



PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PSB

CGH CÓRREGO GER



CGH CÓRREGO GER-PSB-REV01-2025

DEZEMBRO/2025

Diretor Presidente:
Paul Illich
Hidroelétrica Córrego Ltda.

Responsável PSB:
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	30/12/2025	Revisado e atualizado RN 1064/2023	ER	TRSUL Engenharia Ltda

**FOLHA DE ACOMPANHAMENTO DAS ATUALIZAÇÕES DO PSB DA BARRAGEM
CGH CÓRREGO GER**

Data	Descrição/Atividade	Responsável
25/11/2022	Elaboração PSB	TRSUL Engenharia Ltda
30/12/2025	1ª Revisão PSB	TRSUL Engenharia Ltda

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	OBJETIVO	8
2	PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM – PSB – CHECK LIST	9
3	ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	10
4	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR / EMPREENDIMENTO / BARRAGEM.....	11
5	IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	12
5.1	IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA REVISÃO PSB/PAE-2025	12
6	LOCALIZAÇÃO.....	12
7	DADOS TÉCNICOS DA CGH CÓRREGO GER.....	14
7.1	DADOS GERAIS	14
7.2	BARRAGEM / VERTEDOURO	15
7.3	SISTEMA DE ADUÇÃO.....	16
7.3.1	TOMADA D'ÁGUA DO CANAL DE ADUÇÃO	16
7.3.2	CANAL DE ADUÇÃO.....	16
7.3.3	CÂMARA DE CARGA.....	17
7.3.4	TUBULAÇÃO FORÇADA.....	17
7.4	CASA DE MÁQUINAS	17
7.4.1	CANAL DE FUGA.....	18
7.5	COTA DE COROAMENTO DA BARRAGEM.....	18
7.6	ARRANJO GERAL DAS ESTRUTURAS	18
7.7	BORDA LIVRE.....	18
7.8	TEMPO DE RECORRÊNCIA (TR) PARA O DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS EXTRAVASORAS	19
7.9	VAZÃO DE PROJETO PARA DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAS EXTRAVASORAS 20	
7.10	VAZÕES DE CHEIAS (VAZÕES EXTREMAS) – OUTUBRO/2025.....	20
7.11	DIMENSÕES ÚTEIS DOS DISPOSITIVOS EXTRAVASORES	23
7.12	PROJETO COMO CONSTRUÍDO	24
7.13	RESERVATÓRIO	27
7.14	APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS	28
7.15	INSTRUMENTAÇÃO	30

8	LEI DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS.....	30
9	CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM / ANO DE REFERÊNCIA 2025	30
10	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E QUALIFICAÇÃO TÉCNICA DOS PROFISSIONAIS DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM	35
10.1	ORGANOGRAMA FUNCIONAL	37
10.2	RELAÇÃO DE EQUIPE TÉCNICA: QUALIFICAÇÃO TÉCNICA E RESPONSABILIDADES.....	38
10.3	OPERADORES	39
10.4	TREINAMENTO.....	40
11	DOCUMENTOS TÉCNICOS DA IMPLANTAÇÃO, DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM.....	42
12	MANUAIS DE PROCEDIMENTOS DOS ROTEIROS DE INSPEÇÕES DE SEGURANÇA E DE MONITORAMENTO E RELATÓRIOS DE SEGURANÇA DA BARRAGEM.....	42
12.1	CADASTRO TÉCNICO.....	44
12.1.1	CGHCORG-BAD → BARRAGEM DIREITA	46
12.1.2	CGHCORG-BAE → BARRAGEM ESQUERDA	46
12.1.3	CGHCORG-BAE → BARRAGEM ESQUERDA	47
12.1.4	CGHCORG-VT → VERTEDOURO	47
12.1.5	CGHCORG-TA → TOMADA D'ÁGUA.....	47
12.1.6	CGHCORG-CA → CANAL DE ADUÇÃO.....	47
12.1.7	CGHCORG- CC → CÂMARA DE CARGA.....	47
12.1.8	CGHCORG-CF → CONDUTO FORÇADO	47
12.1.9	CGHCORG-CM → CASA DE MÁQUINAS.....	47
12.1.10	CGHCORG-GE → GERAL.....	47
12.2	Manual de Procedimentos dos Roteiros de Inspeção	48
12.3	Inspeções de Segurança Regulares - ISR	55
12.4	Diretrizes e Orientações Gerais - ISR	56
12.5	Estudos e Relatórios a Serem Consultados.....	58
12.6	Qualificação dos Inspetores.....	59
12.7	Inspeções de Segurança Especiais - ISE	60
12.8	Diretrizes e Orientações – ISE.....	62

12.9	Estudos e Relatórios - ISE	62
12.10	Qualificação dos Inspetores - ISE	62
12.11	Conteúdo Mínimo - ISE.....	63
12.12	Coleta de Documentos e Dados Básicos da CGH - RPS	64
12.13	Revisão dos Procedimentos de Operação e Manutenção da Barragem	64
12.14	Revisão dos Procedimentos, Equipamentos e Registros de Instrumentação e Monitoramento	65
13	RELATÓRIOS DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA - HISTÓRICO	65
14	REGRA OPERACIONAL DOS DISPOSITIVOS DE DESCARGA DO VERTEDOIRO DA BARRAGEM	65
14.1	Cotas Operacionais (Níveis Normais)	68
14.2	Despacho de Carga	68
14.3	Precipitação acima do Normal / Enchentes.....	68
14.4	Manual de Procedimentos para Tomada de Água e Descarregador de Fundo	69
14.4.1	Esquema Operacional Emergencial	69
15	ÁREA DE ENTORNO DAS INSTALAÇÕES / ÁREAS RESGUARDADAS.....	69
16	PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)	70
17	CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES	73
18	ARMAZENAMENTO DE DADOS.....	75
19	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE	75
20	MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERANDO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO.....	80
21	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ESTRUTURAS VISTORIADAS.....	80
22	CRITÉRIOS DE ESTABILIDADE GLOBAL DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO.....	81
23	CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA E RISCO DE RUPTURA.....	85
23.1	Condição Hidrológica.....	85
23.2	Condição Estrutural	86
23.2.1	Monitoramento das Estruturas	86
23.2.2	Fluxo de Informação e Equipe de Inspeção	87
23.3	Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem	94
24	EQUIPE TÉCNICA	95
25	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Check list para conformidade do PSB	10
Figura 2 – Localização da CGH Córrego Ger	13
Figura 3 – Localização da barragem da CGH Córrego Ger em relação a Chapadão do Sul.....	13
Figura 4 – Localização da barragem da CGH Córrego Ger em relação a Cassilândia.....	14
Figura 5 – Borda livre recomendadas pela USBR	19
Figura 6 – Vazões máximas anuais do posto base e da CGH Córrego Ger	21
Figura 7 – Vazões de Cheia (máximas).....	23
Figura 8 – Estruturas do Barramento/Vertedouro da CGH Córrego Ger.....	25
Figura 9 – Casa de máquinas da CGH Córrego Ger	26
Figura 10 – Resumo dados Curva Cota x Área x Volume	27
Figura 11 - Curva Cota x Área – Reservatório CGH Córrego Ger.....	27
Figura 12 - Curva Cota x Volume – Reservatório CGH Córrego Ger	28
Figura 13 - Aproveitamentos Hidrelétricos no rio Indaia Grande, próximos a CGH Córrego Ger	29
Figura 14 - Matriz de Classificação de Barragem (Anexo I – REN nº 1.064/2023)	31
Figura 15 – Matriz para Classificação de barragem / Categoria de Risco e Dano Potencial Associado ..	32
Figura 16 – Matriz Classificação Categoria de Risco / Características Técnicas.....	33
Figura 17 – Matriz Classificação Categoria de Risco / Estado de Conservação.....	33
Figura 18 – Matriz Classificação Categoria de Risco / Plano de Segurança da Barragem - PS.....	34
Figura 19 – Matriz Classificação Dano Potencial Associado - DPA	35
Figura 20 – Organograma da Equipe de Operação e Segurança	38
Figura 21 – Lista de profissionais e qualificação técnica destes vinculados a equipe de segurança e operação da CGH Córrego Ger	38
Figura 22 – Quadro de contatos da CGH e do empreendedor	39
Figura 23 – Atribuição dos Operadores	40
Figura 24 – Frequência das Inspeções de Campo	44
Figura 25 - Tipo e frequência das inspeções de segurança	48
Figura 26 – Resumo das Fichas Inspeção.....	55
Figura 27 - Periodicidade da realização de Inspeções em barragens conforme Resolução Normativa ANEEL Nº 1.064, de 2 de maio de 2023.....	56
Figura 28 - Curva de Descarga do Vertedouro	67
Figura 29 - Mapa da Área Resguardada e Acessos	70
Figura 30 – Sítio da Hidroelétrica Córrego Ltda	72
Figura 31 – Resultado da Simulação 1	77
Figura 32 – Resultado da Simulação 2	78
Figura 33 – Mancha de inundação nos pontos mais críticos e vulneráveis (extraído da simulação).....	78
Figura 34 – Nível de água atingido na região da moradia casa 03 (sede) - extraído da simulação.....	79
Figura 35 – Nível de água atingido na região da moradia casa 02 (caseiro) - extraído da simulação.....	79
Figura 36 – Nível de água atingido na ponte municipal (extraído da simulação)	79
Figura 37 – Descrição dos níveis dos parâmetros GUT	80
Figura 38 - Níveis do Grau de Hierarquização e Prazos máximos correspondentes	81
Figura 39 – Níveis de Segurança e Risco de Ruptura	89

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório contempla a revisão do Plano de Segurança da Barragem - PSB da CGH Córrego Ger, instalada no rio Indaiá Grande, no estado do Mato Grosso do Sul e pertencente à Hidroelétrica Córrego Ltda.

A empresa juntamente com a equipe técnica da TRSUL Engenharia Ltda., estão revisando o programa de inspeção/monitoramento, o plano de segurança da barragem (PSB) e o Plano de Ações de Emergências (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 programa visa também atender as exigências dos órgãos fiscalizadores (ANEEL, FEPAM, SNISB, entre outros) bem como ter um banco de dados atualizados para poder ter o controle eficiente e o histórico da PCH.

Este programa segue todas as recomendações e diretrizes da Política Nacional de Segurança de Barragens contidas na Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 alterada pela Lei nº 14.066/2020 e na Resolução Normativa – ANEEL - nº 1064, de 2 de maio de 2023, onde esta estabelece os critérios e ações de segurança de barragens associadas a usinas hidrelétricas fiscalizadas pela ANEEL, e em conformidade com a Lei Federal citada.

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

O presente documento foi revisado e atualizado tendo por base o documento elaborado anteriormente pela empresa TRSUL, sendo inseridas informações atualizadas e seus respectivos estudos.

A barragem da CGH Córrego Ger foi classificada como Barragem de **categoria B**, Categoria de **Risco Baixo e Dano Potencial Alto** (Classificação – Anexo I).

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, sendo também realizado o estudo de rompimento e mancha de inundação da Barragem de modo confirmar as propriedades e/ou benfeitorias que eventualmente poderão ser atingidas.

Para confirmação das condições da barragem são realizadas Inspeções Cíveis Regulares, por equipe técnica especializada, com o objetivo de verificar todas as estruturas civis da usina, e percorrer o trecho que envolve o barramento para identificação das condições operacionais, de manutenção e eventuais pontos de risco. Das visitas realizadas resultam Relatórios de Inspeção Civil Regular específicos.

Importante ressaltar ainda que no ano de 2025 foram revisados e atualizados todos os estudos hidrológicos e também foram verificadas as condições de estabilidade estrutural da barragem.

1.1 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.

Com a implantação a jusante da CGH Chapadão verificou-se a necessidade de elaboração da revisão e atualização do Plano de Segurança da Barragem e do Plano de Ação de Emergência, pois a classificação indica **categoria de risco Baixo** e **dano potencial Alto**, o que resulta em uma barragem **Classe B**.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) que integra o Plano de Segurança de Barragem (PSB) 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 dos mesmos, visando à minimização de danos causados por um eventual desastre.

2 PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM – PSB – CHECK LIST

O Plano de Segurança da Barragem foi revisado e assinado pelo responsável técnico, com manifestação de ciência do representante do empreendedor, e contem minimamente as informações dispostas no art. 8º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

O check list para conformidade do Plano de Segurança de Barragem (PSB), onde os itens em azul estão contidos no Art. 8º, da Lei 12.334/2010, que indicam o conteúdo mínimo do PSB. Os itens em verde não estão como conteúdo mínimo exigido na Lei, mas são considerados itens importantes e recomendados pela fiscalização da ANEEL.

CHECK LIST PARA CONFORMIDADE DO PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM (PSB)		
ITENS DO ART. 8º, LEI 12.334/2010		Páginas / OBS
1	I - Identificação do Empreendedor	
1.1	Nome da usina	11
1.2	Denominação da empresa outorgada	11
1.3	Representantes da empresa	11
1.4	Responsáveis pela segurança da barragem	12
1.5	Endereços, emails, telefones	11 e 12
2	II - Dados Técnicos (implantação, operação e manutenção da barragem)	
2.1	Arranjo geral das estruturas (com as seções típicas das principais estruturas)	18
2.2	Classificação da barragem e ano de referência	30 a 35
2.3	Cota do Coroamento	18
2.4	Borda livre (diferença entre o NA max maximorum e a cota de coroamento)	18 e 19
2.5	Largura da crista das estruturas do barramento	15
2.6	Comprimento total da crista do barramento	15
2.7	Altura máxima do maciço	15
2.8	Material de construção das estruturas do barramento	15
2.9	Idade (a partir do 1º enchimento)	15
2.10	Tempo de Recorrência (TR) para o dimensionamento das estruturas extravasoras	19
2.11	Vazão de projeto para dimensionamento das estruturas extravasoras (m³/s)	19
2.12	Mês / Ano de atualização dos estudos hidrológicos de cheias	20 a 23
2.13	Dimensões úteis dos dispositivos extravasores	23
2.14	Projeto como construído (para usinas construídas após 20/9/2010)	24
2.15	Relatórios de compilação e interpretação da instrumentação	Não aplicável
2.16	Critérios de estabilidade global das estruturas de concreto	81
2.17	Critérios de dimensionamento geotécnico das barragens de terra	Não aplicável
2.18	Critérios de dimensionamento de filtros e tapetes para controle de percolação	Não aplicável
3	III - Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança da barragem e responsável pelo PSB	35 a 41
3.1	Identificação dos componentes da equipe e respectivas qualificações profissionais, tipo de vínculo, registros de classe e tipo de ART (obra ou serviço e cargo ou função), com indicação de equipe própria ou terceirizada responsável pelos procedimentos de inspeção de segurança da barragem, de monitoramento e relatórios de segurança de barragem	35 a 41

3.2	ART com a indicação de responsabilidade do Plano de Segurança	Anexo 01
4	IV - Manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem	
4.1	Procedimentos dos roteiros de inspeção de segurança (o que a usina faz periodicamente nas inspeções)	42 a 65
4.2	Procedimentos dos roteiros de monitoramento (como é realizado o tratamento dos dados de monitoramento dos instrumentos de auscultação da barragem)	Não aplicavel
5	V - Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem	65
6	VI - Indicação da área de entorno das instalações e seus respectivos acessos a serem resguardados de quaisquer usos ou ocupações permanentes, exceto aqueles indispensáveis à manutenção / operação da barragem	69 e 70
7	VII - Plano de Ação Emergencial (PAE)	70
8	VIII - Relatórios de Inspeção de Segurança Regular (ISR) e Especial, se existir	Anexo 02, 05, 07
9	IX - Revisões periódicas de segurança	Anexo 09
10	X - Identificação e avaliação dos riscos, com definição das hipóteses e dos cenários possíveis de acidente ou desastre	75
11	XI - Mapa de inundação, considerado o pior cenário identificado	PAE-2025-rev02-dez2025
11.1	Estudo de rompimento e de propagação de cheia associada, com elaboração de mapa de inundação para os possíveis cenários de ruptura da barragem, com o pior cenário identificado. (O pior cenário de ruptura da barragem deve considerar o maior impacto entre a área atingida pela inundação incremental de rompimento em cenário de cheia natural histórica e a área atingida por inundação proveniente de rompimento em dia seco, independente de cheia natural)	PAE-2025-rev02-dez2025
11.2	Indicação da metodologia e software adotados e os critérios, premissas e parâmetros utilizados para a elaboração do mapa de inundação.	PAE-2025-rev02-dez2025
12	XII - Identificação e dados técnicos das estruturas, das instalações e dos equipamentos de monitoramento da barragem	14 a 21
13	Declaração de condição de estabilidade de barragem (Documento comprobatório - declaratório de que foram feitas todas as verificações estruturais de estabilidade das estruturas do barramento para as condições atualizadas)	Anexo 02 – RISR2025
14	Assinatura do responsável técnico pela elaboração do PSB	capa
15	Manifestação de ciência do representante do empreendedor pela elaboração do PSB	capa
16	Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) recolhida pela elaboração do PSB	Anexo 01

Figura 1 – Check list para conformidade do PSB

A extensão e detalhamento do Plano de Segurança e estudos a ele associados são proporcionais à complexidade da barragem e sua área de influência, e devem ser suficientes para garantir as condições adequadas de segurança das estruturas e pessoas.

Período de realização dos trabalhos

A realização dos trabalhos foi de 10 de janeiro de 2025 a 30 de dezembro de 2025.

3 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente relatório foi organizado de forma a atender os respectivos check list de conformidade do Plano de Segurança de Barragem (PSB) contemplando assim o conteúdo mínimo exigido na Lei e contidos no Art. 8º, da Lei 12.334/2010, que indicam o conteúdo mínimo do PSB, bem como os itens importantes e recomendados pela fiscalização da ANEEL.

4 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR / EMPREENDIMENTO / BARRAGEM

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

Despacho nº 3173/2019, publicado em **14/11/2019**, libera as Unidades Geradoras UG1 e UG2, de 2.088 kW cada, totalizando **4.176 kW** de capacidade instalada, da Central Geradora Hidrelétrica Córrego Ger, para entrada em **operação comercial**, localizada no município Chapadão do Sul, estado de Mato Grosso do Sul, de titularidade da Hidroelétrica Córrego Ltda.

Data de autorização para **operação comercial:** 14/11/2019

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 MS-229 S/Número, km 42, Zona Rural, cep 79.560-000 – Chapadão do Sul - MS

5 IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

5.1 IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA REVISÃO PSB/PAE-2025

Empresa Executora

TRSUL Engenharia Ltda – CNPJ n° 19.424.943/0001-70

Endereço: Rua São Paulo, 2650, 2° andar sala 202 – Itoupava Seca - Blumenau – SC – CEP: 89030-000

Telefone/WhatsApp (47) 98827-7788

E-mail: elizeu@trsul.com.br

Responsável Técnico

Engenheiro Civil: Elizeu Riba

CREA SC n° 050559-2/D

CREA RS: PR 26079

ART MS 1320260012398 (em anexo)

6 LOCALIZAÇÃO

A CGH Córrego Ger localiza-se no Rio Indaiá Grande no município de Chapadão do Sul e pode ser acessada através da sede deste município por estradas vicinais em razoáveis condições.

A tomada d'água situa-se na margem esquerda do rio Indaiá Grande em seu km 155,10, contado para montante a partir da foz no rio Sucuriú, em ponto de coordenadas geográficas:

- Latitude 18° 58' 09"S
- Longitude 52° 36' 19"W
- Bacia 6 – Bacia do Rio Paraná
- Sub-Bacia 63 – rio Verde, rio Pardo, rio do Peixe entre outros

A figura a seguir apresenta a localização do aproveitamento.

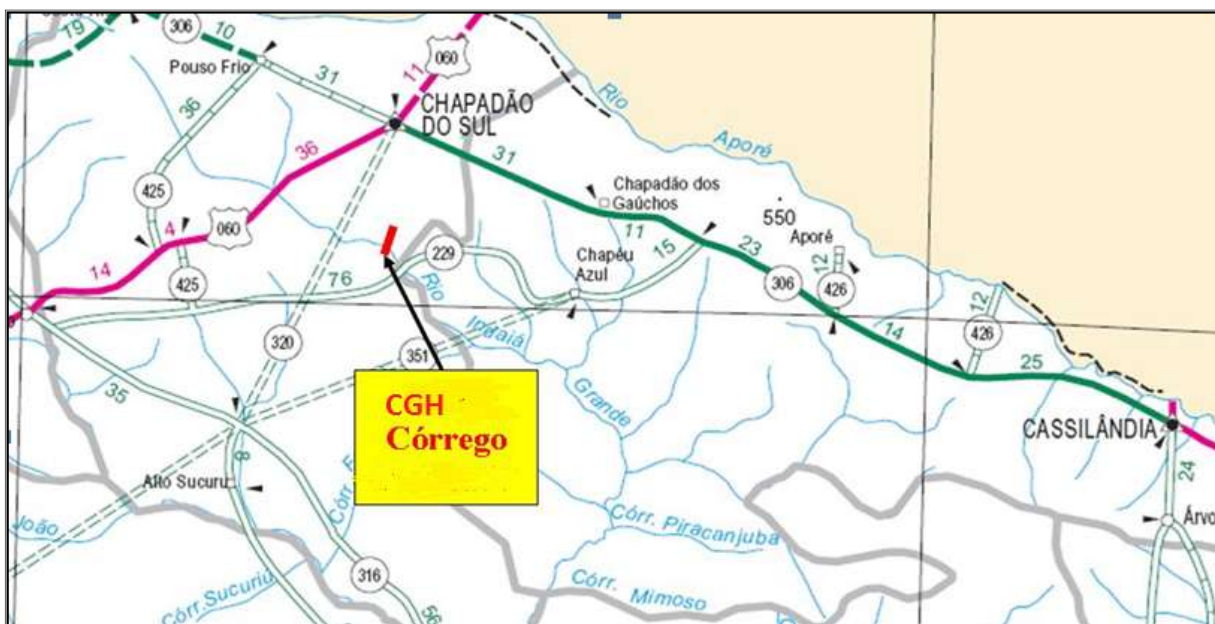


Figura 2 – Localização da CGH Córrego Ger

A distância da barragem da CGH Córrego Ger até Chapadão do Sul é de aproximadamente 31,40 km, percorrendo 21,9 km pela rodovia MS-229 (sem asfalto) e 9,50 km pela rodovia MS-306 (com asfalto).

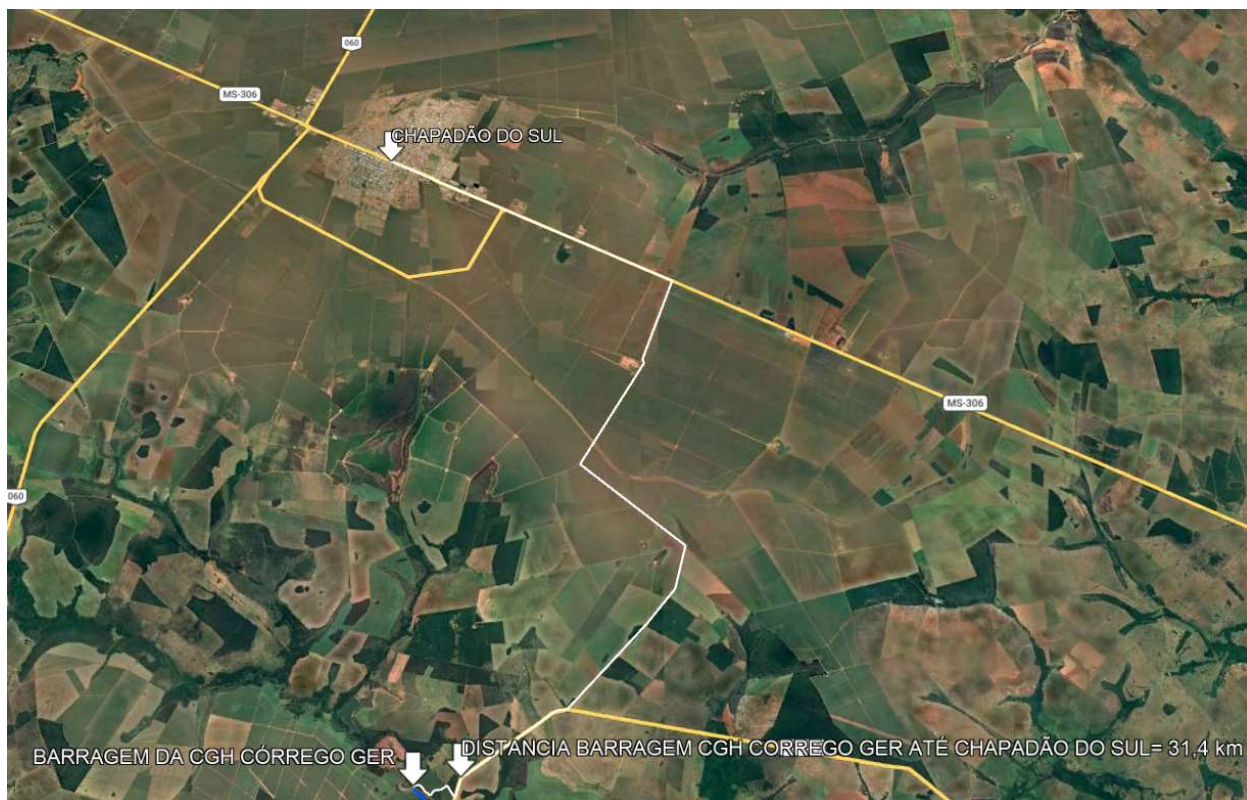


Figura 3 – Localização da barragem da CGH Córrego Ger em relação a Chapadão do Sul

A distância da barragem da CGH Córrego Ger até Cassilândia é de aproximadamente 103,00 km, percorrendo 42,4 km pela rodovia MS-229 (sem asfalto) e 60,60 km pela rodovia MS-306 (com asfalto).



Figura 4 – Localização da barragem da CGH Córrego Ger em relação a Cassilândia

7 DADOS TÉCNICOS DA CGH CÓRREGO GER

7.1 DADOS GERAIS

Empresa.....	Hidroeletrica Córrego Ltda.
Projeto.....	CGH Córrego Ger
Rio e quilômetro a partir da foz	Indaiá 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 Q _{mlt}	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 NAM _{max} (TR-10.000).....	592,20 m
Nível de água Normal de montante NAM.....	591,00 m
Nível de água Mínimo de montante NAM _{min}	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 normal de jusante NAJ (situação inicial).....	571,50 m
Queda bruta.....	19,50 m

7.2 BARRAGEM / VERTEDOURO

Material de construção das estruturas do barramento

Vertedouro	concreto convencional (fck=15 Mpa)
Ombreira direita.....	solo compactado com enrocamento de pedra detonada
Ombreira esquerda.....	descarga de fundo, muro e tomada d'água em concreto

Comprimento total da crista do barramento

Comprimento da crista do vertedouro Creager	75,00 m
Comprimento da ombreira direita	61,15 m
Comprimento da ombreira esquerda	36,30 m
Comprimento total da crista do barramento.....	172,45 m

Largura da crista das estruturas do barramento

Largura da crista do vertedouro Creager	2,50 m
Largura da ombreira direita	6,00 m
Largura da ombreira esquerda	3,60 m

Altura máxima do maciço

Altura máxima dos blocos do vertedouro Creager	6,30 m
Altura máxima da ombreira direita	7,30 m
Altura máxima da ombreira esquerda.....	8,50 m
Altura máxima da barragem (descarga de fundo).....	8,50 m

Idade (a partir do 1º enchimento / operação comercial).....06 anos (dez/2025)

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).....	9,00 m
Altura das ombreiras em relação a crista do vertedouro.....	2,20 m
Borda livre mínima.....	1,00 m
Cota da crista das ombreiras da barragem.....	593,200
Cota da crista do vertedouro	591,000
Vazão decamilenar TR-10.000 anos	152,01 m ³ /s
Lâmina máxima sobre o vertedouro	1,20 m
Vazão máxima em "ultimate capacity"	533,52 m ³ /s

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)

7.3 SISTEMA DE ADUÇÃO

7.3.1 TOMADA D'ÁGUA DO CANAL DE ADUÇÃO

Margem do rio.....esquerda
Estruturaconcreto armado
Comportas.....02 unid.
Tipo de comportavagão
Dimensões (passagem livre) 2,50 m x 3,50 m (L x H)
Acionamento talha elétrica
Quantidade de grade grossa02 unid.
Seção livre da grade 2,50 m x 5,00 m (L x H)
Inclinação da grade75°
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

7.3.2 CANAL DE ADUÇÃO

Localização.....margem esquerda do reservatório após a tomada d'água
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 média0,75 m/km

7.3.3 CÂMARA DE CARGA

Tipo de Material.....	concreto armado
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

7.3.4 TUBULAÇÃO FORÇADA

Aço tipo	CO-SAR-COR
Quantidade.....	02 unid.
Diâmetro	2,35 m
Comprimento.....	23,00 m
Vazão de projeto por conduto.....	12,075 m ³ /s

7.4 CASA DE MÁQUINAS

Tipo	Abrigada
Material paredes.....	Concreto armado / alvenaria / estrutura metálica
Tipo cobertura	estrutura metálica/telhas metálicas aluzinco
Tipo revestimento piso	Cimento alisado com pintura industrial e cerâmica
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
Cota do piso da sala de máquinas	571,12 m
Cota do piso da sala de comando	576,00 m
Área da sala de máquinas (interna).....	104,80 m ²
Área da sala de comando (interna)	30,40 m ²
Área de montagem (interna).....	52,50 m ²
Banheiro (interna).....	9,50 m ²

Gerador diesel (interna).....	14,90 m ²
Sala de painéis (interna).....	16,80 m ²
Sala de baterias (interna)	5,90 m ²
Subestação (interna)	50,69 m ²
Área de Manobra comportas	26,08 m ²

7.4.1 CANAL DE FUGA

Tipo.....	Escavado em solo e rocha
Vazão máxima turbinada.....	24,15 m ³ /s
Comprimento.....	120,00 m
Largura.....	13,00 m
Talude de escavação	1V:1 H
Cota nível d'água normal.....	571,500 m

7.5 COTA DE COROAMENTO DA BARRAGEM

Cota de proteção e/ou coroamento da barragem (ombreiras esquerda e direita).....	593,20 m
Cota da crista do vertedouro	591,00 m
Cota do nível máximo maximorum (TR = 10.000 anos).....	592,20 m
Cota do nível máximo em Ultimate Capacity.....	593,20 m

7.6 ARRANJO GERAL DAS ESTRUTURAS

O arranjo geral das principais estruturas, contendo plantas e as respectivas seções típicas, encontram-se no link

https://drive.google.com/drive/folders/1rulxDG7A6qXWj5nl6D0m1vMTTGXjeGaL?usp=drive_link

7.7 BORDA LIVRE

A borda livre é função da profundidade da água junto à barragem, da extensão (L) da superfície do reservatório (“fetch”), medida perpendicularmente ao eixo da barragem, e do vento que sopra sobre a superfície da água.

Os estudos de borda livre são realizados utilizando-se da metodologia consagrada em projetos dessa natureza como recomendado no item 3.1.1 do documento da Eletrobrás, CBDB (2003).O método recomendado é o de Saville Jr. (1962), o qual é apresentado, também, em USBR (1981).

O dimensionamento racional da borda livre requer a determinação da altura e da ação das ondas. A altura das ondas no reservatório depende da velocidade e da duração do vento, do fetch, da profundidade da água e da largura do reservatório.

O fetch é definido como a distância mais longa em linha reta desde o eixo da barragem até a margem do reservatório na direção de propagação do vento. É a pista no corpo da água (superfície do reservatório) sobre a qual o vento vai agir. Esse parâmetro condiciona a altura da onda.

O USBR (1974) sugere como critério, que se adotem ventos de 100 milhas/h (160 km/h) para a borda livre normal e ventos de 50 milhas/h (80 km/h) para a borda livre mínima. Com base nessas velocidades, recomendam-se as bordas livres conforme figura a seguir.

Borda livre (m)		
<i>Fetch</i> (km)	BL normal (m)	BL mínima (m)
< 1,60 (~1 milha)	1,22	0,91
1,60	1,52	1,22
4,02	1,83	1,52
8,05	2,44	1,83
16,1	3,05	2,13

Fonte: USBR (1974).

Figura 5 – Borda livre recomendadas pela USBR

Portanto, para um fetch efetivo de 1,000 km, e aplicando as equações recomendadas chegamos ao valor da borda livre mínima calculada de 17 cm, portanto bem menor que o recomendado pelo USBR (1974) para uma velocidade do vento de 80 km/h que é de 0,91 m. Para o projeto adotamos 1,00 m de borda livre mínima, valor este acima do mínimo recomendado.

Ficando assim definida a borda livre:

- Borda livre é a diferença entre o NA max maximorum e a cota de coroamento: **1,00 m**, cota N.A.máximoMaximorum = 592,200 m (TR-10.000) e a cota de coroamento = 593,200 m

7.8 TEMPO DE RECORRÊNCIA (TR) PARA O DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS EXTRAVASORAS

Foi adotado para o dimensionamento das estruturas extravasoras (vertedouro da barragem) e para as demais estruturas da CGH as vazões de cheias (extremas) atualizadas com tempo de recorrência **TR=10.000 anos** que resultou em 152,01 m³/s, gerando uma lâmina máxima de 1,20 m sobre a soleira do vertedouro, sendo que lâmina máxima somada a borda livre mínima que é

de 1,00 m, resulta em 2,20 m (diferença entre a soleira do vertedouro e a cota de proteção das ombreiras).

Sendo assim o vertedouro terá como **capacidade máxima em “ultimate capacity” de 533,52 m³/s, absorvendo eventualmente a TR-10.000 calculada.**

7.9 VAZÃO DE PROJETO PARA DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAS EXTRAVASORAS

As vazões de projeto, com a atualização do estudo hidrológico passam a vigorar com os seguintes valores de referência:

Vazão de cálculo do vertedouro (TR= 10.000 anos).....152,01 m³/s
 Vazão máxima em Ultimate Capacity.....533,52 m³/s

7.10 VAZÕES DE CHEIAS (VAZÕES EXTREMAS) – OUTUBRO/2025

A atualização dos estudos hidrológicos para determinação das vazões extremas (cheias) foram realizados no mês de **outubro de 2025** com dados disponíveis e consolidados da ANA/hidroweb.

Nesta avaliação, foram utilizadas as séries de vazões máximas diárias da estação fluviométrica base dos estudos **Indaia Grande (63001600)** utilizou-se as informações hidroweb/ANA registradas entre 1996 a 2023 (sendo desprezados dados de 2024 e 2025 por apresentarem muitas falhas de observações e valores abaixo dos registrados anteriormente nos mesmos meses de referência);

A seguir a tabela resumo com os dados de vazões máximas anuais do posto base e da CGH Córrego Ger (Hidroweb/ANA):

Local	Posto Base - INDAIÁ GRANDE	CGH CÓRREGO GER
Area Drenagem (km²)	794,00	840,00
Ano	Q_{max} (m³/s)	Q_{max} (m³/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 6 – Vazões máximas anuais do posto base e da CGH Córrego Ger

O manual da Eletrobrás recomenda que para a definição das cheias de projeto, serão utilizadas duas distribuições: exponencial de dois parâmetros (estimada pelo método dos momentos), sempre que a assimetria da amostra for superior a 1,5 e Gumbel (extremos do tipo I), para assimetrias amostrais inferiores a 1,5.

No nosso caso a assimetria é igual a 0,51, valor inferior a 1,5, então podemos utilizar o **Método de Gumbel**.

Utilizando os dados de vazões máximas anuais, obtemos os seguintes valores:

Média = 46,44 m³/s

Desvio Padrão = 9,89 m³/s

Definida a base estatística para a obtenção dos eventos extremos Q_{INST} , é oportuno mencionar que os valores calculados foram majorados pelo Coeficiente de Fuller quando da sua transferência para o eixo do barramento proposto neste estudo de projeto básico, conforme formulação abaixo, para considerar o efeito do pico instantâneo das ondas de cheia.

$$Q_{INST} = \lambda Q_{MED}$$

$$\lambda = 1 + a / (AD)^b$$

onde: AD = área de drenagem (km²) a= 2,6 e b= 0,3

MÉTODO DE GUMBEL

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

Vazões de Cheia CGH CÓRREGO GER

MÉTODO DE GUMBEL					
TR	1/T	α	μ	Vazão	Vazão Inst
2	0,5000	7,71	41,99	44,81	60,27
10	0,1000	7,71	41,99	59,34	79,81
50	0,0200	7,71	41,99	72,08	96,94
100	0,0100	7,71	41,99	77,47	104,19
500	0,0020	7,71	41,99	89,91	120,92

1.000	0,0010	7,71	41,99	95,26	128,12
10.000	0,0001	7,71	41,99	113,03	152,01

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 7 – Vazões de Cheia (máximas)

Sendo assim, o vertedouro e as demais estruturas da CGH foram dimensionadas para atender as cheias atualizadas com tempo de recorrência TR=10.000 anos que é 152,01 m³/s.

O vertedouro terá como **capacidade máxima em “ultimate capacity” de 533,52 m³/s, absorvendo assim a TR-10.000.**

7.11 DIMENSÕES ÚTEIS DOS DISPOSITIVOS EXTRAVASORES

O vertedouro da barragem é o dispositivo extravasador principal do empreendimento. E possui as seguintes características:

Vertedouro tipo.....soleira livre “perfil creager”
 Lâmina máxima sobre o vertedouro **calculada** para TR = 10.000 anos.....0,95 m
 Lâmina máxima sobre o vertedouro **adotada** para TR = 10.000 anos.....1,20 m
 Lâmina máxima sobre o vertedouro admitida (Ultimate Capacity).....2,20 m
 Comprimento total da crista do vertedouro75,00 m

A barragem possui uma comporta na Descarga de Fundo (DF), que poderá ser acionada eventualmente, com as seguintes características:

Comporta descarga de fundo01 unidade
 Tipo de comporta.....vagão
 Dimensões.(dimensões úteis)2,50 m x 2,50 m (L x H)
 Acionamento das comportas talha elétrica/manual

7.12 PROJETO COMO CONSTRUÍDO

A TRSUL Engenharia Ltda, disponibilizou o projeto como construído “As Built” da construção da CGH Córrego Ger e o empreendedor mantém em arquivos digitais para futuras consultas.

Os desenhos encontram-se conforme link:

https://drive.google.com/drive/folders/1rulxDG7A6gXWj5nl6D0m1vMTTGXjeGaL?usp=drive_link



Figura 8 – Estruturas do Barramento/Vertedouro da CGH Córrego Ger



Figura 9 – Casa de máquinas da CGH Córrego Ger

7.13 RESERVATÓRIO

O nível de água máximo normal no reservatório da CGH Córrego Ger está fixado na cota 591,00 m. 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 da CGH.

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 m	Área km ²	Volume total m ³	Volume útil 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 10 – Resumo dados Curva Cota x Área x Volume

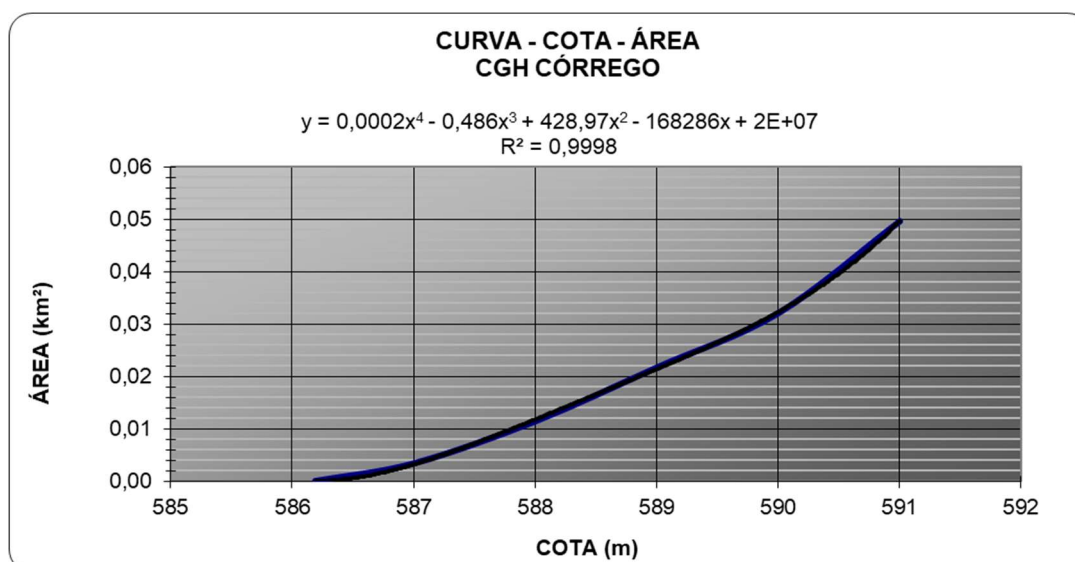


Figura 11 - Curva Cota x Área – Reservatório CGH Córrego Ger

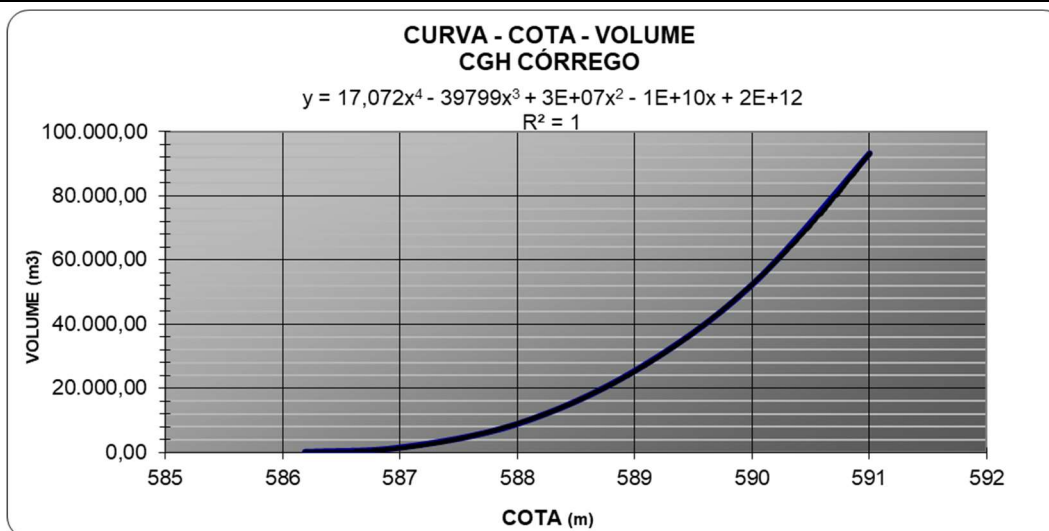


Figura 12 - Curva Cota x Volume – Reservatório CGH Córrego Ger

7.14 APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS

A Figura 13 apresenta a localização relativa da CGH Córrego Ger na divisão de quedas do rio Indaia Grande.

Figura 13 - Aproveitamentos Hidrelétricos no rio Indaia Grande, próximos a CGH Córrego Ger

Posição em relação à CGH CÓRREGO GER	Aproveitamento	Potência Instalada (MW)	Proprietário	Situação
Montante	CGH Indaiá	3,400*	Nova Indaiá Energia Ltda.	Estudo
CGH Córrego Ger		4,176	Hidroelétrica Córrego Ltda	Operação
Jusante	CGH Chapadão	4,700	Hidroelétrica Chapadão Ltda	Operação
Jusante	PCH Lajeado	8,793	Hidroelétrica Lajeado Ltda	Operação

- Potência da CGH Indaiá 3,40 MW (fase de inventário).

7.15 INSTRUMENTAÇÃO

A barragem é concebida como “soleira livre” sem controle de fluxo, somente existe dispositivo de medição de nível d’água (sensor eletrônico) na entrada da tomada d’água e canal de adução.

8 LEI DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

A resolução normativa ANEEL n° 1064, de 2 de maio de 2023, está de acordo com a Lei federal n° 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens.

Segue o Art. 1º da REN n° 1.064/2023, que estabelece critérios e ações de segurança de barragens associadas a usinas hidrelétricas fiscalizadas pela ANEEL, e que apresentem qualquer uma das destas características:

*I - altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento da barragem, maior ou igual a 15m (quinze metros);=> **CGH Córrego Ger altura do maciço (ombreira da barragem) ponto mais alto igual a 8,50 m (descarga de fundo) e ponto mais alto da soleira vertente (vertedouro) igual a 6,30 m.***

*II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m³ (três milhões de metros cúbicos);=> **CGH Corrego Ger capacidade total do reservatório no nível normal igual a 93.156,995 m³.***

*III - categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 7º. Da Lei n° 12.334/2010 => **CGH Córrego Ger apresenta categoria de dano potencial associado alto.***

*IV - categoria de risco alto, nos desta Resolução, conforme definido no art. 7º da Lei n° 12.334/2010 => **CGH Córrego Ger apresenta categoria de dano potencial associado alto.***

9 CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM / ANO DE REFERÊNCIA 2025

As barragens fiscalizadas pela ANEEL serão divididas em classes, segundo a categoria de risco, dano potencial associado e volume do correspondente reservatório, em acordo com a matriz de classificação disposta no Anexo I.

Os critérios para classificação das barragens estão definidos no Anexo II da Resolução Normativa ANEEL N° 1.064, de 2 de maio de 2023, onde são obtidos a Categoria de Risco e o Dano Potencial Associado, onde é obtido o Resultado final da Avaliação.

A área de abrangência para avaliação do Dano Potencial Associado (Anexo II.2) deverá compreender a região de amortecimento da cheia decorrente da ruptura, ou o reservatório da usina imediatamente a jusante.

Categoria de risco é a classificação da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente ou desastre e dano potencial associado à barragem é o dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais.

Da matriz elaborada para a CGH Córrego Ger, conforme o Anexo I e II da REN nº 1.064/2023, obtivemos a **Categoria de Risco = Baixo**, e **Dano Potencial Associado = Alto e Classe B**.

CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
Alto	A	B	B
Médio	B	C	C
Baixo	B	C	C

Figura 14 - Matriz de Classificação de Barragem (Anexo I – REN nº 1.064/2023)

As matrizes a seguir compõe o Anexo II da REN nº 1.064/2023:

ANEXO - Matrizes de Classificação de Barragens

MATRIZ PARA CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA

NOME DA BARRAGEM	CGH CORREGO GER
NOME DO EMPREENDEDOR	HIDROELÉTRICA CORREGO LTDA.
DATA:	29/12/2025

II.1 - CATEGORIA DE RISCO		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	12
2	Estado de Conservação (EC)	0
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	8
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		20

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	≥ 62 ou $EC^* \geq 8$ (*)
	MÉDIO	35 a 62
	BAIXO	≤ 35

(*) Pontuação (maior ou igual a 8) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providencias imediatas pelo responsável da barragem.

II.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO		Pontos
	DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)	20

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	≥ 16
	MÉDIO	$10 < DPA < 16$
	BAIXO	≤ 10

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:

CATEGORIA DE RISCO	BAIXO
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	ALTO

Figura 15 – Matriz para Classificação de barragem / Categoria de Risco e Dano Potencial Associado

II.1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)						
1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT						
Altura (a)	Comprimento (b)	Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Tipo de fundação (d)	Idade da Barragem (e)	Vazão de Projeto (f)	Casa de Força (g)
Altura ≤ 15m (0)	comprimento ≤ 200m (2)	Concreto convencional (1)	Rocha sã (1)	entre 30 e 50 anos (1)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (3)	Barragem/Dique sem Casa de Força associada (0)
15m < Altura < 30m (1)	Comprimento > 200m (3)	Alvenaria de pedra / concreto ciclópico / concreto rolado - CCR (2)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	entre 10 e 30 anos (2)	Milenar (5)	Casa de força associada à barragem por meio de conduto forçado, túnel, etc (2)
30m ≤ Altura ≤ 60m (2)	-	Terra homogênea /enrocamento / terra enrocamento (3)	Rocha alterada -sem tratamento / rocha alterada fraturada com tratamento (3)	entre 5 e 10 anos (3)	TR = 500 anos (8)	Casa de força ao pé da barragem (5)
Altura > 60m (3)	-	-	Rocha alterada mole / saprolito / solo compacto (4)	< 5 anos ou > 50 anos ou sem informação (4)	TR < 500 anos ou Desconhecida / Estudo não confiável (10)	-
-	-	-	Solo residual / aluvião (5)	-	-	-
CT = Σ (a até g):		12				

Figura 16 – Matriz Classificação Categoria de Risco / Características Técnicas

II.1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)					
2 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC					
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (h)	Confiabilidade das Estruturas de Adução (i)	Percolação (j)	Deformações e Recalques (k)	Deterioração dos Taludes / Parâmetros (l)	Eclusa (*) (m)
Estruturas civis e hidroelétricas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (0)	Estruturas civis e dispositivos hidroelétricos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Não possui eclusa (0)
Estruturas civis e hidroelétricas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertical. (4)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação (4)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitoradas (3)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1)	Estruturas civis e dispositivos hidroelétricos bem mantidas e funcionando (1)
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertical. (7)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5)	Existência de trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento (5)	Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva (5)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação (2)
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas (10)	-	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente (8)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento da segurança (8)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança (7)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados e sem medidas corretivas (4)
EC = Σ (h até m):		0			

Figura 17 – Matriz Classificação Categoria de Risco / Estado de Conservação

II.1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)				
3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PS				
Existência de documentação de projeto (n)	Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Emite regularmente os relatórios (0)
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Não (6)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)
Projeto básico (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	-	Não emite os relatórios (5)
Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	-	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	-
inexiste documentação de projeto (8)	-	-	-	-
PS = \sum (o até s):		8		

Figura 18 – Matriz Classificação Categoria de Risco / Plano de Segurança da Barragem - PS

II.2 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO - DPA (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

Volume Total do Reservatório (a)	Potencial de perdas de vidas humanas (b)	Impacto ambiental (c)	Impacto sócio-econômico (d)
Pequeno < = 5 milhões m ³ (1)	INEXISTENTE (não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	SIGNIFICATIVO (área afetada da barragem não representa área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais) (3)	INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem) (0)
Médio 5 milhões a 75 milhões m ³ (2)	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (4)	MUITO SIGNIFICATIVO (área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica) (5)	BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (4)
Grande 75 milhões a 200 milhões m ³ (3)	FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal, estadual, federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (8)	-	ALTO (existe grande concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (8)
Muito Grande > 200 milhões m ³ (5)	EXISTENTE (existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (12)	-	-
DPA = Σ (a até d):		20	

Figura 19 – Matriz Classificação Dano Potencial Associado - DPA

O presente plano de segurança e estudos tem como objetivo garantir as condições adequadas de segurança das estruturas e pessoas. A área de abrangência dos estudos e para avaliação do Dano Potencial Associado (Anexo II.2) se estendeu até a barragem da CGH Chapadão localizada a jusante do empreendimento.

10 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E QUALIFICAÇÃO TÉCNICA DOS PROFISSIONAIS DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

Visando-se chegar a delimitação e definição de um corpo técnico mínimo a compor a “Equipe Técnica de Segurança da CGH” entendeu-se conveniente relacionar em um primeiro momento todos os profissionais e colaboradores envolvidos na operação direta e indireta da barragem.

A partir desta relação de profissionais mínimos, envolvidos com a operação da CGH, foi possível se delimitar tanto a estrutura organizacional, quanto a qualificação e as responsabilidades destes

profissionais, nos quais estão definidos também aqueles diretamente responsáveis pela segurança da CGH.

A estrutura organizacional foi separada em duas categorias de atuação: uma equipe núcleo (de atuação contínua e rotineira), sendo esta interna ao empreendedor e outra de apoio (de atuação eventual, nos casos de necessidade), normalmente externa. Esta segunda não foi delimitada em específico, uma vez, que conforme mencionado, tratam-se de equipes contratadas para as mais diversas demandas.

A equipe núcleo é formada pelo responsável técnico pela operação e segurança da CGH, pelo corpo de profissionais técnicos diretamente envolvidos nas atividades complementares da CGH e pelos técnicos auxiliares, todos assistidos pelas gerências superiores, inclusive pelo gerente geral.

A equipe de apoio é composta pelo pessoal que atua nas eventualidades, profissionais responsáveis pela manutenção elétrica e mecânica, consultores externos e projetistas.

Na estrutura organizacional da barragem a equipe núcleo é composta por funcionários que prestam serviços para a CGH, sendo assim, são estes funcionários que fazem parte da equipe de operação e de segurança da barragem.

Visando, maior especificidade e delimitação de responsabilidades, criou o Centro de Operação de Geração (COG), que tem a função de prestar serviço de operação das usinas, se responsabilizando pela operação da barragem. Mais especificamente, os operadores dos COG são responsáveis pelo despacho de carga na Usina, porém está alocado um operador em turno diário, em horário comercial na usina.

A CGH é totalmente monitorada por um sistema de CFTV que pode ser acessado de qualquer local, desde que com acesso a rede de internet, as câmeras podem ser acessadas por celulares, tablets, entre outros sistemas. Este sistema, além de servir de apoio para operação, serve para visualizar invasores, identificar problemas e especificar orientações de uma tomada de decisão baseada em imagens observadas até que seja possível de serem providenciadas ferramentas para a solução total do problema.

O esquema de comunicação opera com a obrigatoriedade de o operador local, que na maioria das vezes é quem detecta o problema, comunicar o COG que passa a Ordem de serviços ou em caso de emergência envia a informação diretamente a tomada de decisão.

A seguir estão apresentados o organograma funcional da equipe técnica envolvida com a operação da CGH, as responsabilidades e qualificações dos técnicos, as diretrizes para treinamentos, e o esquema de comunicação interna do empreendedor.

10.1 ORGANOGRAMA FUNCIONAL

Uma estrutura organizacional é indispensável para o bom desempenho das atividades relacionadas à segurança e operação de barragens. Esta estrutura é apresentada na forma de um organograma.

Tal organograma, que tem por intuito destacar os integrantes de uma equipe técnica, neste caso de segurança e operação da CGH, contempla a apresentação da função, o nome de cada operador e o telefone de contato, para que cada colaborador entenda suas funções dentro da equipe e para que todos os colaboradores tenham a informação de a quem recorrer em casos específicos. É fundamental que o organograma seja conhecido, divulgado e seguido.

Optou-se pela apresentação de um organograma genérico, com a descrição dos cargos, sem nomeação dos mesmos. Orienta-se que em um segundo momento deverá ser confeccionado/atualizado tal organograma, a fim de possibilitar sua divulgação e conhecimento pela equipe técnica, diretamente responsável pelas atividades de operacionais e de segurança da CGH.

Recomenda-se ainda que no organograma e/ou em uma tabela conste, pelo menos, dois contatos de cada profissional ou setor, permitindo acessar um segundo profissional em caso de ausência do primeiro.

Neste sentido, a Figura 20 apresenta o organograma funcional, da estrutura gerencial, com foco nas responsabilidades dos envolvidos. Neste organograma não foram especificados os profissionais responsáveis a fim de se manter a estrutura organizacional, podendo ao longo da vida útil do empreendimento sofrer alteração de profissionais responsáveis.

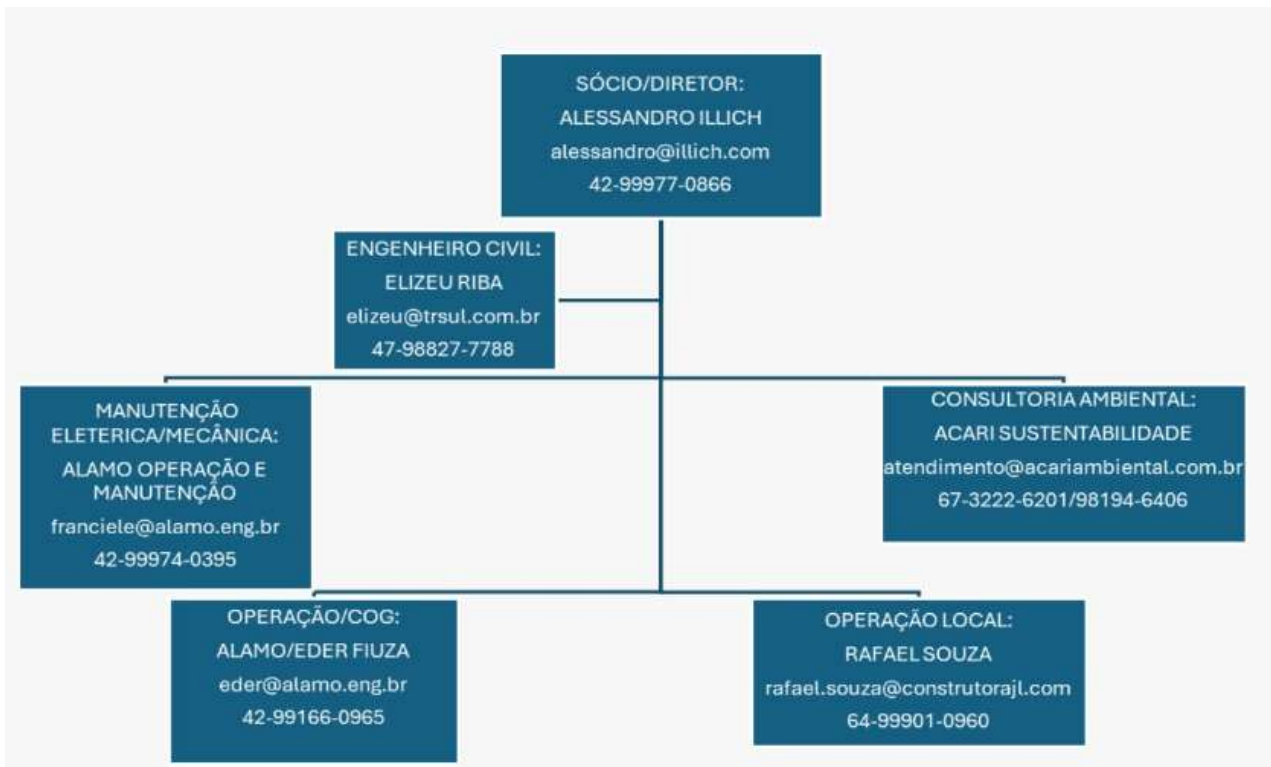


Figura 20 – Organograma da Equipe de Operação e Segurança

10.2 RELAÇÃO DE EQUIPE TÉCNICA: QUALIFICAÇÃO TÉCNICA E RESPONSABILIDADES

Notadamente é de suma importância para o bom funcionamento de uma barragem, assim como para minimização de riscos potenciais, que tais empreendimentos disponham de uma equipe responsável pela segurança e operação da barragem e de uma estrutura organizacional definida. A equipe da CGH está relacionada na Figura 21.

Equipe interna/externa de operação e manutenção da CGH:

Nome	Qualificação técnica	Função/Responsabilidade
Anderson Gueths / Alamo	Engenheiro Eletricista	Coordenador de Engenharia e Planejamento/Operação e Manutenção
Elizeu Riba	Engenheiro Civil	Responsável Técnico / Plano Segurança de Barragem / Inspeção de Segurança Regular da Barragem / Plano de Ação de Emergência
Eder Fiuza / Alamo	Técnico Especialista	Departamento de Geração / Supervisor Manutenção
Rafael Vieira	Curso de Operador de Usinas Hidrelétricas e Operador de COS	Operacional

Figura 21 – Lista de profissionais e qualificação técnica destes vinculados a equipe de segurança e operação da CGH Córrego Ger

Atualmente a totalidade da equipe com qualquer atividade relacionada a CGH tem acesso aos contatos de interesse e/ou pertinentes a operação, manutenção, inspeção e tomadas de decisão do empreendimento. A lista de contatos importantes atualizada encontra-se apresentada no quadro a seguir.

IDENTIFICAÇÃO	CONTATO (FONES)
1. Empreendedor: Hidroelétrica Córrego Ltda	ALEX (42) 98808-2073 (horário comercial)
Operação na CGH Córrego Ger	Rafael (64) 99901-0960 (horário comercial)
Operação no COG	ALAMO (42) 9999166-0965 (24 horas)
Operação/manutenção da CGH	Franciele (42) 99974-0395 (horário comercial)
SESMT	Protena/Milena (67) 9 9921-5376 (horário comercial)
Ambiental	Acari (67) 3222-6201/98194-6406 (horário comercial)
Manutenção obras civis	Franciele (42) 99974-0395 (horário comercial)
Setor Administrativo/Jurídico	Alex (42) 98808-2073 (horário comercial)

Figura 22 – Quadro de contatos da CGH e do empreendedor

10.3 OPERADORES

As funções dos operadores, além das de rotina para o funcionamento da barragem, é o responsável pela operação dos equipamentos, fiscalização do reservatório. O desenvolvimento de suas atividades fica restrito ao corpo do barramento, ao lago formado pelo reservatório, e à Área de Preservação Permanente (APP). Deverão ter nível de instrução compatível com suas funções e experiência nas áreas de operação, manutenção de equipamentos de barragens, além de estar habilitado para uso dos equipamentos normalmente utilizados nas atividades de operação e fiscalização tais como motocicleta e barco.

As principais atividades a serem desenvolvidas pelo operador estão relacionadas na figura a seguir.

PERIODICIDADE	ATIVIDADES
<p align="center">Diária</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acompanhar e monitorar as cotas do nível d'água do reservatório; ➤ Monitorar o funcionamento de todas as estruturas que compõe a PCH; ➤ Monitorar e inspecionar visualmente todos os equipamentos, principalmente no caso de algum alarme indicar; ➤ Inspecionar visualmente o maciço da barragem para detectar eventuais ocorrências de percolação indevidas, trincas, corpos estranhos, enfim qualquer observação digna de registro e/ou alerta; ➤ Inspecionar a jusante do barramento com as mesmas preocupações do item anterior, observando ainda a ocupação indevida da área por estranhos, animais, bota fora, entulhos, etc.;
<p align="center">Semanal</p>	<p>Pelo menos uma vez por semana, o operador deverá estender as funções diárias, realizando uma volta no contorno do reservatório, próximo as margens, inspecionando e anotando as irregularidades: ocupações indevidas, fontes poluidoras, novas captações d'água etc.</p>
<p align="center">Mensal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar pontos de poluição no reservatório; ➤ Identificar a ocupação não autorizada nas áreas do entorno do reservatório; ➤ Operação de abertura e fechamento das comportas de tomadas d'água; ➤ Registrar as ocorrências da operação anterior, anotando dificuldades no acionamento, falta de lubrificação, falta de reposicionamento de elementos móveis, mancais soltos, secos e/ou engripados, condições do maciço de concreto da tomada de água; e ➤ Inspeção visual em todas as estruturas.

Figura 23 – Atribuição dos Operadores

Vale ressaltar que a CGH conta com sistema de controle da operação, que permite sua operação de forma remota via COG. Ademais, o Sistema Supervisório da CGH tem os devidos controles e proteções impedindo a execução de falhas humanas e reduzindo as necessidades de atividades a serem realizadas pelo operador.

10.4 TREINAMENTO

A equipe designada para operacionalizar a barragem e demais estruturas deverá ser devidamente treinada seguindo os requisitos preconizados no Manual de Operação da estrutura. O treinamento na operação de barragens deve ser feito por meio da aplicação das diretrizes operacionais estabelecidas no Manual de Operação da barragem, de forma planejada, ao longo do tempo, e assistida por supervisores que detêm o conhecimento necessário a essa atribuição.

Não diferente, o responsável pela segurança da barragem deverá ser treinado em conformidade com as diretrizes legais de segurança, impostas pelo órgão regulador da barragem (ANEEL) e descritas neste Plano de Segurança. Portanto, este documento, assim como a legislação pertinente ao tema, deverão ser as principais fontes de orientação e informação para o treinamento tanto do responsável pela segurança, quanto da equipe direta ou indiretamente relacionada ao tema.

Sugere-se que o treinamento seja realizado em etapas, onde à medida que os componentes da equipe desenvolvam suas habilidades e passem a atuar de forma mais segura e experiente, o líder

passa a coordenar as atividades de todos e reduz, gradualmente, o nível de supervisão. Atuando, portanto, mais como um gerente das ações de seu grupo e controlando os resultados atingidos e orientando em caso de dúvida. Paralelamente, ele atua na obtenção dos recursos necessários ao desenvolvimento dos serviços sobre o seu comando.

Desta forma, em pouco tempo os membros da equipe irão desempenhar suas tarefas com desenvoltura e relatar seus movimentos ao coordenador.

De qualquer maneira, orienta-se que toda e qualquer atividade desempenhada por qualquer membro da equipe deverá ser acompanhada e/ou verificada/vistoriada pelo responsável técnico da equipe de segurança, uma vez que o mesmo é quem detém a responsabilidade perante os órgãos reguladores.

A metodologia de treinamento por trás do esquema apresentado pressupõe que as responsabilidades da equipe sejam estabelecidas com o passar do tempo, e não de forma imediata. Assim que, em um segundo momento, a equipe esteja completamente formada, ficará mais fácil formar apenas profissionais substitutos para cargos em específico.

Todo novo integrante da equipe de operação deverá receber o mesmo treinamento. Todo indivíduo da própria empresa ou de empresa externa que vier a exercer atividades ou serviços na área da barragem deverá receber instruções básicas sobre a rotina operacional dessa estrutura, bem como da importância da contínua observação do comportamento dela e deverá saber a quem comunicar qualquer observação anômala.

As pessoas que irão integrar a equipe de segurança da barragem deverão ser devidamente informadas e treinadas para executarem adequadamente as tarefas que lhes serão atribuídas. Elas também deverão receber instruções sobre as principais consequências decorrentes da ruptura da barragem. É fundamental que elas tenham conhecimento das implicações de uma operação inadequada, ou falha de monitoramento, para que possam operar com foco na minimização de riscos e o responsável técnico deverá contribuir para disseminar tais instruções.

O treinamento deve ser encarado como um meio para se atingir benefícios, como a redução no tempo de execução de uma atividade, a tomada de decisões mais rápidas e qualificadas, redução de custos, melhoria na qualidade e na confiabilidade, implementação de “melhores práticas”, maior nível de coordenação, aperfeiçoamento rápido de pessoal e melhor controle situacional (Kersner, 2006).

11 DOCUMENTOS TÉCNICOS DA IMPLANTAÇÃO, DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM

Conforme Art. 17 da Lei Federal 12.334/2010, o empreendedor de uma barragem obriga-se a:

- I Prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem;
- II Providenciar, para novos empreendimentos, a elaboração do projeto final como construído;
- III Organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem;

Neste sentido, o empreendedor dispõe e atualiza anualmente de toda documentação de projeto, e segurança da barragem, seguindo todos os requisitos e obrigações citados anteriormente.

A relação da documentação da barragem deverá ser constantemente atualizada. Orienta-se que todo e qualquer documento que vier a acrescentar a lista de documentos importantes de projeto, projeto como construído, operação e manutenção deverá ser adicionado na listagem apresentada a seguir e ser arquivado junto aos demais.

12 MANUAIS DE PROCEDIMENTOS DOS ROTEIROS DE INSPEÇÕES DE SEGURANÇA E DE MONITORAMENTO E RELATÓRIOS DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

A avaliação das condições de segurança das estruturas da barragem requer a realização de inspeções periódicas de campo, durante toda a vida útil da barragem. O programa geral de inspeção, para a CGH é exclusivamente de campo baseado nas inspeções visuais, gerando ao final das inspeções relatórios específicos.

No programa de inspeção descrito a seguir, abordam-se os procedimentos que devem orientar as inspeções de campo, que tem por objetivo detectar deteriorações em potencial e alertar sobre condições que podem conduzir as estruturas da barragem, progressivamente, ao comprometimento de suas condições de segurança. A realização de inspeções cuidadosas e regulares deve indicar tendências, e não apenas valores absolutos, pois as deteriorações tendem a ocorrer de modo progressivo ao longo do tempo.

Os técnicos responsáveis pelas inspeções deverão ser treinados para tal, no sentido de aproveitar as circulações diárias nas estruturas, barragem e outros locais, para o registro de eventuais deteriorações e/ou anomalias. Estes técnicos deverão ser instruídos sobre a importância do registro de toda observação relevante que fizerem.

As inspeções deverão ser classificadas em quatro categorias:

- **Inspeção Rotineira ou Informal:** é aquela que será conduzida pelos técnicos envolvidos na operação do empreendimento, consistindo em inspeções visuais efetuadas em suas visitas rotineiras às estruturas civis, ou para a execução de tarefas diversas ligadas a área de operação. Não necessita, normalmente, de planilha detalhada para o registro de dados. Não gera relatório específico, mas apenas o relato para os responsáveis imediatos, de anomalias ou eventuais problemas encontrados. Para tanto, é recomendável que tais operadores sejam submetidos periodicamente a treinamento, para alertá-los sobre os problemas que podem ocorrer em estruturas de barramento.
- **Inspeção Periódica:** deve ser realizada em datas específicas, podendo para isto utilizar a supervisão de um técnico especialista. Neste caso, tais técnicos devem estar devidamente treinados para a tarefa, incluindo um estudo sucinto dos documentos de projeto, dos registros existentes e um histórico das intervenções já realizadas, ou dos pontos relevantes de projeto, seguido das inspeções de campo. Requer o emprego de planilhas detalhadas para sua execução, registro fotográfico, com os seus resultados sendo apresentados em um relatório apropriado.
- **Inspeção Formal:** deve ser executada por equipe multidisciplinar de especialistas, envolvendo engenheiros das áreas de hidráulica, geologia/geotecnia, estruturas, tecnologia do concreto e instrumentação (auscultação) de barragens. Há a necessidade de familiarização com o histórico das estruturas e com os procedimentos eventualmente empregados nas obras de reparo já realizadas. Para atender a estes requisitos é imprescindível que a equipe efetue um estudo detalhado dos documentos de projeto, dos registros existentes e do histórico das intervenções passadas, comparando-os com o atual estado do barramento. As inspeções de campo devem englobar todos os aspectos relevantes das estruturas, incluindo detalhes de operação dos equipamentos mecânicos relacionados com a segurança da barragem. Podem-se empregar planilhas detalhadas para sua execução e registro fotográfico. Os resultados desta inspeção devem constar de um relatório final, contendo uma análise das condições de segurança das estruturas, bem como com conclusões e recomendações sobre as obras de reparo eventualmente necessárias.
- **Inspeção Especial:** consiste na observação de aspectos particulares da barragem e suas estruturas anexas, por ocasião de eventos não rotineiros, tais como o rebaixamento do nível d'água do reservatório ou paradas dos equipamentos de geração. Encaixam-se neste item as inspeções subaquáticas e os levantamentos topobatimétricos. Esta inspeção requer relatório específico elucidando as conclusões e recomendações pertinentes.

A Figura 24 apresenta a frequência na qual devem ser realizadas as inspeções acima definidas.

Tipo de Inspeção	Frequência	Observação
Rotineira	Diária a semanal	Associada às Atividades Rotineiras de Operação da CGH
Periódica	Anual	Obrigatoriamente Gerando Relatório Específico
Formal	5 anos	Obrigatoriamente Gerando Relatório Específico
Especial	--	Associada a Eventos Especiais, Obrigatoriamente Gerando Relatório Específico

Figura 24 – Frequência das Inspeções de Campo

As frequências de inspeção apresentadas devem ser entendidas como mínimas e serem intensificadas sempre que forem observadas anomalias ou outras ocorrências excepcionais.

Apresentam-se um conjunto de planilhas orientativas contendo a relação das providências a serem adotadas e uma descrição dos principais itens a serem inspecionados, os quais deverão ser empregados para subsidiar as Inspeções Rotineiras e Periódicas. Estas planilhas visam padronizar o registro das eventuais anomalias constatadas nas inspeções de campo.

O empreendedor deverá tratar e dar encaminhamento adequado às recomendações e as exigências contidas nos relatórios de inspeção de segurança regular e especial e da revisão periódica de segurança. As recomendações e as exigências deverão ser atendidas nos prazos indicados nos relatórios da inspeção, de acordo com sua gravidade, urgência e tendência. As inspeções de segurança deverão ser realizadas por equipe de Segurança de Barragem, composta de profissionais treinados e capacitados, contemplando responsável técnico e manifestação de ciência por parte do representante do empreendedor.

12.1 CADASTRO TÉCNICO

É necessário que cada estrutura seja convenientemente cadastrada, de modo que se estabeleça o mais conveniente sistema de base de dados ao longo de sua história. Desta forma, os trabalhos de manutenção estratégica de dada estrutura contemplariam, pelo menos, as seguintes fases:

- cadastramento;
- inspeções periódicas;
- inspeções condicionadas;
- serviços de limpeza;
- reparos de pequena monta caso necessário;
- reparos de grande monta caso necessário;
- reforços caso necessário.

O cadastramento da estrutura é fundamental, para o acompanhamento através de planilhas, que deverão ser preenchidas pelo pessoal técnico responsável pela manutenção e/ou operacionalização da CGH. Com base no cadastramento da estrutura é possível manter-se um efetivo controle das atividades rotineiras de inspeção, programar e registrar, adequadamente, os reparos ou reforços porventura necessários durante sua vida útil.

O cadastro deverá ser centralizado no próprio local da CGH, e deverá ser mantido em arquivos bem organizados e de fácil acesso.

Assim, é imprescindível, para uma boa manutenção, que o cadastro contenha, pelo menos, os seguintes elementos:

- projetos arquitetônico, estrutural, de fundação, de instalações, etc.
- intervenções técnicas já realizadas;
- registro da vistoria cadastral (recebimento da obra);
- registro de vistorias de rotina porventura já realizadas;
- documentação fotográfica;

Além disto, e na medida do possível, deve ser preparada uma ficha-resumo, contendo os dados básicos da CGH, relativos a geometria, época da execução, materiais utilizados, ocorrências durante a construção, etc., onde devem também ser claramente anotados quais são os pontos ou locais da estrutura que poderão vir a ter problemas em virtude de falhas de projeto ou de execução, ou mesmo os que sejam considerados como os mais vulneráveis, para que sejam mais cuidadosamente observados quando da realização das inspeções periódicas e até venham a ser objeto de programação de inspeções especiais.

Na vistoria cadastral, que se segue imediatamente à conclusão da obra, devem ser anotadas possíveis anormalidades observadas, tais como fissuras, flechas excessivas, recalques já estabilizados (ou que ainda estejam em andamento), e outros, que devem ser mapeados e registrados através de desenhos esquemáticos e registros fotográficos, para posterior transcrição para a ficha-resumo do cadastro da estrutura. A vistoria e a ficha-resumo deverão ser realizadas por um engenheiro estrutural que, necessariamente, tenha comprovada experiência no campo da Patologia das Estruturas.

O empreendedor utiliza o "projeto como construído" para realização de um cadastro técnico detalhado das estruturas que compõem a CGH, em forma de planta geral, abordando localização, perfil hidráulico, acessos, etc.

O objetivo do cadastro técnico na CGH:

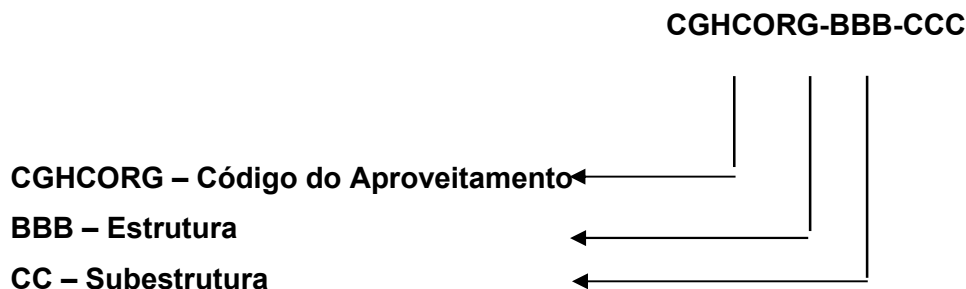
- identificar rapidamente, a posição dos elementos que compõe a estrutura da CGH;

- no caso de qualquer anomalia, identificar com os pontos de referência, o local do mesmo;
- facilitar o levantamento de áreas atingidas no caso de sinistro;
- possibilitar a qualquer funcionário, a identificação e localização, para elaboração de relatório;
- facilita também as ações preventivas e/ou corretivas, bem como, a elaboração de notas de serviço.

Cada estrutura civil da usina foi cadastrada em unidades, subunidades e equipamentos. Para cada equipamento foi definido uma lista de verificação para inspeção e manutenção, de acordo com as características e necessidades de cada um.

Apresenta-se, a seguir, o cadastro das subunidades e equipamentos pertencentes à unidade CGHCORG – Estruturas e Edificações, da CGH Córrego Ger, bem como os respectivos atributos e sua descrição.

As estruturas civis do aproveitamento foram cadastradas em estruturas e subestruturas, conforme o seguinte padrão de identificação:



A seguir são apresentados os cadastros das estruturas e suas subestruturas com as respectivas características.

12.1.1 CGHCORG-BAD → BARRAGEM DIREITA

CGHCORG-BAD-PM - PARAMENTO DE MONTANTE

CGHCORG-BAD-CR - CRISTA

CGHCORG-BAD-PF – PARAMENTO DE JUSANTE

CGHCORG-BAD-OM – OMBREIRA

12.1.2 CGHCORG-BAE → BARRAGEM ESQUERDA

CGHCORG-BAE-PM – PARAMENTO DE MONTANTE

CGHCORG-BAE-CR - CRISTA

CGHCORG-BAE-PJ – PARAMENTO DE JUSANTE

CGHCORG-BAE-OM – OMBREIRA

12.1.3 CGHCORG-BAE → BARRAGEM ESQUERDA

CGHCORG-BAE-PM – PARAMENTO DE MONTANTE

CGHCORG-BAE-CR - CRISTA

CGHCORG-BAE-PJ – PARAMENTO DE JUSANTE

CGHCORG-BAE-OM – OMBREIRA

CGHCORG-BAE-DF – DESCARGA DE FUNDO

12.1.4 CGHCORG-VT → VERTEDOURO

CGHCORG-VT-FJ → FACE DE JUSANTE

CGHCORG-VT-CR → CRISTA

CGHCORG-VT-RE → RESTITUIÇÃO

12.1.5 CGHCORG-TA → TOMADA D'ÁGUA

CGHCORG-TA-CR → CRISTA

CGHCORG-TA-EC → ESTRUTURA DE CONCRETO

12.1.6 CGHCORG-CA → CANAL DE ADUÇÃO

CGHCORG -CA-CA → CANAL

12.1.7 CGHCORG- CC → CÂMARA DE CARGA

CGHCORG-CC-AE → ÁREA EXTERNA

CGHCORG -CC-AE → ÁREA INTERNA

12.1.8 CGHCORG-CF → CONDUTO FORÇADO

CGHCORG-CF-BE → BERÇOS E BLOCO

CGHCORG-CF-TU → TUBULAÇÃO

12.1.9 CGHCORG-CM → CASA DE MÁQUINAS

CGHCORG-CM-AE → ÁREA EXTERNA

CGHCORG-CM-AI → ÁREA INTERNA

CGHCORG-CM-CF → CANAL DE FUGA

12.1.10 CGHCORG-GE → GERAL

CGHCORG-GE-AC → ACESSOS E LIMITES PROPRIEDADES

CGHCORG-GE-SB → SUBESTAÇÃO

CGHCORG-GE-TU → TALUDES DA USINA

CGHCORG-GE-RE → RESERVATÓRIO

12.2 Planejamento das Inspeções

12.2.1 Tipos e Frequência das Inspeções

Resumo das inspeções anuais.

Tipo	Frequência	Total Anual	Executor
Inspeção Rotineira	1 x mês	12	Operação – Equipe Interna da Segurança da Barragem
Inspeção Regular	1 x ano	01	Consultor – Eng. Civil especialista em Segurança de Barragens
Inspeção Especial	Esporádico, de acordo com necessidade. Avaliado pelo responsável da segurança da Barragem		

Figura 25 - Tipo e frequência das inspeções de segurança

A seguir são descritas e detalhadas as inspeções necessárias para acompanhamento das estruturas civis da usina.

12.2 Manual de Procedimentos dos Roteiros de Inspeção

Este item descreve e orienta o empreendedor quando as inspeções de segurança da barragem, verificada sua obrigação legal e tendo consciência de que as consequências de não se fazer as inspeções resultam na impossibilidade de apontar, com a devida antecedência ou urgência, a necessidade de reabilitar barragens em situação de risco. Estas situações representam grande ameaça, pois o rompimento de uma barragem compromete a segurança e a vida da população e traz elevados prejuízos econômicos e ambientais às localidades afetadas.

As inspeções de segurança das barragens servem para avaliar as condições físicas das suas partes integrantes, visando identificar e monitorar anomalias que afetem potencialmente a sua segurança.

Em conformidade com o que estabelece a Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), em seu art. 9º, as inspeções de segurança regular, especial e revisão periódica de segurança terão a sua periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento definidos pelo órgão fiscalizador, em função da categoria do risco e do dano potencial associado à barragem.

Sendo assim, cientes de que o órgão fiscalizador de barragens de geração de energia é a ANEEL, serão descritas as obrigações legais, estabelecidas pela Resolução Normativa nº 1064, de 2 de maio de 2023, que em atendimento ao que determina a Lei nº 12.334/2010, estabelece critérios para classificação, formulação do Plano de Segurança e realização da Revisão, Periódica de Segurança em barragens fiscalizadas pela ANEEL.

Portanto, este item traz consideração e instruções/orientações quanto às nomenclaturas, regras legais, conteúdos mínimos, responsabilidades técnicas e níveis de qualificação dos envolvidos.

Está detalhado a parte da identificação das anomalias com a finalidade de reduzir a subjetividade do técnico na avaliação do nível de perigo das anomalias, quando da realização das inspeções regulares e especiais de segurança de barragens e, inclusive nas revisões periódicas de projeto.

Inicia-se abordando a **inspeção de segurança regular**, designando os procedimentos, o conteúdo, o nível de detalhamento, a qualificação dos inspetores, a periodicidade das inspeções e uma descrição breve dos produtos finais de inspeção. Além disto, apresenta-se brevemente uma listagem das anomalias, magnitude destas, fatores que estão na sua gênese, os meios de detecção, a progressão e as consequências das anomalias.

Já num segundo momento trata-se dos requisitos para realização das **inspeções de segurança especial**, seus procedimentos, o conteúdo, o nível de detalhamento, a estrutura do relatório de inspeção e a qualificação dos inspetores. Definindo-se em que situações as inspeções de segurança especial devem ser realizadas na sequência de ocorrências excepcionais, tais como cheias ou sismos com período de recorrência superior ao previsto, bem como de circunstâncias anômalas que possam influenciar a segurança ou a funcionalidade da obra.

Por fim, apresenta-se um item com os procedimentos, o conteúdo e o nível de detalhamento, a estrutura do relatório, a qualificação dos inspetores, quando para realização das Inspeções Periódicas de Segurança (RPS), em conformidade com o que orienta a legislação pertinente (Lei 12.334/2010 e Resolução Normativa 1064/2023).

Antes de se iniciar com as orientações é indispensável informar que a definição das obrigações legais relacionadas as inspeções (periodicidade) são definidas com base na classe da barragem em conformidade com os requisitos da ANEEL.

O ciclo de classificação deve respeitar orientação de periodicidade anual e, segundo resolução normativa 1064/2023, iniciar-se-á no primeiro dia útil do mês de novembro.

12.2.1 Itinerário e Materiais para Inspeções

A inspeção no campo tem por objetivo identificar anomalias ou condições que possam afetar a segurança da barragem. Assim é importante observar todas as regiões da barragem, designadamente o paramento de montante, paramento de jusante, crista, ombreiras, reservatório, etc. Deve também incluir as estruturas extravasoras, especialmente o vertedouro, a tomada de água e a descarga de fundo.

A técnica usual é caminhar ao longo da crista da barragem, pé de jusante e ombreiras, incluindo algum caminhamento sobre os taludes para a observação de alguma eventual particularidade.

A experiência vem mostrar que pequenos detalhes podem usualmente ser vistos a partir de uma distância de 3 a 10 metros, em qualquer direção. Não importa o tipo de trajetória, o importante é que, tanto quanto possível, toda a superfície da barragem seja coberta visualmente.

Durante as inspeções visuais devem ser fotografadas todas as regiões inspecionadas, particularmente as anomalias encontradas. Deve-se sempre procurar proceder a uma comparação das anomalias já observadas em inspeções anteriores, tais como fissuras, infiltrações e surgências nas ombreiras, para verificar se houve alguma evolução.

No caso das inspeções especiais o roteiro da inspeção depende da situação a ser investigada e da metodologia de trabalho da equipe de especialistas, podendo ser localizada ou envolver toda a barragem e áreas adjacentes, no caso de um sismo.

Destacam-se como equipamentos a serem levados nas inspeções de campo, sejam elas “Regulares” ou “Especiais”, os seguintes:

- Caderno de anotações e caneta;
- Câmera fotográfica;
- Trena (2,0 a 5,0 m);
- Martelo de geólogo (eventual);
- Fissurômetro.

12.2.2 Observações e Listas de Verificações

Relacionam-se a seguir os dados que deverão integrar os “Relatórios de Inspeção Regular” ou “Especial”, com uma relação dos principais tópicos a serem observados e registrados.

Pode-se consultar manual da ANA - Volume II – Guia Orientação Formulários Para Inspeções Segurança Barragem disponível em:

12.2.2.1 Geral

CONDIÇÕES OPERACIONAIS

- Falta de manutenção sobre estruturas civis;
- Boas condições de acesso;
- Falta de cercas de proteção;

- Falta ou deficiência de placas sinalização;
- Mapas de risco e rotas de fuga;
- Condições de geração: NA Montante, NA Jusante, Vazão Vertida, Unidades em Operação;
- Residências nas ombreiras da barragem.

RESERVATÓRIO

- Sinalizadores para proteção Vertedouros;
- Materiais flutuantes junto as grades;
- Muita vegetação nas margens;
- Água com turbidez;
- Indícios de assoreamento;
- Ocorrência de fortes ondas.

12.2.2.2 Estruturas de Terra

TALUDE DE MONTANTE

- Erosão do material;
- Recalque, depressão, escorregamento (sinkholes);
- Vegetação excessiva (arbustos, árvores).

CRISTA

- Recalque, depressão, sinkhole;
- Desalinhamento da crista;
- Fissuras transversais ou longitudinais;
- Vegetação excessiva (arbustos, árvores);
- Erosão superficial.

TALUDE DE JUSANTE

- Erosão;
- Cobertura de proteção inadequada;
- Fissuras longitudinais ou transversais;
- Recalque, depressão, escorregamento (sinkholes)
- Obstrução dos canaletas de drenagem
- Áreas úmidas ou com infiltração
- Tocas de animais (cupinzeiros, formigueiros)
- Vegetação excessiva (arbustos, árvores).

TALUDES USINA

- Bom aspecto geral dos taludes;
- Deslocamentos de concreto projeto;

- Escorregamento e/ou erosões de taludes;
- Falta de proteção contra intempéries (proteção vegetal, proteção com telas e etc).
- Existência de dispositivos de drenagem e limpeza.

12.2.2.3 Estruturas de Concreto

PARAMENTO DE MONTANTE

- Deslocamento pronunciado entre blocos;
- Junta de vedação danificada entre blocos e/ou lajes;
- Desgaste superficial do concreto
- Fissuras superficiais ($e > 0,5$ mm);
- Exposição do agregado;
- Exposição da armadura.

CRISTA

- Fissuras superficiais ($e > 0,5$ mm);
- Fissuras tipo “mapa”;
- Juntas de contração bem abertas;
- Recalque diferencial pronunciado entre blocos;
- Desalinhamento do guarda-corpo;
- Desplacamento do concreto;
- Boa drenagem do trilho da talha.

PARAMENTO DE JUSANTE

- Deslocamento pronunciado entre Bloco;
- Juntas de contração com infiltração;
- Infiltração concreto;
- Carbonatação no concreto;
- Fissuras superficiais ($e > 0,5$ mm);
- Desplacamento do concreto;
- Exposição da armadura;
- Vegetação excessiva no pé da barragem.

TOMADA DE ÁGUA

- Desplacamento superficial do concreto;
- Fissuração no concreto ($e > 0,5$ mm);
- Exposição do agregado;
- Exposição da armadura;
- Deslocamento pronunciada entre blocos;
- Dispositivo de vedação da junta danificado;

- Infiltração através das juntas/fissuras;
- Trilho do pórtico em bom estado;
- Formação de vórtices a montante;
- Materiais flutuantes a montante;
- Equipamentos mecânicos em bom estado.

VERTEDOURO

- Fissuras superficiais ($e > 0,5$ mm);
- Fissuras tipo “mapa”;
- Infiltração pelas juntas entre blocos;
- Erosão por abrasão;
- Erosão por cavitação;
- Arrancamento de reparos superficiais;
- Exposição da armadura;
- Carbonatação concreto;
- Boas condições hidráulicas.

CASA DE MÁQUINAS INTERNA

- Fissuras no concreto;
- Infiltrações no concreto;
- Carbonatação no concreto;
- Água acumulada sobre o piso;
- Desplacamento do concreto;
- Cobertura em bom estado;
- Equipamentos/estrutura em bom estado;
- Boas condições de ventilação;
- Boas condições de iluminação.

CASA DE MÁQUINAS EXTERNA

- Calçada lateral em bom estado;
- Canaletas de drenagem limpos;
- Água acumulada na lateral;
- Fissuras nas paredes
- Janelas em bom estado;
- Boas condições de acesso;
- Taludes laterais em bom estado;
- Boas condições de limpeza no entorno.

SUBESTAÇÃO

- Boas condições de drenagem;

- Piso em boas condições;
- Equipamentos em boas condições;
- Condições de acesso adequadas;
- Canaletas de drenagem limpos;
- Indícios de instabilidade de talude lateral;
- Infiltrações de água nas proximidades;
- Erosão superficial do terreno;
- Vegetação interna excessiva;
- Vegetação externa excessiva.

12.3 Resumo das Fichas de Inspeções

12.3.1 Inspeções Regulares e Especiais

Apresenta-se, no quadro abaixo, um resumo das fichas de inspeção para realização das inspeções regulares e especiais e demais características associadas.

Itens a serem avaliados:

1- SITUAÇÃO	
NA	Este item Não é Aplicável
NE	Anomalia não existe
PV	Anomalia constatada pela Primeira Vez
DS	Anomalia desapareceu ou sofreu manutenção
DI	Anomalia Diminuiu
AU	Anomalia Aumentou
NI	Este item não foi inspecionado

2- MAGNITUDE	
I	Insignificante
P	Pequena
M	Média
G	Grande

3- NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA (Risco Barragem)	
1	Normal - Não ocorre anomalia ou as que existem não compromete a segurança da barragem, mas devem ser monitoradas;
2	Atenção - Anomalia não compromete estrutura, mas exige monitoramento/controle ou reparo;
3	Alerta - Anomalia representa risco à segurança da barragem, exige providências para manutenção das condições de segurança;
4	Emergência - Anomalia representa risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.

	Listas de Verificações	Estrutura	Frequência	Instruções de Trabalho
1	CGHCORG-BAD	Barragem – Margem Direita	Anual	IT11, IT4, IT5 e IT6
2	CGHCORG -BAE	Barragem – Margem Esquerda	Anual	IT11, IT4, IT5 e IT6
3	CGHCORG -VT	Vertedouro	Anual	IT11, IT4, IT5 e IT6
4	CGHCORG -TA	Tomada d'Água	Anual	IT11, IT4, IT5 e IT6
5	CGHCORG -CA	Canal Adutor	Conforme disponibilidade	IT6, IT7 e IT9
6	CGHCORG -CC	Câmara de Carga	Anual	IT1, IT3, IT7 e IT9
7	CGHCORG -CM	Casa de Máquinas	Anual	IT1, IT2, IT3, IT4, IT5, IT6, IT7 e IT9
8	CGHCORG -SC	Sítio Circunvizinho	Anual	IT1, IT3, IT7, IT8 e IT9

Figura 26 – Resumo das Fichas Inspeção

12.3.2 Inspeções Rotineiras

Para as inspeções rotineiras (mensais), a serem executadas pelos operadores da Usina é realizada com Ficha de Inspeção em Excel.

12.3 Inspeções de Segurança Regulares - ISR

A inspeção de segurança regular é uma obrigação do empreendedor. A realização deste tipo de inspeção visa detectar a existência de anomalias e identificar perigos em potencial e iminentes da barragem. Esta inspeção deve ser feita regularmente e sua periodicidade é estabelecida em função da categoria do risco e do dano potencial associado à barragem.

As inspeções de segurança regulares deverão ser realizadas pela equipe de Segurança de Barragem, composta de profissionais treinados e capacitados. Esta deverá abranger todas as estruturas de barramento do empreendimento e retratar suas condições de segurança, conservação e operação.

Para a realização da inspeção de segurança regular deverão ser seguidas algumas etapas, a saber:

- a) Planejamento da inspeção;
- b) Execução da inspeção no campo;

- c) Avaliação dos resultados e elaboração do relatório;
- d) Atendimento às recomendações do relatório.

	CLASSE DA BARRAGEM		
	A	B	C
PERIODICIDADE	6 meses	1 ano	2 anos

Figura 27 - Periodicidade da realização de Inspeções em barragens conforme Resolução Normativa ANEEL N° 1.064, de 2 de maio de 2023.

Conforme denota-se na Figura 27, orienta-se que a equipe técnica responsável pela Segurança da CGH, realize inspeção regular da barragem, em conformidade com requisitos legais, anualmente, uma vez que a CGH foi classificada como de **classe B**, conforme formulário de Segurança de Barragem.

12.4 Diretrizes e Orientações Gerais - ISR

O primeiro passo da inspeção de segurança regular consiste na análise de todos os documentos e relatórios anteriores, onde são apresentados o enquadramento legal das inspeções de segurança regular, as suas etapas e planejamento, a execução da inspeção no campo, a avaliação dos resultados e elaboração do relatório e o atendimento às recomendações do relatório.

Na detecção de situações perigosas interessa identificar o tipo das anomalias encontradas, seu impacto na segurança da barragem e as ações que devem ser implementadas. É importante a identificação dos fatores que estão na gênese de anomalias.

Os tipos de anomalias mais frequentes em barragens, definidos pela ANA, em seu Manual para Empreendedores Volume II, datado de 2015, são:

- fissuras;
- surgências de água;
- instabilidade de taludes;
- depressões;
- recalques localizados;
- afundamentos;
- proteção deficiente dos taludes;
- erosão superficial;
- ocorrência de árvores e arbustos e tocas de animais.

Sendo que as quatro últimas são diretamente relacionadas a falta de manutenção adequada.

O § 2º do art. 9º da resolução normativa nº 1.064/2023, dispõe que os **relatórios de inspeção de segurança regular** deverão ser emitidos em até 90 dias após a realização da inspeção e conter minimamente estas informações:

- I - identificação do representante do empreendedor;
- II - identificação do responsável técnico pela barragem;
- III - identificação dos profissionais envolvidos e responsáveis técnicos pela realização da ISR;
- IV - data da inspeção com a indicação das condições do tempo e do nível do reservatório;
- V - avaliação da instrumentação disponível na barragem, com avaliação das condições de acesso, operacionalidade, frequência de leitura, armazenamento de dados, calibração e aferição dos instrumentos, indicando necessidade de manutenção, calibração, alteração de frequência de leitura, reparo ou ampliação da instrumentação, inclusive com avaliação sobre a necessidade de instrumentação caso a barragem não possua instrumentos;
- VI - avaliação e interpretação do histórico das leituras dos instrumentos com conclusão sobre os resultados em relação aos valores de referência da instrumentação e critérios estabelecidos em projeto ou nos manuais de instrumentação para as condições atuais da estrutura, comportamento ao longo do tempo, bem como recomendações necessárias;
- VII - avaliação das inspeções rotineiras da barragem;
- VIII – avaliação dos dispositivos de controle do sistema extravasor, contemplando minimamente a análise dos testes de acionamento e a redundância no suprimento de energia, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelos documentos técnicos que regem as regras de operação e manutenção do empreendimento;
- IX - identificação e avaliação de anomalias que acarretem mau funcionamento, em indícios de deterioração ou em defeitos construtivos da barragem e estruturas associadas, indicando o nível de gravidade advindo, a prioridade das intervenções e o cronograma de adequação e monitoramento para cada anomalia encontrada;
- X - comparativo com inspeção de segurança regular anterior com relação às anomalias identificadas naquela inspeção, contendo avaliação das intervenções realizadas considerando os aspectos de eliminação das anomalias, com a indicação da respectiva data, e o cronograma proposto para aquelas ainda não solucionadas;
- XI – avaliação, devidamente fundamentada, da necessidade de atualização do estudo da condição de estabilidade;
- XII - diagnóstico do nível de segurança da barragem, de acordo com estas categorias:
 - a) normal: quando não houver anomalias ou contingências, ou as que existirem não comprometem a segurança da barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ou reparadas ao longo do tempo;

b) atenção: 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;

c) alerta: quando as anomalias ou contingências representam risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança;

d) emergência: quando as anomalias ou contingências representam risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais;

XIII - indicação de quais anomalias ou contingências identificadas conduzem ao diagnóstico de segurança da barragem constante das alíneas b, c e d do item XII.

XIV - indicação de recomendações e medidas de monitoramento e reparação necessárias à garantia da segurança da barragem e manutenção do nível de segurança na condição normal;

XV - avaliação quanto à categoria de risco da barragem, de acordo com o Anexo II.1 da REN nº 1.064/2023;

XVI - indicação quanto ao Dano Potencial Associado da usina, sempre que houver alteração do nível de segurança da barragem, ainda que observada por anomalias ou contingências temporárias, deverá ser comunicada imediatamente à ANEEL através da retificação do FSB.

O empreendedor deverá cumprir as recomendações e as exigências contidas na inspeção de segurança nos prazos nela indicados.

As inspeções de segurança regular deverão ser realizadas a cada ciclo de classificação da barragem, sendo que o ciclo de classificação tem periodicidade anual e iniciar-se-á no primeiro dia útil do mês de janeiro.

O empreendedor é responsável por atualizar as informações do formulário sempre que houver alteração da categoria de risco, do dano potencial associado ou do diagnóstico do nível de segurança, além das informações sobre a ocorrência de acidentes ou incidentes na barragem, sem prejuízo do envio regular do formulário, contendo as informações relativas às barragens, incluindo a classificação, que serão encaminhadas pelo empreendedor à ANEEL, por meio de preenchimento do Formulário de Segurança de Barragem – FSB, disponibilizado pela ANEEL, no prazo, frequência e forma divulgados pela ANEEL.

12.5 Estudos e Relatórios a Serem Consultados

No sentido de recolher a maior quantidade e qualidade de informação, antes da realização das inspeções, recomenda-se, se possível, a consulta de estudos e relatórios que abordem:

- a) Projeto da barragem;
- b) Métodos construtivos e controle de qualidade;

- c) Relatórios das inspeções de segurança anteriores;
- d) Análise dos registros dos instrumentos instalados, quando existam;
- e) Operação e manutenção;
- f) Plano de Ação e de Emergência, quando exista; e
- g) Relatórios de eventuais reparações.

12.6 Qualificação dos Inspetores

A lei nº 12.334/2010 determina que as inspeções de segurança regular devem ser efetuadas pela equipe de segurança de barragem, integrada por profissionais treinados e capacitados, responsáveis pelas ações de segurança da barragem, sendo preferencialmente composta por profissionais do próprio empreendedor. Na falta de profissional do próprio quadro deve-se contratar consultores ou uma empresa especializada.

No caso de profissional do próprio quadro, o preenchimento das fichas de inspeção deve ser realizado por engenheiro com capacitação e treinamento adequados. O relatório deve sempre ser assinado por um engenheiro com qualificação em barragens, de acordo com as normas do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA.

Também no caso de uma contratação, é necessário que o profissional que realize as inspeções e elabore o relatório seja engenheiro.

Adicionalmente ao(s) inspetor(es) responsáveis pela inspeção regular, deverá ser incluída, no caso de existirem equipamentos hidrelétricos para geração de energia, engenheiro especializado com conhecimento específico em estruturas hidrelétricas ou inspetor qualificado.

No caso dos grupos turbina-geradores, essas atividades devem ser realizadas, de preferência, pelos respectivos fabricantes.

Na realização de uma inspeção de usinas hidrelétricas o inspetor deve ter noções sobre os componentes eletromecânicos do empreendimento que possuem interface com as estruturas civis (como as comportas de um vertedouro, por exemplo) ou que em caso de anomalia possam afetar a operação e eventualmente a própria segurança da barragem (como bombas existentes em poços de drenagem, por exemplo).

O quadro atual de inspetores de barragens brasileiras é muito diversificado integrando profissionais de nível escolar superior e ainda técnicos de nível médio, pelo que é desejável que a

Ficha de Inspeção padronizada seja objetiva, simples, e permita avaliações rápidas por parte do responsável técnico pela segurança da barragem e ainda verificações da entidade fiscalizadora.

Orienta-se que o relatório esteja sempre disponível na barragem e em meio eletrônicos para consulta em vistorias posteriores. Esse relatório, assinado pelo responsável técnico, deverá ser anexado ao Plano de Segurança da Barragem, sempre que em evento de atualização do mesmo, devendo ser, desde sua elaboração, arquivado e digitalizado na sede do empreendedor junto as demais fichas e relatórios de inspeção regular já realizados, atentando para arquivamento conforme chamada do Plano de Segurança da Barragem.

12.7 Inspeções de Segurança Especiais - ISE

O art. 11 da Resolução Normativa nº 1064, de 02 de Maio de 2023 , da ANEEL, prevê que “A inspeção de segurança especial visa a manter ou restabelecer o nível de segurança da barragem à categoria normal e deverá ser realizada mediante constituição de equipe multidisciplinar de especialistas, substitutivamente à Inspeção de Segurança Regular, sempre que o nível de segurança do barramento estiver nas categorias definidas nas alíneas c ou d do inciso XII do art. 9º”, ou seja diagnóstico do nível de segurança da barragem, de acordo com estas categorias:

- c) **alerta:** quando as anomalias ou contingências representam risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança;
- d) **emergência:** quando as anomalias ou contingências representam risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.

Acrescenta ainda, em seu § 1º do art. 11, da Resolução supra, que “a inspeção especial também deve ser realizada após ocorrência de evento excepcional, tais como abalo sísmico, galgamento, cheia ou operação hidráulica dos extravasores em condições excepcionais”.

Contudo, pode-se definir a inspeção especial de segurança como uma inspeção realizada por especialistas em condições específicas, tais como: após a ocorrência de uma anomalia ou de um evento adverso que possa colocar em risco a segurança da barragem, em situações críticas da vida da barragem, além da necessidade de realização durante a Revisão Periódica de Segurança de Barragem.

Complementarmente, a Agência Nacional de Águas (ANA), em seu Manual do Empreendedor Volume II, propõe, para barragens com dano potencial alto, independente do risco, alguns exemplos de situações em que se considera importante realizar uma inspeção de segurança

especial. Neste sentido, apresentam-se estas situações para que a critério do empreendedor, possam ser utilizadas como orientadoras da necessidade das inspeções especiais, a saber:

- a) Quando verificada anomalia considerada grave durante uma inspeção regular ou equipe de operação e manutenção da barragem durante suas atividades de rotina;
- b) Sempre que se preveja um deplecionamento rápido do reservatório de barragens: em situações de descomissionamento ou abandono da barragem e/ou em situações de sabotagem.

Neste mesmo Manual a ANA, orienta ainda que para as barragens com altura de maciço superior a 15 m e capacidade total do reservatório superior a 3 milhões de metros cúbicos, independente do dano potencial associado, considera-se importante também se realizar uma inspeção especial nas seguintes situações:

- a) Antes do final da construção da barragem, quando, sem afetar a segurança e funcionalidade da obra, seja possível promover um enchimento parcial do reservatório;
- b) Após o primeiro enchimento do reservatório, ou durante esse enchimento, no caso de haver patamares de enchimento, quando eles são atingidos.

A inspeção especial deve ser realizada em até 10 dias contados a partir do dia em que o nível de segurança for alterado ou a partir do dia da ocorrência de evento excepcional.

A ANEEL poderá demandar realização de inspeção de segurança especial a partir de denúncia fundamentada, de resultado de fiscalização ou de recebimento de comunicado de ocorrência feito pelo próprio empreendedor.

Deverá ser elaborado relatório de inspeção especial e seu conteúdo mínimo abrange os itens do ISR, tendo como referência o evento motivador, que deve estar detalhado no relatório.

O produto da inspeção especial é um relatório com parecer conclusivo sobre a condição da barragem contendo recomendações e medidas detalhadas para mitigação e solução dos problemas encontrados e/ou prevenção de novas ocorrências.

As inspeções de segurança especial objetivam verificar se as condições de segurança da barragem estão garantidas, sendo assim possível continuar a operação do reservatório. Com isto procura-se minimizar a ocorrência de acidentes.

Nas inspeções de segurança especial, busca-se analisar situações indutoras de anomalias graves tais como obstruções aos escoamentos provocados por materiais transportados pela água,

erosões a jusante, deteriorações dos órgãos extravasores, deteriorações de equipamentos do sistema de monitoramento que poderão interferir na correta avaliação de eventuais anomalias.

12.8 Diretrizes e Orientações – ISE

Neste item aborda-se a qualificação dos inspetores, estudos e relatórios a consultar, recursos logísticos e materiais necessários e roteiro da inspeção. Identificados os objetivos e caracterizados os potenciais problemas das inspeções, o planejamento, irá possibilitar: definir a logística; selecionar os acessos; definir os meios humanos; definir os meios materiais; otimizar os itinerários; e selecionar a ficha de inspeção, se necessária.

12.9 Estudos e Relatórios - ISE

Orienta-se como estudos e relatórios mínimos a serem consultados, com vista a dispor de uma informação adequada para realização das inspeções, aqueles abaixo relacionados:

- a) Plano de Segurança de Barragem;
- b) Relatórios de inspeções de segurança regular anteriores;
- c) Plano do 1º enchimento (se for o caso);
- d) Programa de deplecionamento da barragem (se for o caso);
- e) Plano de descomissionamento da barragem (se for o caso);
- f) A ocorrência de eventos extremos, designadamente cheias, sismos e secas (se for o caso);
- g) Análise dos registros dos instrumentos;
- h) Reparações anteriores (se for o caso).

12.10 Qualificação dos Inspetores - ISE

A inspeção de segurança especial deve ser conduzida por equipe de especialistas, na presença do responsável técnico pela segurança da barragem, e ainda, eventualmente, de outros intervenientes no controle de segurança.

A equipe multidisciplinar de especialistas pode ter uma composição variável de um a vários especialistas, tendo em conta o evento causador da inspeção de segurança especial.

Esta proposição de equipe pode ser assumida pelo empreendedor, uma vez que outra não está definida na Lei Federal nº 12.334/2010 tampouco na Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 2 de maio de 2023, sendo apenas requerido que a mesma seja desenvolvida por equipe multidisciplinar de especialistas. Cita ainda que em situações especiais, em função da natureza do

evento ou da configuração da barragem, pode ser necessário acionar outros profissionais, como por exemplo, Eng. Mecânico, Eng. Eletricista e Geólogo.

Assim como para inspeções regulares os profissionais da equipe responsável pela inspeção de segurança especial deverão ter registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia-CREA, com atribuições profissionais para o projeto ou construção ou operação ou manutenção de barragens, compatíveis com as definidas pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia-CONFEA.

12.11 Conteúdo Mínimo - ISE

Conforme define a Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 2 de maio de 2023, em seu art. 12 “O prazo para elaboração do relatório de inspeção especial e seu conteúdo mínimo é aquele disposto no § 2º do art. 9º, tendo como referência o evento motivador, que deve estar detalhado no relatório”.

Contudo, importa definir neste momento que os produtos da inspeção especial de segurança também são a ficha de inspeção preenchida e o relatório de inspeção especial.

Ainda, em conformidade com o proposto para as inspeções regulares, orienta-se o empreendedor pela utilização das Fichas de Inspeção, propostas pela ANA, para fins de realização das inspeções de segurança especiais. O conteúdo destas Fichas de Inspeção pode ser considerado como mínimo, devendo ser adaptado ou complementado em caso de verificação de déficit de informação.

Estes relatórios, produtos das inspeções especiais, também deverão serem adicionados nas atualizações do plano de segurança da barragem, devendo internamente ao plano, ser descrita um “extrato” das informações pertinentes e conclusões destas inspeções.

Como resultados dos relatórios, nos casos de situação de emergência, deve ser encaminhado, com a máxima urgência, à entidade fiscalizadora um parecer preliminar contendo as recomendações e medidas imediatas, assinado pelo especialista responsável de acordo com a área de especialidade requerida.

O relatório deve ser elaborado pela equipe especialista, contendo parecer conclusivo sobre a condição da barragem e o seu nível de perigo, recomendações e medidas detalhadas para mitigação e solução dos problemas encontrados e/ou prevenção de novas ocorrências, incluindo cronograma para implementação.

12.12 Coleta de Documentos e Dados Básicos da CGH - RPS

Como primeiro procedimento em uma Revisão Periódica de Segurança de Barragem, o empreendedor deve colocar à disposição da equipe de técnicos que realizará a revisão a documentação disponível referente ao projeto, à construção e à operação/manutenção da barragem.

A listagem de documentos pertinentes, a serem disponibilizados pelo empreendedor, está abaixo descrita, a saber:

- a) Projeto Executivo da Barragem e/ou "As Built".
- b) Documentação relativa à barragem, em particular, plano de monitoramento e instrumentação e registros da instrumentação e relatórios de inspeção de segurança;
- c) Relatórios de Revisão Periódica de Segurança de Barragem, anteriormente elaborados;
- d) Planos de operação e de manutenção da barragem;
- e) Descrição de intervenções de reabilitação anteriormente realizadas; e
- f) Plano de Ação Emergencial (PAE).

Ademais, várias das análises realizadas no âmbito da Revisão Periódica, tais como estudos hidrológicos, geológicos, geotécnicos e sismológicos, fazem uso de dados e informações fornecidas por instituições públicas ou privadas, as vezes até aquelas produzidas e/ou levantadas pelo próprio empreendedor.

Após a análise da documentação deverá ser realizada uma inspeção de segurança detalhada. Tal inspeção pode tomar por base os modelos de documentos utilizados para fins de inspeções regulares e especiais, como a ficha de inspeção.

12.13 Revisão dos Procedimentos de Operação e Manutenção da Barragem

Deve ser realizada uma avaliação dos seguintes itens baseada na informação dos documentos de projeto, da inspeção detalhada, nos documentos elaborados durante a construção e na experiência de operação ao longo da vida da obra:

- a) Plano e registros de operação;
- b) Área do reservatório e potencial ocorrência de deslizamentos e de assoreamento;
- c) Critérios de primeiro enchimento e procedimentos de operação associados;
- d) Barragens existentes a montante e a jusante;
- e) Plano e registros de manutenção das estruturas e dos equipamentos eletro e hidromecânicos;
- f) Análise da frequência dos testes dos equipamentos

- g) Análise de eventuais intervenções de reparação da estrutura da barragem;
- h) Planejamento de manutenção da barragem e dos órgãos extravasores;
- i) Sistemas de comunicação e sistemas de alarme

12.14 Revisão dos Procedimentos, Equipamentos e Registros de Instrumentação e Monitoramento

Nas barragens onde existem instalados equipamentos e instrumentos de medição, deve ser realizada uma avaliação dos seguintes itens baseada na informação existente nos documentos de projeto, nos documentos elaborados durante a construção e nos relatórios de inspeções de segurança:

- a) Plano de monitoramento e instrumentação;
- b) Análise do estado de conservação da instrumentação da barragem e da fundação; e
- c) Análise dos registros dos instrumentos e sua interpretação.

13 RELATÓRIOS DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA - HISTÓRICO

A primeira inspeção da barragem na fase de finalização da execução da obra ocorreu em 18/06/2019 antes do enchimento do reservatório para verificação da adequabilidade das obras realizadas com o projeto executivo desenvolvido pela TRSUL Engenharia.

Os primeiros RISR, PSB e PAE foram realizados em 24/11/2022.

Nos anos de 2023 e 2025 foram realizadas inspeções formais, com geração de relatório de inspeção, pela equipe interna do empreendedor, tendo como responsável o Engenheiro Civil Elizeu Riba. Nestas inspeções foi observado que a barragem está em boas condições e que as pequenas anomalias observadas em inspeções anteriores permaneceram constantes ou reduziram de magnitude e perigo.

14 REGRA OPERACIONAL DOS DISPOSITIVOS DE DESCARGA DO VERTEDOIRO DA BARRAGEM

A segurança de uma barragem depende, em larga medida, da operacionalidade dos respectivos dispositivos extravasores, em especial dos vertedouros. Os dispositivos extravasores devem ser capazes de permitir a passagem da Cheia Afluente de Projeto (CAP), considerando-se o efeito do amortecimento de cheias, sem que o nível do reservatório ultrapasse a borda livre.

Durante a estação de cheias, a comporta de descarga de fundo e a soleira do vertedouro, necessárias para o descarregamento de vazões, até a Cheia Afluente de Projeto (CAP) devem ser mantidas em condições operacionais e especificados os procedimentos para a operação segura.

O reservatório deverá ser operado de tal modo que a Cheia Afluente de Projeto possa ser seguramente controlada. O esvaziamento, bem como quaisquer outras operações de controle do reservatório devem ser documentadas. Deve estar disponível uma descrição de todas as partes da barragem que afetem os requisitos acima expostos.

Instruções concisas de operação, tanto para os procedimentos de operação normal quanto para o caso de cheia extrema, devem estar disponíveis para operadores qualificados da CGH.

Os detalhes das condições normais de operação devem informar itens tais como:

- afluência e descargas;
- níveis normais;
- volume de acumulação;
- curvas de descarga do vertedouro e de jusante;
- parâmetros de operação do vertedouro;
- fornecimento de energia;
- restrições ambientais.

A capacidade de descarga do vertedouro e de outros dispositivos de descarga deve ser continuamente avaliada, com o estabelecimento da curva de descarga, que deverão ser aferidas com base nas condições existentes e com a operação das estruturas componentes. No caso de empreendimentos com casa de máquinas, a usina deve ser considerada como fora de operação durante a passagem da CAP.

Na CGH Córrego Ger não existe regra operacional, pois o dispositivo de descarga do vertedouro é do tipo soleira livre e foi dimensionado para cheias de projeto decamilenar, além disso o mesmo permite a passagem da Cheia Afluente de Projeto (CAP), considerando-se o efeito do amortecimento de cheias, sem que o nível do reservatório ultrapasse a borda livre.

O vertedouro da barragem é o dispositivo extravasor principal do empreendimento. E possui as seguintes características:

Vertedouro tipo.....soleira livre “perfil creager”
Cota de proteção e/ou coroamento da barragem (ombreiras esquerda e direita).....593,20 m
Cota da crista do vertedouro591,00 m

Cota do nível máximo maximorum (TR = 10.000 anos).....	592,20 m
Cota do nível máximo em Ultimate Capacity.....	593,20 m
Lâmina máxima sobre o vertedouro adotada para TR = 10.000 anos.....	1,20 m
Lâmina máxima sobre o vertedouro admitida (Ultimate Capacity).....	2,20 m
Comprimento total da crista do vertedouro (projeto original).....	75,00 m
Vazão no N.A. máximo maximorum (TR = 10.000 anos).....	152,01 m ³ /s
Vazão no N.A. máximo em Ultimate Capacity.....	533,52 m ³ /s

A barragem possui uma comporta na Descarga de Fundo (DF), que poderá ser acionada eventualmente, com as seguintes características:

Comporta descarga de fundo	01 unidade
Tipo de comporta.....	vagão
Dimensões (dimensões úteis)	2,50 m x 2,50 m (L x H)
Acionamento das comportas	talha manual/elétrica
Vazão DF no N.A. máximo normal (591,000 m).....	39,83 m ³ /s
Vazão DF no N.A. máximo maximorum (TR = 10.000 anos).....	43,79 m ³ /s
Vazão DF no N.A. máximo em Ultimate Capacity.....	46,83 m ³ /s

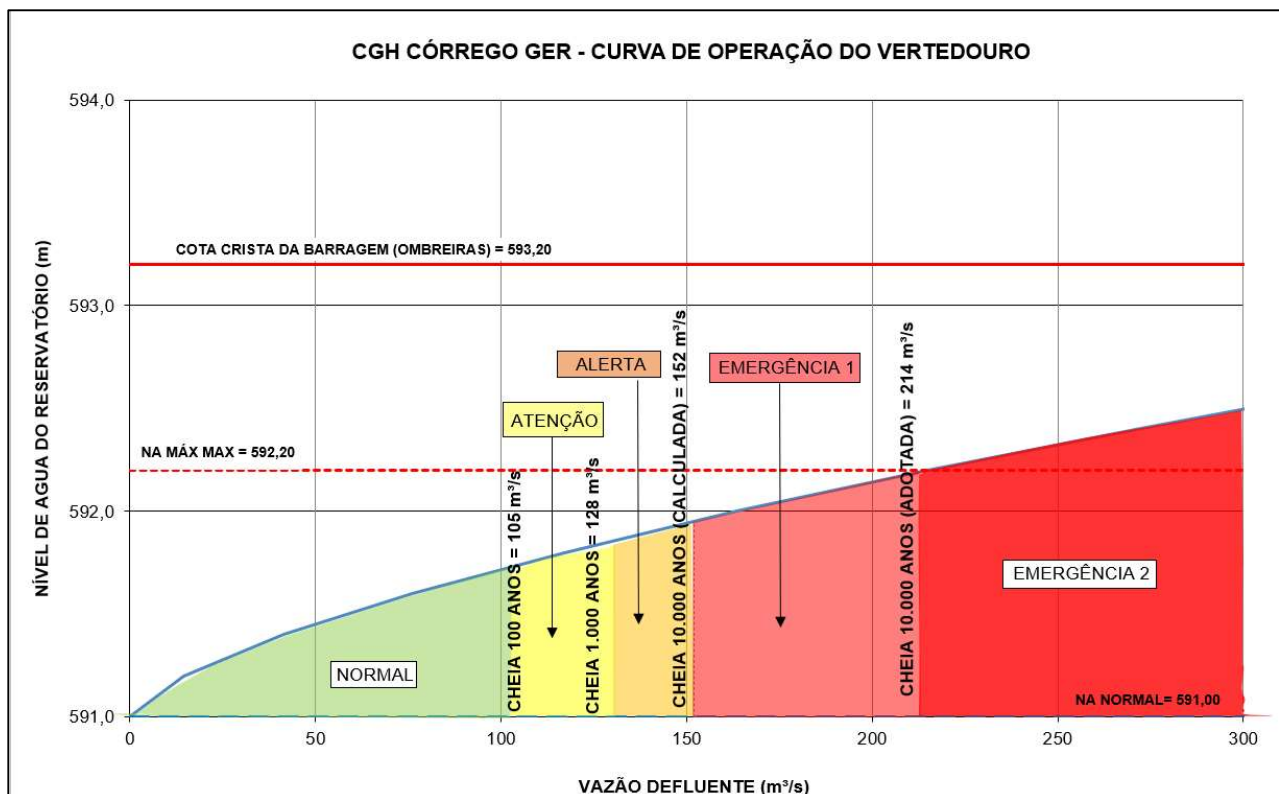


Figura 28 - Curva de Descarga do Vertedouro

14.1 Cotas Operacionais (Níveis Normais)

O controle das cotas operacionais (níveis de água), para operação e geração de energia da CGH é feito de maneira padronizada, mediante cálculos pré-estabelecidos de vazão.

O operador controla o reservatório com base nos níveis operacionais, sendo eles:

- Cota mínima operacional 589,00 m, abaixo deste valor pode ocorrer problemas mecânicos;
- Cota máxima operacional 591,00 m (NA máximo normal), acima deste valor ocorre vertimento, que por consequência, perda de geração;
- Mas normalmente a operação normal é feita entre as cotas 589,00 m como mínimo e 591,00 m como máximo em dias normais com precipitação baixa.

Não havendo precipitação, elevação de cm/h com um grupo em carga, ocorre deplecionamento de 0,13cm/h. Com os dois grupos, ocorre deplecionamento de 0,26 cm/h.

14.2 Despacho de Carga

A geração instalada dos dois grupos é de 4,176 MW. Em dias úteis, de pouca precipitação, o deplecionamento é concentrado nos horários de pico, fora do horário de verão das 18h às 21h e em horário de verão das 19h às 22h, onde a demanda é maior. Dependendo da precipitação só é deplecionado em um curto espaço de tempo para não afetar o dia seguinte. Em feriados e final de semana é deplecionado assim que a cota operacional estiver próxima da máxima sem a necessidade de controlar demanda.

14.3 Precipitação acima do Normal / Enchentes

Devido a variação do volumes de chuvas que podem ocorrer, e com conseqüente variações de nível acima do normal no barramento. Contudo, o operador se mantém atualizado com as previsões do tempo, via internet, em sites específicos para se antecipar e deplecionar o reservatório até a cota mínima operacional 589,00 m ou nível próximo a este. Sendo assim, ganha-se mais tempo de geração com a chegada da água até o possível vertimento da onda de “cheia” e retrocesso do nível a cotas normais.

A detecção de altos volumes de precipitação normalmente é efetuada via previsão do tempo. A verificação da previsão é realizada principalmente para os municípios de Chapadão do Sul e Cassilândia que se localizam próximas do barramento.

Na ocorrência de enchentes por volumes de chuva excepcionais, são tomadas medidas protetivas por segurança, para que haja o mínimo possível de prejuízo, sendo avisados moradores próximos e a comunidade para que as pessoas sejam resguardadas em primeiro lugar.

Na CGH, no primeiro momento é realizado o desligamento total da energia do complexo para evitar curto circuitos e possíveis danos que podem causar um prejuízo maior, em seguida são protegidos equipamentos que contenham informações relevantes e por final, com tempo de ação, sempre preservando a segurança dos envolvidos salva-se móveis e demais equipamentos e instrumentos do empreendimento.

14.4 Manual de Procedimentos para Tomada de Água e Descarregador de Fundo

14.4.1 Esquema Operacional Emergencial

Em casos de emergência, ou de manutenção do reservatório, uma das opções será a de abertura do descarregador de fundo com o objetivo de minimizar as perdas a jusante da barragem e para controlar o nível do reservatório.

15 ÁREA DE ENTORNO DAS INSTALAÇÕES / ÁREAS RESGUARDADAS

A Figura 29 apresenta as áreas resguardadas (reservatório, APP e Estruturas da Usina).

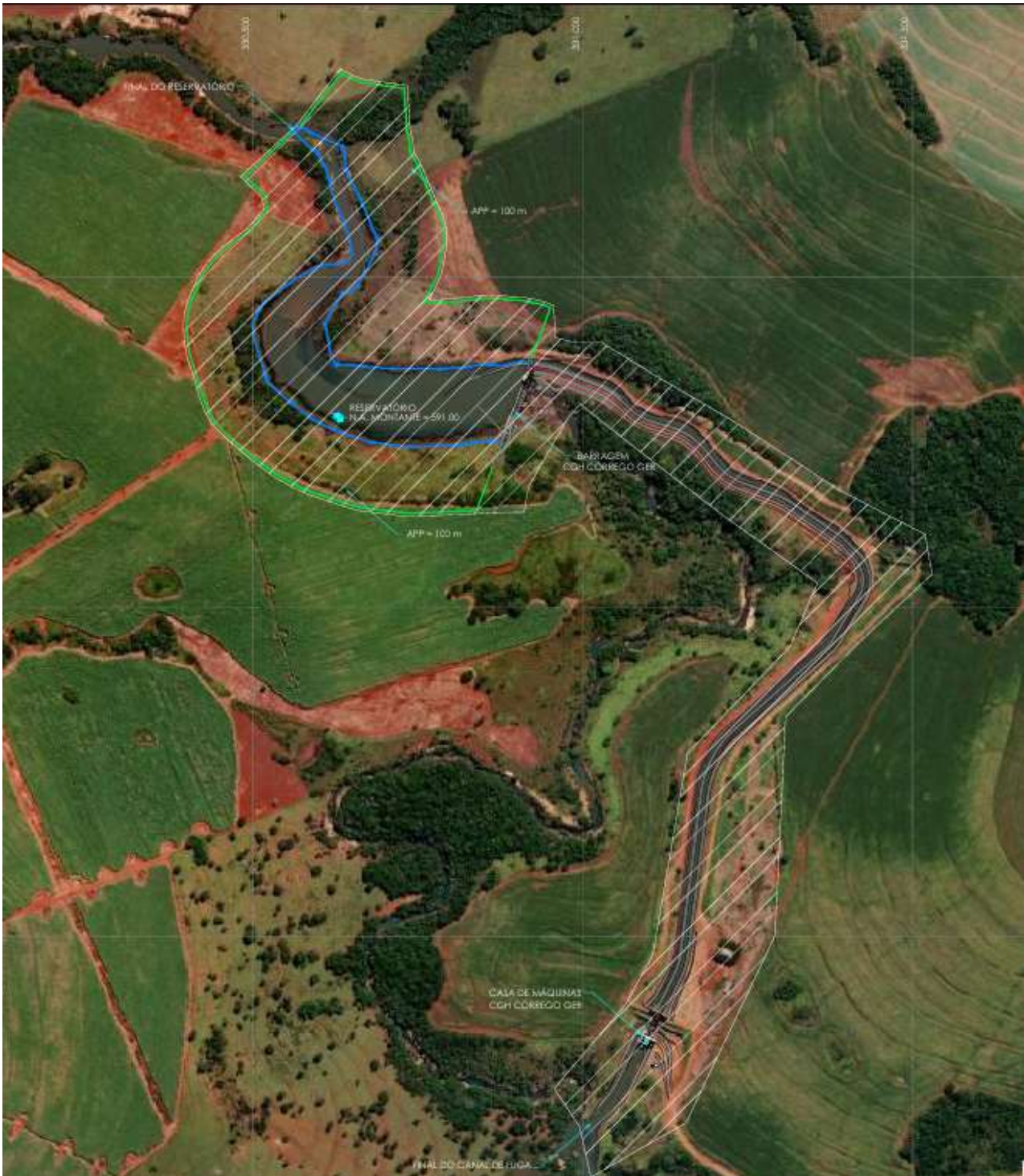


Figura 29 - Mapa da Área Resguardada e Acessos

16 PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)

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

O Plano de Ação Emergencial é a padronização de ações em condição de emergência, que prioriza a segurança e proteção dos bens e pessoas envolvidas, alertando a população em caso de eventual acidente com risco de ruptura ou desastre devido a inundações.

O PAE envolve toda a organização da empresa, a fim de garantir a sua execução, sendo que esta assume a responsabilidade de acionamento de órgãos como a defesa civil, corpo de bombeiros, prefeituras afetadas, FEPAM, ANEEL e ANA, a fim de atender aos requisitos legais, preservar a vida e minimizar possíveis desastres.

Informamos ainda que o PAE – Plano de Ação de Emergência e, demais documentos, foram desenvolvidos seguindo todas as recomendações da 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.

O PAE é parte integrante do Plano de Segurança e estabelece as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem, em caso de situação de emergência, bem como, identifica as entidades a serem notificadas dessa ocorrência.

Sendo assim foi realizado o estudo de rompimento hipotético “dam-break” da barragem da CGH, considerando todos os cenários possíveis e respectivas manchas de inundação no rio Indaia Grande, no trecho de influência considerando as estruturas e benfeitorias implantadas e seus respectivos efeitos.

Sendo assim protocolamos e disponibilizamos os seguintes documentos:

- 1.- Cópia do Plano de Ação de Emergência (PAE) assinado pelo responsável técnico, com a indicação da data da última atualização do documento;
- 2.- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do Eng. Elizeu Riba recolhida pela revisão e atualização do PAE/2025;
- 3.- Estudo de Rompimento da Barragem e desenhos realizados em outubro/2025;
- 4.- Os documentos acima citados, desenhos e arquivos digitais estão disponíveis para consulta, através do link:

<https://www.cgncorrego.com.br/seguranca-de-barragem-plano-de-acao-e-emergencia-pae/>

Seguindo a legislação em vigor haverá necessidade de interação junto as Defesas Civis Estadual e Municipal para efetiva implantação e operacionalização do PAE, incluindo a realização de simulado externo.

Diante disso, o empreendedor colocou-se à disposição para as ações necessárias junto ao órgão de proteção e defesa civil dos municípios envolvidos para promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes do PAE.

O PSB, PAE e outros documentos encontram-se disponíveis no site <https://www.cghcorrego.com.br/seguranca-de-barragem-plano-de-acao-e-emergencia-pae/> (item Plano de Ação de Emergência em meio digital).

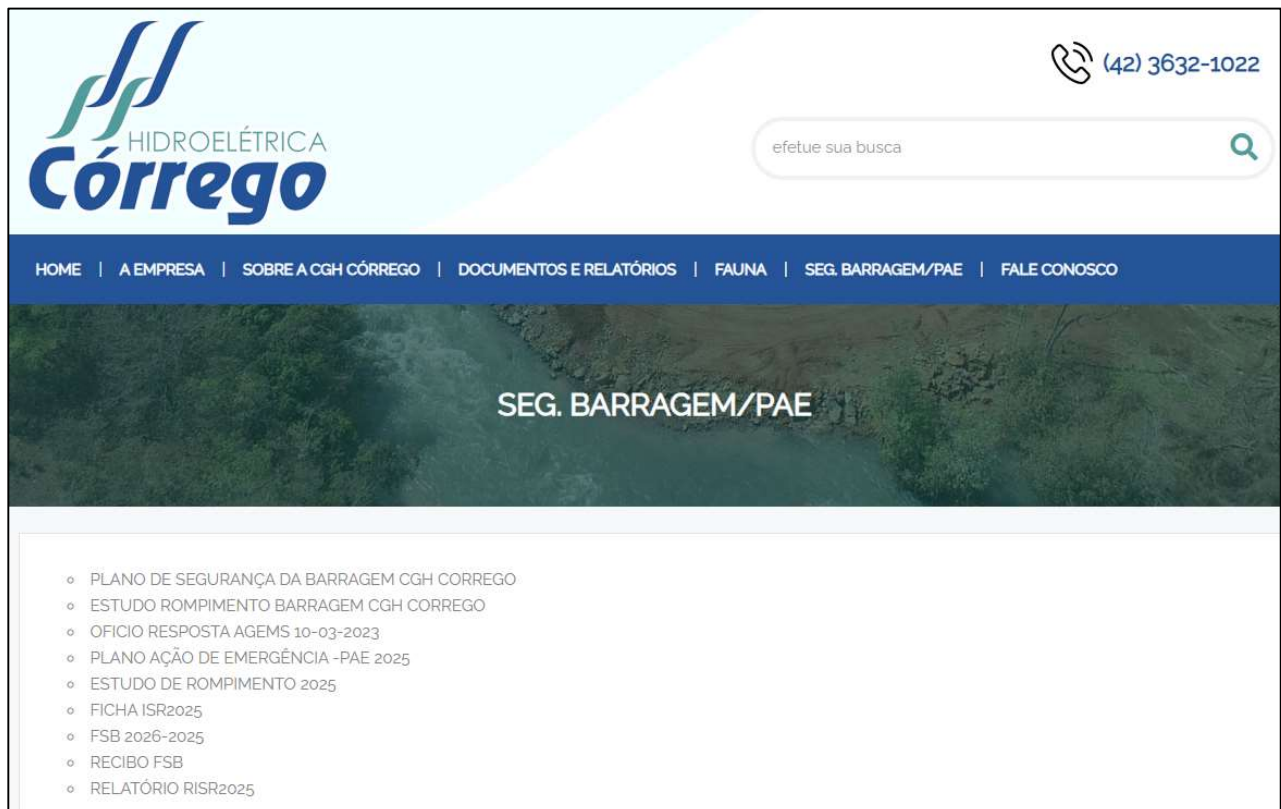


Figura 30 – Sítio da Hidroelétrica Córrego Ltda

Informamos que as principais simulações foram realizadas no estudo de rompimento que integra o PAE/2025 da CGH Córrego Ger que envolveram a CGH Chapadão com o objetivo de determinar a cota de segurança (cota de proteção) das estruturas e benfeitorias localizadas a jusante do barramento (área de influência).

O Resultado desta simulação é que a barragem da CGH Chapadão absorve o volume e as condições destas simulações, atendendo assim o §3º do Art. 3º da RNA nº 1.064, que cita que “A área de abrangência para avaliação do Dano Potencial Associado (Anexo II.2) que deverá compreender a região de amortecimento da cheia decorrente da ruptura, ou o reservatório da usina imediatamente a jusante, observado o disposto no Art. 6º”.

Vale acrescentar, que o PAE revisto e atualizado será disponibilizado no local do empreendimento e nas prefeituras envolvidas e/ou potencialmente afetadas, do entorno da CGH, bem como ser encaminhado às autoridades competentes e aos organismos de defesa civil.

17 CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

O empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, pelos danos decorrentes de seu rompimento, vazamento ou mau funcionamento, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garantir a sua segurança e reparar seus danos, independentemente da existência de culpa.

O empreendedor obriga-se a prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem. As ações conduzidas pelo responsável técnico, compreendendo, entre outros, a elaboração e atualização do Plano de Segurança da Barragem, o Plano de Ação de Emergência, e a realização das inspeções de segurança regular e especial e a Revisão Periódica, deverão ter recolhimento de anotação de responsabilidade técnica – ART específica.

Deverá ser recolhida ART específica ou de cargo e função para a responsabilidade pela segurança da barragem.

O empreendedor deve manter o Plano de Segurança da Barragem atualizado e operacional.

As informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, devem ser organizadas e mantidas em bom estado de conservação pelo empreendedor.

O empreendedor deve cadastrar e manter atualizadas as informações relativas à barragem no SNISB, conforme diretrizes da ANEEL. Os documentos devem estar disponíveis para fiscalização da ANEEL e das Agências Estaduais conveniadas a qualquer tempo.

A ANEEL informará à autoridade licenciadora do Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama e ao órgão de proteção e defesa civil a ocorrência de desastre ou acidente nas barragens sob sua jurisdição, além de qualquer incidente que possa colocar em risco a segurança da estrutura. Também será dada ciência ao órgão de proteção e defesa civil das ações de fiscalização que constatarem a necessidade de adoção de medidas emergenciais relativas à segurança de barragens.

O empreendedor deverá informar à ANEEL qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga dos extravasores da barragem ou que possa comprometer a sua segurança.

O empreendedor deverá notificar imediatamente à ANEEL, à autoridade licenciadora do Sisnama e ao órgão de proteção e defesa civil qualquer alteração das condições de segurança da barragem que possa implicar acidente ou desastre.

As demais autoridades estabelecidas no plano de comunicação do PAE também poderão ser comunicadas, a critério do empreendedor, ou conforme estabelecido no PAE.

O Formulário de Segurança de Barragens (FSB) é uma plataforma baseada na Internet destinada a envio, recepção, consulta e gerenciamento de informações relacionadas à Segurança de Barragens no Setor Elétrico.

Ao final de cada ciclo avaliativo, no período de 1º de novembro a 31 de janeiro do ano seguinte, toda pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação de barragem e do respectivo reservatório associados a uma usina hidrelétrica deverão obrigatoriamente preencher o Formulário de Segurança de Barragens (FSB).

Para tanto, como primeiro passo, é necessário registro ou atualização da pessoa jurídica física ou jurídica relacionada à usina no Cadastro Institucional da Aneel (CDA2).

No caso de pessoa jurídica, devem-se vincular as pessoas físicas que atuam como seus representantes legais. Adicionalmente, é possível vincular quantas pessoas físicas (gestores e técnicos) forem necessárias.

Para mais detalhes, acesse aqui o Manual do CDA2.

Após o cadastro no CDA2, o representante legal poderá solicitar acesso ao FSB por meio do correio eletrônico segurancadebarragens@aneel.gov.br, informando:

- CNPJ ou CPF vinculado à usina;
- Nome da usina;
- Código único de Empreendimento de Geração (CEG); e
- Indicação das pessoas físicas cadastradas no CDA2 que devem ter acesso ao FSB.
- Após a liberação do acesso, será possível realizar o preenchimento do FSB.

As barragens associadas às usinas hidrelétricas devem cumprir as disposições da Resolução Normativa (REN) nº 1.064/23. Atualmente, os dados dessas barragens são fornecidos pelos agentes do setor por meio do preenchimento anual do Formulário de Segurança de Barragens (FSB), que pode ser atualizado a qualquer momento. Esses dados são automaticamente compartilhados com o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Portanto, para atender ao art. 21 da REN nº 1.064/23, não é necessário que os agentes do setor elétrico atualizem os dados diretamente no SNISB, bastando manter os dados atualizados no FSB.

A partir de 1º de dezembro de 2024, o FSB disponibilizou um campo específico na seção "Obrigações Normativas" para o registro do endereço eletrônico de acesso ao arquivo digital do Plano de Ações de Emergência (PAE). Isso atende à exigência do art. 13, § 12, que requer a disponibilidade do PAE em meio digital no SNISB. Com essa medida, os agentes responsáveis pelas usinas enquadradas pela Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) deverão manter o arquivo digital do PAE atualizado e acessível pela internet e informar pelo FSB o seu endereço eletrônico de acesso, o qual será compartilhado automaticamente com o SNISB.

18 ARMAZENAMENTO DE DADOS

Como as inspeções de campo são registradas manualmente, as mesmas deverão ao final de cada evento de inspeção ser armazenadas em arquivos eletrônicos. O armazenamento deverá ser feito em planilhas eletrônicas do tipo Excel, da Microsoft, ou similar, com atualização imediata dos valores e gráficos. Nos registros magnéticos de rotina, deverá constar no mínimo a data, hora e os níveis de montante e jusante do barramento.

Durante os trabalhos diários, detecção de eventuais anomalias observadas em qualquer local da CGH devem ser registradas através de fotografias digitais. Tais informações deverão ser arquivadas em meio magnético, com apoio de programas do tipo Word, da Microsoft, ou similares. Ao final de cada inspeção, devem ser feitos backup dos arquivos eletrônicos atualizados. O local de armazenamento (computador e pasta) deve ser de conhecimento de mais de uma pessoa, para permitir a fácil rastreabilidade dos dados.

19 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 Ger, 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 Ger até a barragem da CGH Chapadão, a casa de máquinas da CGH Chapadão foi dimensionada para a cota de cheia simulada.
- As casas 02 e 03 são atingidas pela vazão de cheia considerada, independente de qualquer sinistro hipotético que possa ocorrer na barragem da CGH Córrego Ger.

ÁREA DE INFLUÊNCIA À JUSANTE DA BARRAGEM CGH CÓRREGO GER - SIMULAÇÃO 01				
Estrutura	Distância em relação Barragem CGH CÓRREGO GER (m)	Vazão de Projeto (m ³ /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 31 – 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 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)	NA Máximo Rompimento	Altura Máx. da Onda acima do N.A. MÁX existente (m)	Tempo de Início da Onda (h:mm)	Tempo de Pico Onda (h:mm)	Duração (h: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	251,00	533,21	535,25	534,73	1,52	0:16	1:20	3:00	0,75

Figura 32 – 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 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.

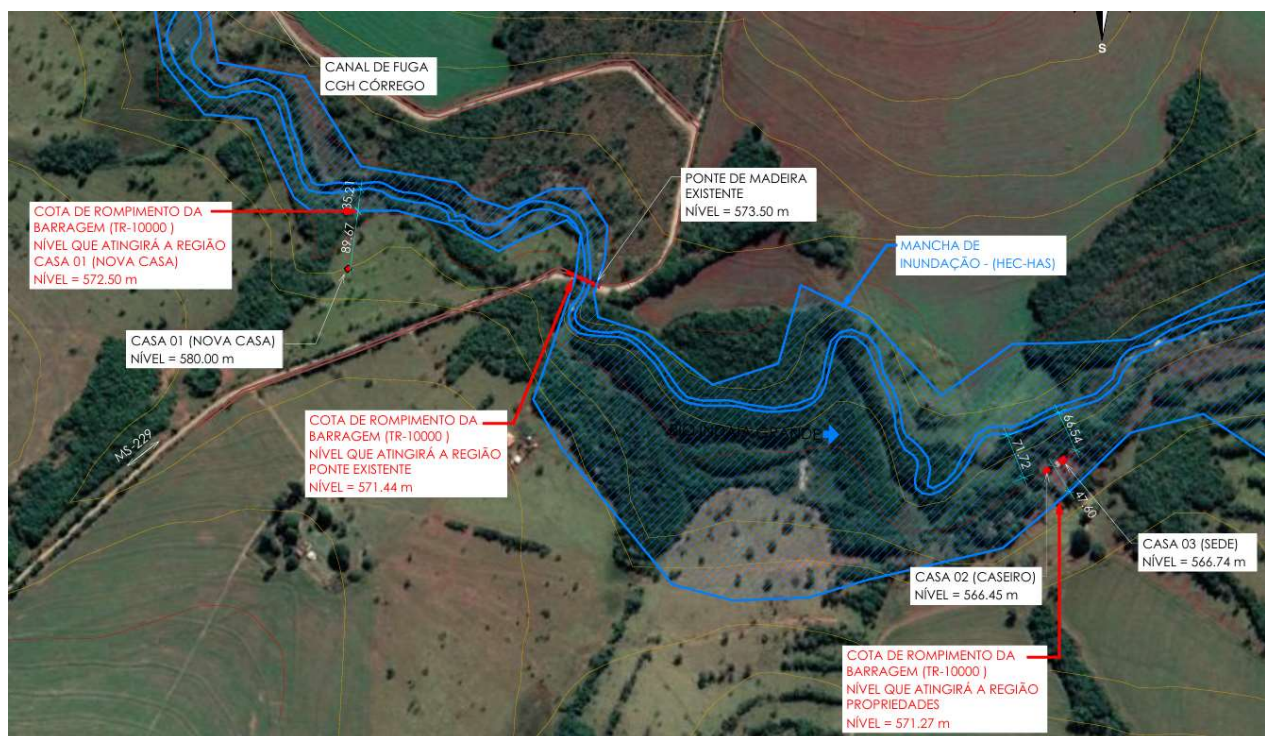


Figura 33 – Mancha de inundação nos pontos mais críticos e vulneráveis (extraído da simulação)

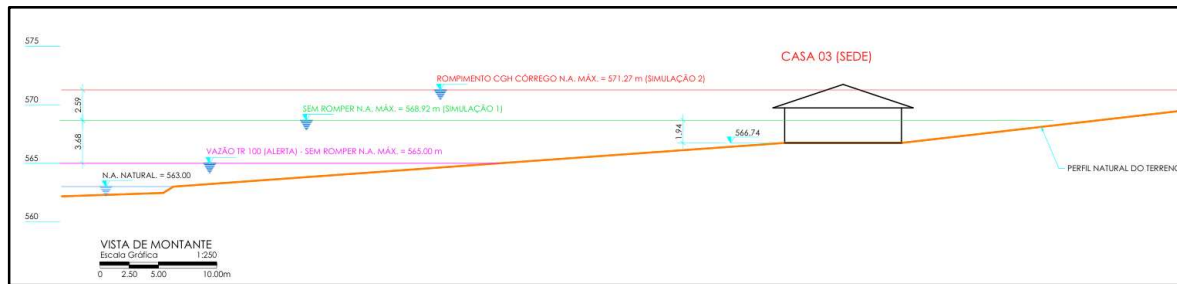


Figura 34 – Nível de água atingido na região da moradia casa 03 (sede) - extraído da simulação

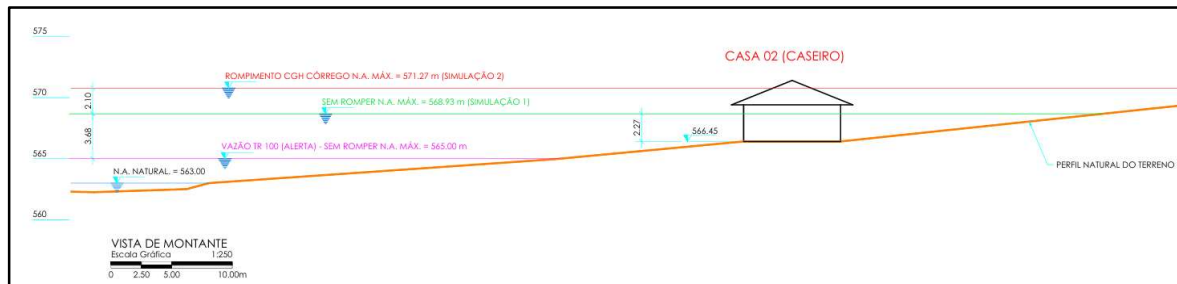


Figura 35 – Nível de água atingido na região da moradia casa 02 (caseiro) - extraído da simulação

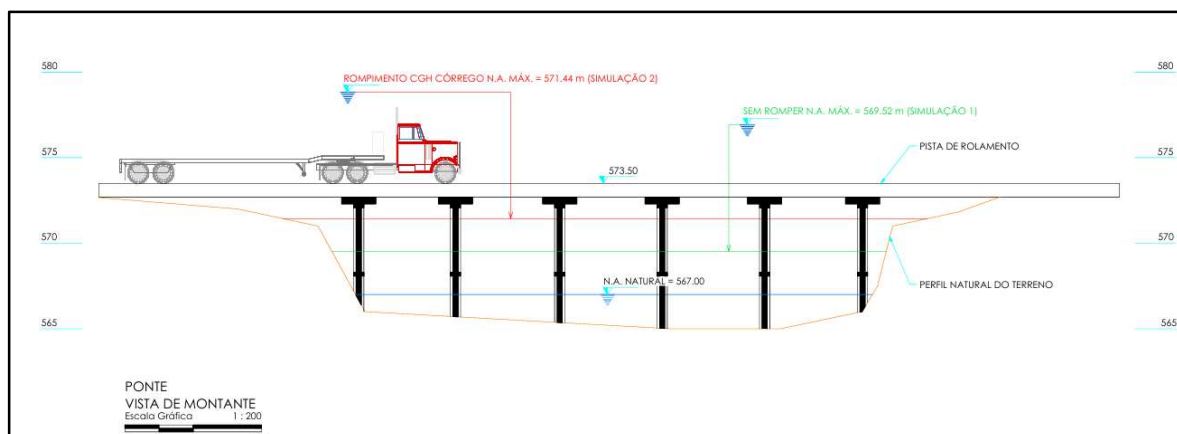


Figura 36 – Nível de água atingido na ponte municipal (extraído da simulação)

Nas Figuras 33, 34, 35 e 36 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 33 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.

20 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 estão no estudo de rompimento hipotético da barragem.

21 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ESTRUTURAS VISTORIADAS

A fim de estabelecer um plano de ação para mitigação das anomalias observadas, as recomendações devem ser separadas por Nível de Criticidade. Sendo utilizada metodologia baseada na matriz GUT, que prioriza as ações mais críticas para serem realizadas primeiro.

Essa metodologia permite a priorização da solução de ocorrências e suporta a tomada de decisões, considerando os seguintes parâmetros: Gravidade, Urgência e Tendência (G-U-T). Conforme detalhado na Figura 37 cada ocorrência recebe uma classificação. A Gravidade é o impacto da ocorrência, a Urgência é o tempo necessário para que a ocorrência possa trazer algum impacto relevante e a Tendência é o potencial de agravamento da ocorrência. A cada ocorrência é atribuída uma pontuação de 1 a 5 para cada um dos três parâmetros.

GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
1=SEM GRAVIDADE	1=NÃO TEM PRESSA	1=NÃO VAI PIORAR
2=POUCO GRAVE	2=PODE ESPERAR UM POUCO	2=VAI PIORAR EM LONGO PRAZO
3=GRAVE	3=O MAIS CEDO POSSÍVEL	3=VAI PIORAR EM MÉDIO PRAZO
4=MUITO GRAVE	4=COM ALGUMA URGÊNCIA	4=VAI PIORAR EM POUCO TEMPO
5=EXTREMAMENTE GRAVE	5=AÇÃO IMEDIATA	5=VAI PIORAR RAPIDAMENTE

Figura 37 – Descrição dos níveis dos parâmetros GUT

As pontuações de cada vertente são multiplicadas entre si ($G \times U \times T$) para definir a priorização, e o horizonte de prazo máximo para intervenção. Os produtos resultantes da matriz GUT são relacionados a Graus de Hierarquização (GH) ou a Nível de criticidade para a execução de cada ação recomendada.

De forma a complementar a metodologia GUT utilizada para a classificação das anomalias conforme nível de criticidade, foi adicionado um novo nível de criticidade (4) de forma a contemplar, também, as recomendações relacionadas a manutenção periódica/rotineira ou

monitoramento da estrutura, porém não será classificada conforme Matriz GUT por ser atividade de rotina.

Plano de ação de melhorias e cronograma de implantação das ações

A Figura 38 indica o nível de Criticidade conforme Graus de Hierarquização, sendo que as recomendações deverão seguir o grau de prioridade de execução:

Imediato NC 0 – Recomendações relacionadas a aspectos que comprometem em curto prazo a estabilidade das estruturas → Manutenção/Reparo imediato em até 6 meses;

Curto Prazo NC 1 – Recomendações relacionadas a aspectos que não comprometem em curto prazo a estabilidade das estruturas, entretanto a evolução pode vir a comprometer → Manutenção/Reparo em até 1 ano;

Médio Prazo NC 2 – Recomendações relacionadas a aspectos que comprometem a médio prazo a estabilidade das estruturas → Manutenção/Reparo até 2 anos;

Logo Prazo NC 3 – Recomendações relacionadas a aspectos que comprometem a médio prazo a estabilidade das estruturas → Manutenção/Reparo até 5 anos;

Rotineiro NC 4 – Recomendações relacionadas a manutenções e acompanhamentos periódicos e rotineiros importantes para o monitoramento das estruturas → Periódico/Rotineiro.

GRAU DE HIERARQUIZAÇÃO (GH)	PRAZO	NÍVEL DE CRITICIDADE
Imediato: $GH \geq 75$	6 meses	0
Curto Prazo: $36 \leq GH < 75$	1 ano	1
Médio Prazo: $25 < GH < 36$	Até 2 anos	2
Longo Prazo: $GH \leq 25$	Até 5 anos	3
Rotineiro / Periódico *	-	4

Figura 38 - Níveis do Grau de Hierarquização e Prazos máximos correspondentes

22 CRITÉRIOS DE ESTABILIDADE GLOBAL DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

As seguintes condições de carregamentos que devem ser considerados nos estudos de estabilidade global e respectivos cálculos dos esforços internos (tensões).

Condição de Carregamento Normal (CCN)

Corresponde a todas as combinações de ações que apresentem grande probabilidade de ocorrência ao longo da vida útil da estrutura, durante a operação normal ou manutenção de rotina da obra, em condições hidrológicas normais.

Condição de Carregamento Excepcional (CCE)

Corresponde a uma situação de combinação de ações com baixa probabilidade de ocorrência ao longo da vida útil da estrutura. Em geral, estas combinações consideram a ocorrência de somente uma ação excepcional, tais como, condições hidrológicas excepcionais, defeitos no sistema de drenagem, manobras de caráter excepcional, efeitos sísmicos, etc. com as ações correspondentes a condição de carregamento normal.

Condição de Carregamento Limite (CCL)

Corresponde a uma situação de combinação de ações com muito baixa probabilidade de ocorrência ao longo da vida útil da estrutura. Em geral, estas combinações consideram a ocorrência de mais de uma ação excepcional, tais como, condições hidrológicas excepcionais, defeitos no sistema de drenagem, manobras de caráter excepcional, efeitos sísmicos, etc. com as ações correspondentes a condição de carregamento normal.

Crítérios Sismológicos

A região do sítio da CGH Córrego Ger está compreendida em uma zona historicamente assísmica, conforme pode ser verificado pelos dados IAG-Boletim Sísmico Brasileiro.

Portanto, tendo em vista a baixa sismicidade foram adotadas as premissas de cálculo preconizadas pela Eletrobrás 2003, Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas, sendo adotada análise pseudo-estática na avaliação de estabilidade das estruturas de barramento em concreto, empregando acelerações de 0,05 g na direção horizontal e 0,03 g na direção vertical.

Considerações sobre ocorrência de evento sísmico induzido pela formação do reservatório da usina devem ser desconsideradas, face as dimensões do reservatório e as condições geológicas que compreendem o sítio da usina.

Segurança e Verificação da Estabilidade do Barramento

Este roteiro de cálculo tem por objetivo apresentar a verificação da estabilidade global das estruturas de concreto, Vertedouro e Barragem da CGH Córrego Ger, com relação ao tombamento, deslizamento e flutuação, bem como as tensões na base das fundações.

Sendo que todas as premissas e coeficientes de segurança devem obdecer os limites impostos pelos Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas – Eletrobrás.

Parâmetros Adotados

Os seguintes parâmetros são sugeridos para realização dos cálculos:

Peso específico do concreto ciclópico/convencional (γ_c):	24 kN/m ³
Peso específico da água (γ_a):	10 kN/m ³
Ângulo de atrito concreto-rocha (ϕ):	40°
Coesão (c):	100 kN/m ²
Tensão admissível rocha (τ_{adm}):	500 kN/m ²

Cargas a serem Consideradas

Deverão ser consideradas as seguintes cargas nas análises de estabilidade:

- Peso-próprio das estruturas de concreto armado.
- Pesos de água a montante e jusante.
- Empuxos de água a montante e jusante.
- Subpressão na base da fundação.

Os valores resultantes dos esforços acima serão obtidos por modelagem dos diagramas no programa AutoCAD, obtendo também as correspondentes posições dos centros de gravidade de aplicação das cargas.

Condições de Carregamento

Resumo dos Carregamentos a serem considerados:

Carregamento	CCN	CCE1	CCE2	CCL
Peso-próprio	X	X	X	X
NA máx. normal montante	X			
NA máx. max. montante		X	X	X
NA máx. normal jusante	X			
NA máx. max. jusante		X	X	X
Assoreamento Reservatório				X

Crítérios para Verificação da Estabilidade

A estabilidade das estruturas deve ser verificada com relação ao tombamento, deslizamento e flutuação, verificando-se, também, as tensões nas bases das fundações.

Os critérios a serem utilizados nessas verificações são apresentados a seguir, com os correspondentes valores mínimos exigidos para os fatores de segurança nos diversos casos de carregamento.

Segurança ao Tombamento

$$FST = \frac{\sum M_r}{\sum M_t}$$

Onde:

FST = fator de segurança ao tombamento;

ΣM_r = somatório dos momentos resistentes;

ΣM_t = somatório dos momentos de tombamento.

Os valores calculados para FST devem satisfazer os seguintes valores mínimos:

CCN	CCE	CCL
1,5	1,2	1,1

Segurança a Flutuação

$$FSF = \frac{\Sigma V}{\Sigma U}$$

Onde:

FSF = fator de segurança à flutuação;

ΣV = somatório das forças gravitacionais;

ΣU = somatório das forças de subpressão.

Os valores calculados para FSF devem satisfazer os seguintes valores mínimos:

CCN	CCE	CCL
1,3	1,1	1,1

Segurança ao Deslizamento

$$FSD = \frac{\frac{\Sigma F_v \cdot \text{tg } \phi}{FSD_\phi} + \frac{\Sigma c \cdot A}{FSD_c}}{\Sigma F_h} \geq 1,0$$

Onde:

F_v = força normal à superfície de deslizamento em análise;

F_h = força paralela à superfície de deslizamento;

ϕ = ângulo de atrito característico da superfície de deslizamento em análise;

c = coesão característica ao longo da superfície de deslizamento;

A = área efetiva de contato da estrutura no plano em análise;

FSD_ϕ = fator de segurança relativo ao atrito;

FSD_c = fator de segurança relativo à coesão.

Os valores dos fatores de segurança relacionados aos parâmetros da superfície de deslizamento são:

	CCN	CCE	CCL
FSD_ϕ	1,5	1,1	1,1
FSD_c	3,0	1,5	1,3

Tensões na Base das Fundações

Para uma primeira análise, as tensões na base das fundações são calculadas pela seguinte expressão da Resistência dos Materiais:

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

Onde:

N = força resultante normal à superfície;

M = momento resultante;

A = área efetiva de contato da estrutura no plano em análise;

W = módulo elástico da área da base da fundação.

Não são admitidas tensões de tração na base das fundações para os casos CCN. Para os demais casos, se houver tensões de tração, deve ser estudada a abertura da junta.

23 CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA E RISCO DE RUPTURA

O monitoramento de segurança se dará por duas condições: Hidrológica e Estrutural.

23.1 Condição Hidrológica

A condição hidrológica será controlada no Barramento, deverá ser monitorado os níveis do reservatório com leitura da régua automatizada e/ou visual para observação de uma eventual anomalia com potencial ruptura da barragem.

O vertedouro de soleira livre é a estrutura que controlará as cheias na CGH Córrego Ger. De acordo com as condições operacionais do vertedouro as cheias se comportarão conforme o gráfico abaixo.

A **EMERGÊNCIA 2** poderá ocorrer em qualquer condição de escoamento quando a vazão atinge a TR-10.000 anos.

Na Figura 39 estão indicados os diversos níveis de segurança baseados na vazão do vertedouro (possível de ser obtida pelo NA do reservatório), importante observar que a partir da cheia de 1.000 anos já fica definido o nível de emergência 1.

A Tabela 1 também indica os níveis de segurança com as respectivas ações a serem tomadas. Nessa tabela os níveis de segurança para a condição hidrológica estão descritos na alínea a).

23.2 Condição Estrutural

A boa condição estrutural do barramento se dará pelo monitoramento conforme critérios estabelecidos no Plano de Segurança da Barragem.

Este Plano tem como objetivo determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional da barragem e vertedouro, identificando os problemas e recomendando tanto reparos corretivos, restrições operacionais e/ou modificações quanto análise/estudos para determinar as soluções dos problemas.

O Plano de Segurança da Barragem contém os Manuais de Operação, Manutenção e Inspeção (OMI) para a Barragem.

A manutenção das boas condições estruturais do barramento da CGH garante sua integridade e reduz drasticamente as possibilidades de um acidente com o rompimento da barragem.

A Tabela 1 apresenta os níveis de segurança para as condições estruturais, na alínea b), juntamente com as providências a serem tomadas pela equipe de operação.

23.2.1 Monitoramento das Estruturas

O sistema de monitoramento está contemplado nos manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e monitoramento do relatório de segurança da barragem, sendo que este faz parte do Plano de Segurança da Barragem. Este Manual contém:

- Procedimentos de inspeções civis visuais informando onde e o que se deve observar;
- Listas de verificações a serem utilizadas nas inspeções civis;
- Instruções de trabalho para procedimentos de manutenções mais comuns de reparos nas estruturas.

Não menos importantes são os programas de inspeções visuais classificadas em três níveis:

23.2.1.1 Inspeções Rotineiras

São aquelas que devem ser executadas pela equipe de operação. A frequência dessas inspeções deverá ser definida de acordo com o recomendado no item a ser inspecionado. Não gera relatórios específicos, mas apenas comunicações de eventuais anomalias detectadas. Deverão ser preenchidas as listas de verificações de acompanhamento para cada estrutura civil.

23.2.1.2 Inspeção de Segurança Regular

A inspeção de segurança regular será realizada por equipe de Segurança de Barragem, composta de profissionais treinados e capacitados e deverá abranger todas as estruturas do barramento do empreendimento e retratar suas condições de segurança, conservação e operação. A frequência destas inspeções deverá ser **anual** conforme a classificação do barramento. Os aspectos a serem vistoriados, analisados e relatados neste tipo de inspeção estão detalhados nas listas de verificações anuais. Também deverão ser analisados os dados das inspeções rotineiras.

Os relatórios de inspeção de segurança regular deverão conter minimamente estas informações:

- Identificação do representante legal do empreendedor;
- Identificação do responsável técnico;
- Avaliação da instrumentação disponível na barragem ou necessidade de instalação, indicando necessidade de manutenção, reparo ou aquisição de equipamentos;
- Avaliação de anomalias que acarretem mau funcionamento, em indícios de deterioração ou em defeitos construtivos da barragem;
- Comparativo com inspeção de segurança regular anterior;
- Diagnóstico do nível de segurança da barragem;
- Indicação de medidas necessárias à garantia da segurança da barragem.

23.2.1.3 Inspeções Segurança Especial

As inspeções especiais serão realizadas quando convocadas. Esta convocação normalmente será fruto de uma avaliação, por parte da equipe de engenharia de inspeção e manutenção, após uma grande enchente ou onde se detecte algum problema que mereça atenção especial.

Depois de cheias e chuvas torrenciais com recorrência maior que 100 anos, observações não usuais tais como fissuras, recalques, surgências de água e indícios de instabilidade de taludes devem ser verificadas. Aumento da vazão nos medidores de vazão sem motivo aparente e principalmente com carreamento de material é motivo para acionamento de alerta e de inspeção especial.

23.2.2 Fluxo de Informação e Equipe de Inspeção

O fluxograma apresenta as atividades da equipe de inspeção e manutenção das estruturas civis e a interface com a Gerência da Usina sendo de inspeções e de ações.

O fluxograma de inspeções (Fluxograma 1) indica a sequência dos procedimentos para as inspeções nas estruturas de acordo com a periodicidade necessária.

O fluxograma de segurança da barragem (Fluxograma 2) indica a sequência na tomada de decisões com base nos dados obtidos nas inspeções e no relatório das inspeções.

O fluxograma de ações de emergência (Plano de Ação de Emergências) indica a sequência na tomada de decisões com base nos níveis de emergência.

Caso o fluxograma de ações entrar em **EMERGÊNCIA 1** deverá seguir procedimento do Plano de Ação de Emergência.

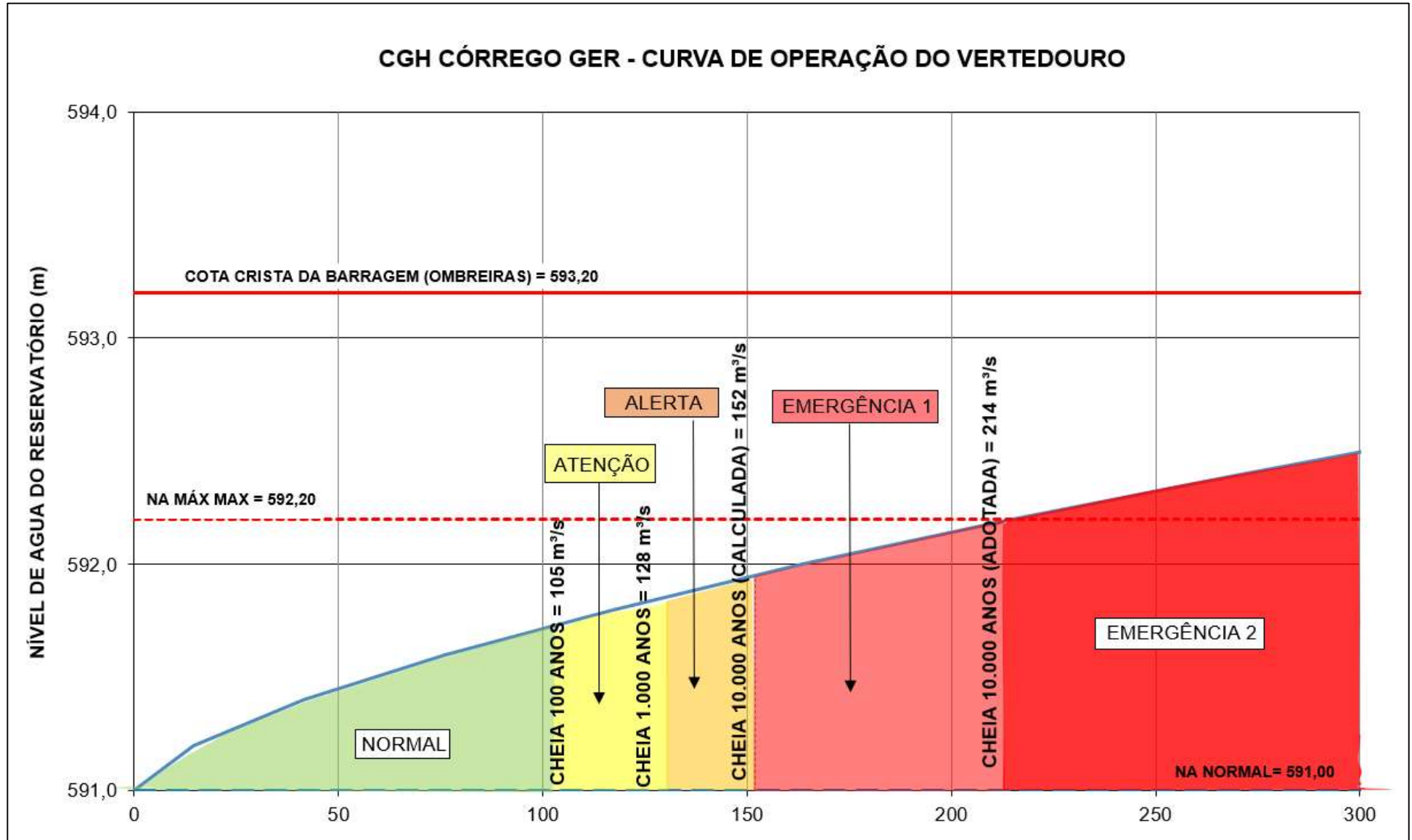


Figura 39 – Níveis de Segurança e Risco de Ruptura

Tabela 1 – Níveis de Segurança e risco Ruptura

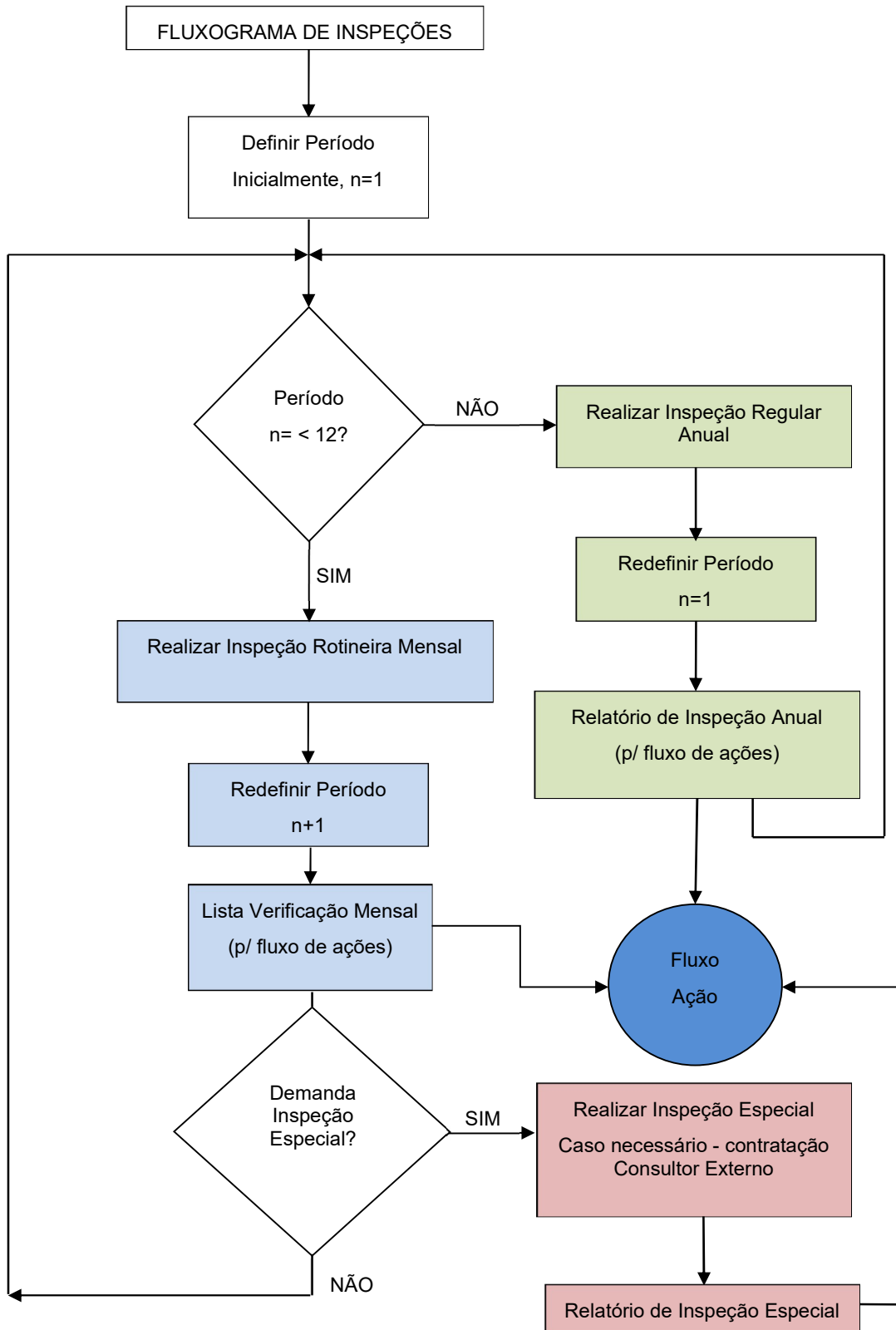
Níveis de Segurança e risco Ruptura	
Nível de Segurança	Condições e Situações
<p>Nível Normal (VERDE)</p> <p>a) Operação normal do vertedouro</p>	<p>a) Vertimentos até 105 m³/s (TR até 100 anos) – Realizar o monitoramento das precipitações, deplecionamento controlado e análise das previsões de chuva para controle do nível do reservatório.</p>
<p>Nível Atenção (AMARELO)</p> <p>a) Operação em atenção do vertedouro</p> <p>b) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS</p>	<p>a) Vertimentos de 105 até 128 m³/s (TR entre 100 e 1.000 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente, podendo ocorrer aumento de acordo com previsão pluviométrica e alagamento. Avisar moradores das Casa 02 e Casa 03</p>
<p>Nível Alerta (LARANJA)</p> <p>a) Operação em alerta do vertedouro</p> <p>b) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS e NA Máx Max</p> <p>c) Monitorar com drones as principais estruturas</p>	<p>a) Vertimentos de 128 até 152 m³/s (TR entre 1.000 e 10.000 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento na ZAS, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas. Alagamento das Casa 02 e Casa 03 (retirar moradores)</p>
<p>Nível Emergência 1 (VERMELHO CLARO)</p> <p>a) Localidades com alagamento municípios de jusante, abrir comporta da descarga fundo para aumentar capacidade de descarga</p>	<p>a) Vertimentos de 152 até 214 m³/s (acima da TR 10.000 ano) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento na ZAS, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas.</p>
<p>b) Aumento do Nível do reservatório (falta 01 metro para atingir limite de proteção da barragem)</p>	<p>b) Abrir a comporta da descarga de fundo de maneira a ajudar rebaixar o nível do reservatório → retirar pessoas dos pontos localizados na ZAS e possíveis atingidos de jusante;</p>
<p>Nível Emergência 2 (VERMELHO ESCURO)</p> <p>a) Risco de galgamento das ombreiras de proteção ou possibilidade de Ruptura / Ruptura está prestes a ocorrer, ocorrendo ou acabou de ocorrer com qualquer condição hidrológica.</p>	<p>a) Alerta máximo da equipe técnica da usina e defesa civil na faixa entre 214 até 533,52 m³/s</p> <p>b) <u>Vertimentos acima de 533,52 m³/s</u> - risco de galgamento das ombreiras de proteção e possibilidade de rompimento da barragem com formação da onda de cheia com qualquer condição hidrológica → Aviso aos agentes externos da condição de ruptura iminente ou ocorrida e retirada dos atingidos de jusante localizados na ZAS e atingidos de jusante.</p>

a) nível de alerta devido as condições hidrológicas;

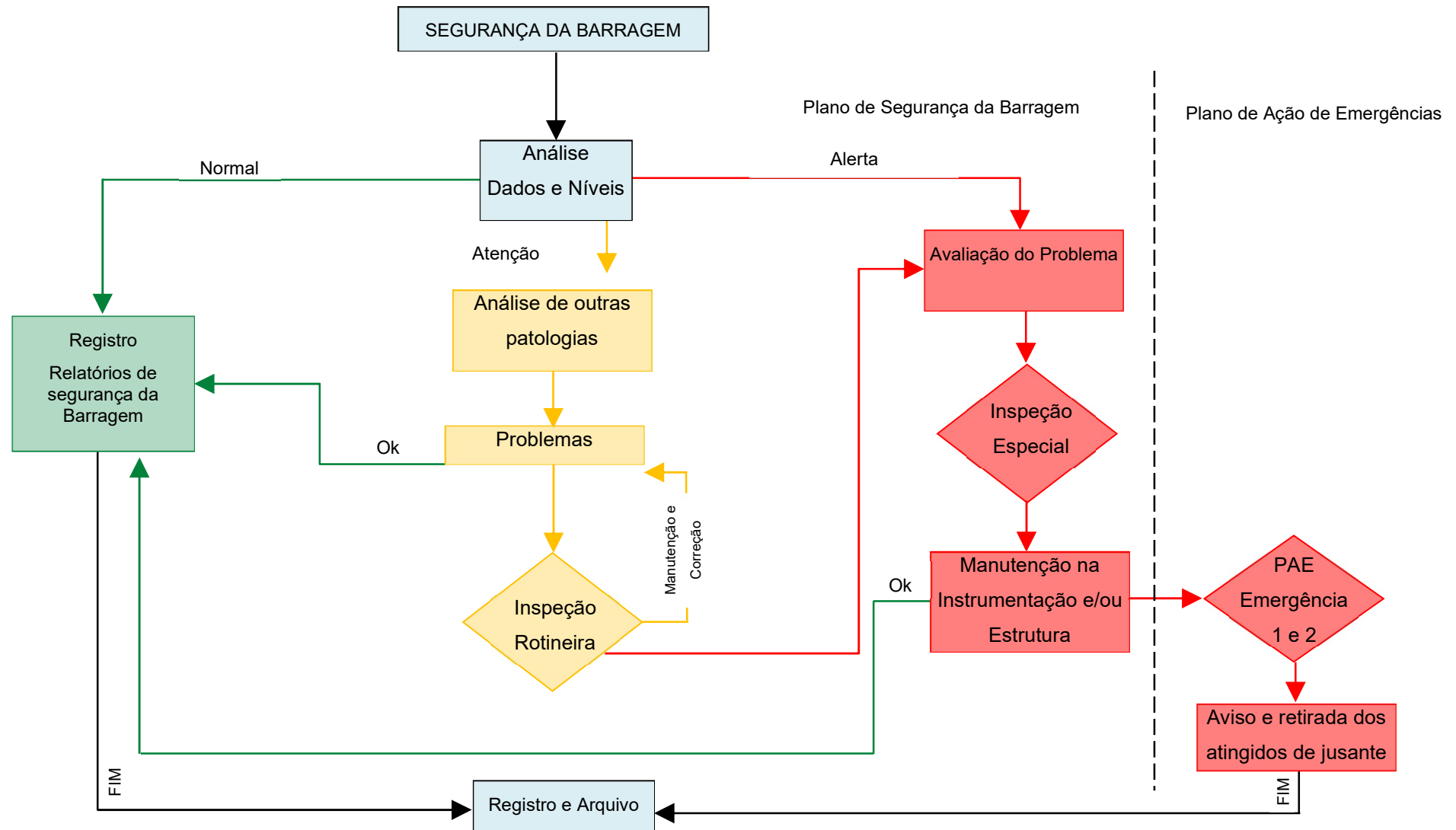
b) nível de alerta devido as condições da barragem ou sistema de operação do vertedouro.

EMERGÊNCIA 2 – A ruptura do barramento pode ocorrer em qualquer condição hidrológica quando atingida a vazão 533,52 m³/s poderá haver formação de brecha neste evento extremo. O alerta aos órgãos responsáveis deve ser emitido assim que a vazão atingir 214 m³/s constatada a vazão extrema para a retirada de todos os possíveis atingidos a jusante do barramento.

IMPORTANTE – A observação em campo de surgências de água na barragem, deve ser imediatamente informado ao supervisor e responsável técnico pelo segurança da barragem. Caso a barragem esteja em risco de colapso o reservatório deve ser rebaixado ao nível mínimo possível através da comporta da descarga de fundo da barragem o que reduz substancialmente o impacto da onda de cheia em um eventual rompimento.



Fluxograma 1 – Fluxograma de Inspeções – n = mês



Fluxograma 2 – Fluxograma de Segurança da Barragem - manutenção estruturas

23.3 Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem

O sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem é realizado pelos itens 23.1- Condição Hidrológica e 23.2-Condição Estrutural já descritos acima e resumidos abaixo:

- Condição Hidrológica – será controlada no Barramento, deverá ser monitorado os níveis do reservatório com leitura da régua automatizada e/ou visual para observação de uma eventual anomalia com potencial ruptura da barragem. A Figura 39 apresenta as condições: Normal, Atenção, Alerta, Emergência 1 e 2.
- Condição Estrutural - A boa condição estrutural do barramento se dará pelo monitoramento das inspeções rotineiras, regulares e especiais. O item 23.2.1 apresenta sistema de monitoramento.

24 EQUIPE TÉCNICA

Nome	Formação	Função
Elizeu Riba	Engenharia Civil	Responsável Técnico dos Estudos / Hidráulica / Estruturas – Segurança de Barragens
Gabriel E. Riba	Engenharia Civil	Estudos Hidrológicos / Estruturas Hidráulicas

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do Responsável Técnico da Revisão do PSB encontra-se nos Anexos.

25 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens Volume IV - Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE, Versão final 02 para editoração – Abril de 2016.

- Manual do empreendedor da Ana relativo a revisão periódica, plano de segurança de barragens, plano de ação de emergência e inspeções de segurança de barragens (<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/ManualEmpreendedor>).

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – Resolução Normativa Nº 1064, de 02 de maio de 2023 - Estabelece critérios e ações de segurança de barragens associadas a usinas hidrelétricas fiscalizadas pela ANEEL de acordo com o que determina a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Alterada pela Lei Federal nº 14.066/2020.

Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas – Eletrobrás – Outubro/2003

Site **SNISB** – Documentos e Capacitações - <https://www.snisb.gov.br/portal-snisp/documentos-e-capacitacoes?tipo=documento&id=68>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens Volume I: Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem. Superintendência de Regulação (SRE). Brasília, 2016. Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/cadastros/barragens/ManualEmpreendedor/InstrucoesParaApresentacaoPlanoSegurancaBarragens.pdf>>.

