



PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)

CGH CÓRREGO GER-PAE-REV02-2025
DEZEMBRO/2025

CGH CORREGO GER
Rio Indaiá Grande – MS

Diretor Presidente:
Paul Illich
Hidroelétrica Córrego Ltda.

Responsável PAE:
Elizeu Riba – TRSUL Engenharia
Eng. Civil - CREAMS PR 26.079/D

Revisão	Data	Objeto da revisão	Red	Empresa
00	25/11/2022	25/11/22 Emissão inicial	ER	TRSUL Engenharia Ltda
01	30/10/2025	Revisado e atualizado RN 1064	ER	TRSUL Engenharia Ltda
02	30/12/2025	Revisado e atualizado	ER	TRSUL Engenharia Ltda

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE - rev 02 DEZ/2025 ¹

INDICE

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)	5
➤ PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE	5
1. INTRODUÇÃO	5
2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	6
3. OBJETIVO	7
4. ÁREA DE INFLUÊNCIA A JUSANTE DA BARRAGEM DA CGH CORREGO GER 8	
5. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO	10
6. CURVA COTA X ÁREA X VOLUME DA CGH	13
7. HIDROGRAMA DE CHEIAS	15
8. CLASSIFICAÇÃO DE RISCO E MEDIDAS REPARADORAS	16
9. CONCEITOS FUNDAMENTAIS	17
10. RISCO ESTRUTURAL/GEOLÓGICO/HIDROLÓGICO	17
11. LEVANTAMENTO DE DADOS	18
12. MAPEAMENTO	18
12.1 Trabalho de Campo	18
12.2 Trabalho de Escritório	18
12.3 Representação das Informações	18
12.4 Representação cartográfica	21
13. CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS	21
14. ANÁLISE DOS POTENCIAIS MODOS DE RUPTURA	22
14.1 Abalos Sísmicos	23
14.2 Enchente Natural	24
14.3 Enchente Artificial	24
14.4 Erosões, Abatimentos e Trincamentos Significativos na Barragem ou Ombreiras	25
14.5 Deslizamentos de Taludes Naturais	25
14.6 Falha na Operação da Usina	25
14.7 Falta de Manutenção	26
15. RUPTURA DA BARRAGEM	26
15.1 Ruptura em Desenvolvimento Lento	26
15.2 Ruptura em Progressão	27

15.3	Ruptura Iminente.....	27
16.	PLANOS PREVENTIVOS	27
16.1	Fase de Elaboração	27
16.2	Fase de Implantação	28
16.3	Fase de Operação de Emergência e Acompanhamento	28
16.4	A fase de Avaliação	29
17.	PLANEJAMENTO PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....	29
18.	ETAPAS DOS ATENDIMENTOS EMERGENCIAIS.....	30
19.	INFORMAÇÕES E TREINAMENTO.....	30
20.	RESPONSABILIDADES	31
20.1	Proprietário da Usina	31
20.2	Notificações.....	31
20.3	Fluxograma de Notificações.....	33
20.4	Evacuação	34
20.5	Determinação de uma Situação de Emergência	34
21.	PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS, TÃO LOGO IDENTIFICADAS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS	34
22.	QUADRO DE RESPOSTAS A POSSÍVEIS CONDIÇÕES DE EMERGÊNCIA	38
23.	PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS	40
23.1	Vigilância	40
23.2	Queda de Energia.....	40
23.3	Acesso ao Local da Usina	40
23.4	Contato em Feriados e Finais de Semana.....	40
23.5	Condições Atmosféricas Adversas	40
23.6	Suprimentos de Emergência.....	41
24.	ESTUDO DE ROMPIMENTO – DAM BREAK.....	41
25.	MAPEAMENTO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA	41
26.	BASE CARTOGRÁFICA UTILIZADA PARA DEFINIÇÃO MANCHA DE INUNDAÇÃO.....	41
27.	SOFTWARE E MODELAÇÃO MATEMÁTICA (APLICAÇÃO DO MODELO HEC-RAS)43	
28.	ESTRUTURA PREVISTO RUPTURA/ CENÁRIOS DE RUPTURA ESTUDADOS.45	
29.	TAMANHO DE FORMA DA BRECHA/TEMPO DE ABERTURA	45
30.	MAPA DE INUNDAÇÃO PARA ANÁLISE DE RISCO	47

31.	DETALHAMENTO DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)	48
32.	DETALHAMENTO DA ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)	48
33.	SEGMENTO DE AMORTECIMENTO DA ONDA DE CHEIA	49
34.	CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS DE CONTOURNO PARA TIPO DE RUPTURA.....	49
35.	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE.....	49
35.1	Cenário de não Rompimento – Simulação 1	50
35.2	Cenário de Rompimento – Simulação 2	51
36.	MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERANDO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO.....	54
37.	ESTRATÉGIA E MEIO DE DIVULGAÇÃO.....	55
37.1	Identificação e Sinalização de Pontos de Segurança/ de Encontro.....	55
37.2	Identificação de Sinalização das Rotas de Fuga	55
37.3	Identificação e Cadastramento da População Afetada	55
37.4	Sistema de Alerta.....	55
37.5	Infraestrutura de Alertas	56
37.6	Treinamento e Simulados com a População Afetada	56
38.	DOCUMENTOS ANEXOS	56
39.	CONCLUSÃO	56

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)

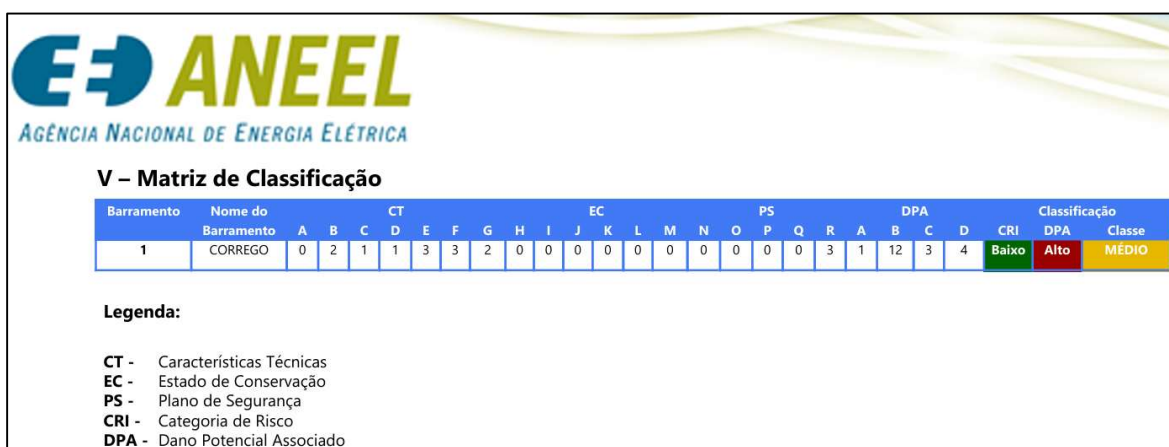
➤ PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE

1. INTRODUÇÃO

A empresa HIDROELÉTRICA CORREGO LTDA., juntamente com a equipe técnica da TRSUL Engenharia Ltda., elaborou e está revisando o plano de segurança da barragem (PSB) contendo ações periódicas e de emergência (PAE), com o objetivo de estabelecer parâmetros e um roteiro básico para orientar os procedimentos a serem adotados visando garantir a qualidade da energia produzida, bem como a segurança das estruturas envolvidas e da comunidade adjacente.

O Plano de Ação de Emergência – PAE é parte integrante do Plano de Segurança de Barragem (PSB) e estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem, em caso de situação de emergência, bem como identificará as entidades a serem notificadas dessa ocorrência.

O presente Plano de Ação de Emergências (PAE) possui o intuito de atender à Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 alterada pela Lei nº 14.066/2020 e a Resolução Normativa nº 1064 de 02 de maio de 2023, onde a barragem da CGH Corrego Ger foi classificada como Barragem de **categoria B**, Categoria de **Risco Baixo e Dano Potencial Alto** (Classificação – Anexo I).



ANEEL
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

V – Matriz de Classificação

Barramento	Nome do Barramento	CT				EC								PS				DPA				Classificação				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	A	B	C	D	CRI	DPA	Classe
1	CORREGO	0	2	1	1	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	12	3	4	Baixo	Alto	MEDIO

Legenda:

- CT - Características Técnicas
- EC - Estado de Conservação
- PS - Plano de Segurança
- CRI - Categoria de Risco
- DPA - Dano Potencial Associado

Figura 1 – Resumo da Matriz de Classificação

Conforme a lei citada, uma barragem com classificação de Dano Potencial Alto e **Classificação B** segundo a matriz do Anexo I da REN nº 1.064/2023 a elaboração do Plano de Ação de Emergências – PAE é obrigatória, foi também realizado o estudo de rompimento e mancha de inundação da Barragem de modo confirmar as propriedades que eventualmente poderão ser atingidas.

VI – Enquadramento na Norma					
A. Avaliação por Barramento					
Barramento	Nome do Barramento	Altura do Maciço maior ou igual a 15 m	Capacidade do Reservatório maior ou igual a 3 h3	Categoria de Dano Potencial Médio ou Alto	Enquadra na Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023
1	CORREGO	Não	Não	Sim	Sim
B. Enquadramento da Usina na Norma: Sim					

Figura 2 – Resumo – Enquadramento na Norma

O programa visa atender as exigências dos órgãos fiscalizadores (IMASUL/MS, ANEEL, SINDEC, SNISB, entre outros) bem como formar um banco de dados para poder ter o controle e o histórico da CGH.

2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Empreendedor: HIDROELÉTRICA CÓRREGO LTDA

CNPJ n.º 23.244.469/0001-71

CEG: CGH.PH.MS.044877-0.01

Nome do empreendimento: CGH CÓRREGO GER

Potência Outorgada (kW): 4.176,00

Corpo d'Água: Rio Indaiá Grande

Fonte: Potencial Hidráulico

Fase: Operação

Município: Chapadão do Sul - MS

Diretor Presidente: Paul Illich

Telefone contato: (42) 3632-1022 / 99977-0866

e-mail: alessandro@illich.com

Endereço Administrativo/Correspondência: Av. Alemanha, 512 – Distrito Entre Rios –
CEP 85.138-600 – Guarapuva – PR
Fones: (42) 3632-1022 / 99977-0866

Endereço Operacional: Estrada MS229 S/Número, km 42, Zona Rural, 79.560-000 –
Chapadão do Sul – MS

3. OBJETIVO

De acordo com a Lei nº 12.334 de setembro de 2010 alterada pela Lei nº 14.066/2020 e da Resolução Normativa nº 1064 de 02 de maio de 2023, todas as barragens deverão ser classificadas conforme o risco e o dano potencial associado.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) contempla procedimentos tanto em situações de normalidade como de anormalidade, que deverão ser revistos continuamente, de modo a possibilitar uma ação rápida e segura quando da eminência de um desastre ou da efetivação dele. Deverá ser dada ampla divulgação aos órgãos e instituições envolvidas, principalmente as prefeituras das cidades afetadas.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) visa ainda estabelecer os procedimentos que contribuam para minimizar os danos causados nas áreas de jusante, decorrentes de situações críticas que possam vir a acontecer em virtude de riscos hidrológicos ou da ruptura da barragem. A atenção deste trabalho deverá ser voltada, principalmente, com as consequências à jusante com hipotética ruptura da barragem, com a indicação dos níveis e mapas das ondas de cheia normal e com a ruptura da barragem.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) define as responsabilidades, conforme as atribuições de cada órgão de Governo e Organizações de suporte, sendo que para o agente operador deve caber a tarefa de alertar os órgãos públicos sobre a possibilidade de ocorrências de eventos extremos, independente da origem, visando à minimização de danos causados por um eventual desastre.

4. ÁREA DE INFLUÊNCIA A JUSANTE DA BARRAGEM DA CGH CORREGO GER

Foram cadastradas as seguintes benfeitorias localizadas próximas ao rio Indaia Grande e localizadas a jusante do barramento, que estão próximas as áreas influenciadas pelas águas oriundas da onda de rompimento. Foi percorrido o leito do rio, sendo obtidas as seguintes distâncias:

- da barragem da CGH Córrego Ger até a casa de máquinas da CGH Córrego Ger são 2,498 km;
- da barragem da CGH Córrego Ger até a Casa 01 são 2,957 km;
- da barragem da CGH Córrego Ger até a ponte municipal existente são 3,467 km;
- da barragem da CGH Córrego Ger até a Casa 02 são 4,630 km;
- da barragem da CGH Córrego Ger até a Casa 03 são 4,651 km;
- da barragem da CGH Córrego Ger até a barragem da CGH Chapadão são 19,23 km;
- da barragem da CGH Córrego Ger até a casa de máquinas da CGH Chapadão são 21,068 km;
- da barragem da CGH Córrego Ger até a barragem da PCH Lajeado são 25,51 km.

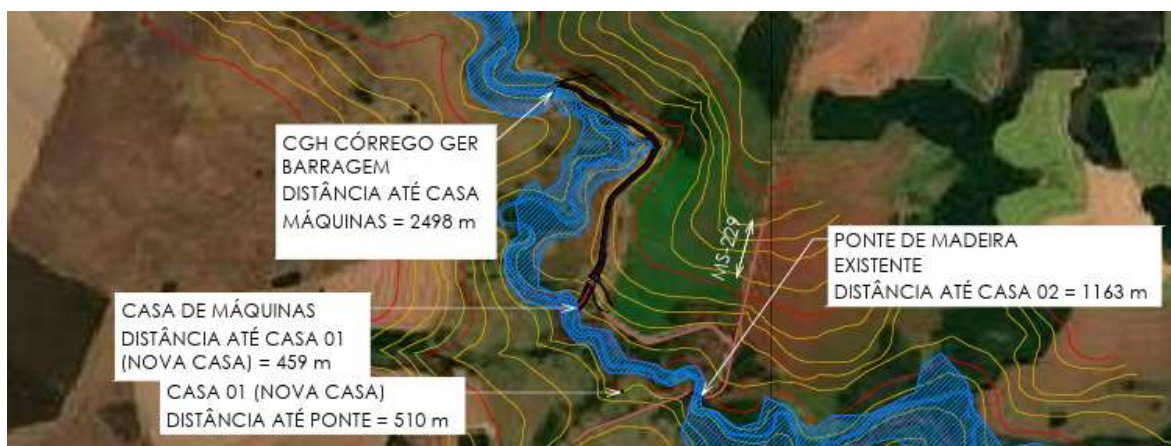


Figura 3 - Área de influência a jusante da barragem – a ponte municipal fica distante 3,467 km da Barragem da CGH Córrego Ger

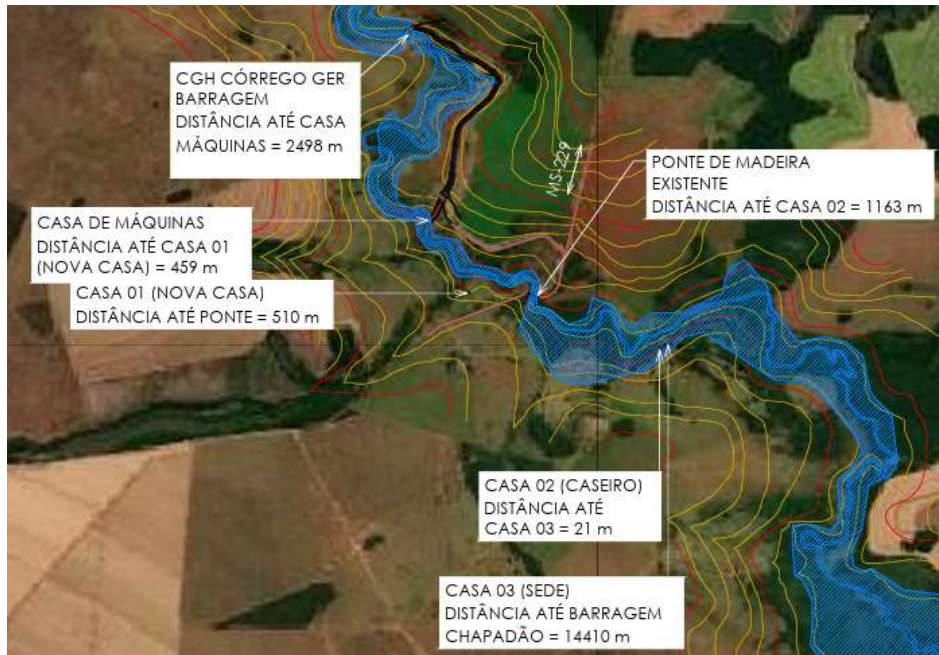


Figura 4 - Área de influência a jusante da Barragem da CGH Córrego Ger – localização das casas de moradores

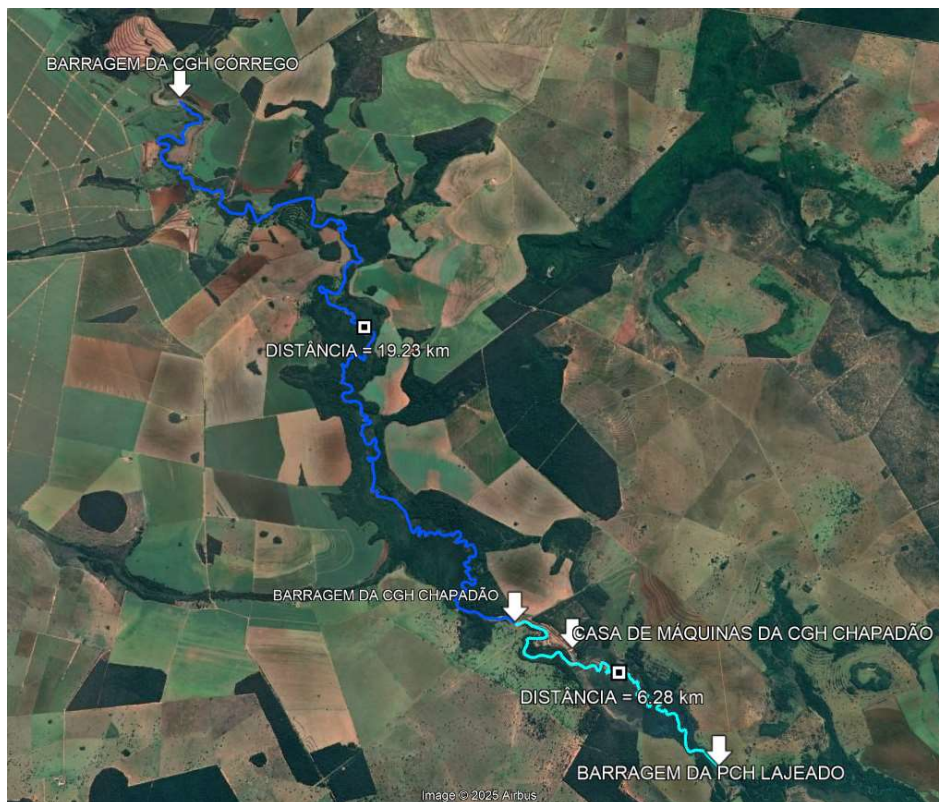


Figura 5 - Área de influência a jusante da Barragem – a Barragem da CGH Chapadão fica distante 19,23 km da barragem da CGH Córrego Ger.



Figura 6 - Área de influência a jusante da CGH – a Barragem da PCH Lajeado fica distante 25,51 km da barragem da CGH Córrego Ger.

5. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

Empresa.....	Hydroelétrica Córrego Ltda
Projeto.....	CGH Córrego Ger
Rio e quilômetro a partir da foz	Indaíá Grande km 155,10
Localização.....	Região Nordeste do Estado
Municípios Barragem.....	Chapadão do Sul/MS (Margem Direita e Esquerda)
Sub-Bacia.....	63
Bacia.....	6 – do Rio Paraná
Estado.....	Mato Grosso do Sul
Área de drenagem	840,00 km ²
Vazão média de longo termo Qmlt.....	19,84 m ³ /s
Vazão sanitária a ser permanentemente liberada	1,77 m ³ /s
Vazão Turbinada Total.....	24,15 m ³ /s
Nível de água Máximo de montante NAMmax (TR-10.000).....	592,20 m
Nível de água Normal de montante NAM.....	591,00 m
Nível de água Mínimo de montante NAMmin	591,00 m
Volume do reservatório.....	93.156,995 m ³

Volume útil associado.....	84.387.500 m ³
Área alagada	4,97 ha
Nível de água médio de montante (p/ cálculos energéticos).....	591,00 m
Nível de água normal de jusante NAJ (situação inicial).....	571,50 m
Queda bruta.....	19,50 m

Barragem e Vertedouro

Tipo	Gravidade em concreto convencional (fck=15 Mpa)
Ombreira direita	barragem em concreto convencional e solo compactado
Ombreira esquerda.....	Barragem, muro, descarga de fundo e tomada d'água
Trecho central.....	vertedouro soleira livre (tipo creager)
Paramentos da face.....	montante 0H:1V jusante 0,75H:1V
Altura máxima do bloco vertedouro.....	6,50 m
Altura máxima da barragem (descarga de fundo)	7,00 m
Altura das ombreiras em relação a crista do vertedouro	2,20 m
Borda livre mínima.....	1,00 m
Cota da crista do vertedouro.....	591,000
Vazão decamilar TR-10.000 anos.....	152,01 m ³ /s
Lâmina máxima sobre o vertedouro.....	1,20 m
Material de construção.....	Concreto Convencional fck= 15 Mpa
Comprimento total da crista do vertedouro Creager.....	75,00 m
Dispositivo para manutenção da vazão sanitária	orifício diâmetro (8x25cm)
Comporta descarga de fundo.....	01 unidade
Tipo de comporta.....	vagão
Dimensões.....	2,50m x 2,50m (L x H)

Tomada D'Água

Estrutura	concreto armado
Comportas	02 unid.
Tipo de comporta.....	vagão
Dimensões (passagem livre).....	2,50 m x 3,50 m (L x H)
Acionamento.....	talha elétrica
Quantidade de grade grossa.....	02 unid.
Seção livre da grade	2,50 m x 5,00 m (L x H)

Inclinação da grade	75°
Nível de água Max	592,20 m
Cota do piso de operação da comporta	593,20 m
Cota da soleira inferior da comporta	587,50 m
Altura de pressão máxima sobre a comporta	4,70 m

Canal adutor

Largura da base	5,00 m
Material de escavação	solo argilo-siltoso
Seção tipo	trapezoidal
Tipo revestimento	PEAD espessura= 1,5 mm
Nível de proteção (enchente)	592,20 m
Comprimento total	1.434,00 m
Velocidade média	0,80 m/s
Declividade do talude	1V:1H
Declividade média	0,75 m/km

Câmara de Carga

Comporta	02 unid.
Tipo de comporta	vagão
Dimensões (passagem livre)	2,50 m x 2,50 m (L x H)
Acionamento	pistão hidráulico
Quantidade de grade fina	01 unid.
Seção livre da grade	5,00 m x 8,00 m (L x H)
Inclinação da grade	75°
Nível de água Normal	591,000 m
Cota do piso de operação da comporta	592,500 m
Cota da soleira inferior da comporta	580,500 m
Altura de pressão máxima sobre a comporta	12,00 m

Conduto Forçado

Aço tipo	CO-SAR-COR
Quantidade	02 unid.
Diâmetro	2,35 m

Comprimento 23,00 m
Vazão de projeto por conduto..... 12,075 m³/s

Casa de Máquinas

TipoAbrigada
Material..... Concreto armado
Cota de proteção contra enchentes TR-10.000..... 576,00 m
Cota nível d'água normal..... 571,50 m
Cota nível d'água máximo (TR-10.000 anos)..... 574,01 m
Piso da sala de máquinas..... 571,12 m
Piso da sala de comando..... 576,00 m

Canal de Fuga

Tipo Escavado em solo e rocha
Vazão máxima turbinada 24,15 m³/s
Comprimento 120,00 m
Largura 13,00 m
Talude de escavação..... 1V:1 H
Cota nível d'água normal..... 571,500 m

6. CURVA COTA X ÁREA X VOLUME DA CGH

A curva cota-área-volume do aproveitamento foi levantada a partir de dados topográficos com curvas de nível de metro em metro. Esta curva, portanto, exprime com certa precisão os dados geométricos do reservatório. As figuras na sequência mostram o cálculo e o gráfico relativos à determinação da curva cota – área – volume para o reservatório considerado.

CURVA COTA - ÁREA - VOLUME DO RESERVATÓRIO			
CGH CÓRREGO			
Nível de água normal de montante (m)		591,000	
Nível de água mínimo de montante (m)		591,000	
Volume UTIL (N.A.normal) m ³		84.387,500	
Área alagada do reservatório (N.A.normal) km ²		0,0497	
Cota	Área	Volume total	Volume útil
m	km ²	m ³	m ³
586,19	0,0000	0,000	0,000
587,00	0,0034	1.368,495	0,000
588,00	0,0114	8.769,495	0,000
589,00	0,0217	25.338,495	0,000
590,00	0,0321	52.251,495	0,000
591,00	0,0497	93.156,995	84.387,500

Figura 7 – Resumo dados Curva Cota x Área x Volume

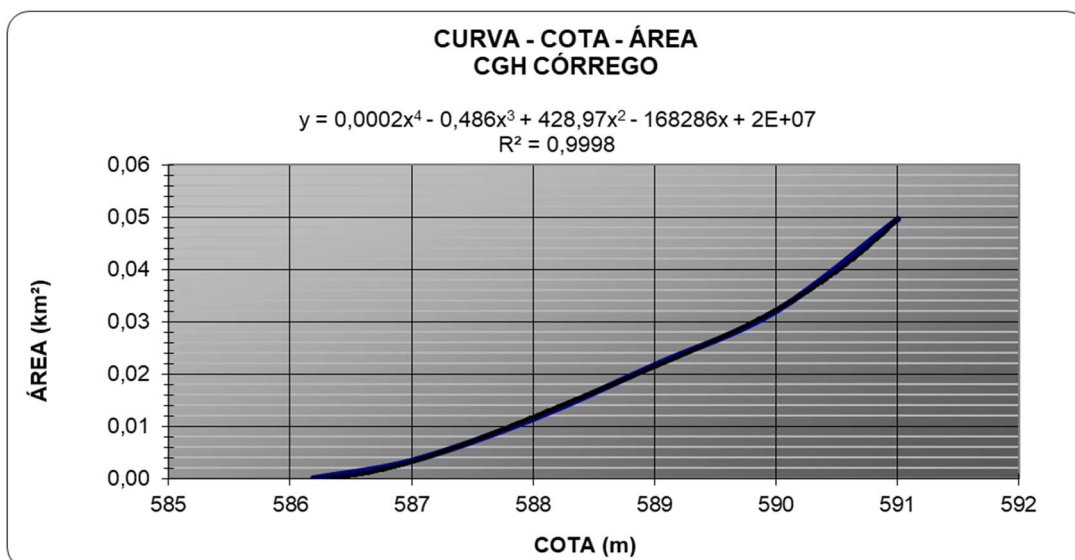


Figura 8 – Curva Cota x Área

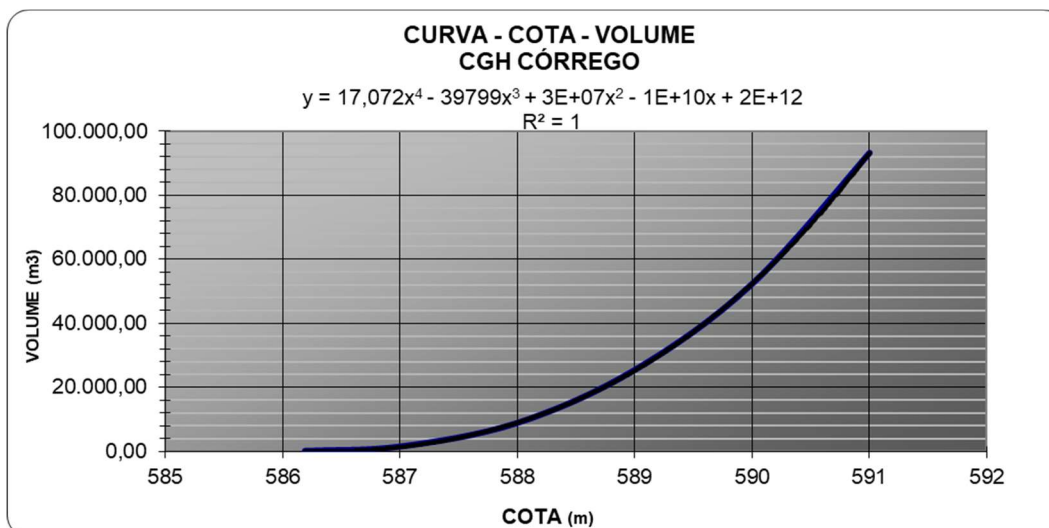


Figura 9 – Curva Cota x Volume

7. HIDROGRAMA DE CHEIAS

Os estudos hidrológicos realizados para a obtenção do Hidrograma de Cheias para os diferentes tempos de recorrência calculados em relação a área da bacia hidrográfica no eixo do barramento da CGH.

Para a definição do hidrograma foram utilizadas as vazões de cheia com base no estudo hidrológico atualizado em **outubro/2025** com dados oficiais da **Hidroweb/ANA** que indica a cheia com tempo de recorrência (TR) de 10.000 anos instantânea de 152,01 m³/s, conforme indicado na Figura 10.

Sendo que a barragem suporta a passagem de vazão extrema equivalente a 533,52 m³/s.

Vazões de Cheia CGH CÓRREGO GER		
MÉTODO DE GUMBEL		
TR	Q (m³/s)	Q _{inst} (m³/s)
2	44,81	60,27
10	59,34	79,81
50	72,08	96,94
100	77,47	104,19
500	89,91	120,92
1.000	95,26	128,12
10.000	113,03	152,01

Figura 10 – Vazões de Cheia CGH Córrego Ger (atualizado outubro/2025-Hidroweb/ANA)

8. CLASSIFICAÇÃO DE RISCO E MEDIDAS REPARADORAS

Todas as barragens podem ser classificadas quanto às conseqüências de uma ruptura potencial, onde devem ser considerados, entre outros pontos, os seguintes fatores: Existência de população a jusante, danos ao meio ambiente, danos à infraestrutura e danos materiais. A Eletrobrás preconiza a seguinte classificação de risco para barragens.

Conseqüência da Ruptura	Perda de Vidas Humanas	Econômico, Social e Ambiental
Muito Alta	Significativa	Dano Excessivo
Alta	Alguma	Dano Substancial
Baixa	Nenhuma	Dano Moderado
Muito Baixa	Nenhuma	Dano Mínimo

Figura 11 – Classificação de Risco da Barragem

No caso da CGH Córrego Ger, a mesma se enquadra como conseqüência da ruptura como **BAIXA**, possível perda de vidas humanas **ALGUMA e DANO MODERADO** considerando os fatores Econômico, Social e Ambiental.

As medidas corretivas devem ser executadas com devido registro em forma de relatório específico, registros fotográficos, gráficos e planilhas. Estes documentos devem descrever e detalhar a situação que caracterizou a necessidade da intervenção, processos realizados durante a intervenção e a situação após a conclusão das atividades. Este documento é de suma importância para o histórico da obra. Sempre quando uma medida corretiva tiver sido implementada, o acompanhamento da região deve ser intensificado até que o problema esteja solucionado e a condição de operação da estrutura volte a sua normalidade.

As barragens são classificadas pelos agentes fiscalizadores, por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume, com base em critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

A classificação por categoria de risco em alto, médio ou baixo será feita em função das características técnicas, do estado de conservação do empreendimento e do atendimento ao Plano de Segurança da Barragem.

A classificação por categoria de dano potencial associado à barragem em alto, médio ou baixo será feita em função do potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem.

O PAE estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência, bem como identificará os agentes a serem notificados dessa ocorrência.

A ocorrência de um fenômeno natural, geológico e hidrológico, podem ou não gerar perdas e danos, afetando a estrutura da CGH como um todo, inclusive com o registro de acidentes e de grandes prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

9. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

- **Acidente** = fato já ocorrido, onde foram registradas conseqüências sociais e econômicas (perdas e danos).
- **Evento** = fato já ocorrido, onde não foram registradas conseqüências sociais e econômicas relacionadas diretamente a ele.
- **Risco** = Possibilidade de ocorrência de um acidente.

10. RISCO ESTRUTURAL/GEOLÓGICO/HIDROLÓGICO

As situações de risco podem ser identificadas e representadas na forma de **risco atual** ou de **risco potencial**.

Em relação aos processos geológicos causadores de risco, as informações mais importantes devem estar contidos em mapas de implantação geral, fotografias tomadas em diversas épocas, além de sondagens direta do subsolo, relatório de obras civis executadas no passado e relatórios periódicos realizados.

Em relação as estruturas em concreto o Programa Periódico de Inspeção e Monitoramento, contempla todas as etapas de ações necessárias para garantir a estabilidade e funcionalidade da CGH. O risco hidrológico ocorre no caso de enchentes excepcionais o qual o empreendimento está sujeito.

11. LEVANTAMENTO DE DADOS

Durante a fase de levantamento de dados é importante organizar, em banco de dados digitais, os que já foram coletados, juntamente com os primeiros resultados de sua interpretação, de modo permitir o acesso rápido às informações e, dessa forma, garantir uma discussão permanente sobre os critérios de identificação do risco estrutural, hidrológico e/ou geológico.

A estrutura, o acesso e a saída deste banco de dados devem ser os mais simples possíveis, de preferência sob a forma de planilhas, de modo a viabilizar a sua consulta pôr parte de não especialistas.

12. MAPEAMENTO

12.1 Trabalho de Campo

Os trabalhos de campo se iniciam com um levantamento expedito da área de estudo, visando:

- ambientar a equipe técnica com os materiais geológicos presentes na área;
- avaliar a qualidade das informações obtidas com a interpretação das fotografias e cartas topográficas;
- explicar os objetivos dos trabalhos aos funcionários, visando a melhor operacionalidade dos trabalhos de campo e compatibilização de interesses.

12.2 Trabalho de Escritório

O resultado da etapa inicial de campo é a preparação de um mapa geológico-geotécnico expedito, no qual devem estar delimitadas as unidades com características homogêneas no que se refere ao potencial de ocorrência dos processos geológicos.

De posse do esboço deste mapa, define-se a escala de trabalho necessária à representação cartográfica dos processos geológicos causadores de risco e dos limites das áreas sujeitas às conseqüências destes processos.

12.3 Representação das Informações

Representação da informações diretamente relacionadas ao risco, que podem ser sintetizadas da seguinte maneira:

- reunião das informações sobre as áreas afetadas no passado por processos geológicos que tenham causado danos: descrevem-se as características dos materiais geológicos envolvidos, a extensão dos prejuízos acumulados e as medidas técnicas tomadas para redução das conseqüências dos acidentes. No caso de registro de ocorrência de mais de um processo geológico na área em estudo, estes devem ser discriminados e classificados corretamente;
- reunião das informações sobre os pontos, setores e/ou áreas sujeitos à ocorrência dos mesmos processos geológicos no presente e no futuro: descrevem-se o tipo de processo e o potencial de destruição imposto por ele, incluindo a localização geográfica, as características geométricas das feições geológico-geotécnicas, o número e a identificação das propriedades e pessoas ameaçadas;
- definição de um grau de risco de acidentes em cada ponto, setor ou área de risco;
- indicação de eventuais investigações complementares e de medidas adicionais para reduzir o risco: descrevem-se detalhadamente os estudos necessários ao adequado entendimento dos mecanismos de evolução dos processos geológicos ou recomenda-se uma solução mais apropriada para a redução das conseqüências de possíveis acidentes;

Na tabela seguinte, são apresentados os processos geológicos causadores de risco, associando-se às feições ou características normalmente relacionadas à sua ocorrência, as quais correspondem a aspectos elementares a serem observados durante os trabalhos de campo.

Processos	Principais Condições Predisponentes	Exemplos de intervenções desencadeadoras	Algumas feições de campo indicativas	Exemplos de danos possíveis
Escorregamentos	Encostas com inclinação elevada, depósito de tálus e coluviões, concentração do escoamento d'água de superfície e de subsuperfície, pluviometria média anual elevada	Eliminação da cobertura vegetal, cortes instabilizantes, aterro construído sem controle, transbordamento de água de canal adutor	Trincas no terreno, degraus de abatimento, árvores e muros inclinados ou tombados	Rompimento de canal adutor, tubulações, desestabilização de blocos, obstrução de canal adutor

Inundações e alagamentos	Alta densidade de drenagem da bacia, capacidade de escoamento ultrapassada, assoreamento	Eliminação da cobertura vegetal, estrangulamento da drenagem (impactos a montante)	Marcas de inundações em árvores, barrancos e construções, áreas úmidas ou com acúmulo de água mesmo sem chuvas, sedimentos atuais cobrindo o terreno original, solapamento de margens	Acúmulo de grande quantidade de resíduos, esforços adicionais nas paredes do canal adutor, parada da operação da PCH, extra vazamento do canal adutor
Erosão hídrica	Solos arenosos e siltosos pouco coesivos, inclinações acentuadas dos terrenos, concentração do escoamento d'água de superfície, chuvas intensas	Eliminação da cobertura vegetal, lançamento concentrado e não dissipado de águas de chuva, cortes e aterros não protegidos, caminhos e trilhas que concentram escoamento	Área de solo nu, solos sem horizontes superficiais, feições erosivas lineares (sulcos, ravinas), depósito de sedimentos à meia encosta, assoreamento de fundo de vales	Impactos diversos nos recursos hídricos
Subsidência por adensamento	Solo amolecido por infiltração de água		Inclinação e desnivelamento das estruturas e do terreno, trincas no terreno	Inutilização de construções devido a recalques ou rupturas, rompimento de canal adutor, vazamentos
Colapso de solos	Presença de solos que apresentam recalques importantes quando saturados e submetidos a sobrecargas	Obras que provocam a saturação dos solos de fundação, rompimento e/ou vazamentos	Idem acima, afundamentos e formação de cavidades	Idem acima
Expansão de terrenos	Presença de rochas e solos que apresentam	Cortes que eliminam camadas superficiais protetoras ou	Ondulações e trincas em pisos, trincas em	Instabilização de taludes, de fundações e de

	aumento de volume ao serem desconfinados e sob a ação da umidade, presença de argilominerais expansíveis	desconfinam o material, cortes que permitem a ação das intempéries.	paredes, material desagregando nas superfícies de cortes, rupturas em taludes muito suaves	cavidades subterrâneas, ruptura de pavimentos
--	--	---	--	---

Figura 12 – Processos geológicos causadores de risco mais freqüentes no Brasil

12.4 Representação cartográfica

A representação cartográfica do risco é uma etapa de escritório que deve respeitar o volume e a qualidade das informações coletadas nas fases de pesquisa bibliográfica, levantamento de dados e mapeamento de campo. Uma característica fundamental desta fase é buscar atender as exigências do pleno funcionamento da CGH.

A distribuição do risco geológico pode ser representada de duas maneiras:

- **Cadastramento de Risco** – no qual são plotados os pontos notáveis sujeitos a risco, com indicação do grau de risco, acompanhado da adequada documentação sobre processos e possíveis danos, representados em croquis esquemáticos e fotografias locais;
- **Zoneamento de Risco** – no qual são delimitadas as zonas homogêneas em relação ao grau de risco, estabelecendo tantas classes de áreas de risco quantas necessárias, levando-se em consideração a qualidade e a quantidade das informações coletadas.

13. CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA:

0 - Nenhum: não compromete a segurança da barragem, mas que pode ser entendida como descaso e má conservação.

1 - Atenção: não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo.

2 - Alerta: risco a segurança da barragem, devem ser tomadas providências para a eliminação do problema.

3 - Emergência: risco de ruptura iminente, situação fora de controle.

14. ANÁLISE DOS POTENCIAIS MODOS DE RUPTURA

Historicamente, as rupturas de barragem no Brasil estão relacionadas a dois fenômenos principais: overtopping e pipping. O Overtopping ou o galgamento de barragem são responsáveis por 35% dos acidentes em obras hidráulicas com reservatório, e o pipping, ou ruptura progressiva por 29%, conforme se verifica no gráfico abaixo. Registros de acidentes com menor incidência estão: percolação descontrolada pelo maciço (10%), atrasos no cronograma de obra (5%), fluxos não previstos em projeto (4%), trincas por deslocamento diferencial (4%), região de contato entre estruturas (4%), falha de compactação (4%), abalos sísmicos (3%) e outros fatores (3%).

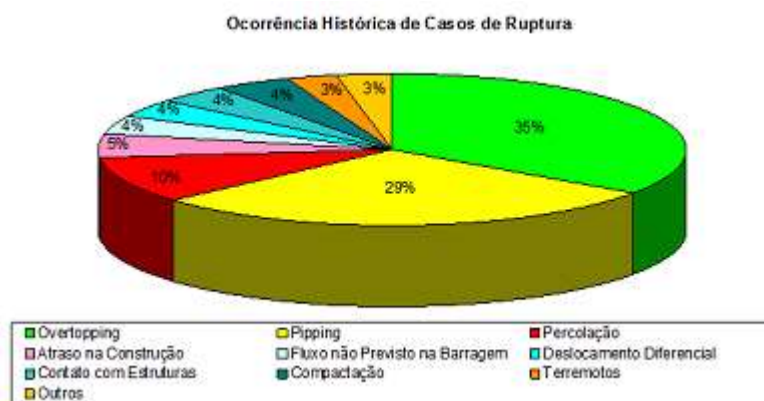


Figura 13 – Ocorrências históricas dos tipos de ruptura de barragens (fonte: ICOLD).

A ruptura por pipping, carreamento de partículas do maciço da barragem pelo fluxo descontrolado no sentido montante-jusante, está relacionada à falha (projeto ou construção) no sistema interno de drenagem, ou surgimento de trincas no barramento, que estabelecem um caminho preferencial de fluxo.

A ruptura por galgamento se dá pelo extravasamento não controlado sobre a barragem, devido à elevação do nível do reservatório em elevações superiores à cota de coroamento da barragem. Esta situação está relacionada ao dimensionamento inadequado das

estruturas de controle hidráulico (vertedouro, extravasores, etc.), falhas operativas, ou cheias naturais ou artificiais que superem a vazão de dimensionamento de projeto das estruturas hidráulicas.

A seguir são relacionados alguns dos eventos excepcionais que podem acarretar diretamente na redução dos coeficientes de segurança e, por conseguinte, na ruptura da barragem. Para cada um desses eventos é apresentada uma seqüência de etapas a serem seguidas na tentativa de estabilizar o fenômeno, e evitar a ruptura das instalações.

14.1 Abalos Sísmicos

Embora raro no Brasil, caso um tremor de terra com magnitude igual ou superior a 5 graus na escala Richter seja anunciado nas proximidades, ou o indivíduo responsável pela barragem tenha sentido tremores, dever-se-á:

- Efetuar imediatamente uma inspeção visual de toda a barragem e estruturas complementares;
- Se a barragem estiver rompendo, implementar imediatamente as instruções descritas no item de Ruptura em Progressão, do presente PAE;
- Se a barragem estiver danificada a ponto de acarretar em aumento de fluxo para jusante, implementar imediatamente os procedimentos descritos para Ruptura iminente, do presente PAE;
- Em outro caso, se ocorreu dano, mas este não é julgado sério o bastante para causar o rompimento da barragem, observar rapidamente a natureza, localização e extensão do dano, assim como o potencial de ruptura. Em seguida, entrar em contato com o projetista ou técnicos especializados para maiores instruções. Uma descrição das superfícies de deslizamentos, zonas úmidas, aumento ou surgimento de percolações ou subsidências, incluindo sua localização, extensão, taxa de subsidência, efeitos em estruturas próximas, fontes ou vazamentos, nível da água no reservatório, condições climáticas e outros fatores pertinentes será também importante;
- Caso não exista perigo iminente de ruptura da barragem, o proprietário deverá inspecionar detalhadamente o seguinte:

- a) Coroamento e ambos os taludes da barragem, por trincas, recalques ou infiltrações;
- b) Ombreiras, por possíveis deslocamentos;
- c) Drenos ou vazamentos, por alguma turbidez ou lama na água ou aumento de vazão;

- d) Estrutura do vertedouro para confirmar uma continuidade da operação em segurança;
- e) Casa de força, tomada d'água, câmara de carga e canal de adução;
- f) Áreas no reservatório e a jusante, por deslizamentos de terra;
- g) Outras estruturas complementares.

Relate todos os aspectos observados para o responsável pela operação da usina e todas as outras instituições contatadas anteriormente durante a emergência. Também se certifique de observar cuidadosamente a barragem nas próximas duas a quatro semanas já que alguns danos podem não aparecer imediatamente após o abalo.

14.2 Enchente Natural

O dimensionamento do vertedouro possui como critério de projeto o dimensionamento hidráulico da estrutura, para uma cheia de no mínimo TR=1.000 anos, verificada para uma cheia de TR=10.000 anos. No caso de um evento de cheia superior ao estimado no dimensionamento da estrutura, procedimentos especiais devem ser efetuados para assegurar vidas e propriedades a jusante. Se ocorrer uma elevação do nível da água no reservatório acima de 1,0 m da crista do vertedouro barragem, ou seja, deve-se contatar o responsável pela operação da usina imediatamente, relatando o seguinte:

- Elevação atual do nível do reservatório e borda livre [m];
- Taxa de elevação do nível do reservatório [m/hora];
- Condições climáticas – passado, presente e previsão (mínimo para os próximos 7 dias);
- Condições de descarga dos riachos e rios a jusante;
- Notificar os residentes a jusante sobre o aumento de vazão;
- Verificar o aumento/redução de percolação devido à variação do nível da água;
- Verificar trincas, abatimentos, umedecimentos, deslizamentos ou outros sinais de perigo próximos às ombreiras ou crista.

14.3 Enchente Artificial

Uma enchente artificial pode ser caracterizada por uma onda de cheia criada pela ruptura ou vertimento excessivo da usina logo a jusante ou a montante da CGH.

14.4 Erosões, Abatimentos e Trincamentos Significativos na Barragem ou Ombreiras

Caso se observe algum tipo de erosão, abatimento ou trincamento na barragem e ombreiras, determinar a localização, dimensão da área afetada (altura, largura e profundidade), severidade, estimativa de descarga, turbidez da água de percolação e os níveis de água no reservatório e na região a jusante. Se uma ruptura parecer provável, implementar imediatamente os procedimentos de Ruptura Iminente, caso contrário, contatar o responsável pela operação para instruções.

14.5 Deslizamentos de Taludes Naturais

Todo deslizamento de taludes na região de montante (área do reservatório e imediações do barramento) que tenham potencial para deslocar rapidamente volumes de água, pode gerar grandes ondas no reservatório e o conseqüente overtopping da barragem.

Todos os deslizamentos devem ser relatados ao responsável pela operação da usina. Entretanto, antes, é importante determinar a localização, extensão, causa provável, grau de efeito na operação, probabilidade de movimentos adicionais da área afetada e outras áreas de deslizamento, desenvolvimentos de novas áreas e outros fatores considerados relevantes. Novamente, registros fotográficos são importantes.

14.6 Falha na Operação da Usina

No caso de vertedouro controlado, a adequada operação das comportas, obedecendo ao manual de operação determinado pelo projetista é fundamental. Na ocorrência de cheias, sejam elas naturais ou artificiais, o operador da usina deve estar atento à operação do seu vertedouro. No caso da CGH Córrego Ger, como o vertedouro é do tipo soleira livre, este ponto precisa de atenção especial por parte do empreendedor quando atingir a máxima calculada.

Entretanto, a correta operação das comportas da tomada água, câmara de carga e sua estrutura de controle, bem como das turbinas e geradores, também são de fundamental importância para evitar um acidente nas instalações da usina.

14.7 Falta de Manutenção

A falta de manutenção nos equipamentos e estruturas das usinas hidrelétricas ocasionam falhas operativas e criam situações de risco ao empreendimento. É de fundamental importância que os equipamentos da usina estejam em perfeito funcionamento, e os planos de manutenção devem ser obedecidos. Especial atenção deve ser dada aos seguintes equipamentos:

- Comportas;
- Grades;
- Conduto forçado;
- Talhas e pontes rolantes;
- Sistemas Auxiliares Elétricos e Mecânicos;
- Turbina;
- Geradores;
- Válvula borboleta;
- Estruturas civis: barragem, vertedouro, tomada d'água, canal de adução, Câmara de carga, apoios dos condutos, casa de força e canal de fuga.

15. RUPTURA DA BARRAGEM

No presente Plano de Ação foram mostradas alguns eventos e situações que podem por em risco a integridade da barragem, bem como quando uma ruptura pode estar se desenvolvendo.

15.1 Ruptura em Desenvolvimento Lento

Caso uma ruptura em desenvolvimento lento ou situação não usual esteja ocorrendo, onde a ruptura não seja iminente, mas possa ocorrer se nenhuma ação corretiva for efetivada, o encarregado deverá:

- Contatar a projetista ou profissional técnico especializado para uma inspeção da barragem;
- Verificar, durante estes contatos, se existe alguma ação imediata que possa ser tomada para reduzir o risco de ruptura previamente à inspeção;
- Caso a situação torne-se mais grave, antecipar a visita dos técnicos o mais brevemente possível.

15.2 Ruptura em Progressão

Caso uma ruptura esteja em progressão, a evacuação da área de inundação a jusante deve ser iniciada imediatamente de acordo com os passos a seguir:

- Notificar os órgãos responsáveis para que as pessoas imediatamente a jusante sejam avisadas a respeito da ruptura;
- Coordenar esforços com outras instituições e proprietários de barragens no mesmo rio para reduzir os efeitos da onda de cheia;
- Contatar a projetista ou profissional técnico especializado para uma inspeção da barragem, o mais rapidamente possível.

15.3 Ruptura Iminente

Caso a ruptura de uma barragem seja iminente, mas não tenha iniciado ainda, os seguintes passos devem ser seguidos imediatamente:

- Notificar os órgãos responsáveis para que as pessoas imediatamente a jusante sejam avisadas a respeito da ruptura;
- Coordenar esforços com outras instituições e proprietários de barragens no mesmo rio para reduzir os efeitos da onda de cheia;
- Contatar a projetista ou profissional técnico especializado para uma inspeção da barragem, o mais rapidamente possível.
- Tomar ações imediatas no sentido de interromper o fenômeno.

16. PLANOS PREVENTIVOS

Os planos preventivos podem ser desenvolvidos em 04 fases: elaboração, implantação, operação e acompanhamento/avaliação.

16.1 Fase de Elaboração

É constituída pela reunião das informações técnico-científicas indispensáveis à formulação do plano de prevenção, englobando:

- estudo dos condicionantes do processo;
- definição do modelo;
- identificação das áreas de risco;
- análise do risco (graus de risco e priorização);

- definição do período de operação do plano preventivo;
- definição dos critérios técnicos de deflagração de ações preventivas;
- estabelecimento do sistema de acompanhamento de parâmetros técnicos;
- definição do conjunto de ações e medidas preventivas a ser implantados;
- definição de ações correspondentes a atendimentos de emergências.

16.2 Fase de Implantação

Caracteriza-se pela definição do sistema operacional dos planos preventivos, correspondendo às seguintes atividades:

- estabelecimento dos procedimentos operacionais;
- definição de atribuições e responsabilidades;
- definição do sistema de comunicação;
- definição do sistema de informação e da participação da equipe operacional;
- treinamento e divulgação.

16.3 Fase de Operação de Emergência e Acompanhamento

Engloba operação e o acompanhamento técnico dos planos preventivos, caracterizando-se pela efetivação das ações preestabelecidas. O momento adequado para a implantação de cada ação preventiva é determinado pelo contínuo acompanhamento e pela análise dos parâmetros técnicos, anteriormente definidos em função das características particulares de cada processo geológico.

As condições de emergência em potencial devem ser identificadas e listadas, juntamente com os parâmetros e restrições de operação recomendada.

As instruções devem detalhar a capacidade de vazão das estruturas e o correspondente nível d'água, listar as áreas de riscos a jusante e as vazões pelas quais elas serão afetadas e fornecer detalhes com relação aos sistemas de advertência, bem como, aos sistemas de energia primária e de segurança.

Devem ser estabelecidos procedimentos para o controle da descarga no caso de se desenvolver uma fissura ou brecha em potencial, e qualquer esvaziamento de emergência do reservatório.

Os procedimentos e considerações gerais devem ser resumidos tais como qualquer instrução especial para a operação do vertedouro e sobre o esvaziamento do reservatório. Esses procedimentos deverão incluir limitações no enchimento ou no esvaziamento do reservatório e as implicações quanto ao aumento do fluxo a jusante (erosões possíveis, danos ao meio ambiente, danos a edificações, etc).

16.4 A fase de Avaliação

É composta pela identificação de eventuais falhas na fundamentação técnica, na estrutura ou no sistema operacional. Assim, a avaliação permite definir a necessidade de ajustes e aprimoramentos que venham a sanar eventuais problemas no plano preventivo.

17. PLANEJAMENTO PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Para que os resultados dos atendimentos de emergência sejam satisfatórios, é necessário que haja um planejamento das atividades a serem desenvolvidas. Desta forma, o planejamento para situações de emergência deve englobar procedimentos que favoreçam a realização das atividades técnicas necessárias que, em última instância, visam tornar mínima a possibilidade de ampliação das conseqüências técnicas e econômicas.

Quanto a ocorrências de acidentes estruturais/geológicos, os aspectos que devem ser considerados no planejamento de situações de emergência:

- implantar medidas preventivas (fundamentadas em dados técnicos), visando evitar que as conseqüências do acidente se ampliem, caso novas manifestações ocorram;
- informar as equipes operacionais correta e adequadamente, quanto à possibilidade de novas ocorrências;
- estruturar de maneira adequada as equipes envolvidas nos trabalhos de emergência. A falta de atenção quanto a este aspecto pode prejudicar acentuadamente a obtenção de resultados satisfatórios.
- Considerar, adequadamente, os aspectos técnicos necessários às operações de recuperação da área sinistrada, de maneira a garantir um trabalho rápido e eficiente;
- Identificar as causas, buscando um laudo técnico elaborado por profissional experiente.

18. ETAPAS DOS ATENDIMENTOS EMERGENCIAIS

As principais atividades a serem desenvolvidas em atendimentos emergenciais, quando da ocorrência de acidentes, podem ser agrupadas nas seguintes etapas:

1ª. Etapa – Comunicação : na ocorrência de acidentes com vítimas, providenciar assistência do Corpo de Bombeiros e/ou Ambulância. Qualquer incidente deverá ser comunicado a administração da CGH, para providências cabíveis.

2ª. Etapa – Diagnóstico : em geral, realizado sob a forma de um croqui, baseada principalmente em observações de campo, complementada com informes e relatos de testemunhas se houverem, contendo a localização, a extensão, danos causados, área atingida, verificar as estruturas envolvidas e/ou afetadas etc.

3ª. Etapa – Proposições técnicas: a formulação de propostas deve estar fundamentada nos resultados da etapa anterior, especialmente quanto à natureza e à velocidade de implantação das medidas corretivas (quais providências imediatas).

4ª. Etapa – Estruturação das equipes: é importante que as equipes de trabalho sejam estruturadas em grupos que devem responder por tarefas específicas. Os principais grupos de trabalho necessários para o bom desempenho das atividades, são:

- vistorias de campo e acompanhamento técnico (no qual se incluem profissionais de Engenharia);
- desobstrução de vias de acesso;

5ª. Etapa – Recuperação da área afetada: em geral inicia-se imediatamente após a fase de atendimento emergencial, corresponde à realização de estudos técnicos em nível de detalhe suficiente para recuperar a área sinistrada.

19. INFORMAÇÕES E TREINAMENTO

A adoção das medidas de prevenção de acidentes somente apresenta resultados satisfatórios com a efetivação de ações de informações e treinamento.

A elaboração e distribuição de manuais técnicos (destinados as equipes operacionais) são mecanismos de comprovada eficiência, aplicando-se também cursos práticos aos envolvidos na operação da CGH.

20. RESPONSABILIDADES

20.1 Proprietário da Usina

A CGH Córrego Ger pertence à empresa Hidroelétrica Córrego Ltda e os deveres da proprietária da barragem são, mas não se limitam a:

- Advertir os operadores da usina e equipe de manutenção sobre a importância do PAE;
- Garantir que todos os funcionários e operadores da usina estejam treinados e aptos para seguir este PAE;
- Estabelecer uma forma de comunicação fácil e rápida entre os envolvidos neste PAE, a fim de se garantir rapidez e eficiência em uma operação de emergência.

20.2 Notificações

A pessoa autorizada a notificar as autoridades estaduais e locais é o Diretor de Operação e Manutenção, Sr. Alessandro Illich. No entanto em determinadas circunstâncias, como quando a ruptura é iminente ou já ocorreu, a responsabilidade pelas notificações pode ser delegada aos operadores da usina/barragem.

As autoridades estaduais e locais a serem notificadas em ordem de prioridade, são:

1. Defesa Civil de Chapadão do Sul/Cassilândia e do Mato Grosso do Sul
2. Corpo de Bombeiros de Chapadão do Sul e Cassilândia
3. Prefeitura Municipal de Chapadão do Sul e Cassilândia
4. Polícia Civil / Militar de Chapadão do Sul e Cassilândia

A divulgação para os moradores das regiões a jusante da barragem, bem como a população do município adjacente a barragem e a jusante pode ser feita através de algum meio de comunicação de massa, por exemplo, uma rádio local.

A jusante da barragem da CGH Córrego Ger existem 02 (duas) casas que poderão ser atingidas no caso de ruptura hipotética da barragem, entretanto, em situações de emergência é fundamental alertar a população. Uma onda de cheia gera um aumento muito rápido do nível do rio e é capaz de causar danos a qualquer pessoa que esteja por algum motivo perto das margens do rio. O volume armazenado da barragem se dissipa em no máximo 25 km.

Os operadores farão imediatamente a comunicação de eventos relacionado a vazões extremas e ou anormalidade aos 02 (dois) moradores localizados a jusante da barragem da CGH Córrego Ger, conforme os contatos abaixo relacionados/cadastrados:

- Casa 01 (proprietário) – não é atingida pela mancha de inundação – Antonio Leite – fone/WhatsApp - (65) 9927-9060
- Casa 02 (arrendatário) – atingida pela mancha de inundação – Odair Welter – fone/WhatsApp (67) 99967-9947 / Jussara (67) 9826-0264
- Casa 03 (proprietário) – atingida pela mancha de inundação - José Ari Castilho Detoni – fone/WhatsApp (67) 99967-0570

Sendo que a Casa 02 e Casa 03 são as passíveis de serem atingidas nos eventos extremos de cheias do rio Indaiá Grande.

20.3 Fluxograma de Notificações

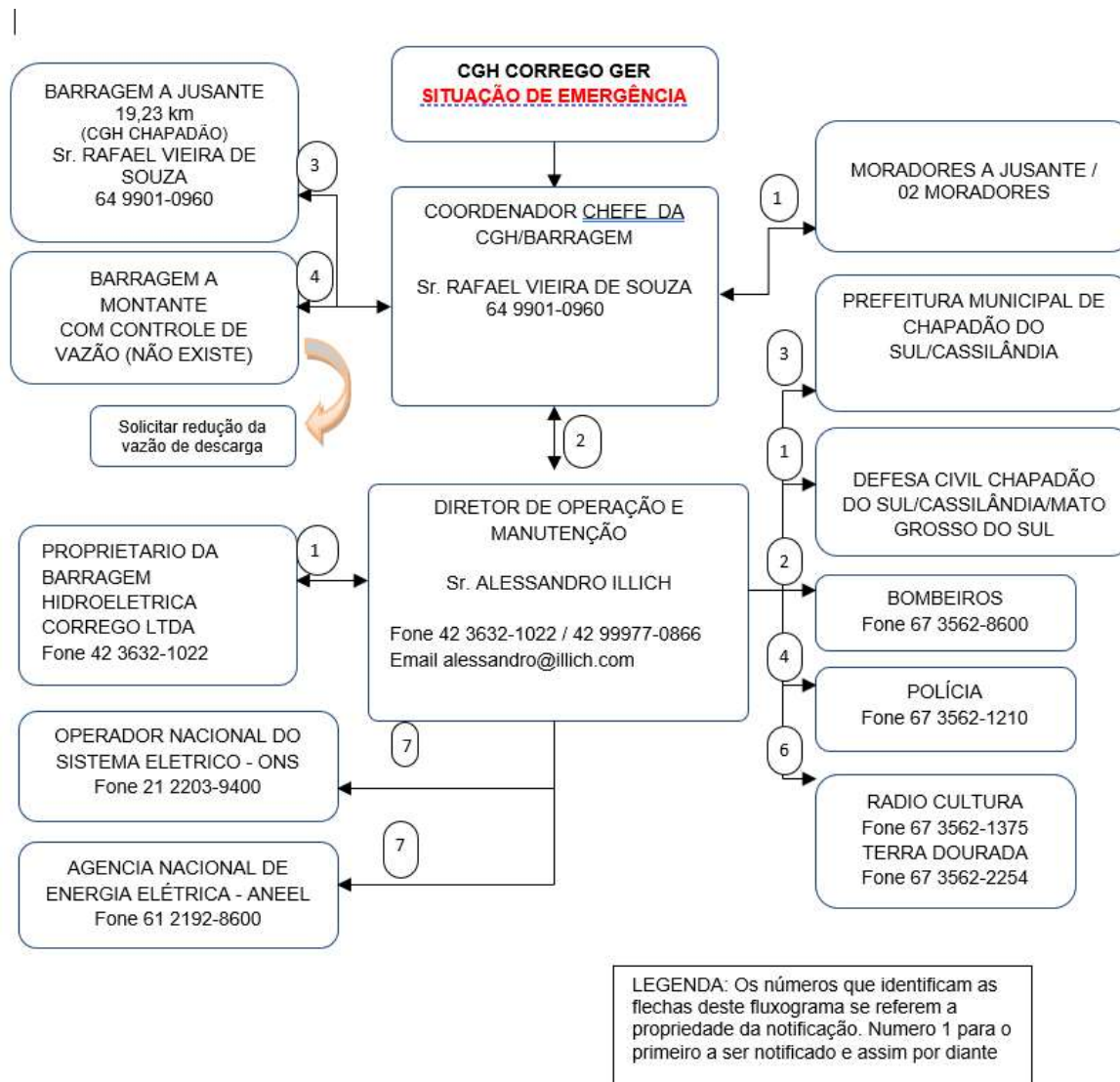


Figura 14 – Fluxograma de Notificações

Defesa Civil do Estado do Mato Grosso do Sul

Telefone: (67) 99607-1525

E-mail: cepdec@defesacivil.ms.gov.br

Telefones Úteis Chapadão do Sul

- COP – Centro de Operações da Prefeitura – (67) 99909-3186

- Secretaria de Governo / Gabinete – (67) 3562-5607

- Bombeiros – (67) 3562-8600

Telefones Úteis Cassilândia

- Defesa Civil – fone 199 – Corpo de Bombeiros fone 193

- Prefeitura Municipal de Cassilândia – (67) 92000-7398 / (67) 3596-2046

- Bombeiros – (67) 99223-5271

20.4 Evacuação

O planejamento de evacuação é de responsabilidade das autoridades locais, e não do proprietário da usina, que deve somente notificar os órgãos competentes. O Proprietário da usina não deve assumir, ou usurpar a responsabilidade de entidades governamentais para a evacuação de pessoas.

O procedimento de evacuação deve ser coordenado com as autoridades públicas apropriadas diante de uma situação de emergência.

20.5 Determinação de uma Situação de Emergência

A pessoa responsável por determinar uma situação de emergência pode ser identificada pelo pessoal de operação da usina. É fundamental que essa pessoa esteja treinada e apta a fazer o serviço de inspeção e que tenha facilidade em comunicação com o responsável pelas notificações.

21. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS, TÃO LOGO IDENTIFICADAS SITUAÇÕES EMERGÊNCIAIS

Ações preventivas devem ser iniciadas de maneira apropriada, para prevenir a ruptura ou para limitar danos onde a ruptura for inevitável.

Neste item serão descritas as providências a serem tomadas nas diversas situações, para as quais os sistemas de comunicação deverão ser operados continuamente, 24h por dia, 7 dias por semana. Os operadores e demais responsáveis deverão poder ser encontrados em qualquer tempo. As demais entidades envolvidas também devem manter a capacidade de mobilização.

As condições de operação do reservatório serão monitoradas diretamente pela equipe da operação da Usina, continuamente, 24h por dia, 7 dias por semana.

As condições das estruturas do barramento e dos vertedouros também serão monitoradas através de inspeções: rotineiras e/ou remotas pela equipe da Usina, programadas pela equipe de inspeção e de emergências.

Os níveis de segurança e de Risco de Ruptura serão classificadas como:

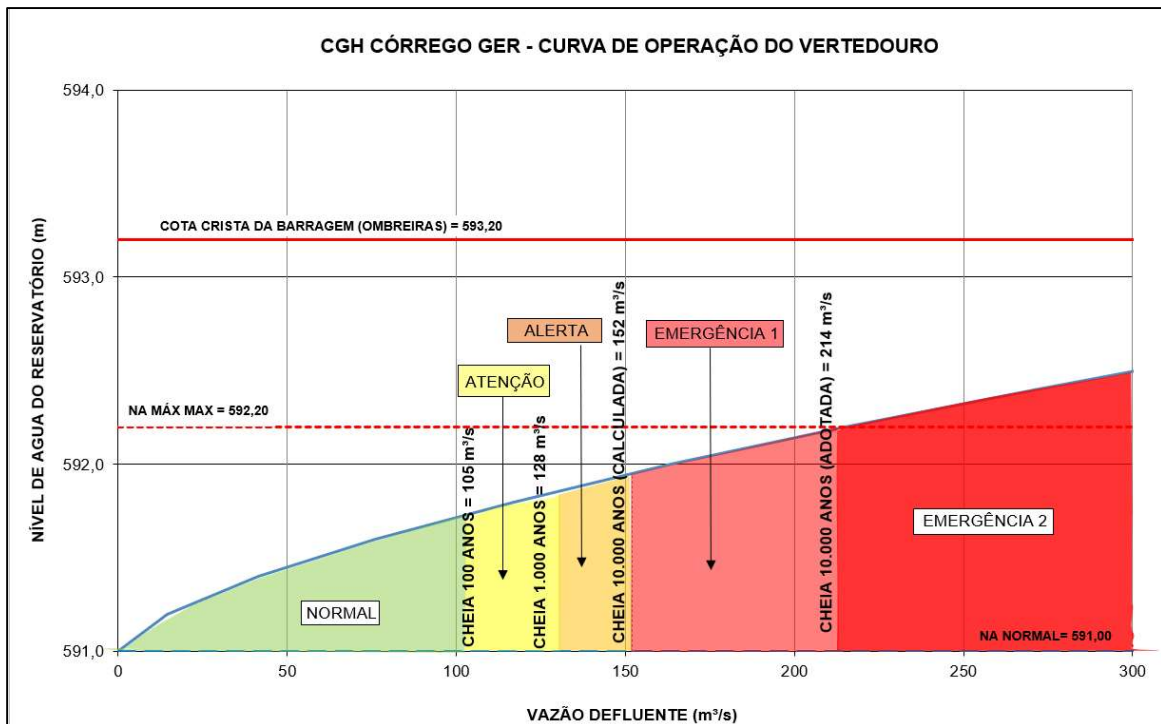


Figura 15 - Curva de Descarga do Vertedouro

Situação Normal (VERDE)

VERTIMENTOS até 105 m³/s (TR 100 ANOS)		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Realizar inspeção regular/rotineira no barramento e vertedouro buscando observar alguma anomalia na estrutura.	Operação
3	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser	Coordenador PAE

	acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	
--	---	--

Figura 16 – Ações de resposta (Normal)

Situação Atenção (AMARELO)

VERTIMENTOS de 105 até 128 m ³ /s – TR até 1.000 ANOS		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Avaliar Instrumentação da Barragem, valores de referência para condição do instrumento.	Resp. Seg. Barragem e/ou consultor externo
3	Realizar inspeção rotineira (equipe interna de segurança da Barragem) no barramento e nível do barramento buscando observar alguma anomalia na estrutura que necessite reparo.	Operação
4	Aviso aos agentes externos da condição de enchente na ZAS, podendo ocorrer aumento de acordo com previsão pluviométrica. Possibilidade de alagamento da ponte de jusante	Coordenador PAE
5	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Coordenador PAE

Figura 17 – Ações de resposta (Atenção)

Situação de Alerta (LARANJA)

VERTIMENTOS de 128 até 152 m ³ /s – TR entre 1.000 e 10.000 anos (calculada)		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Avaliar Instrumentação da Barragem, valores de referência para condição do instrumento.	Resp. Seg. Barragem e/ou consultor externo
3	Realizar inspeção rotineira (equipe interna de segurança da Barragem) no barramento e nível do barramento buscando observar alguma anomalia na estrutura que necessite reparo.	Operação
4	Cheia - Aviso aos agentes externos (defesa civil, corpo bombeiros e prefeituras) da condição de enchente com alagamento na ZAS para que mesmo possam retirar a população das áreas de alague, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas (Mapas de Inundação TR 10.000 anos.)	Coordenador PAE
5	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Coordenador PAE
6	Após a condição de enchente (TR entre 1.000 e 10.000 anos) deverá ser realizada uma inspeção rotineira completa no barramento e no vertedouro para verificar as condições gerais da estrutura civil.	Resp. Seg. Barragem e equipe de segurança da Barragem

Figura 18 – Ações de resposta (Alerta)

Situação de Emergência 1 (VERMELHO CLARO)

VERTIMENTOS de 152 até 214 m³/s Nível do reservatório chegando a cota 592,20 m		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Avaliar Instrumentação da Barragem, valores de referência para condição do instrumento.	Resp. Seg. Barragem e/ou consultor externo
3	Realizar inspeção rotineira (equipe interna de segurança da Barragem) no barramento e nível do barramento buscando observar alguma anomalia na estrutura que necessite reparo.	Operação
4	Acionar sistema de alerta da ZAS conforme Plano de Comunicação	Coordenador PAE
5	Cheia - Aviso aos agentes externos (defesa civil, corpo bombeiros e prefeituras) da condição de enchente com alagamento na ZAS para que mesmo possam retirar a interditar ponte municipal e retirar moradores, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas (Mapas de Inundação TR 10.000 anos.)	Coordenador PAE
6	Abrir máquinas de modo aumentar capacidade de descarga e modo baixar nível do reservatório	Operação
7	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Coordenador PAE
8	Após a condição de enchente (TR 10.000 anos) deverá ser realizada uma inspeção especial no barramento e no vertedouro para verificar as condições gerais da estrutura civil.	Resp. Seg. Barragem/ equipe de segurança da Barragem e/ou consultor externo

Figura 19 – Ações de resposta (Emergência 1)

Situação de Emergência 2 (VERMELHO ESCURO)

RUPTURA PRESTES A OCORRER, OCORRENDO OU ACABOU DE OCORRER COM QUALQUER CONDIÇÃO HIDROLÓGICA (Nível do reservatório chegando a cota 593,20 m)		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Acionar sistema de alerta da ZAS conforme Plano de Comunicação	Coordenador PAE
2	Nesta situação a operadora deverá comunicar a defesa civil para a retirada da população atingida de jusante. Os Mapas de Inundação com Dam Break para os diversos tempos de recorrência devem servir de orientação para a retirada da população. Sempre com a maior antecedência possível. Utilizar mapas de rompimento TR 10.000 anos.	Coordenador PAE

Figura 20 – Ações de resposta (Emergência 2)

NAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA 2 DEVERÃO SER AVISADOS E RETIRADOS TODOS OS ATINGIDOS DE JUSANTE BUSCANDO A SEGURANÇA DOS ATINGIDOS. A RETIRADA SE DARÁ PELOS AGENTES EXTERNOS (DEFESA CIVIL, CORPO DE BOMBEIROS, POLÍCIA MILITAR, ETC).

22. QUADRO DE RESPOSTAS A POSSÍVEIS CONDIÇÕES DE EMERGÊNCIA

Nível de Segurança	SITUAÇÕES (PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS)																				
NORMAL	<p>Quando não houver anomalias ou contingências, ou as que existem não comprometem a segurança da barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ou reparadas ao longo do tempo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probabilidade de acidente muito baixa; - Corresponde a ações de monitoramento rotineiro previstas no PSB; - São situações estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo e que podem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante; - Podem ser controladas pelo Empreendedor. 																				
ATENÇÃO	<p>Quando as anomalias ou contingências não comprometem a segurança da barragem no curto prazo, mas exigem intensificação de monitoramento, controle ou reparo no médio ou longo prazos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probabilidade de acidente baixa; - Plano de Segurança da Barragem – revisão do monitoramento rotineiro e realização de estudos e/ou ações corretivas de anomalias programadas ao longo do tempo e que não comprometem a segurança estrutural no curto prazo; - A situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; - Existe a convicção de ser possível controlar a situação. 																				
ALERTA	<p>Quando as anomalias ou contingências representam risco à <u>segurança da barragem</u>, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obriga um estado de prontidão na barragem onde serão necessárias as medidas preventivas e corretivas previstas e os recursos disponíveis para evitar um acidente; - Comunica-se a Defesa Civil sobre a situação; - Probabilidade de acidente moderada; - Espera-se que ações a serem tomadas evitem a ruptura, mas pode sair do controle; - Eventual rebaixamento do reservatório (depende da avaliação técnica) – envolvendo coordenação com os demais empreendedores de barragens da cascata; - Existe a possibilidade de a situação se agravar, com potenciais efeitos perigosos no vale a jusante; - Deve ser avaliada a necessidade de acionamento do PAE. 																				
EMERGÊNCIA (RUPTURA)	<p>Quando as anomalias ou contingências representam risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ocorrência Excepcional</th> <th>Situação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Galgamento das Estruturas de Terra ou Terra e Enrocamento</td> <td>A água do reservatório está vertendo sobre a crista da barragem.</td> </tr> <tr> <td>Surgência, Erosão interna ou <i>Pijão</i></td> <td>Surgências (afioramento de água) de grande dimensão, erosão interna ou <i>pijão</i> em evolução no corpo ou no pé da barragem.</td> </tr> <tr> <td><i>Sinkhole</i> ou Subsidência</td> <td>Subsídências aumentando rapidamente.</td> </tr> <tr> <td>Movimentação de Taludes</td> <td>Escorregamentos rápidos ou repentinos dos taludes</td> </tr> <tr> <td>Terremotos ou Sismos</td> <td>Terremoto ou sismo que resultou em uma descarga incontrolável de água do reservatório.</td> </tr> <tr> <td>Tombamentos de Blocos de Concreto</td> <td>Blocos de concreto da barragem ou estruturas associadas, tombando ou tombados.</td> </tr> <tr> <td>Brechas</td> <td>Brecha aberta ou em formação no corpo da barragem ou ombreiras.</td> </tr> <tr> <td>Ameaças à Segurança</td> <td>Bomba detonada que possa resultar em danos a barragens ou estruturas associadas.</td> </tr> <tr> <td>Sabotagem ou Vandalismo</td> <td>Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água.</td> </tr> </tbody> </table>	Ocorrência Excepcional	Situação	Galgamento das Estruturas de Terra ou Terra e Enrocamento	A água do reservatório está vertendo sobre a crista da barragem.	Surgência, Erosão interna ou <i>Pijão</i>	Surgências (afioramento de água) de grande dimensão, erosão interna ou <i>pijão</i> em evolução no corpo ou no pé da barragem.	<i>Sinkhole</i> ou Subsidência	Subsídências aumentando rapidamente.	Movimentação de Taludes	Escorregamentos rápidos ou repentinos dos taludes	Terremotos ou Sismos	Terremoto ou sismo que resultou em uma descarga incontrolável de água do reservatório.	Tombamentos de Blocos de Concreto	Blocos de concreto da barragem ou estruturas associadas, tombando ou tombados.	Brechas	Brecha aberta ou em formação no corpo da barragem ou ombreiras.	Ameaças à Segurança	Bomba detonada que possa resultar em danos a barragens ou estruturas associadas.	Sabotagem ou Vandalismo	Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água.
Ocorrência Excepcional	Situação																				
Galgamento das Estruturas de Terra ou Terra e Enrocamento	A água do reservatório está vertendo sobre a crista da barragem.																				
Surgência, Erosão interna ou <i>Pijão</i>	Surgências (afioramento de água) de grande dimensão, erosão interna ou <i>pijão</i> em evolução no corpo ou no pé da barragem.																				
<i>Sinkhole</i> ou Subsidência	Subsídências aumentando rapidamente.																				
Movimentação de Taludes	Escorregamentos rápidos ou repentinos dos taludes																				
Terremotos ou Sismos	Terremoto ou sismo que resultou em uma descarga incontrolável de água do reservatório.																				
Tombamentos de Blocos de Concreto	Blocos de concreto da barragem ou estruturas associadas, tombando ou tombados.																				
Brechas	Brecha aberta ou em formação no corpo da barragem ou ombreiras.																				
Ameaças à Segurança	Bomba detonada que possa resultar em danos a barragens ou estruturas associadas.																				
Sabotagem ou Vandalismo	Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água.																				

Figura 21 – Caracterização dos Níveis de Segurança

Ocorrência		Consequências	Nível de Segurança
Vertedouro		Falta de dados de observação sensor nível	Verde
		Resultados anômalos da leitura do sensor de nível.	
Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	Trincas (não documentadas)	Trincas estáveis, documentadas e monitoradas.	Verde
		Trincas superficiais	Amarelo
		Presença de trincas transversais e longitudinais profundas que não se estabilizam, passantes ou não de montante para jusante, com percolação de água ou não.	
	Surgências com águas turvas e carreamento de materiais	Surgência de água próxima à barragem, nos taludes ou ombreiras: - Não documentada e/ou não monitorada; - Com carreamento de materiais de origem desconhecida; - Aumento das infiltrações com o tempo; - Água saindo com pressão.	Laranja
	Vazamentos	Vazamentos não documentados e considerados controláveis. Vazamentos elevados com erosão interna em andamento.	
Cheias	Nível	Nível d'água acima do MÁXIMO MAXIMORUM.	Laranja
	Equipamentos	Extravadores inoperantes no período chuvoso.	
	Galgamento da barragem iniciado	Possibilidade de rebaixamento do nível d'água através da abertura dos extravasores.	Vermelho
Galgamento em andamento e descarga de fundo aberta			
Falha dos sistemas de alerta e de aviso	Período seco	Impossibilidade de notificação interna no empreendimento.	Verde
		Impossibilidade de aviso externo à população.	Amarelo
	Período chuvoso	Impossibilidade de notificação interna no empreendimento.	Laranja
		Impossibilidade de aviso externo à população.	
Ruptura da Barragem		- Tombamento da barragem; - Abertura de brecha na estrutura com descarga incontrolável de água. - Colapso completo da estrutura	Vermelho

Figura 22 – Definição do nível de segurança para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas

23. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS

Ações de prevenção são tomadas para evitar um incidente ou para ajudar a reduzir os efeitos do mesmo. Existem vários tipos de ações que devem ser consideradas. A seguir são abordadas cada uma destas ações.

As ações preventivas e corretivas devem ser tomadas em primeiro lugar pelos operadores da CGH e equipe de manutenção e operação e posteriormente aos demais responsáveis técnicos.

23.1 Vigilância

Conforme descrito neste plano de segurança, existe uma metodologia de inspeção, classificação e de medidas reparadoras para as estruturas da CGH que deve ser seguida a fim de se evitar situações de risco.

23.2 Queda de Energia

Em caso de uma queda de energia, a usina esta equipada com geradores. Durante o período da noite, as principais estruturas da usina devem estar iluminadas e os sistemas de comunicação operantes.

23.3 Acesso ao Local da Usina

A descrição do acesso a usina deve ser bem descrito as autoridades locais e estaduais. Dentro do perímetro da usina as estruturas devem estar bem sinalizadas.

23.4 Contato em Feriados e Finais de Semana

O proprietário deve estabelecer com clareza os contatos dos responsáveis, em finais de semana e feriados.

23.5 Condições Atmosféricas Adversas

As condições atmosféricas da bacia hidrográfica do rio Indaiá Grande devem ser atualizadas todo dia pelos operadores da usina. A CGH Córrego não possui sistema de controle de descarga, sua barragem é do tipo soleira livre (sem controle) e a elevação da água sobre a crista do vertedouro deverá ser observada e monitorada.

23.6 Suprimentos de Emergência

A usina deve ter estocado materiais para reparos de emergência (areia, brita, cimento, rocha, entre outros). Além disso, é importante identificar uma empresa local que forneça mão de obra especializada e equipamento para os serviços de reparo.

24. ESTUDO DE ROMPIMENTO – DAM BREAK

O objetivo geral deste trabalho é o estudo da inundação e propagação da onda de cheia decorrente do rompimento hipotético de parte da barragem.

São objetivos específicos deste trabalho:

- Estudo hidráulico e hidrodinâmicos simplificados do rompimento de uma barragem;
- Estimar as vazões máximas do rio em que se localiza a barragem;
- Aplicar um modelo hidráulico para a situação do rompimento da barragem;
- Elaborar um mapa da área de influência no trecho à jusante da barragem, para avaliar se benfeitorias serão atingidas.
- Focar as ações de emergência nos pontos mais críticos e vulneráveis e onde houver risco de pessoas a serem atingidas na hipótese de acidente com o barramento.

25. MAPEAMENTO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

Os trabalhos de campo se iniciaram com um levantamento expedito da área de estudo, visando identificar com a ajuda do Google earth benfeitorias (casa de moradores, galpões), pontes, localizados a jusante da barragem, com o objetivo de verificar se estas benfeitorias seriam atingidas ou não numa simulação hipotética de rompimento de barragem com a onda de propagação das águas contidas no reservatório.

O resultado da etapa inicial de campo foi a identificação e cadastro das benfeitorias que chamamos de área de influência a jusante da barragem da CGH Córrego Ger.

26. BASE CARTOGRÁFICA UTILIZADA PARA DEFINIÇÃO MANCHA DE INUNDAÇÃO

Os dados topográficos obtidos foram manipulados para serem combinados na elaboração de um modelo único para entrada no modelo HEC-RAS. O programa utilizado neste caso

foi o AutoCAD Civil 3D, utilizando dados de elevação na forma de curva de nível, obtidas já digitalizadas em plataforma CAD.

Para a região da barragem foram utilizadas curvas de nível do projeto executivo da CGH Córrego.

Para a região entre a barragem e a jusante do barramento foi utilizada a restituição estereofotogramétrica digital na escala 1:5.000 elaborada com curvas de nível eqüidistantes de 5 em 5 metros, executada por Joaquim Antonio Duran Salomão, este material foi utilizado para a elaboração do estudo de inventário hidrelétrico apresentado para a ANEEL do rio Indaiá Grande.

Como na época da elaboração dos estudos, as diretrizes para elaboração de serviços de cartografia e topografia vigentes previam como obrigatório para inventários hidrelétricos simplificados a elaboração de restituição com fotos aéreas disponíveis, com escalas não inferiores a 1:60.000, foram usadas as fotos disponíveis.

Para a execução dos trabalhos foram utilizadas fotografias aéreas da cobertura aerofotogramétrica na escala de 1:60.000 do ano de 1965 da AST/USAF, com seus pares de fotos 39858 à 39861, 38125 à 38129, 43050 à 43054, 43173 à 43176 e 36277 à 36280.

Dados técnicos da cobertura aerofotogramétrica utilizada:

- Escala aproximada das fotos: 1: 60.000;
- Superposição longitudinal: 60%;
- Superposição lateral: 20%;
- Distância focal nominal: 152 mm.

A manipulação dos dados partiu da transformação das propriedades das curvas de nível na região da barragem no software AutoCAD Civil 3D, de forma que estas poderiam ser posteriormente reconhecidas pelo software HEC-RAS, onde seria feita a simulação hidrodinâmica. Estas modificações consistiram basicamente da mudança de tipo de linha em que as curvas se encontravam, de spline para polyline, passando a se comportar de outra forma no que se trata de suas propriedades e aplicações, e a inserção de elevações nas propriedades das curvas, uma vez que estas apresentavam a elevação apenas na forma de legenda, não podendo ser reconhecida na formação automática de uma

superfície. Nas curvas de nível do restante da região não foram necessárias as modificações citadas anteriormente, apenas a exclusão das curvas que se apresentavam contidas na região onde já se possuíam dados mais detalhados. De posse das curvas de nível manipuladas e organizadas para a região de interesse, foi gerada uma superfície fiel às elevações atribuídas às curvas, com o auxílio de uma ferramenta específica do AutoCAD Civil 3D.

O HEC-RAS trabalha a topografia em seu programa na forma de seções de interesse para a região dos cursos d'água, e o método utilizado pelo Autocad Civil 3D para a criação destas seções a partir da superfície são as "simple lines", atreladas ao rio (na forma de alignment) e à superfície. Estes componentes foram traçados de modo que pudessem representar corretamente no modelo hidrodinâmico do rio e as seções a serem trabalhadas.

Com o auxílio da ferramenta própria para exportação de dados do AutoCAD Civil 3D para o HEC-RAS, selecionando os elementos específicos, foi criado um arquivo em formato SIG possibilitando a leitura da topografia pelo software de modelagem hidrodinâmica.

27. SOFTWARE E MODELAÇÃO MATEMÁTICA (APLICAÇÃO DO MODELO HEC-RAS)

O HEC - Hydrologic Engineer Center (Centro de Engenharia Hidrológica) parte do USACE – U.S. Army Corps of Engineers (Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos) desenvolveu o software de modelagem hidráulica unidimensional HEC-RAS – River Analysis System (Sistema de Análise de Rios), podendo ser usado também para a modelagem da ruptura de uma barragem e propagação da onda de cheia. O programa é disponibilizado gratuitamente para download em www.hec.usace.army.mil, juntamente com outros programas do Centro. O HEC-RAS é um software de sistema integrado, projetado para uso interativo em um ambiente de rede de múltiplas tarefas e múltiplos usuários. O sistema é constituído de uma interface gráfica do usuário, separando componentes de análise hidráulica, armazenamento de dados, ferramentas de gerenciamento, gráficos e formas de apresentação (USACE, 2010). O software contém quatro componentes de análise unidimensional, sendo eles (U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS, 2010):

- cálculo de perfis e superfícies de água em regime permanente;

- simulação em regime não permanente;
- cálculo de limites móveis de transporte de sedimentos;
- e análise de qualidade da água.

Os tipos de escoamento simulados, por sua vez, são (GRACIOSA, 2010): permanente uniforme, permanente gradualmente variado e não permanente. Segundo Lauriano, et al (2010), “atualmente, o HEC-RAS vem sendo empregado em casos práticos, já que sua versão mais atual possui um módulo que permite a simulação de ruptura e a modelagem de escoamento não-permanente”. Este módulo citado é possível de ser empregado apenas com escoamento simulado em regime não permanente, o qual é regido pelas leis da conservação de massa e o princípio da conservação do momento (U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS, 2010). Para uma abordagem unidimensional, as equações de Saint-Venant para equação da conservação de massa e conservação 37 da quantidade de movimento podem ser representadas pelas equações matemáticas [2] e [3], respectivamente (LAURIANO, 2010). [2] [3] Onde: t é a variável independente relativa ao tempo [s]; x é a variável independente relativa à direção do escoamento [m]; V é a velocidade média do escoamento [m/s]; g é a aceleração da gravidade [m/s²]; h é a espessura da lâmina líquida [m]; S_0 é a declividade média da calha fluvial ou do fundo do canal [m/m]; e S_f é a declividade da linha de energia [m/m].

Foi realizada a modelagem hidrodinâmica por meio do software HEC-RAS versão 6.0. No presente estudo, todos os cálculos tiveram por base o escoamento com regime não permanente, com o qual o software oferece a opção da modelagem do rompimento de estruturas hidráulicas. A perda de energia é calculada pela equação de Manning. Por meio da equação de conservação da energia são determinadas as velocidades e profundidades do escoamento para cada uma das seções transversais.

O primeiro passo na utilização do software foi a importação dos dados topográficos na seção Geometry Data, seguido da inserção da barragem em seu devido ponto no rio, de forma fiel a seus atributos observados nos projetos estruturais, e utilizando-se das modificações necessárias na seção para isso.

Com base nas vazões máximas determinadas, foi criado um cenário de cheia para o momento do rompimento hipotético da barragem. Para a simulação em regime não-

permanente foi utilizada a seção “unsteady flow” do software, atribuindo valores iniciais de escoamento e condições para as seções limite do modelo, na forma de hidrograma projetado para o período em que ocorreria a simulação do rompimento da barragem. A condição inicial para o escoamento foi a de total preenchimento do reservatório. Com todo o cenário topográfico e hidrológico inserido no modelo, foi suposto um plano de rompimento para a estrutura, levando em conta recomendações do User’s Manual (USACE, 2010b). Na plataforma do HEC-RAS Dam Breach Data, foram inseridos dados como forma e dimensões do rompimento proposto e quando e de que forma este se daria. Foi suposto um rompimento de progressão linear ao longo de sua duração, e não foi considerado o reparo dos danos à barragem.

28. ESTRUTURA PREVISTO RUPTURA/ CENÁRIOS DE RUPTURA ESTUDADOS

A estrutura do barramento que julgamos mais suscetível hipoteticamente de haver galgamento e efeito piping é a ombreira da margem direita que é composta de solo compactado com enrocamento de pedras, as demais estruturas são de concreto e assentadas em rocha sã. Mas para evitar estas hipóteses a cota de proteção está 1,00 m acima da cota de cheia correspondente a TR-10.000.

29. TAMANHO DE FORMA DA BRECHA/TEMPO DE ABERTURA

Os parâmetros de formação da brecha de ruptura, inseridos no modelo HEC-RAS, são a geometria da brecha, tempo de desenvolvimento e os coeficientes hidráulicos necessários à quantificação das vazões geradas pela seção transversal da brecha.

HEC (2010) e USACE (2014) colocam que o módulo de formação de brecha de ruptura do modelo HEC-RAS permite modos de ruptura por galgamento, piping ou colapso instantâneo.

Tendo em vista que a barragem da CGH Córrego Ger é de Concreto tendo a ombreira direita em solo compacto com enrocamento de rocha, os processos de ruptura hipotética da barragem podem ser deflagrados por colapso estrutural, ou por rompimento junto a ombreira direita.

Baseado no tipo de material de construção da barragem, USACE (2014) sugere o emprego da como norteador na adoção dos valores dos coeficientes de descarga associados ao corpo do barramento e ao *colapso*.

Coeficientes de descarga

Tipo de barragem	Coeficiente de vazão da brecha	Coeficiente de descarga para o piping
Barragem de argila ou núcleo de argila	1,44 – 1,82	0,5 – 0,6
Barragem de enrocamento	1,44 – 1,66	0,5 – 0,6
Concreto (gravidade)	1,44 – 1,66	0,5 – 0,6

Adaptado de USACE (2014).

O presente trabalho considera a representação da brecha através dos parâmetros de largura, altura e declividade de abertura do prisma (H:V). Este conceito, de tratar a brecha como uma forma prismática, é uma simplificação utilizada para representá-la numericamente em modelos numéricos como HEC-RAS.

A figura a seguir ilustra os parâmetros de forma da brecha de ruptura, bem como sua representação no modelo numérico conceitual.

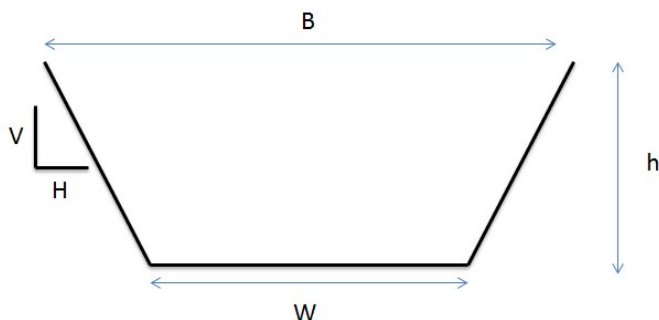


Figura 23 – Representação dos parâmetros de forma da brecha de ruptura

Schaefer (1992) coloca que a representação numérica do rompimento hipotético de uma barragem de concreto ou elementos mecânicos da barragem, tal como comportas, constituem um procedimento de baixa complexidade. Neste caso, a ruptura hipotética de uma barragem de concreto ou de um elemento rígido é analisada de forma instantânea.

Os valores recomendados para os parâmetros de forma geométrica e **tempo de formação das brechas de ruptura**, para barragem, encontra-se exposto na tabela a seguir:

Faixas e possíveis valores para caracterização da brecha

Tipo de barragem	Largura média da brecha (Bm)	Componente horizontal da declividade lateral da brecha (H:V)	Tempo de formação da brecha (tf) [h]	Agência (EUA)
Terra/Enrocamento	(0,5 até 3,0) x hd (1,0 até 5,0) x hd (2,0 até 5,0) x hd (0,5 até 5,0) x hd*	0 até 1,0 0 até 1,0 0 até 1,0 (maior) 0 até 1,0	0,5 até 4,0 0,1 até 1,0 0,1 até 1,0 0,1 até 4,0*	USACE (1980) FERC NWS USACE (2007)
Concreto (Gravidade)	Múltiplos blocos Típico < 0,5 L Típico < 0,5 L Múltiplos blocos	Vertical Vertical Vertical Vertical	0,1 até 0,5 0,1 até 0,3 0,1 até 0,2 0,1 até 0,5	USACE (1980) FERC NWS USACE (2007)

Adaptado de USACE (2014).

***Nota:** Barragens com grande volume de água armazenado, e que tenham grande extensão de crista, continuarão erodindo por longos períodos, podendo apresentar maiores larguras e tempos de formação da brecha. h_d = altura da barragem; L = largura de crista da barragem.

30. MAPA DE INUNDAÇÃO PARA ANÁLISE DE RISCO

A mancha de inundação foi trabalhada em conjunto nos softwares HEC-RAS com o autocad Civil 3D, onde foi possível a preparação de dados geométricos para importação e processamento dos resultados obtidos em simulação do HEC-RAS. Foi escolhida a exportação da mancha de inundação em um momento mais crítico após o rompimento da barragem, onde o alagamento de áreas ocupadas à jusante foi mais expressivo, sendo possível a opção também por outros momentos da simulação se fosse esse o interesse. A exportação foi feita por ferramenta específica do HEC-RAS que permite serem selecionados os momentos da simulação, variáveis e trechos do rio (no caso, apenas uma variável – superfície de água, apenas um momento da simulação e apenas um trecho do rio – o rio principal). Foi também importado no Autocad Civil 3D a mesma topografia utilizada para inserção no HEC-RAS, possibilitando o processamento da mancha de inundação em terreno digital. Exportação da mancha gerado no HEC-RAS na extensão “shape file”, para o autocad Civil 3D, com geração de um polígono da mancha de inundação

num momento mais crítico, visando sua visualização no software livre Google Earth, para sobreposição da mancha de inundação em imagem de satélite.

Para a simulação de rompimento hipotética será adotada a recorrência de 10.000 anos considerando o pico instantâneo.

31. DETALHAMENTO DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

A zona de autossalvamento – ZAS é o 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.

Está área foi definida e está localizada entre a barragem da CGH Córrego Ger e a Barragem da CGH Chapadão que corresponde a um trecho de 19,23 km. Área estimada da ZAS de 15,4 km².

Na zona de autossalvamento existe 03 propriedades cadastradas:

- Casa 01 (proprietário) – não é atingida pela mancha de inundação – Antonio Leite – fone/WhatsApp - (65) 9927-9060
- Casa 02 (arrendatário) – **atingida pela mancha de inundação** – Odair Welter – fone/WhatsApp (67) 99967-9947 / Jussara (67) 9826-0264
- Casa 03 (proprietário) – **atingida pela mancha de inundação** - José Ari Castilho Detoni – fone/WhatsApp (67) 99967-0570

Sendo que a Casa 02 e Casa 03 são as passíveis de serem atingidas nos eventos extremos de cheias do rio Indaiá Grande independente de ruptura hipotética da barragem da CGH Córrego Ger.

32. DETALHAMENTO DA ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)

A zona de segurança secundária – ZSS é o trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS, compreende o trecho a jusante da barragem da CGH Chapadão até o canal de fuga da PCH Lajeado, trecho que corresponde a 25,51 km.

Área estimada da ZAS de 12,80 km².

Neste trecho não foram identificadas casa e ou benfeitorias de moradores.

As estruturas de barragem e casa de máquinas das CGH Chapadão e PCH Lajeado que estão localizadas a jusante tem cotas de proteção para absorver cheias e ruptura hipotética da barragem da CGH Corrego Ger.

33. SEGMENTO DE AMORTECIMENTO DA ONDA DE CHEIA

“§ 5º A área de abrangência dos estudos de que trata o § 2º deverá se estender até o amortecimento da cheia associada **ou até o reservatório da usina hidrelétrica imediatamente a jusante, o que ocorrer primeiro**”, neste caso o amortecimento de cheia ocorre a jusante na barragem da CGH Chapadão que está localizado a 19,23 km.

34. CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS DE CONTORNO PARA TIPO DE RUPTURA

Para as condições de contorno para os tipos de ruptura foi considerada a pior situação que é a ocorrência da vazão de cheia (extrema) correspondente a tempo de recorrência TR-10.000 anos, que extrapola a vazão média do rio e é a pior condição para ocorrência de sinistros.

35. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE

A identificação das áreas atingidas é executada com a apresentação do mapa de inundação, que indica as áreas inundadas com as alturas máximas atingidas pela onda de enchente, permitindo a separação da zona atingida da não atingida.

Foram elaborados mapas e tabelas do comportamento hidrodinâmico da cheia.

Resolução Normativa nº 1064 de 2023 da ANEEL no Art. 6 estabelece:

§ 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.**

PLANO DE AÇÃO DE EMERGENCIA – PAE - rev 02 DEZ/2025 ↗

§ 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.

§ 4º O estudo de que trata o § 2º deverá indicar a metodologia e software adotados e os critérios, premissas e parâmetros utilizados para a elaboração do mapa de inundação, com a indicação do nível de precisão do levantamento topográfico, os tempos estimados da onda de impacto a jusante, e seu risco hidrodinâmico.

§ 5º A área de abrangência dos estudos de que trata o § 2º deverá se estender até o amortecimento da cheia associada **ou até o reservatório da usina hidrelétrica imediatamente a jusante (CGH Chapadão), o que ocorrer primeiro.**

No estudo de rompimento da Barragem da CGH Córrego Ger, foi identificado os seguintes cenários possíveis de acidente ou desastres, conforme descrito itens a seguir:

35.1 Cenário de não Rompimento – Simulação 1

Foram verificadas a partir de simulações no HEC-RAS 6.5, a manchas de inundação de jusante formada a partir da passagem de onda de cheia máxima e com tempo de recorrência TR-10.000 anos.

Resultado da Simulação 1

- Todas as estruturas analisadas suportam a vazão de cheia extrema na TR-10.000 anos e possuem bordas livre conforme recomendação técnicas pertinentes;
- Existe edificações de terceiros localizada abaixo da barragem da CGH Córrego Ger até a barragem da CGH Chapadão, a casa de máquinas da CGH Chapadão que foi dimensionada para a cota de cheia simulada.

ÁREA DE INFLUÊNCIA À JUSANTE DA BARRAGEM CGH CÓRREGO GER - SIMULAÇÃO 01				
Estrutura	Distância em relação Barragem CGH CÓRREGO GER (m)	Vazão de Projeto (m³/s)	N.A. Máximo TR10.000 (m)	Cota de Proteção (m)
CGH CÓRREGO GER - BARRAGEM	0	152,01	591,98	593,20
CGH CÓRREGO GER - CASA DE MÁQUINAS	2498		574,01	576,00
CASA 01 (NOVA CASA)	2957	153,13	570,12	580,00
PONTE DE MADEIRA	3467	153,38	569,52	573,50
CASA 02	4630	153,67	568,93	566,45
CASA 03	4651	153,68	568,92	566,74
CGH CHAPADÃO - BARRAGEM	19230	161,18	554,90	556,20
CGH CHAPADÃO - C. DE MÁQUINAS	21068		536,68	539,12
PCH LAJEADO - BARRAGEM	25510	251,00	533,21	535,25

Figura 24 – Resultado da Simulação 1(Comportamento hidrodinâmico da cheia)

35.2 Cenário de Rompimento – Simulação 2

Para a realização da simulação 2, assumiu-se a hipótese de colapso da barragem da CGH Córrego Ger (Dam break) localizada a montante, ocorrendo assim no reservatório o acréscimo da vazão incremental somada a vazão de cheia com tempo de recorrência TR-10.000 anos. Essa premissa foi adotada visando gerar um cenário desfavorável.

Desse modo, as condições gerais adotadas para o cenário de rompimento da barragem (dam-break) são:

- Vazão máxima de Cheia conforme tempo de retorno no pico máximo do hidrograma TR-10.000;
- Verificação se a barragem da CGH Chapadão absorve o rompimento da barragem da CGH Córrego Ger localizada a montante.

Resultado da Simulação 2

- A barragem da CGH Chapadão absorve a mancha de inundação hipotética gerada pela ruptura da barragem da CGH Córrego Ger localizada a montante, apresentando borda livre de 19 cm;
- A casa de máquinas da CGH Chapadão apresenta cota de proteção acima da mancha de inundação de 197 cm;
- Existem 02 (duas) edificações próximas e abaixo do reservatório na margem direita que poderão ser atingidas;

- A Ponte municipal é atingida mas as águas não passam por cima do estrado de rolamento da ponte;
- Ver Desenhos – Mancha de Inundação – Simulação 2
- A barragem da PCH Lajeado absorve a simulação 2 com borda livre de 52 cm.

ÁREA DE INFLUÊNCIA À JUSANTE DA BARRAGEM CGH CÓRREGO GER - SIMULAÇÃO 01					SIMULAÇÃO 2 - ROMPIMENTO HIPOTÉTICO DA BARRAGEM DA CGH CÓRREGO GER					
Estrutura	Distância em relação Barragem CGH CÓRREGO GER (m)	Vazão de Projeto (m³/s)	N.A. Máximo TR10.000 (m)	Cota de Proteção (m)	N.A. Máximo Rompimento	Altura Máx. da Onda acima do N.A. MÁX existente (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	Velocidade Máx (m/s)
					Dam Break					
CGH CÓRREGO GER - BARRAGEM	0	152,01	591,98	593,20	593,08	1,10	0:00	0:13	2:00	2,57
CGH CÓRREGO GER - CASA DE MÁQUINAS	2498		574,01	576,00	574,75	0,74	0:05	0:25	2:00	2,53
CASA 01 (NOVA CASA)	2957	153,13	570,12	580,00	572,25	2,13	0:06	0:27	2:05	2,43
PONTE DE MADEIRA	3467	153,38	569,52	573,50	571,44	1,92	0:07	0:30	2:10	2,39
CASA 02	4630	153,67	568,93	566,45	571,27	2,34	0:08	0:31	2:20	2,10
CASA 03	4651	153,68	568,92	566,74	571,27	2,35	0:08	0:31	2:20	2,09
CGH CHAPADÃO - BARRAGEM	19230	161,18	554,90	556,20	556,01	1,11	0:11	0:50	2:50	1,77
CGH CHAPADÃO - C. DE MÁQUINAS	21068		536,68	539,12	537,15	0,47	0:11	0:50	2:50	1,18
PCH LAJEADO - BARRAGEM	25510		533,21	535,25	534,73	1,52	0:16	1:20	3:00	0,75

Figura 25 – Resultado da Simulação 2 (Comportamento hidrodinâmico da cheia)

Os resultados fornecidos pelo modelo hidrodinâmico HEC-RAS foram expressos de diferentes formas, nos mais diversos pontos do trecho trabalhado do rio. Após a realização da simulação programada para os fatores estabelecidos de vazões e rompimento da estrutura, foi possível visualizar o nível d'água nos pontos vulneráveis, considerando o rompimento na ocorrência da máxima vazão de cheia TR-10.000 anos instantânea e no momento mais crítico.

A vazão máxima no rio Indaiá Grande transposta para o eixo da CGH Córrego Ger registrada no ano 2014 foi 73,74 m³/s, e segundo moradores não afetou as casas.

A vazão simulada na TR-10.000 anos instantânea é igual a 152,01 m³/s.

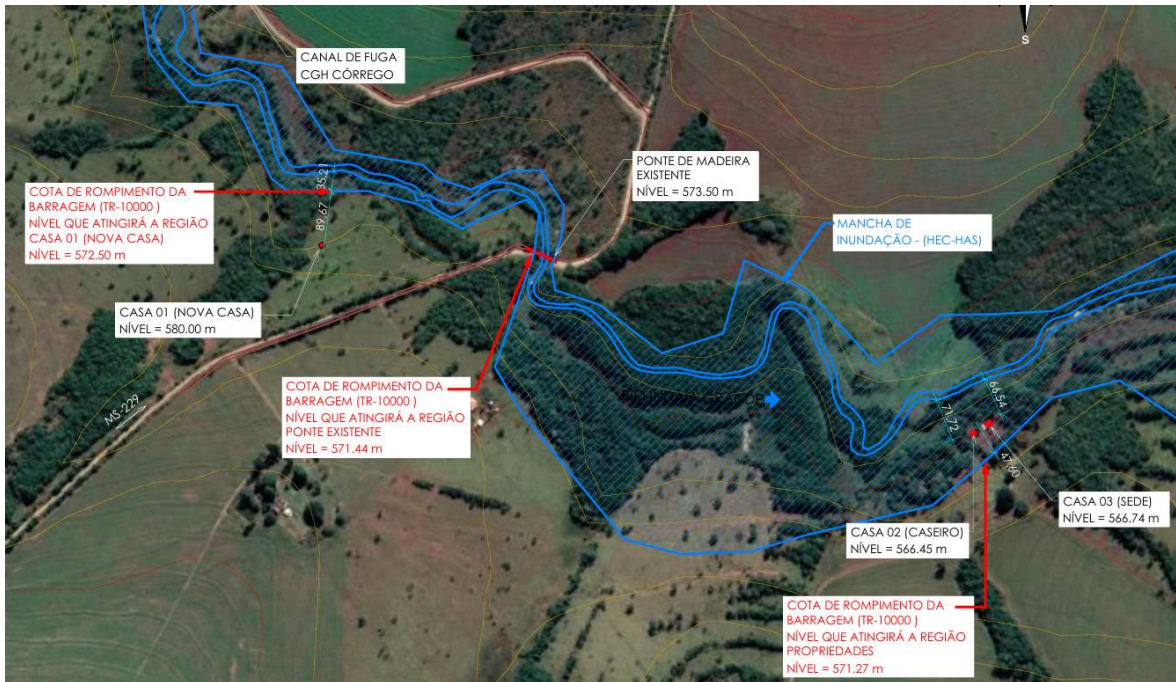


Figura 26 – Mancha de inundação nos pontos mais críticos e vulneráveis (extraído da simulação)

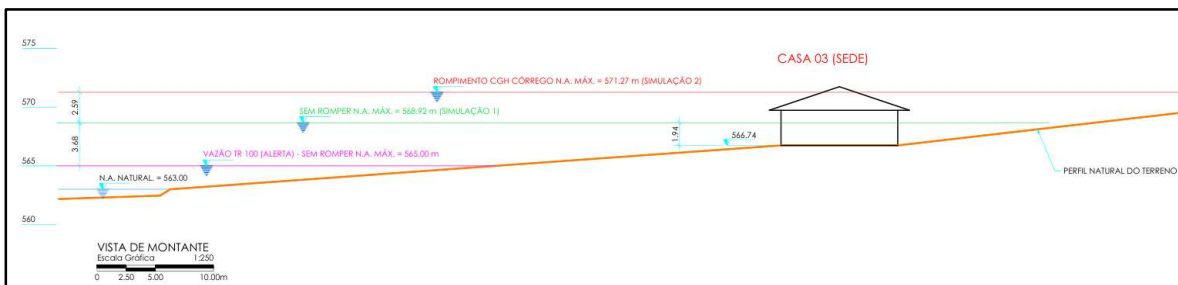


Figura 27 – Nível de água atingido na região da moradia casa 03 (sede) - extraído da simulação

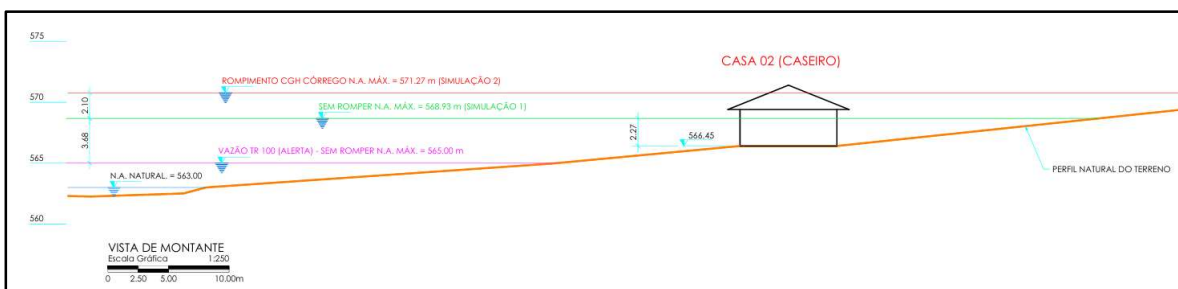


Figura 28 – Nível de água atingido na região da moradia casa 02 (caseiro) - extraído da simulação

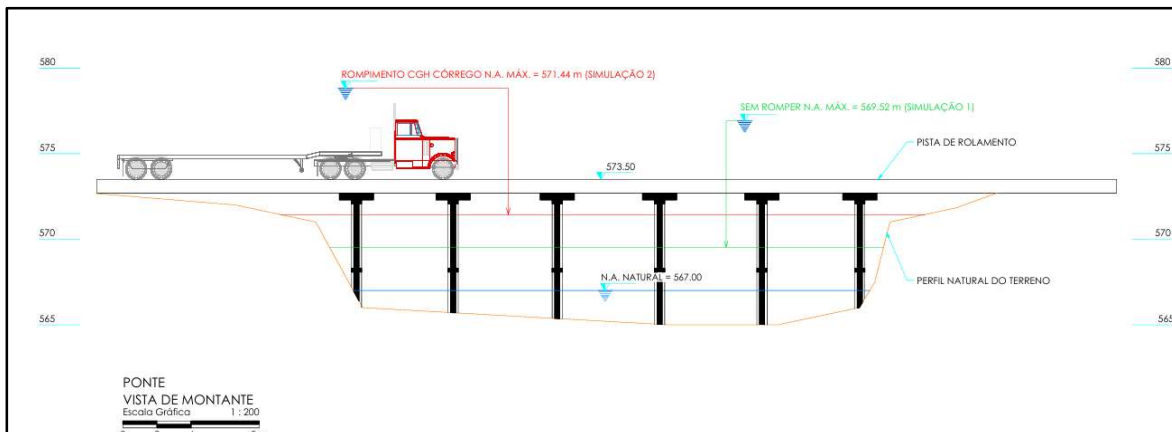


Figura 29 – Nível de água atingido na ponte municipal (extraído da simulação)

Nas Figuras 26, 27, 28 e 29 é possível observar o perfil do nível de água e sua linha de energia no momento mais crítico da simulação de rompimento hipotético da barragem (reservatório cheio). Com o rompimento da barragem, parte do volume de água contido no reservatório foi liberado, gerando a propagação de uma onda de cheia na região à jusante. A inundação de certas regiões é observada com o rompimento da barragem, principalmente nas de menor declividade. O mapa de inundação, elaborado com a sobreposição do resultado da simulação no momento crítico em imagem do software Google Earth, pode ser observado nos desenhos em anexo. A inundação mostrada representa o momento de maior cheia a jusante do rompimento onde é possível observar quais ocupações seriam atingidas em situação de acidente.

Na figura 26 observamos a existência da moradia casa 01 (nova casa) que apesar de estar localizada na região abaixo do barramento da CGH Córrego Ger não é atingida no caso de rompimento hipotético da barragem.

36. MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERANDO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO

Os mapas de inundação foram realizados considerando os cenários descritos, sendo que o pior cenário identificado é o **cenário de rompimento da CGH Córrego Ger – Simulação 2**.

Os desenhos demonstrando os respectivos mapas de inundação e cotas atingidas nas barragens consideradas seguem em anexo a este relatório.

37. ESTRATÉGIA E MEIO DE DIVULGAÇÃO

37.1 Identificação e Sinalização de Pontos de Segurança/ de Encontro

Serão definidos em conjunto com a defesa civil os pontos de segurança ou de encontro para os possíveis atingidos.

37.2 Identificação de Sinalização das Rotas de Fuga

Serão definidos em conjunto com a defesa civil o tipo de sinalização das rotas de fuga.

37.3 Identificação e Cadastramento da População Afetada

Na zona de autossalvamento existe 03 propriedades cadastradas:

- Casa 01 (proprietário) – não é atingida pela mancha de inundação – Antonio Leite – fone/WhatsApp - (65) 9927-9060
- Casa 02 (arrendatário) – atingida pela mancha de inundação – Odair Welter – fone/WhatsApp (67) 99967-9947 / Jussara (67) 9826-0264
- Casa 03 (proprietário) – atingida pela mancha de inundação - José Ari Castilho Detoni – fone/WhatsApp (67) 99967-0570

Sendo que a Casa 02 e Casa 03 são as passíveis de serem atingidas nos eventos extremos de cheias do rio Indaiá Grande independente de ruptura hipotética da barragem da CGH Córrego Ger.

37.4 Sistema de Alerta

Serão definidos em conjunto com a defesa civil o tipo de sistema de alerta a ser utilizado. Sendo que os procedimentos de alerta e de alarme devem especificar as ações para acionamento de ativação dos dispositivos para provocar a prontidão da população a jusante, após a notificação recebida do responsável pelos planos de emergência da usina.

37.5 Infraestrutura de Alertas

Atualmente foram cadastrados os telefones, whatApp dos possíveis atingidos visando ter celeridade na comunicação na eventualidade de situações de emergência.

37.6 Treinamento e Simulados com a População Afetada

Atualmente estão sendo apresentados os planos de segurança e de ações de emergência para a população afetada, sendo que o treinamento e simulado serão realizados em conjunto com a defesa civil visando atender a legislação.

38. DOCUMENTOS ANEXOS

Documentos em anexo ao presente relatório:

- ART Eng. Civil Elizeu Riba – responsável técnico;
- Desenho 01 – Área de Influência
- Desenho 02 – Mapa de Inundação – Simulação 1
- Desenho 03 – Mapa de Inundação – Simulação 2
- Desenho 04 – Mapa de Inundação – Simulação 2 - Detalhes
- Desenho 05– Barragem CGH Córrego Ger – Níveis das Simulações
- Desenho 06– Casa de Máquinas CGH Córrego Ger – Níveis das Simulações
- Desenho 07 – Casa 01 - Níveis
- Desenho 08 – Ponte Municipal - Níveis
- Desenho 09 – Casa 02 e 03 - Níveis
- Desenho 10 – Barragem e Casa de Máquinas CGH Chapadão
- Desenho 11 – Curva de Operação do Vertedouro
- Desenho 12 – Mapa de Área Resguardada e Acessos
- Desenho 13 – Detalhamento da ZAS e ZSS

39. CONCLUSÃO

Este PAE deve ser continuamente revisado, para se adequar às alterações da usina, bem como dos responsáveis e da infraestrutura a jusante do barramento. A Eletrobrás define a

freqüência das revisões de acordo com a Conseqüência da Ruptura, conforme a tabela a seguir apresentada.

Conseqüência da Ruptura	Freqüência das Revisões
Muito Alta	5 anos
Alta	7 anos
Baixa	10 anos
Muito Baixa	10 anos

Figura 30 – Freqüência de Revisão do PAE pela classificação de risco

Portanto, no caso da CGH Córrego Ger, conseqüência de ruptura BAIXA, este PAE deve ser revisado dentro do prazo de 10 anos.

É recomendável que a equipe de Operação e Manutenção seja treinada, e exercite os procedimentos previstos no PAE periodicamente.

Ressalta-se que as responsabilidades dos órgãos competentes e autoridades locais, não são objeto do presente PAE.

Embora a declaração de uma situação de risco seja uma decisão difícil, é importante que a mesma ocorra o mais breve possível do evento, para maximizar as ações corretivas e minimizar os danos potenciais.

Com a implantação do Programa Periódico de Inspeção e Monitoramento das Estruturas Civas o nível de segurança tende a ser satisfatório, pois toda situação potencial de risco passa a ser cadastrado e monitorado de forma continuada e permanente, possibilitando aos técnicos envolvidos na operacionalização da CGH, a tomada de decisão, quanto aos procedimentos a serem adotados.

A simulação hipotética considerou a ocorrência da ruptura no momento de uma cheia extraordinária que a considerada na TR-10.000 anos instantânea, e consideramos no ponto considerado mais fraco da barragem que seria na ombreira direita no trecho construído em solo com enrocamento de pedra.

Consideramos que a topografia obtida e manipulada é de boa qualidade pois foram utilizadas as curvas de nível do estudo de inventário aprovado pela ANEEL e complementados com seções topobatimétricas realizados nos pontos mais vulneráveis.

Com base nos resultados obtidos e apresentados, foi possível realizar uma análise e chegar a conclusões de quais seriam alguns dos efeitos de um rompimento da barragem nos moldes projetados. A simulação retratou como seria o comportamento da inundação a jusante da barragem se viesse a ocorrer o seu rompimento, considerando o volume de água liberado no caso do reservatório em seu nível máximo. O Plano de Ações Emergenciais, com o mapa de inundação do possível rompimento da barragem é fundamental, visando a identificação das áreas que possam vir a ser atingidas em caso de acidente e as medidas que devem ser tomadas para notificação e retirada de pessoas que estejam em ameaça.

O Google Earth é uma excelente ferramenta de visualização de localidades e avaliações preliminares.

Em anexo enviamos os desenhos que compõe do estudo de rompimento e a respectiva mancha de inundação no momento mais crítico.

O presente relatório atende a Resolução Normativa nº 1064 de 2023 da ANEEL, bem como o estabelecido na Lei federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens.

Sendo atendidos os pontos da resolução que abordam a elaboração do 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.

O pior cenário de ruptura da barragem considerou o maior impacto entre a área atingida pela inundação incremental de rompimento em cenário da cheia natural considerada no projeto de dimensionamento do vertedouro (TR-10.000) com o estudo hidrológico mais atualizado.

A área de abrangência dos estudos se estendeu até o reservatório da usina hidrelétrica imediatamente a jusante, que é a CGH Chapadão, que verificamos absorve a simulação hipotética na condição mais crítica.

O resultado do presente estudo, foi compartilhado com o representante do empreendedor da usina de jusante (CGH Chapadão) onde foi verificado a capacidade de amortecimento.

Chapadão do Sul, 30 de dezembro de 2025.

Eng. Elizeu Riba
CREA/SC nº 050559-2
CREA/MS nº PR26079