



ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM

CGH CORREGO

Rio Indaiá Grande – MS

OUTUBRO / 2025

ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM

1

INDICE

ESTUDO DE ROMPIMENTO HIPOTÉTICO DA BARRAGEM DA CGH CÓRREGO	3
1. INTRODUÇÃO	3
2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	3
3. OBJETIVO	4
4. MAPEAMENTO	4
5. ÁREA DE INFLUÊNCIA A JUSANTE DA BARRAGEM DA CGH CORREGO	5
6. MANIPULAÇÃO DE DADOS TOPOGRÁFICOS	8
7. VAZÕES DE CHEIA (MÁXIMAS)	10
8. APLICAÇÃO DO MODELO HEC-RAS	13
9. ELABORAÇÃO DO MAPA PARA ANÁLISE DE RISCO (MANCHA INUNDAÇÃO) 15	
10. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE	15
10.1 CENÁRIO DE NÃO ROMPIMENTO – SIMULAÇÃO 1	16
10.2 CENÁRIO DE ROMPIMENTO – SIMULAÇÃO 2	17
11. MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERANDO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO	20
12. DOCUMENTOS ANEXOS	21
13. CONCLUSÕES	21

ESTUDO DE ROMPIMENTO HIPOTÉTICO DA BARRAGEM DA CGH CÓRREGO

1. INTRODUÇÃO

A empresa HIDROELÉTRICA CORREGO LTDA., contratou a empresa TRSUL Engenharia Ltda., para elaboração do 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 presente estudo 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 foi classificada como Barragem de **categoria B**, Categoria de **Risco Baixo e Dano Potencial Alto** (Classificação – Anexo I).

Sendo agora realizado neste relatório o estudo de rompimento e propagação de cheia a jusante do barramento, sendo este documento integrante do PAE – Plano de Ações de Emergência.

2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social : HIDROELÉTRICA CORREGO LTDA

CNPJ n.º 23.244.469/0001-71

CEG: CGH.PH.MS.044877-0.01		
Nome do empreendimento: CGH Corrego Ger	Potência Outorgada (kw): 4.176,00	Corpo d'água: Rio Indaia Grande
Data entrada em operação: 01/05/2019	Fonte: Potencial hidráulico	Fase: Operação
Município(s): - Chapadão do Sul(MS)		
Proprietário(s):		
- HIDROELÉTRICA CÓRREGO LTDA		CNPJ/CPF: 23.244.469/0001-71

Figura 1 – Identificação do Empreendedor - ANEEL

Diretor Presidente: Paul Illich

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

e-mail: alessandro@illich.com

Endereço Administrativo: 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

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.

4. MAPEAMENTO

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.

5. ÁREA DE INFLUÊNCIA A JUSANTE DA BARRAGEM DA CGH CORREGO

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

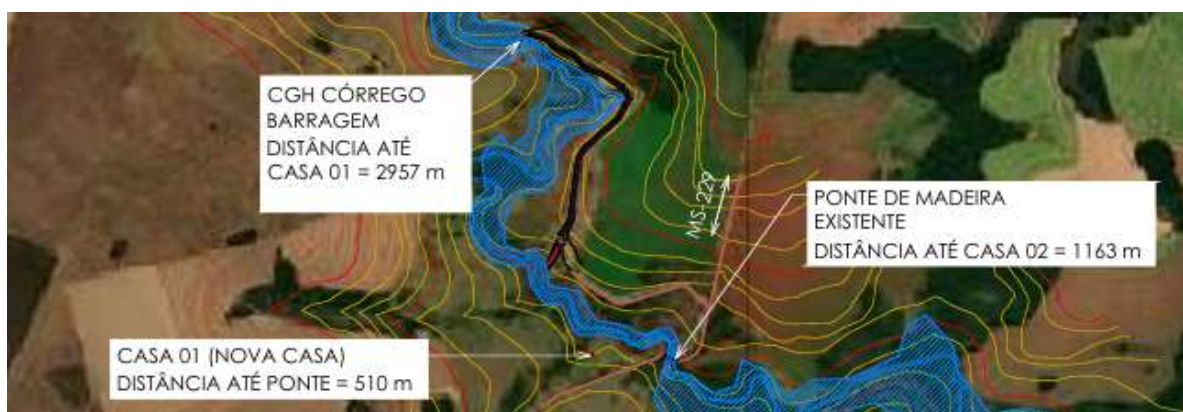


Figura 2 - Área de influência a jusante da barragem – a ponte municipal fica distante 3,467 km da Barragem da CGH Córrego



Figura 3 - Ponte municipal

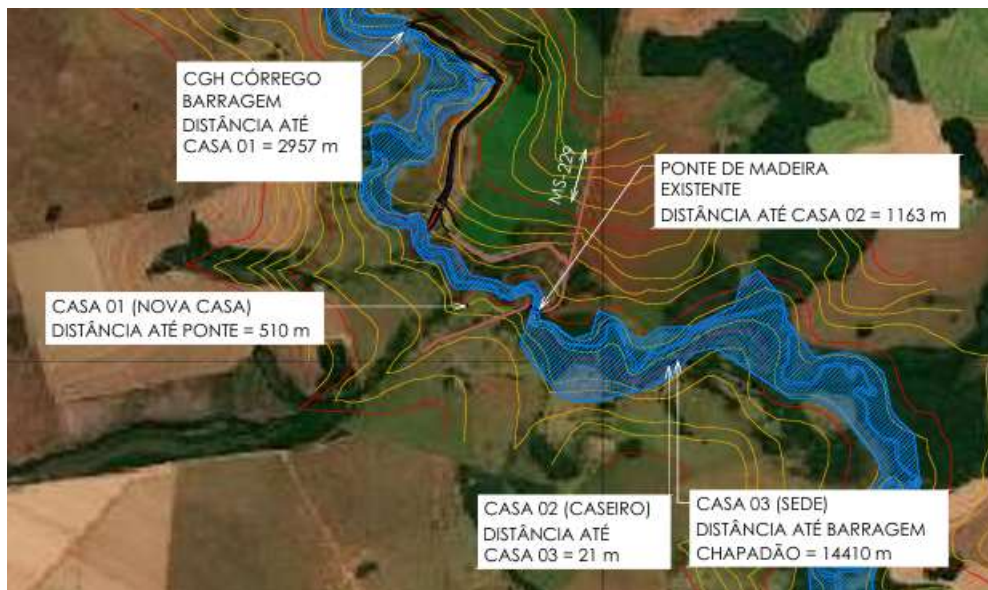


Figura 4 - Área de influência a jusante da Barragem – localização das estruturas a partir da barragem da CGH Córrego



Figura 5 - Área de influência a jusante da Barragem – as duas casas de moradores

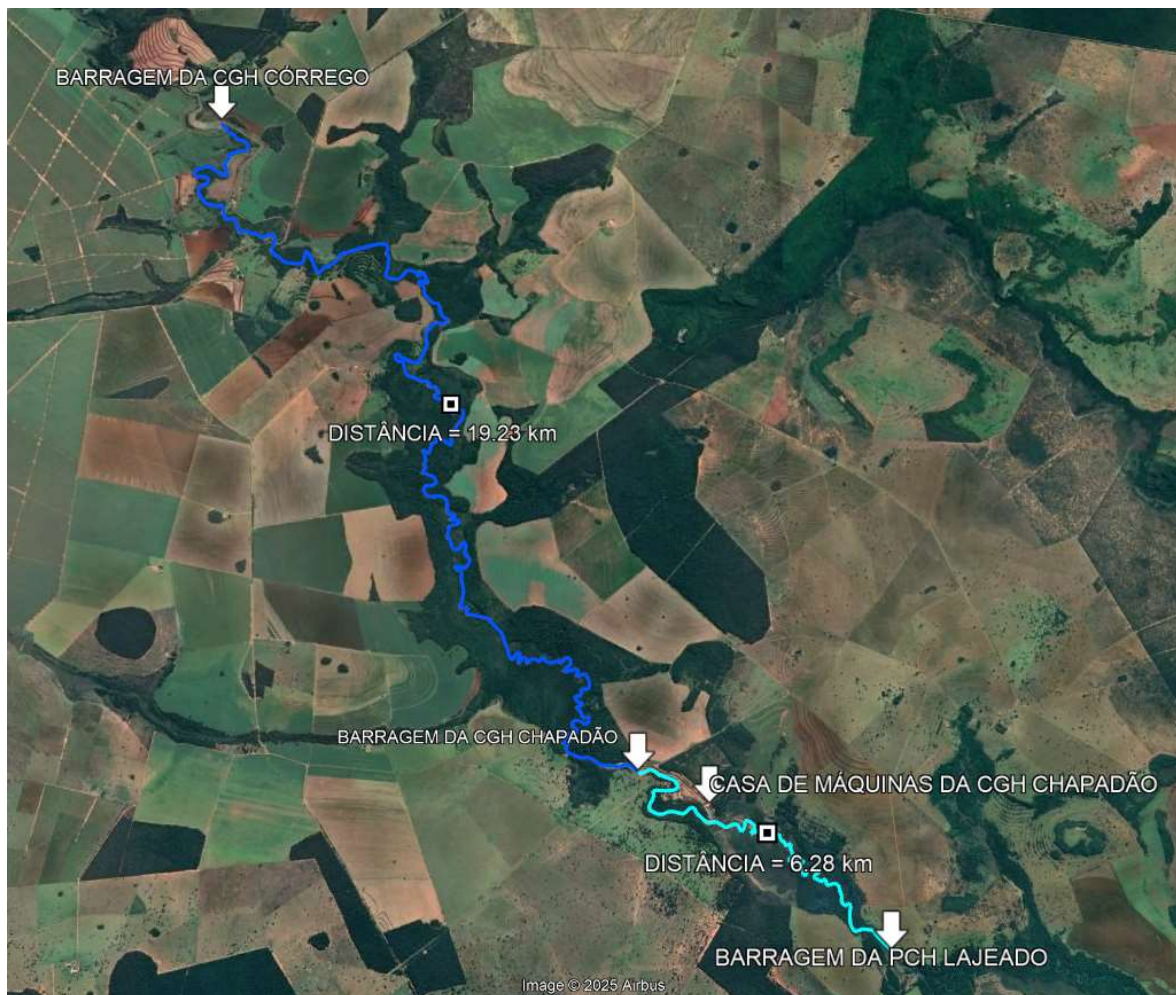


Figura 6 - Área de influência a jusante da Barragem – a Barragem da CGH Chapadão fica distante 19,23 km da barragem da CGH Córrego.



Figura 7 - Área de influência a jusante da CGH Córrego – a Barragem da PCH Lajeado fica distante 25,51 km da barragem da CGH Córrego.

6. MANIPULAÇÃO DE DADOS TOPOGRÁFICOS

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.

7. VAZÕES DE CHEIA (MÁXIMAS)

O conhecimento e modelagem dos estudos de eventos máximos são de fundamental importância para subsidiar os dimensionamentos hidráulicos de tal forma a dotar o aproveitamento das condições de segurança exigidas para obras desta natureza.

Este tipo de avaliação, considerando que as cheias estão associadas a uma probabilidade de ocorrência, depende diretamente de técnicas estatísticas nas quais deve se identificar um tipo de distribuição que melhor se ajuste às variáveis selecionadas.

É sabido que existem vários métodos para o cálculo de previsão de enchente. Diante disso, utilizou-se a Distribuição de Gumbel para modelar o fenômeno, a qual julga-se levar os valores a favor da segurança, além da larga recomendação nas bibliografias que tratam do assunto e sua grande utilização nos escritórios de engenharia.

Estimaram-se os eventos máximos a partir dos dados de vazões diárias observados no posto base Indaiá Grande e transferidos por relação direta de áreas para o eixo do barramento em estudo.

A tabela a seguir apresenta os valores obtidos na amostragem para a seção no posto Indaiá Grande e no barramento da CGH Córrego, para cálculo dos eventos de cheia utilizando o método de Gumbel.

Local	Posto Base - INDAIÁ GRANDE	CGH CÓRREGO
Area Drenagem (km ²)	794,00	840,00
Ano	Q _{max} (m ³ /s)	Q _{max} (m ³ /s)
1996	38,40	40,62
1997	41,80	44,22
1998	37,30	39,46
1999	45,00	47,61
2000	46,20	48,88

2001	41,50	43,90
2002	46,40	49,09
2003	39,10	41,37
2004	38,10	40,31
2005	37,30	39,46
2006	49,20	52,05
2007	57,00	60,30
2008	45,90	48,56
2009	47,40	50,15
2010	58,90	62,31
2011	55,70	58,93
2012	41,50	43,90
2013	50,10	53,00
2014	69,70	73,74
2015	34,40	36,39
2016	48,90	51,73
2017	43,90	46,44
2018	41,30	43,69
2019	45,20	47,82
2020	43,30	45,81
2021	29,00	30,68
2022	32,50	34,38
2023	24,00	25,39

Figura 8– Base de dados utilizada para o cálculo de vazões de cheia na seção contribuinte a CGH Córrego (atualizado em 30-10-2025 com dados da Hidroweb/ANA)

MÉTODO DE GUMBEL

Vazões Máximas		Assimetria	
AD USINA=	840,00 km ²	n=	28
Qmed=	46,44 m ³ /s	Assimetria=	0,51
σ=	9,89 m ³ /s	Usar Gumbel	

Ano	Qmax	Ano	X ₁ - média
1996	40,62	1996	-196,2
1997	44,22	1997	-10,9
1998	39,46	1998	-339,3
1999	47,61	1999	1,6
2000	48,88	2000	14,5
2001	43,90	2001	-16,2
2002	49,09	2002	18,7
2003	41,37	2003	-130,4
2004	40,31	2004	-230,2
2005	39,46	2005	-339,3

2006	52,05	2006	177,0
2007	60,30	2007	2666,2
2008	48,56	2008	9,6
2009	50,15	2009	51,1
2010	62,31	2010	4001,9
2011	58,93	2011	1949,0
2012	43,90	2012	-16,2
2013	53,00	2013	283,2
2014	73,74	2014	20351,5
2015	36,39	2015	-1012,9
2016	51,73	2016	148,6
2017	46,44	2017	0,0
2018	43,69	2018	-20,6
2019	47,82	2019	2,6
2020	45,81	2020	-0,2
2021	30,68	2021	-3911,2
2022	34,38	2022	-1751,0
2023	25,39	2023	-9321,1

Considerando que as vazões máximas registradas representam um dado médio diário e não o pico máximo instantâneo, os resultados serão majorados pelo Coeficiente de Fuller (λ).

O coeficiente de Fuller leva em consideração a área de drenagem do aproveitamento. A seguir é apresentada a fórmula para o cálculo do coeficiente.

$$Q \text{ INST} = \lambda Q \text{ MED}$$

$$\lambda = 1 + (2,6/A^{0,3})$$

A figura a seguir fornece os resultados obtidos através do método de Gumbel para as vazões máximas na seção contribuinte ao barramento da CGH Córrego.

Vazões de Cheia CGH CÓRREGO		
MÉTODO DE GUMBEL		
TR	Q (m ³ /s)	Q _{inst} (m ³ /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 9 – Vazões de cheia para a seção contribuinte ao barramento da CGH Córrego (atualizados em outubro/2025 com dados oficiais Hidroweb/ANA).

8. 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_b 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.

9. ELABORAÇÃO DO MAPA PARA ANÁLISE DE RISCO (MANCHA INUNDAÇÃO)

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.

10. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS, 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.

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.***

§ 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, foi identificado os seguintes cenários possíveis de acidente ou desastres, conforme descrito itens a seguir:

10.1 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 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 - SIMULAÇÃO 01				
Estrutura	Distância em relação Barragem CGH Córrego (m)	Vazão de Projeto (m³/s)	N.A. Máximo TR10.000 (m)	Cota de Proteção (m)
CGH CÓRREGO - BARRAGEM	0	152,01	591,98	593,20
CGH CÓRREGO - 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 10 – Resultado da Simulação 1

10.2 CENÁRIO DE ROMPIMENTO – SIMULAÇÃO 2

Para a realização da simulação 2, assumiu-se a hipótese de colapso da barragem da CGH Córrego (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 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 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 CORRÊGO - SIMULAÇÃO 01					SIMULAÇÃO 2 - ROMPIMENTO HIPOTÉTICO DA BARRAGEM DA CGH CORRÊGO					
Estrutura	Distância em relação Barragem CGH Córrego (m)	Vazão de Projeto (m³/s)	N.A. Máximo TR10.000 (m)	Cota de Proteção (m)	NA Máximo Rompimento	Altura Máx. da Onda acima do N.A. MÁX existente (m)	Tempo de Início da Onda (h:mm)	Tempo de Pico da Onda (h:mm)	Duração (h:mm)	Velocidade Máx (m/s)
					Dam Break					
CGH CORRÊGO - BARRAGEM	0	152,01	591,98	593,20	593,08	1,10	0:00	0:13	2:00	2,57
CGH CORRÊGO - 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		596,68	539,12	537,15	0,47	0:11	0:50	2:50	1,18
PCH LAJEADO - BARRAGEM	25510	251,00	533,21	535,25	534,73	1,52	0:16	1:20	3:00	0,75

Figura 11 – Resultado da Simulação 2

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 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.

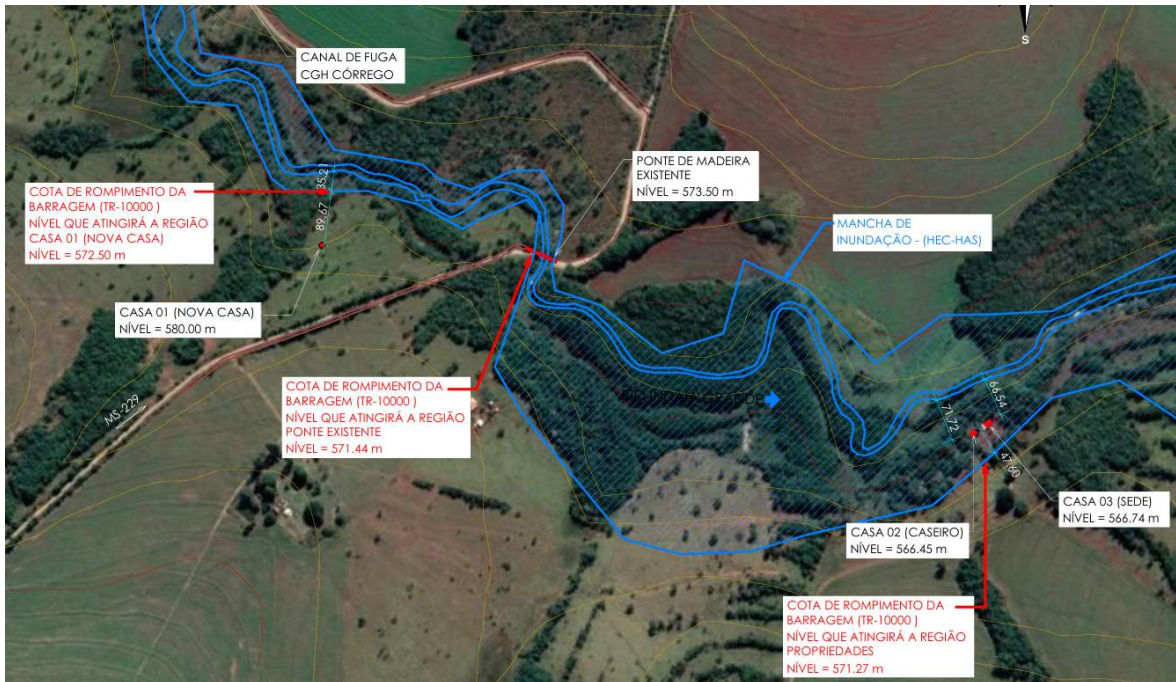


Figura 12 – Mancha de inundação nos pontos mais críticos e vulneráveis (extraído da simulação)

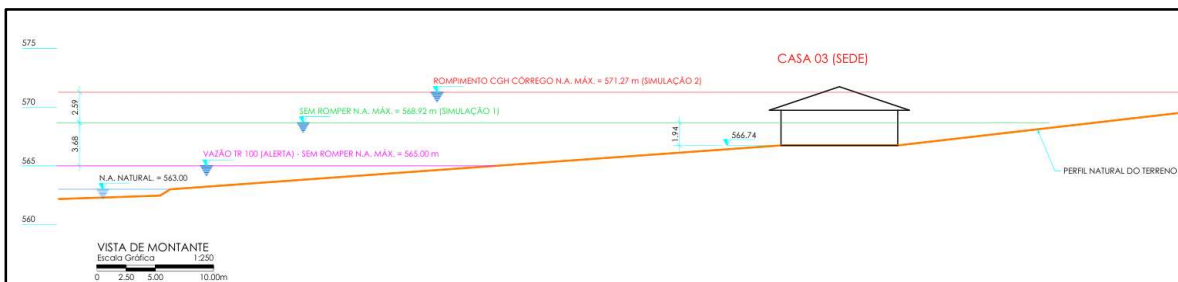


Figura 13 – Nível de água atingido na região da moradia casa 03 (sede) - extraído da simulação

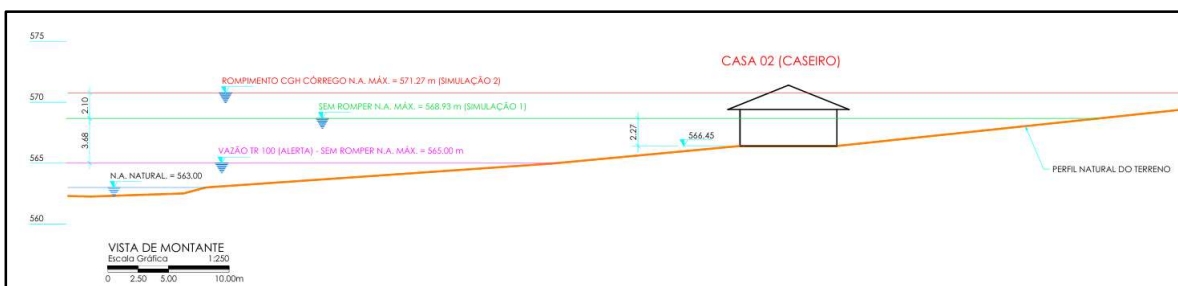


Figura 14 – Nível de água atingido na região da moradia casa 02 (caseiro) - extraído da simulação

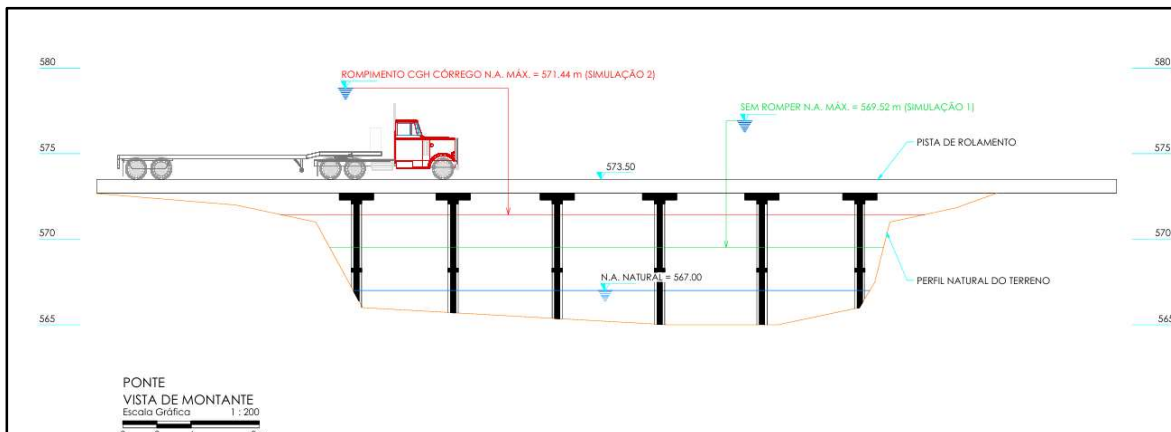


Figura 15 – Nível de água atingido na ponte municipal (extraído da simulação)

Nas Figuras 12, 13, 14 e 15 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 12 observamos a existência da moradia casa 01 (nova casa) que apesar de estar localizada na região abaixo do barramento da CGH Córrego não é atingida no caso de rompimento hipotético da barragem.

11. 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 – simulação 2**.

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

12. DOCUMENTOS ANEXOS

Documentos em anexo ao presente relatório:

- ART Eng. Civil Elizeu Riba – responsável técnico;
- CGH Córrego – Plano de Ação de Emergência – PAE - 2025;
- 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 – Níveis das Simulações
- Desenho 06 – Casa de Máquinas CGH Córrego – 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

13. CONCLUSÕES

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.

Este material deverá fazer parte do PAE – Plano de Ações de Emergência com o objetivo de dar a máxima atenção as áreas com potencial de atingimento quando da ocorrência de grandes cheias.

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.

Recomendamos conforme orienta a resolução da ANEEL, que o resultado do presente estudo, deverá ser encaminhado para o representante do empreendedor da usina de

jusante (CGH Chapadão) para avaliação da capacidade de amortecimento com a devida atualização do estudo hidrológico.

Chapadão do Sul, outubro de 2025.

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