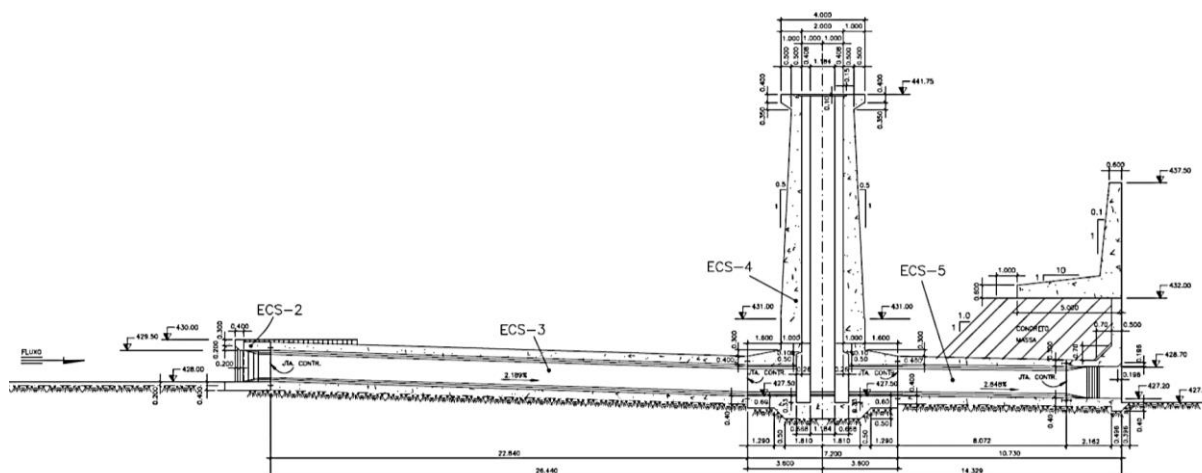


Figura 18. Seção pelo eixo do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução da UHE Sobragi.

Fonte: CV1901-SOB-RP04-RT-0001-00 (VLB ENGENHARIA, 2022)

Estruturas Extravasoras Operando em Conjunto

Tendo em vista que o Manual do Operador da UHE Sobragi determina que o Descarregador de Fundo e o Dispositivo Desarenador do Canal de Adução deverão ser operados com abertura da comporta de 0,90 m para Níveis de Água do Reservatório acima da cota 437,63 m, avaliou-se a capacidade de descarga das Estruturas mencionadas funcionando em conjunto com o Vertedouro de Soleira Livre.

Na Figura 19 e Figura 20 são discretizadas as capacidades de descarga das Estruturas Extravasoras trabalhando em conjunto, para o cenário de abertura parcial das comportas do Descarregador de Fundo e do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução e para o cenário de abertura total das comportas dos Dispositivos.

Figura 19. Capacidade de Descarga das Estruturas Extravasoras – Cenário de Abertura Parcial (0,90 m) das Comportas do Descarregador de Fundo e do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução – UHE Sobragi

Cenário	NA (m)	Q_s (m³/s)	Q_f (m³/s)	Q_d (m³/s)	Q_t (m³/s)
NA Máximo Normal	437,30	0,00	9,16	16,35	25,51
NA Máximo Maximorum definido na Ficha Técnica	439,78	920	10,81	14,68	945
NA Máximo Maximorum Atualizado	440,27	1.240	11,11	14,16	1.265
Cheia de Projeto	440,43	1.351	11,20	13,98	1.376

Figura 20. Capacidade de Descarga das Estruturas Extravasoras – Cenário de Abertura Total das Comportas do Descarregador de Fundo e do Dispositivo Desarenador do Canal de Adução – UHE Sobragi

Cenário	NA (m)	Q_s (m³/s)	Q_f (m³/s)	Q_d (m³/s)	Q_t (m³/s)
NA Máximo Normal	437,30	0,00	15,26	19,82	35,08
NA Máximo Maximorum definido na Ficha Técnica	439,78	920	18,01	17,86	956
NA Máximo Maximorum Atualizado	440,27	1.240	18,51	17,22	1.276
Cheia de Projeto	440,42	1.340	18,66	17,03	1.376

Portanto, a capacidade de descarga das Estruturas Extravasoras funcionando em conjunto, para a abertura de 0,90 m das comportas do Descarregador de Fundo e do Dispositivos Desarenador, é de 25,51 m³/s, para o NA Máximo Normal (El. 437,30 m), e de 1.265 m³/s, para o NA Máximo Maximorum atualizado (El. 440,27 m). Para o cenário de abertura total das comportas dos Dispositivos, obtêm-se as capacidades de descarga das Estruturas Extravasoras operando em conjunto de 35,08 m³/s, para o NA Máximo Normal (El. 437,30 m), e de 1.276 m³/s, para o NA Máximo Maximorum atualizado (El. 440,27 m).

A Figura 21 apresenta os Níveis de Resposta Hidrológica definidos para a UHE Sobragi.

O Quadro 3 expõe com mais detalhes os níveis de segurança e risco de ruptura das estruturas do empreendimento em função das cheias da UHE Sobragi, caracterizando-as quanto à vazão defluente.

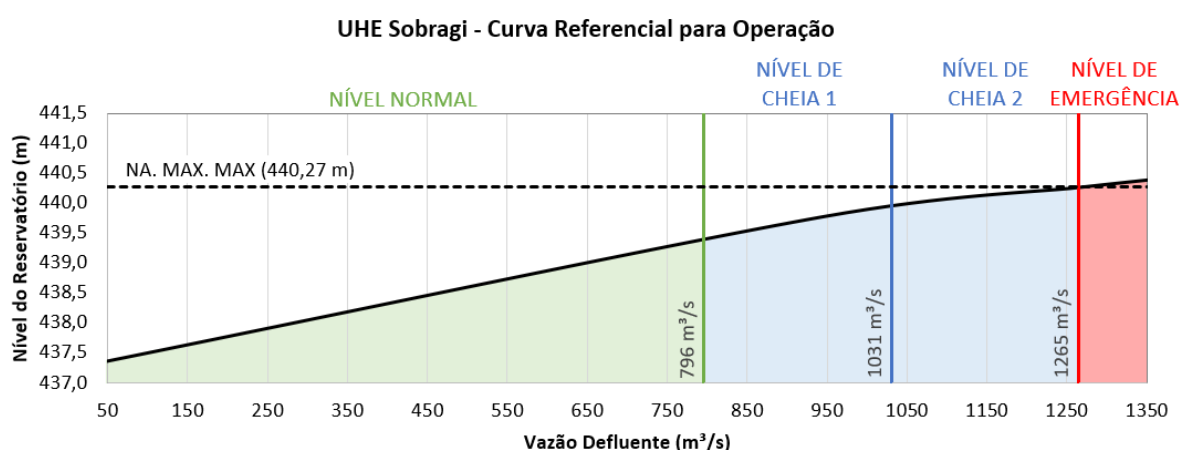


Figura 21. Nível de Resposta Hidrológica.

3 SEÇÃO III – PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

3.1 NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA

A comunicação representa um elemento estratégico e primordial na gestão das situações de emergência, aumentando a eficiência da resposta das equipes de trabalho e, conseqüentemente, minimizando os riscos de prejuízos materiais, ambientais e de vidas humanas. Recomenda-se que os sistemas de alerta antecipado, no contexto da gestão de risco e desastres, devem ser estruturados com base na integração de quatro elementos:

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

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

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

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

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

O APÊNDICE 3 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS apresenta o detalhamento dos nomes e telefones dos agentes internos e externos a serem acionados frente aos níveis de resposta.

3.1.1 Notificação dos agentes internos

Inicialmente a notificação deve ocorrer internamente, sendo estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação, segurança da barragem e os responsáveis pelo gerenciamento e administração da empresa. Dependendo do progresso da gravidade da situação, a notificação deverá se dar com a transmissão do alerta antecipado, para as entidades externas com responsabilidades instituídas (Entidades fiscalizadoras, Sistema de Defesa Civil, entre outros).

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

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

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

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

3.1.2 Notificação dos agentes externos

A comunicação externa é requerida em situações enquadradas nos níveis de resposta Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO), Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA) ou Emergência (NÍVEL 3 –

VERMELHO). A notificação dos agentes externos deve ser feita conforme o Fluxograma de Notificação apresentado no APÊNDICE 1.

Para níveis de cheia, também é requerida a comunicação externa para NÍVEL CHEIA 1 e NÍVEL CHEIA 2 (todos níveis AZUL), bem como para o NÍVEL DE EMERGÊNCIA (em 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 Quadro 5 apresenta o Plano de Comunicação da UHE Sobragi.

Quadro 5. Plano de Comunicação.

Público-alvo	MRS Logística quando a situação na barragem se configurar em ALERTA ou EMERGÊNCIA; 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 NÍVEL DE CHEIA, ALERTA ou EMERGÊNCIA.
Mensagem que se busca transmitir na ZAS	A partir da comunicação da CBA, evacuem a área de risco de inundação.

Tempo para o aviso do alarme na ZAS	Imediatamente quando for detectada na barragem a situação de ALERTA ou EMERGÊNCIA.
Responsável pelo comando de aviso 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	Paralisação da operação da linha férrea da MRS em tempo hábil, de acordo com os tempos estimados desde o início do rompimento e alcance da onda de inundação. Os simulados deverão ser realizados para validação dos meios de comunicação propostos.
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME principal na ZAS	Comunicação via telefone pelo Coordenador do PAE.
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME secundário (em caso de falha do sistema de comunicação principal) na ZAS	Rádios de comunicação interna entre os profissionais que atuam na barragem, Telefonia fixa e Mensagem de texto via SMS
Benefícios esperados	Evacuação da área de risco de inundação.

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. No caso da UHE Sobragi, como não há locais habitados dentro da ZAS, não foi necessária a instalação de sistema sonoro e, em caso de nível de cheia, atenção, alerta ou emergência, a comunicação deverá seguir os fluxogramas apresentados no Apêndice 1 e 2.

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) Notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência
- i) Notificar a MRS, em caso de situação de alerta e/ou 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 MRS Logística, caso seja declarado nível de resposta Alerta (NÍVEL 2 – Laranja) e Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO).;
- 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, 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 (ZAS), isso se deve por meio da participação de simulações de situações de emergência, em conjunto com o empreendedor e prefeituras.

Fora da ZAS, para a população e localidades com ocupação permanente no vale a jusante, cabe ao SINPDEC estabelecer estratégias de comunicação e de orientação à população nos níveis de cheia, uma vez que não há risco estrutural na barragem, mas, há possibilidade de alagamentos.

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 Sobragi 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 Sobragi, 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.

Os resultados aqui apresentados são decorrentes dos estudos de rompimento hipotético mais recentes da UHE Sobragi, realizados pela HIDROBR em junho de 2024, conforme consultado no documento HBR0254-23-CBA-SOB-REL-003. Comparando aos estudos anteriores, realizados pela PROSENGE (2018), esta atualização conta com revisões importantes na base topográfica utilizada e no critério de parada da delimitação da ZAS, os quais serão melhor explanados no decorrer do presente capítulo.

5.1 METODOLOGIA

O estudo de ruptura hipotética da barragem da UHE Sobragi foi desenvolvido mediante modelagem matemática para determinação do hidrograma de ruptura e da onda de propagação da cheia.

Para definição do hidrograma resultante da ruptura da barragem foi utilizado o *software* HEC-HMS 3.5, ao passo que para a propagação da onda no vale a jusante utilizou-se o *software* HEC-RAS 6.3.1. 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 tomou como referência os dados hidrológicos do rio Paraibuna no local do aproveitamento, conforme disponibilizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Além disso, para composição do Modelo Digital de Terreno (MDT), foram utilizados levantamentos topográficos e batimétricos realizados em 2024, contemplando toda a região de interesse até a usina imediatamente a jusante (PCH Monte Serrat). Tanto o levantamento planimétrico quanto o altimétrico foram classificados como PEC Classe A, conforme estabelecido no Decreto-Lei nº 89.817/1984, com resolução espacial de 1 m.

Por fim, para a modelagem das estruturas utilizou-se o cadastramento “As Is” do aproveitamento, cuja descrição é apresentada em detalhes no item 1.3 - DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO.

O Quadro 6 resume os dados empregados no desenvolvimento do modelo numérico para ruptura hipotética da barragem em questão.

Quadro 6. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.

Tipo de base dados	Variável
Hidrológico	Vazão da cheia para tempo de recorrência de 2 anos e 10.000 anos.
Dispositivos de descarga	Dimensões geométricas do vertedouro da UHE Sobragi.
Arranjo da Barragem	Dimensões, cotas e posicionamento das estruturas associadas ao barramento e dispositivos de descarga da UHE Sobragi.
Base cartográfica	Levantamento topográfico PEC Classe A; Resolução espacial de 1 m.

Cabe destacar que, quanto às cheias indicadas acima, conforme indicado no estudo de ruptura da HIDROBR (2024), para o cenário de cheia decamilenar na UHE Sobragi, considerou-se que na bacia hidrográfica do rio Preto, afluente do rio Paraibuna cerca de 7,3 km a jusante do empreendimento, não ocorrerá um evento de mesma magnitude devido às condições de gênese de cheias. Desse modo, para o cenário de tempo de recorrência de 10.000 anos na UHE Sobragi, foi considerada a passagem da maior cheia histórica observada no rio Preto, correspondente ao tempo de recorrência de 100 anos.

5.3 CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE ESTUDO

A modelagem hidráulica foi realizada para dois cenários distintos de ruptura, buscando contemplar a Resolução Normativa ANEEL de nº 1.064/2023, conforme exposto abaixo:

§ 2º Deverá ser elaborado estudo de rompimento e de propagação da cheia associada, contemplando mapa de inundação para os possíveis cenários de ruptura da barragem, considerando o pior cenário identificado.

§ 3º O pior cenário de ruptura da barragem deve considerar o maior impacto entre a área atingida pela inundação incremental de rompimento em cenário da cheia natural considerada no projeto de dimensionamento do vertedouro, ou no estudo hidrológico mais atualizado; e a área atingida por inundação proveniente de rompimento em dia seco, independentemente de cheia natural.

Os dois cenários avaliados foram denominados da seguinte maneira:

- Cenário Extremo, correspondente à ocorrência do rompimento concomitante com a cheia natural de projeto do vertedouro; e
- Cenário Provável, correspondente à ocorrência do rompimento em dia seco.

Conforme apresentado no Quadro 6, os tempos de recorrência considerados foram 10.000 anos para o Cenário Extremo e 2 anos para o Cenário Provável. O Quadro 7 a seguir apresenta as vazões consideradas em cada cenário e trecho.

Quadro 7. Cenários de Modelagem Hidráulica da Ruptura Hipotética da UHE Sobragi (HIDROBR, 2024)

Cenário	Extremo	Provável
Vazão no rio Paraibuna na UHE Sobragi	TR 10.000 anos 1265 m³/s	TR 2 anos 365 m³/s
Vazão no rio Paraibuna após a confluência com o rio Preto	TR 100 anos 1187 m³/s	TR 2 anos 766 m³/s

5.4 RUPTURA DA ESTRUTURA

Para o rompimento da estrutura, adotou-se como modo de falha o tombamento dos blocos de concreto localizados na região central da estrutura. Para definição do tamanho da brecha, foram mobilizados 4 blocos de concreto (vertedouro de soleira vertente), totalizando 60 m de largura. A altura adotada foi de 8,30 m, considerando a distância da crista do vertedouro até sua base, com paredes verticais e tempo de formação de 6 minutos, conforme parâmetros para brechas indicados pelo manual da Eletrobrás (2003).

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 foi o limite físico do reservatório da PCH Monte Serrat, localizada cerca de 11,5 km a jusante da UHE Sobragi. O nível de água considerado neste reservatório foi de

333,50 m em todos os cenários, que corresponde ao NA Normal e NA Máximo Operacional da usina.

Já para a CCM do modelo, considerou-se uma entrada permanente de vazões na barragem da UHE Sobragi e outra a montante do rio Preto, com diferentes valores para cada um dos cenários simulados, totalizando as cheias consideradas em cada um, conforme detalhado no Quadro 7. O nível de água considerado no reservatório da UHE Sobragi foi de 437,30 m, correspondente à crista da soleira vertente do extravasor.

5.6 RESULTADOS

Os mapas de inundações para os cenários de rompimento da UHE Sobragi estão apresentados nos documentos indicados no APÊNDICE 9. Estes cenários correspondem à passagem das cheias com tempo de recorrência de TR 10.000 anos (Cenário Extremo) e TR de 2 anos (Cenário Provável).

Os resultados são apresentados em seções transversais posicionadas no vale de jusante, conforme localização e nomenclaturas indicadas na Figura 22.

Para definição do cenário mais crítico (Extremo ou Provável), a Zona de Autossalvamento (ZAS) foi delimitada com base no critério de sobrelevação de 2 pés (61 cm), conforme recomendado por FEMA (2013). Ou seja, a delimitação da ZAS avança até o local em que a sobrelevação causada pela ruptura, quando comparada à cheia natural, é igual ou superior a 2 pés. A partir desse ponto é encerrada a ZAS.

Seguindo esse critério, o resultado mais crítico em termos de distância foi o Cenário Provável (TR 2 anos), atingindo o limite de 2 pés cerca de 3,63 km a jusante da barragem (próximo da seção ST-05). Embora o Cenário Extremo (TR 10.000 anos) tenha causado um alagamento maior nas margens, ele atingiu o limite de 2 pés em local mais a montante do Cenário Provável, próximo da seção ST-03.

Desta forma, a fim de delimitar a ZAS de forma mais conservadora, definiu-se os limites da mancha de inundação na envoltória de ambos os cenários avaliados, envolvendo, portanto, o alagamento das margens causado pelo Cenário Extremo, e seguindo até o limite de jusante do Cenário Provável. A ZAS resultante pode ser consultada em detalhes nos documentos indicados no APÊNDICE 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO.

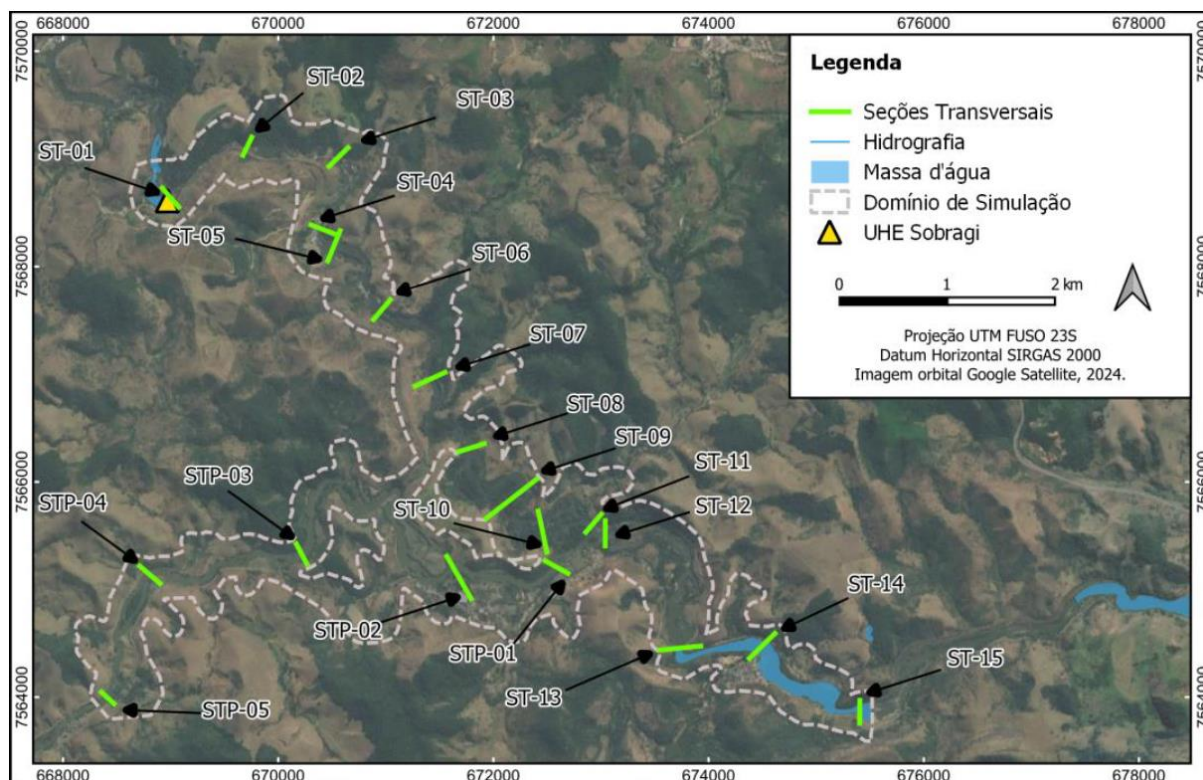


Figura 22. Seções transversais traçadas para a obtenção de resultados.

Fonte: HBR254-23-CBA-SOB-REL-003 (HIDROBR, 2024)

Os resultados máximos em cada seção (velocidade, profundidade, elevação do nível d'água, risco hidrodinâmico e vazão) para cada um dos cenários (Extremo e Provável) são apresentados na Figura 23 e Figura 24. Adicionalmente, foram extraídos o tempo de chegada da onda de ruptura (para sobre-elevação de 2 pés) e o tempo de chegada da vazão máxima.

O documento completo do Estudo de Ruptura Hipotética da barragem está apresentado no APÊNDICE 8 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM.

Seção	Distância em relação ao eixo da barragem (km)	Elevação de fundo (m)	Profundidade máxima (m)	Velocidade máxima (m/s)	Elevação máxima do nível d'água (m)	Risco Hidrodinâmico	Tempo de chegada da onda de ruptura (hh:mm)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de chegada até a vazão máxima (hh:mm)
ST-01	0,048	429,789	6,762	3,870	436,605	6	0:03	605,646	0:04
ST-02	0,966	403,430	4,715	14,379	408,368	6	0:04	1724,144	0:05
ST-03	2,000	365,523	6,861	11,382	372,551	6	0:08	1819,079	0:08
ST-04	2,846	353,422	7,051	11,290	360,970	6	*NA	1455,481	0:09
ST-05	3,064	343,352	15,275	7,127	358,873	6	*NA	1421,46	0:09

*NA: Não se aplica pois o critério de dois pés não foi atingido

Figura 23. Resultados por Seção Transversal – Cenário Extremo (TR 10.000 anos) no Vale de Jusante.

Fonte: HIDROBR, 2024.

Seção	Distância em relação ao eixo da barragem (km)	Elevação de fundo (m)	Profundidade máxima (m)	Velocidade máxima (m/s)	Elevação máxima do nível d'água (m)	Risco Hidrodinâmico	Tempo de chegada da onda de ruptura (hh:mm)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de chegada até a vazão máxima (hh:mm)
ST-01	0,048	429,789	3,109	5,356	433,444	6	0:02	642,41	0:04
ST-02	0,966	403,430	3,159	12,272	406,588	6	0:04	843,123	0:05
ST-03	2,000	365,523	3,239	7,754	368,927	6	0:07	763,734	0:07
ST-04	2,846	353,422	5,028	8,766	358,783	6	0:09	527,026	0:11
ST-05	3,064	343,352	12,038	3,534	355,636	6	0:12	503,176	0:11

Figura 24. Resultados por Seção Transversal – Cenário Provável (TR 2 anos) no Vale de Jusante.

Fonte: HIDROBR, 2024.

5.7 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA

Considera-se área afetada aquela situada a jusante da barragem, potencialmente comprometida pela sua eventual ruptura. A área afetada a jusante da UHE Sobragi é caracterizada pelo leito do rio Paraibuna desde a Barragem da UHE Sobragi até um local situado 3,63 km a jusante, onde o critério de parada de 2 pés é atingido, conforme descrito no item 5.6. A barragem da PCH Monte Serrat localiza-se mais a jusante, cerca de 13 km medidos a partir do eixo da UHE Sobragi.

5.7.1 Zona de Autossalvamento (ZAS)

Como resultado do Estudo de Ruptura Hipotética da Barragem da UHE Sobragi foi gerado um Mapa de Zona de Autossalvamento (ZAS). Para definição do cenário mais crítico (Extremo ou Provável), a ZAS foi delimitada com base no critério de sobrelevação de 2 pés (61 cm), conforme recomendado por FEMA (2013). Ou seja, sua delimitação avança até o local em que a sobrelevação causada pela ruptura, quando comparada à cheia natural, é igual ou superior a 2 pés. A partir desse ponto é encerrada a ZAS.

Seguindo esse critério, o resultado mais crítico em termos de distância foi o Cenário Provável (TR 2 anos), atingindo o limite de 2 pés cerca de 3,63 km a jusante da barragem (próximo da seção ST-05). Embora o Cenário Extremo (TR 10.000 anos) tenha causado um alagamento maior nas margens, ele atingiu o limite de 2 pés em local mais a montante do Cenário Provável, próximo da seção ST-03.

Desta forma, a fim de delimitar a ZAS de forma mais conservadora, definiu-se os limites da mancha de inundação na envoltória de ambos os cenários avaliados, envolvendo, portanto, o alagamento das margens causado pelo Cenário Extremo, e seguindo até o limite de jusante do Cenário Provável. A ZAS resultante pode ser consultada em detalhes nos documentos indicados no APÊNDICE 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO.

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. Para a UHE Sobragi, não foi considerada ZSS.

5.7.3 Medidas para regaste de atingidos e mitigação de impactos

De acordo com a Lei 14.066/2020, a Companhia Brasileira de Alumínio deve, em conjunto com a Defesa Civil e demais entidades responsáveis, elaborar medidas para garantir o resgate de atingidos (pessoas e animais), minimizar os impactos ambientais, garantir o abastecimento público e resguardar o patrimônio cultural.

Vale ressaltar que não foi identificada população residente dentro da ZAS, diminuindo os possíveis impactos de um evento de ruptura da barragem na UHE Sobragi.

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.

5.8 AVALIAÇÃO DO ROMPIMENTO EM CASCATA

A UHE Sobragi localiza-se entre os aproveitamentos da UHE Picada (a montante) e da PCH Monte Serrat (jusante), de modo que se faz necessário avaliar um eventual rompimento da usina imediatamente a montante e seus possíveis impactos nas usinas imediatamente a jusante.

Nesse sentido, para o rompimento da UHE Picada e seus possíveis impactos no reservatório da UHE Sobragi, a HIDROBR (2025), durante os estudos de rompimento hipotético da UHE Picada, emitiu uma nota técnica indicando que não foi identificado galgamento da UHE Sobragi. No referido documento é descrito que a barragem de Sobragi não foi superada pelas ondas de cheia geradas pela ruptura hipotética da UHE Picada, apresentando, no pior cenário, uma borda livre mínima de 1,15 m. Além disso, a elevação do nível d'água em Sobragi manteve-se inferior a 2 pés (0,61 m) em relação às cheias naturais de referência, tanto nos cenários em dia chuvoso quanto nos de dia seco.

Quanto ao rompimento da UHE Sobragi e seus possíveis impactos no reservatório da PCH Monte Serrat, a HIDROBR (2024) indica que, uma vez que o critério de sobrelevação de 2 pés é atingido cerca de 9,4 km a montante da PCH Monte Serrat, o hidrograma de ruptura de Sobragi é majoritariamente amortecido no rio Paraibuna até atingir o reservatório de Monte Serrat, não implicando em sobrelevações relevantes.

6 REFERÊNCIAS

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.

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

ELETROBRÁS. Critérios de projeto civil de usinas hidrelétricas. 2003

FEMA (Federal Emergency Management Agency). Federal Guidelines for Inundation Mapping of Flood Risks Associated with Dam Incidents and Failures. First Edition, P-946. 2013.

HIDROBR Soluções Integradas. UHE Sobragi – Estudo de Rompimento de Barragem e Propagação de Onda de Cheia. Documento HBR0254-23-CBA-SOB-REL-003. Desenvolvido pela HIDROBR, 2024. Junho, 2024.

HIDROBR Soluções Integradas. UHE Picada – Estudo de Rompimento de Barragem e Propagação de Onda de Cheia – Avaliação da UHE Sobragi. Nota Técnica. Documento HBR253-24-AUREN-PIC-NT001. Desenvolvido pela HIDROBR, 2025. Fevereiro, 2025.

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

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

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

PROSENGE Projetos e Engenharia. UHE Sobragi – Estudo de Rompimento de Barragem e Propagação de Onda de Cheia. Documento nº SOB-C-DB-001-01-18. Desenvolvido pela Prosenge. 2018.

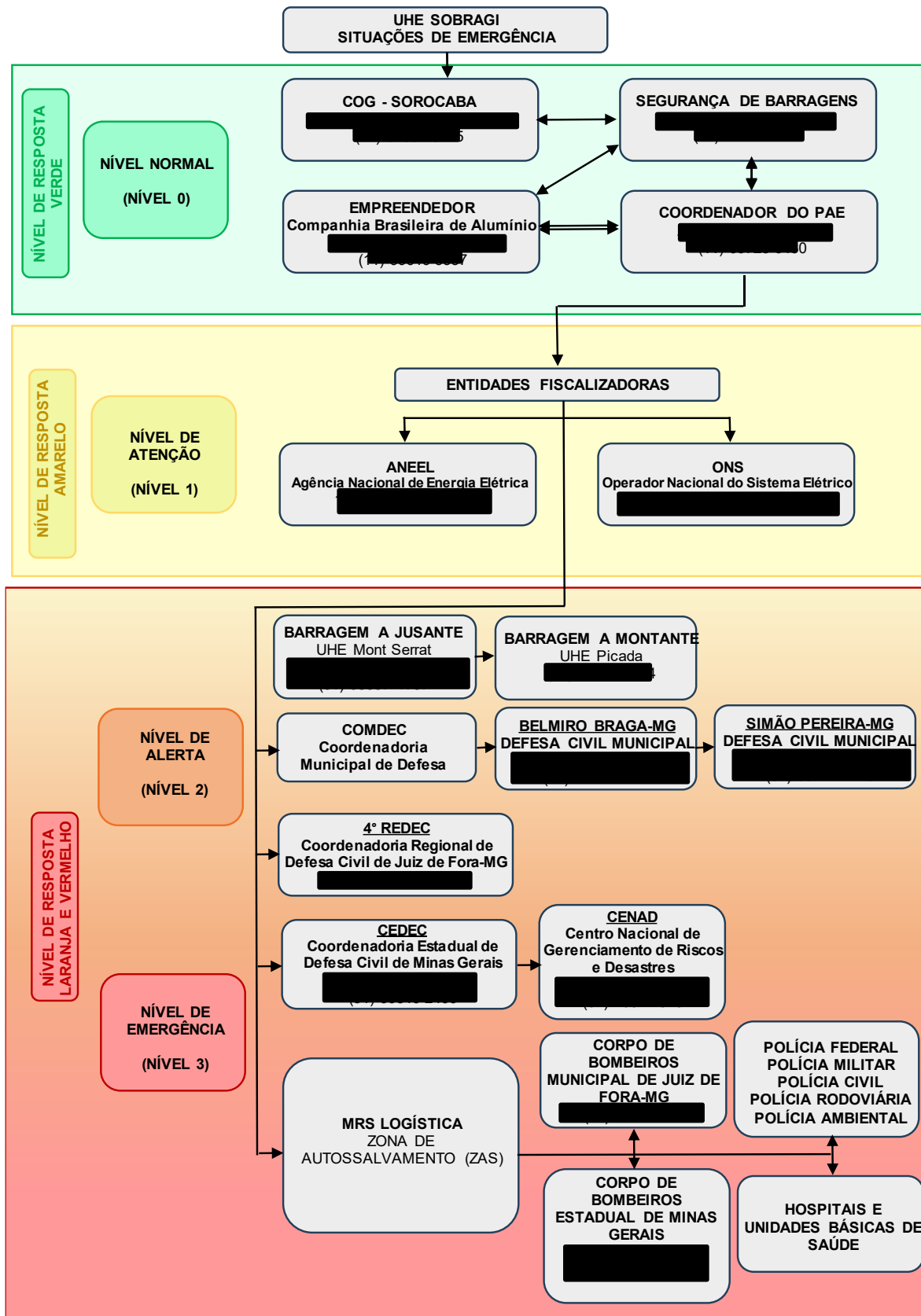
VLB ENGENHARIA. UHE SOBRAGI - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM - PRODUTO 4 - RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS E AVALIAÇÃO DAS ESTRUTURAS EXTRAVASORAS. Documento nº CV1901-SOB-RP04-RT-0001 revisão 00. Junho de 2022.

VLB ENGENHARIA. UHE SOBRAGI - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM - PRODUTO 8 - REVISÃO DO MANUAL OPERAÇÃO. Documento nº CV1901-SOB-RP14-RT-0001 revisão 0. Julho de 2022.

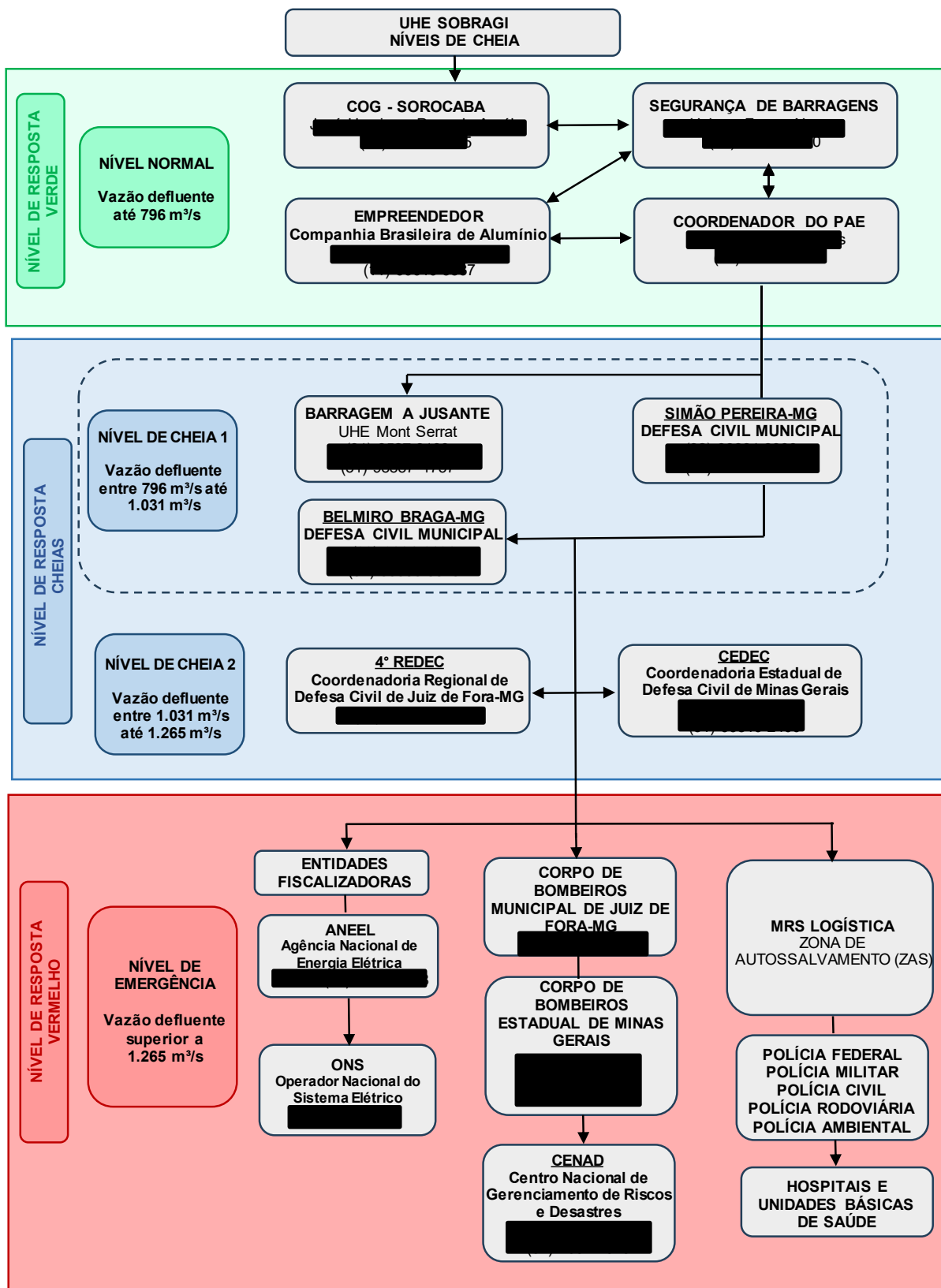
VLB ENGENHARIA. UHE SOBRAGI - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM - PRODUTO 10 - REVISÃO DO MANUAL DE INSTRUMENTAÇÃO DA BARRAGEM. Documento nº CV1901-ALE-RP09-RT-0001 revisão 01. Novembro de 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE SEGURANÇA



APÊNDICE 2 – FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO PARA OS NÍVEIS DE CHEIA



APÊNDICE 3 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS

Quadro 8. Lista de Contatos – UHE Sobragi

UHE Sobragi	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 Picada		
Barragem Jusante	PCH Monte Serrat		
Entidade Fiscalizadora	ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica		
	ONS Operador Nacional do Sistema Elétrico	Sala de controle	
Autoridades e Sistemas de Defesa Civil	CENAD Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres		
	CEDEC Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Minas Gerais e Chefe do Gabinete Militar do Governador		
	4º REDEC Coordenadoria Regional de Defesa Civil de Juiz de Fora (Minas Gerais)		

Autoridades e Sistemas de Defesa Civil	COMPDEC Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Belmiro Braga-MG		
	COMPDEC Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Simão Pereira-MG		
Prefeituras	Prefeitura Municipal de Belmiro Braga- MG		
	Prefeitura Municipal de Simão Pereira- MG		
Outras agências	INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais		
	CEMADEN Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais		
	INMET Instituto Nacional de Meteorologia		
	MRS Logística		

* Contatos WhatsApp.

Quadro 9. Telefones dos Corpos de Bombeiros e Polícias.

Descrição	Município	Contato
Corpo de Bombeiros	Estadual de Minas Gerais	
	Juiz de Fora	
Polícia Militar	Juiz de Fora	
	Simão Pereira	
Polícia Civil	Juiz de Fora	
Polícia Ambiental	Estadual de Minas Gerais	
Rodoviária Federal	Juiz de Fora	

Quadro 10. Telefones de Hospitais e Postos de Saúde.

Descrição	Município	Nome	Telefone
Hospital	Juiz de Fora-MG	Hospital de Pronto Socorro	
Posto de Saúde	Belmiro Braga-MG		
	Simão Pereira-MG		
	Juiz de Fora-MG		

[illegible]

APÊNDICE 4 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO

O Quadro 12 apresenta um modelo de registro para as reuniões de articulação com o poder público.

Quadro 12. Modelo de registro de reuniões do plano de articulação.

Data	Local	Natureza	Assunto	Entidades participantes
mai/18	UHE Sobragi	Apresentação	Apresentação e Entrega do PAE	VE / Juiz de Fora / Belmiro Braga / Matias Barbosa / Simão Pereira
abr/19	UHE Sobragi	Apresentação	Apresentação e Entrega do PAE	VE / Levy Gasparian / Mathias Barbosa / Belmiro Braga
fev/20	UHE Sobragi	Alinhamento	Acompanhamento PLANCON e Instalação Sirenes	VE / Juiz de Fora / Belmiro Braga / Simão Pereira
ago/20	Online	Apresentação	Apresentação do Plano de Trabalho	VE / Integratio / Juiz de Fora / Belmiro Braga / PDEC-MG
abr/21	Online	Alinhamento	Apresentação de Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Juiz de Fora / Matias Barbosa / Belmiro Braga / Simão Pereiro / Levy Gasparian
ago/21	Online	Alinhamento	Apresentação de Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Juiz de Fora
ago/21	Online	Alinhamento	Apresentação de Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Simão Pereira / Belmiro Braga / Levy Gasparian
set/21	Prefeitura Municipal de Simão Pereira	Alinhamento	Apresentação de Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Simão Pereira
set/21	Prefeitura Municipal de Levy Gasparian	Alinhamento	Apresentação de Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Levy Gasparian
set/21	ZAS	Visita Técnica	Instalação de Placas	VE / Integratio / Simão Pereira / Belmiro Braga / Levy Gasparian
out/21	ZAS	Visita Técnica	Instalação de Sirenes	VE / Levy Gasparian
nov/21	Prot. e Def. Civil Municipal de Juiz de Fora	Alinhamento	Apresentação de Implantação do PAE e Instalação de Sirenes	VE / Juiz de Fora
Jul/22	Online	Reunião de Trabalho	Atualização do Status do PAE e Planejamento do Simulado	CBA / Defesa Civil Comendador Levy Gasparian / Defesa Civil / Simão Pereira

Data	Local	Natureza	Assunto	Entidades participantes
Ago/22	Online	Comissão Mista	Apresentação do Cronograma do Simulado e Dúvidas	CBA / Corpo de Bombeiros / Polícia Militar / Defesa Civil Regional

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)

Cabe destacar que, conforme estudos de ruptura da barragem realizados pela HIDROBR (2024) – item 5, a ZAS delimitada não atinge ocupação populacional residente na área de abrangência.

TESTE DOS SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO

O objetivo do teste dos sistemas de notificação 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 n°s 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 comunicação e verificar a capacidade de notificar rapidamente os atingidos 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 Sobragi), 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 comunicação:
 - Testar a eficácia do sistema de informação ao público e de disseminação de mensagens, nomeadamente em providenciar informação oficial e instruções aos atingidos 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 Sobragi.

Estes exercícios devem contar com a participação dos colaboradores da UHE Sobragi, da Companhia Brasileira de Alumínio, das Entidades Fiscalizadoras, das Coordenadorias pertinentes e Estaduais da Defesa Civil de Minas Gerais.

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 Sobragi em agosto de 2022. O próximo exercício de simulação está programado para agosto de 2025.

APÊNDICE 6 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Quadro 13. Entidades que receberam uma cópia do PAE.

001	Nome: [REDACTED] Data: 25/11/2021 Empresa/Instituição: Defesa civil municipal de Belmiro Braga/MG Protocolo: VE 348.21
002	Nome: [REDACTED] ico Data: 29/11/2021 Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Comendador Levy Gasparian/RJ Protocolo: VE 357.21
003	Nome: [REDACTED] Data: 29/11/2021 Empresa/Instituição: Defesa civil municipal de Simão Pereira/MG Protocolo: VE 390.21
004	Nome: [REDACTED] Data: 21/11/2022 Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Belmiro Braga/MG
005	Nome: [REDACTED] Data: 21/11/2022 Empresa/Instituição: Prefeitura Municipal de Comendador Levy Gasparian/RJ
006	Nome: [REDACTED] Data: 21/11/2022 Empresa/Instituição: Defesa civil municipal de Simão Pereira/MG
007	Nome: [REDACTED] Data: 12/12/2023 Empresa/Instituição: Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Simão Pereira
008	Nome: [REDACTED] Data: 12/12/2023 Empresa/Instituição: Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Comendador Levy Gasparian/RJ
009	Nome: [REDACTED] Data: 12/12/2023 Empresa/Instituição: Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Belmiro Braga
011	Nome: Data: Empresa/Instituição:
012	Nome: Data: Empresa/Instituição:

APÊNDICE 7 – FORMULÁRIOS-TIPO

Quadro 14. 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 15. 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](#) XXXXXXXXXX

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 Sobragi, realizado pela HIDROBR encontra-se disponível no quadro abaixo.

Quadro 16. Estudo de Ruptura Hipotética.

Código	Título	Arquivo
HBR0254-23-CBA-SOB-REL-003	COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO – UHE SOBRAGI - ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM E PROPAGAÇÃO DE ONDA DE CHEIA - UHE SOBRAGI - ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS) E SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS) FOLHA 1/1	

APÊNDICE 9 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

Os mapas de inundação, produtos do estudo de ruptura hipotética da barragem da UHE Sobragi, encontram-se dispostos no quadro abaixo.

Quadro 17. Mapas de Inundação.

Código	Título	Arquivo
HBR254-23-CBA-SOB-DES-001	COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO - ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM E PROPAGAÇÃO DE ONDA DE CHEIA - UHE SOBRAGI - ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS) E SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS) FOLHA 1/1	

APÊNDICE 10 – GLOSSÁRIO

GLOSSÁRIO

CONFORME ANEEL (2023)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

APÊNDICE 11 – CONTROLE DE REVISÕES

Quadro 18. Controle de Revisões do PAE.

CARACTERÍSTICAS DO DOCUMENTO																	
Título do documento: Relatório Técnico – Plano de Ação de Emergência																	
Código do documento: CV2117-SOB-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 as posteriores a esta.																	
Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06	Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06
1	x	x	x	x		x	x		2	x	x	x	x		x	x	
3	x	x	x	x		x	x		4	x	x	x	x		x	x	
5	x	x	x	x		x	x		6	x	x	x	x		x	x	
7	x	x	x	x		x	x		8	x	x	x	x		x	x	
9	x	x	x	x		x	x		10	x	x	x	x		x	x	
11	x	x	x	x		x	x		12	x	x	x	x		x	x	
13	x	x	x	x		x	x		14	x	x	x	x		x	x	
15	x	x	x	x		x	x		16	x	x	x	x		x	x	
17	x	x	x	x		x	x		18	x	x	x	x		x	x	
19	x	x	x	x		x	x		20	x	x	x	x		x	x	
21	x	x	x	x		x	x		22	x	x	x	x		x	x	
23	x	x	x	x		x	x		24	x	x	x	x		x	x	
25	x	x	x	x		x	x		26	x	x	x	x		x	x	
27	x	x	x	x		x	x		28	x	x	x	x		x	x	
29	x	x	x	x		x	x		30	x	x	x	x		x	x	
31	x	x	x	x		x	x		32	x	x	x	x		x	x	
33	x	x	x	x		x	x		34	x	x	x	x		x	x	
35	x	x	x	x		x	x		36	x	x	x	x		x	x	
37	x	x	x	x		x	x		38	x	x	x	x		x	x	
39	x	x	x	x		x	x		40	x	x	x	x		x	x	
41	x	x	x	x		x	x		42	x	x	x	x		x	x	
43	x	x	x	x		x	x		44	x	x	x	x		x	x	
45	x	x	x	x		x	x		46	x	x	x	x		x	x	
47	x	x	x	x		x	x		48	x	x	x	x		x	x	
49	x	x	x	x		x	x		50	x	x	x	x		x	x	
51	x	x	x	x		x	x		52	x	x	x	x		x	x	
53	x	x	x	x		x	x		54	x	x	x	x		x	x	
55	x	x	x	x		x	x		56	x	x	x	x		x	x	
57	x	x	x	x		x	x		58	x	x	x	x		x	x	
59	x	x	x	x		x	x		60	x	x	x	x		x	x	
61	x	x	x	x		x	x		62	x	x	x	x		x	x	
63	x	x	x	x		x	x		64	x	x	x	x		x	x	
65	x	x	x	x		x	x		66	x	x	x	x		x	x	
67	x	x	x	x		x	x		68	x	x	x	x		x	x	
69	x	x	x	x		x	x		70	x	x	x	x		x	x	
71	x	x	x	x		x	x		72	x	x	x	x		x	x	
73	x	x	x	x		x	x		74	x	x	x	x		x	x	
75	x	x	x	x		x	x		76	x	x	x	x		x	x	
77	x	x	x	x		x	x		78	x	x	x	x		x	x	
79	x	x	x	x		x	x		80	x	x	x	x		x	x	
81	x	x	x	x		x	x		82	x	x	x			x	x	
83	x	x	x			x	NC		84	x	x	x			-	NC	
85	x	x	x			x	NC		86	x	x	x			-	NC	
87	x	x	x			x	NC		88	x	x	x			-	NC	
89	x	x	x			-	NC		90	x	x	x			-	NC	

APÊNDICE 12 – ART DOS RESPONSÁVEIS

Responsável	Arquivo
	