



PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PSB)

- **RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA
REGULAR (RISR2025)**

CGH CORREGO GER

Rio Indaiá Grande – MS

dezembro / 2025

INDICE

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PSB)	3
➤ RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR (RISR2025).....	3
1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	3
2. IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO	4
3. INSTRUMENTAÇÃO DA BARRAGEM	5
4. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ANOMALIAS	5
5. INTERVENÇÕES NECESSÁRIAS	8
6. DIAGNÓSTICO DO NÍVEL SEGURANÇA DA BARRAGEM	9
7. RESOLUÇÃO NORMATIVA N. 696, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2015	9
8. CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM QUANTO À CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL	10
9. REGISTRO FOTOGRÁFICO	17
10. DECLARAÇÃO DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM	32
11. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM	32
12. ANEXOS	35

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PSB)

➤ RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR (RISR2025)

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social : HIDROELÉTRICA CORREGO LTDA

CNPJ n.º 23.244.469/0001-71

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

Diretor Presidente: Paul Illich

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

e-mail: alessandro@illich.com

Endereço Administrativo: Av. Alemanha, 512 – Distrito Entre Rios – CEP 85.138-600 –
Guarapuva – PR

Fones: (42) 3632-1022 / 99977-0866

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

2. IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO

2.1 – Profissionais envolvidos e responsáveis pela realização da ISR

Responsável Técnico

Engenheiro Civil: Elizeu Riba

Telefone/WhatsApp (47) 98827-7788

E-mail: elizeu@trsul.com.br

Endereço: Rua São Paulo, 2650, 2º andar sala 202 – Itoupava Seca - Blumenau – SC –

CEP: 89030-000

CREA SC n° 050559-2/D

CREA MS: PR 26079

RNP 1705017568

ART MS 1320260012398

2.2 – Data da Inspeção / Condição Tempo / Nível do Reservatório

A inspeção foi realizada no dia 29 de dezembro de 2025 , com tempo bom e ensolarado e o nível do reservatório encontrava-se variando entre 10 a 30 cm abaixo do nível normal operacional.

A inspeção consistiu em registrar a situação atual das estruturas que compõe a barragem e seus entornos visando anotar eventuais anomalias, sendo feito registro fotográfico geral, para visualização dos locais percorridos, sem encontrar nenhuma anomalia de importância relevante e que fosse objeto de observação no presente momento. Sendo preenchida a planilha conforme anexo 01.

As inspeções de campo englobaram todos os aspectos gerais das estruturas, incluindo detalhes de operação dos equipamentos mecânicos relacionados com a segurança da barragem. Sendo inspecionados e verificados se estão em pleno funcionamento e dentro do recomendado pelos fabricantes.

3. INSTRUMENTAÇÃO DA BARRAGEM

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.

4. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ANOMALIAS

A princípio a única anomalia identificada anteriormente (RISR2022) e que está sendo monitorada a a surgência de carbonatação nas juntas de concretagem.



Figura 1 – Pequenos pontos com presença de carbonatação na superfície do vertedouro, aparentemente estabilizada (RISR2022)

Sendo detectados RISR2022 pequenos pontos de carbonatação na estrutura do vertedouro ocasionadas pelas de juntas de concretagem, onde há a surgência de carbonatação que se dá pela presença de CO₂ dissolvidos em presença de água.



Figura 2 – Pequenos pontos com presença de carbonatação na superfície do vertedouro, aparentemente estabilizada (RISR2024)

Situação RISR2024, na prática, essa patologia é muito comum em estruturas de concreto e se comportam de modo satisfatório em face da ação solvente da água em razão da formação de carbonato de cálcio realmente insolúveis, que entope os poros, interrompendo o processo, há necessidade de anualmente avaliar estes pontos para ver se há evolução do processo. A princípio aparentemente o quadro permanece estável e sem comprometer a estrutura da barragem.

Situação RISR2025:



Figura 3 – Pequenos pontos com presença de carbonatação na superfície do vertedouro identificada RISR2022, aparentemente estabilizada (RISR2025)

5. INTERVENÇÕES NECESSÁRIAS



Figura 4 – Melhorar a qualidade da sinalização, necessário roçada e podar arbustos para melhor visualização



Figura 5 – Podar arbustos junto a ombreira direita a jusante



Figura 6 – Podar arbustos junto a ombreira direita a jusante

6. DIAGNÓSTICO DO NÍVEL SEGURANÇA DA BARRAGEM

Consideramos a barragem em **condição “normal”**, isto é, pequenas anomalias identificadas (figura 01) que não comprometem a segurança da barragem, mas que deverão ser sempre controladas e monitoradas ao longo do tempo.

7. RESOLUÇÃO NORMATIVA N. 696, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2015

O Art. 1º da resolução estabelece critérios para classificação, formulação do Plano de Segurança e realização da Revisão Periódica de Segurança em barragens fiscalizadas pela ANEEL de acordo como o que determina a Lei federal 12.334, de 20 de setembro de 2010.

Parágrafo único: Esta Resolução aplica-se a barragens fiscalizadas pela ANEEL que apresentam qualquer uma destas características:

I - altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, 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 3.000.000m³ (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 médio ou alto, conforme definição do art. 3º => **CGH Córrego Ger apresenta categoria de dano potencial associado alto.**

8. CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM QUANTO À CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL

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

As matrizes a seguir estabelecem uma pontuação que irá determinar a categoria de risco da barragem. Seguem as matrizes da CGH Córrego Ger devidamente marcadas, bem como o resultado final da avaliação:

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 providências 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 7 – 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 Decamlenar (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 8 – 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 vertente. (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 hidroelétricas 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 vertente. (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 = \sum (h até m):	0				

Figura 9 – 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)	Emitte 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)	Emitte 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 10 – 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 = ∑ (a até d):			20

Figura 11 – Matriz Classificação Dano Potencial Associado - DPA

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

9. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Foram fotografados diversos pontos para demonstrar a situação atual das estruturas que margeam e envolvem a barragem.



Figura 13 – Visão a partir da margem direita, foco em direção ao reservatório



Figura 14 – Visão a partir da margem direita, foco em direção ao reservatório



Figura 15 – Visão a partir da ombreira direita, foco eixo barragem



Figura 16 – Visão a partir da margem direita, foco em direção a ombreira esquerda da barragem



Figura 17 – Visão a partir da ombreira direita, foco eixo barragem



Figura 18 – Visão a partir da ombreira direita, foco em direção ao reservatório margem direita e esquerda



Figura 19 – Visão a partir da ombreira direita, foco a jusante da barragem dissipador em rocha aflorante



Figura 20 – Visão a partir da ombreira direita, foco eixo da barragem e margem esquerda



Figura 21 – Visão a partir da ombreira direita, foco eixo da barragem e margem esquerda



Figura 22 – Visão a partir da ombreira direita, foco eixo da barragem e margem esquerda



Figura 23 – Visão a partir da ombreira esquerda, foco eixo da barragem



Figura 24 – Visão a partir da ombreira esquerda, foco eixo da barragem e estruturas



Figura 25 – Visão a partir da mini central, foco eixo da barragem e margem direita



Figura 26 – Visão a partir da margem esquerda, foco eixo da barragem jusante e margem direita



Figura 27 – Visão a partir da mini central, foco ombreira esquerda da barragem e estruturas



Figura 28 – Visão a partir da margem esquerda, foco eixo da barragem e estruturas



Figura 29 – Visão a partir da margem esquerda, foco eixo da barragem e estruturas



Figura 30 – Visão a partir da margem esquerda, foco eixo da barragem



Figura 31 – Visão a partir da tomada d'água, foco reservatório



Figura 32 – Visão a partir da margem esquerda, foco reservatório



Figura 33 – Visão a partir da margem esquerda, foco barragem



Figura 34 – Visão a partir da tomada d'água, foco ombreira esquerda



Figura 35 – Visão a partir da mini central, foco jusante da barragem



Figura 36 – Visão a partir da margem esquerda



Figura 37 – Visão a partir da ombreira esquerda/tomada d'água, foco eixo da barragem



Figura 38 – Visão a partir da ombreira esquerda, foco grade tomada d'água



Figura 39 – Visão a partir da mini central a jusante da barragem



Figura 40 – Visão a partir da mini central, foco ombreira esquerda



Figura 41 – Visão a partir da margem direita, foco reservatório

10. DECLARAÇÃO DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM

Declaramos que a condição de estabilidade da barragem/vertedouro é satisfatória atendendo todos os parâmetros de segurança estipulado pela recomendações dos “Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas pela Eletrobrás/2003”, segue o resumo do cálculo de estabilidade e fatores de segurança obtidos.

11. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM

11.1 Caso de Carregamento Normal (CCN1)

Parâmetros de carregamento Normal 1 (CCN1)		Os valores atribuídos aos fatores de minoração para o atrito (FSD_{ϕ}) e a coesão (FSD_c), para cada caso de carregamento, estão apresentados no quadro abaixo e estão de acordo com o Critério de Projetos:			
Nível de água máxima a montante (m)	591,00				
Nível de água normal a montante (m)	591,00				
Nível de água normal a jusante (m)	584,50				
Cota da fundação da barragem - montante (m)	584,50				
Cota da fundação da barragem - jusante (m)	584,50				
altura da barragem (m) = h	6,50				
lâmina d' água acima do vertedouro (m) = hm	-				
lâmina d' água pé do vertedouro (m) = hj	-				
Peso específico da água (kN/m ³)	10,00				
Peso específico do lodo decantado (kN/m ³)	13,00				
Peso específico do concreto (kN/m ³)	24,00				
Parâmetros Geométricos / Geotécnicos					
base - seção transversal (m)	5,99				
comprimento - seção transversal (m)	1,00				
área da estrutura (m ²)	22,890				
Xg da estrutura (m)	3,930				
Yg da estrutura (m)	2,480				
coesão (kN/m ²)	50,00				
ϕ (graus)	40,00				
FSD_{ϕ}	1,50				
FSD_c	3,00				
		caso de carregamento	ccn	cce	ccL
		FSD_φ	1,5	1,1	1,1
		FSD_c	3	1,5	1,3
Componente Estabilizante	Peso kN	Braço (m)	Momento (kN.m)		
Barramento	549,36	3,93	2.158,98		
Empuxo água de jusante	-	-	-		
Peso água de jusante	-	-	-		
Peso água de montante	-	-	-		
			soma	2.158,98	
Componente Desestabilizante	Peso kN	Braço (m)	Momento (kN.m)		
Empuxo montante	211,25	2,17	457,71		
Empuxo material decantado	1,37	0,22	0,30		
Força inercial horizontal	-	-	-		
Efeito Zangar	-	-	-		
Subpressão H	-	-	-		
Subpressão V	194,68	3,99	777,40		
			soma	1.235,41	

Verificação de Estabilidade (CCN1)			calculado	exigido	resultado
FSF	ΣJ	549,36	2,82	1,30	OK
	$\Sigma \uparrow$	194,68			
FSD	ΣN	354,69	1,40	1,00	OK
	ΣH	212,62			
FST	ME	2.158,98	1,75	1,50	OK
	MT	1.235,41			

Figura 42 – Verificação Estabilidade e fatores de Segurança (CCN1)

11.2 Caso de Carregamento Excepcional (CCE1) – Enchente Milenar TR-1.000 anos

Parâmetros de Carregamento Excepcional1 (CCE1)	
Nível de água máxima a montante (m)	592,10
Nível de água normal a montante (m)	591,00
Nível de água normal a jusante (m)	585,00
Cota da fundação da barragem - montante (m)	584,50
Cota da fundação da barragem - jusante (m)	584,50
altura da barragem (m) = h	6,50
lâmina d' água acima do vertedouro (m) = hm	1,10
lâmina d' água pé do vertedouro (m) = hj	0,50
Peso específico da água (kN/m ³)	10,00
Peso específico do lodo decantado (kN/m ³)	13,00
Peso específico do concreto (kN/m ³)	24,00

Parâmetros Geométricos / Geotécnicos	
base - seção transversal (m)	5,99
comprimento - seção transversal (m)	1,00
área da estrutura (m ²)	22,890
Xg da estrutura (m)	3,930
Yg da estrutura (m)	2,480
coesão (kN/m ²)	50,00
Ø (graus)	40,00
FSD _Ø	1,10
FSD _c	1,50

Os valores atribuídos aos fatores de minoração para o atrito (FSD_Ø) e a coesão (FSD_c), para cada caso de carregamento, estão apresentados no quadro abaixo e estão de acordo com o Critério de Projetos:

caso de carregamento	ccn	cce	ccl
FSD_Ø	1,5	1,1	1,1
FSD_c	3	1,5	1,3

Componente Estabilizante	Peso	Braço	Momento
	kN	(m)	(kN.m)
Barramento	549,36	3,93	2.158,98
Tirante passivo	-	5,24	-
Empuxo água de jusante	1,25	0,17	0,21
Peso água de jusante	0,94	0,13	0,12
Peso água de montante	-	-	-
		soma	2.159,31

Componente Desestabilizante	Peso	Braço	Momento
	kN	(m)	(kN.m)
Empuxo montante	282,75	2,44	690,08
Empuxo material decantado	1,37	0,22	0,30
Força inercial horizontal	-	-	-
Efeito Zangar	-	-	-
Subpressão H	-	-	-
Subpressão V	242,60	3,87	938,86
		soma	1.629,24

Verificação de Estabilidade (CCE1)		calculado	exigido	resultado	
FSF	Σ↓	550,30	2,27	1,10	OK
	Σ↑	242,60			
FSD	ΣN	307,70	1,54	1,00	OK
	ΣH	282,87			
FST	ME	2.159,31	1,33	1,20	OK
	MT	1.629,24			

Figura 43 – Verificação Estabilidade e fatores de Segurança (CCE1)

11.3 Caso de Carregamento Limite (CCL) – Enchente Decamilenar TR-10.000 anos

Parâmetros de Carregamento (CCL)		Os valores atribuídos aos fatores de minoração para o atrito (FSD _a) e a coesão (FSD _c), para cada caso de carregamento, estão apresentados no quadro abaixo e estão de acordo com o Critério de Projetos:			
Nível de água máxima a montante (m)	592,20				
Nível de água normal a montante (m)	591,00				
Nível de água normal a jusante (m)	585,25				
Cota da fundação da barragem - montante (m)	584,50				
Cota da fundação da barragem - jusante (m)	584,50				
altura da barragem (m) = h	6,50				
lâmina d'água acima do vertedouro (m) = hm	1,20				
lâmina d'água pé do vertedouro (m) = hj	0,75				
Peso específico da água (kN/m ³)	10,00				
Peso específico do lodo decantado (kN/m ³)	13,00				
Peso específico do concreto (kN/m ³)	24,00				
Parâmetros Geométricos / Geotécnicos		Caso de Carregamento			
base - seção transversal (m)	5,99	CCN	CCE	CCL	
comprimento - seção transversal (m)	1,00	FSD _a	1,5	1,1	1,1
área da estrutura (m ²)	22,89	FSD _c	3	1,5	1,3
Xg da estrutura (m)	3,93				
Yg da estrutura (m)	2,48				
coesão (kN/m ²)	50,00				
Ø (graus)	40,00				
FSD _a	1,10				
FSD _c	1,30				
Componente Estabilizante		Peso	Braço	Momento	
		kN	(m)	(kN.m)	
Barramento		549,36	3,93	2.158,98	
Tirante passivo			5,24	-	
Empuxo água de jusante		2,81	0,25	0,70	
Peso água sobre o vertedouro				-	
Peso água de montante		-	-	-	
			soma	2.159,69	
Componente Desestabilizante		Peso	Braço	Momento	
		kN	(m)	(kN.m)	
Empuxo montante		289,25	2,46	711,21	
Empuxo material decantado		1,37	0,22	0,30	
Força inercial horizontal		-	-	-	
Efeito Zangar		-	-	-	
Subpressão H		-	-	-	
Subpressão V		253,08	3,82	965,77	
			soma	1.677,28	

Verificação de Estabilidade (CCL)		calculado	exigido	resultado	
FSF	Σ↓	549,36	2,17	1,10	OK
	Σ↑	253,08			
FSD	ΣN	296,28	1,59	1,00	OK
	ΣH	287,81			
FST	ME	2.159,69	1,29	1,20	OK
	MT	1.677,28			

Figura 44 – Verificação Estabilidade e fatores de Segurança (CCL)

Tensões na fundação		
b= Comprimento base (m)		5,99
l = comprimento da seção transversal (m)		1,00
CG fundação		3,00
l (m ⁴)		17,91
W= (l*b ²) / 6		5,98
FV (kN)		296,28
Mr (kN.m)		404,96
Tensões na fundação (kN/m ²)	Montante	Jusante
	(18,26)	117,18
Tensões na fundação (tf/m ²)	(1,83)	11,72
Tensões na fundação (kg/cm ²)	(0,18)	1,17
Neste caso existe tração na base da barragem / verificações adicionais		
Tensão máxima de compressão excluindo zona tracionada (kN/m ²)		121,31
Tensão máxima de compressão excluindo zona tracionada (tf/m ²)		12,13
Tensão máxima de compressão excluindo zona tracionada (kgf/m ²)		1,21
verificação do comprimento tracionado atende norma		
comprimento da base comprimida (m)		4,88
comprimento da base tracionada (m)		1,11
limite admissível por norma 1/3 da base poderá ser tracionada (m)		2,00
verificação do comprimento tracionada dentro da norma		OK

11.4 Caso de Carregamento Excepcional 2 – Esforços Sísmicos (CCE2)

Os valores atribuídos aos fatores de minoração para o atrito (FSD_0) e a coesão (FSD_c), para cada caso de carregamento

caso de carregamento	ccn	cce	ccL
FSD_0	1,5	1,1	1,1
FSD_c	3	1,5	1,3

Componente Estabilizante	Peso	Braço	Momento
	kN	(m)	(kN.m)
Barramento	549,36	3,93	2.158,98
Empuxo água de jusante	-	-	-
Peso água de jusante	-	-	-
Peso água de montante	-	-	-
		soma	2.158,98

Componente Desestabilizante	Peso	Braço	Momento
	kN	(m)	(kN.m)
Empuxo montante	211,25	2,17	457,71
Empuxo material decantado	1,37	0,22	0,30
Força inercial horizontal	28,29	2,48	70,16
Redução de peso (sismo) $F_t=0,03 \cdot P$	16,48	3,93	64,77
Efeito Zangar	11,37	2,68	30,45
Subpressão H	-	-	-
Subpressão V	194,68	3,99	777,40
		soma	1.400,79

Verificação de Estabilidade (CCE2)			calculado	exigido	resultado
FSF	$\Sigma \downarrow$	549,36	2,60	1,10	OK
	$\Sigma \uparrow$	211,16			
FSD	ΣN	338,20	1,81	1,00	OK
	ΣH	252,28			
FST	ME	2.158,98	1,54	1,20	OK
	MT	1.400,79			

Figura 45 – Verificação Estabilidade e fatores de Segurança (CCE2)

12. ANEXOS

Segue em anexo:

- Anexo 01 – Ficha ISR;
- Anexo 02 - ART recolhida pela elaboração da ISR2025.

Blumenau, dezembro de 2025.



Eng. Elizeu Riba
 CREA/SC n° 050559-2
 CREA MS: PR 26079
 RNP 1705017568

