

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PSB

PCH Rio Bonito

Rio Santa Maria da Vitória

Santa Maria de Jetibá – ES

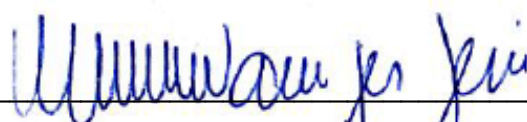
Empresa Proprietária



Órgão Fiscalizador



Responsável Técnico da PCH Rio Bonito



MARCELA JEISS
CREA N° 184460-7-SC

CONTROLE DE REVISÃO				
06	Revisão	22/12/2025	Statkraft	Statkraft
05	Revisão	06/01/2025	Statkraft	Statkraft
04	Atualização alterações REN ANEEL 1.064	01/06/2024	Statkraft	Statkraft
03	Atualização alterações Lei Federal 12.334	30/12/2022	Enemax	Statkraft
01	Alteração de empreendedor	29/05/2019	Fractal	Statkraft
00	Emissão Inicial	28/11/2017	Fractal	EDP
Rev.	Descrição	Data	Executor	Aprovador

APRESENTAÇÃO

Com a finalidade de atender às disposições dos artigos 6º, 7º, 8º e 17º da Lei Federal nº 12.334/2010, alterada pela Lei Federal nº 14.066/2020, e à Resolução Normativa nº 1.064 da ANEEL, de 02 de Maio de 2023, foi organizado o Plano de Segurança da Barragem (PSB) para a PCH Rio Bonito.

O Plano de Segurança da Barragem (PSB) é constituído por documentos e informações relevantes para a adequada gestão da segurança das estruturas, as quais, estando em uma base organizada, contribuem para a minimização dos riscos inerentes ao processo de segurança de barragens, permitindo a tomada de decisões em tempo hábil.

O Plano de Segurança não se trata, necessariamente, de um documento físico, mas sim de uma forma de organização e padronização de dados, procedimentos, registros, controles e ações necessários ao gerenciamento de barragens, bem como a disponibilização organizada e atualizada aos seus usuários.

Dessa forma, este documento do Plano de Segurança das Barragens da PCH Rio Bonito trata-se da apresentação da organização das informações disponíveis mínimas necessárias para a garantia do atendimento a segurança de barragens e estruturas associadas, tendo de ser considerado todos os documentos a ele anexados e referenciados para um completo domínio sobre o ativo.

O documento está assim dividido:

- Volume I – Informações Gerais
- Volume II – Documentação Técnica
- Volume III – Planos e Procedimentos
- Volume IV – Registros e Controles
- Volume V – Revisão Periódica de Segurança (RPS)
- Volume VI – Plano de Ação de Emergência (PAE)

SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	7
2. DADOS TÉCNICOS	8
2.1. Arranjo geral das estruturas.....	8
2.1.1. Barramento	11
2.1.2. Sistema Extravasor	13
2.1.3. Descarregador de Fundo	13
2.1.4. Reservatório.....	14
2.1.5. Sistema de Adução.....	15
2.2. Classificação da Barragem.....	18
2.3. Características Técnicas.....	19
2.4. Projeto como construído	19
2.5. Relatório de compilação e interpretação da instrumentação.....	19
2.6. Critérios de estabilidade global das estruturas de concreto.....	20
2.6.1. Barragem margem esquerda	20
2.6.2. Barragem margem direita	22
2.6.3. Vertedouro	23
2.6.4. Tomada d'água e descarregador de fundo	25
2.7. Critérios de dimensionamento geotécnico das barragens de terra.....	25
2.8. Critérios de dimensionamento de filtros e tapetes para controle de percolação.....	26
3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	30
3.1. Identificação.....	30
3.2. ART de responsabilidade.....	31
4. MANUAIS.....	32
4.1. Procedimentos dos roteiros de inspeção de segurança	32
4.1.1. Inspeção de Segurança Regular	32
4.1.2. Inspeção de Segurança Especial	32
4.1.3. Inspeção de Segurança Rotineira	33
4.1.3.1. Frequência.....	33
4.1.3.2. Operacionalidade.....	33

Documento Externo	The Statkraft Way Plano de Segurança da Barragem	 Statkraft
-------------------	---	---

4.1.3.3. Armazenamento de dados	33
4.2. Procedimentos dos roteiros de monitoramento	34
4.2.1. Operacionalidade.....	35
4.2.2. Armazenamento de dados.....	35
4.2.3. Calibração e aferição dos instrumentos ativos	35
4.3. Procedimentos de operação e manutenção.....	36
5. REGRA OPERACIONAL DOS DISPOSITIVOS DE DESCARGA.....	37
6. ÁREA DE ENTORNO.....	39
7. PAE	41
8. RELATÓRIOS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA	41
9. REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA.....	41
10. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS	41
11. MAPA DE INUNDAÇÃO	43
11.1. Estudo de rompimento.....	43
12. IDENTIFICAÇÃO E DADOS TÉCNICOS DAS ESTRUTURAS	43
12.1. Características Hidráulico-Hidrológicas.....	43
12.2. Características Geológicas-Geotécnicas e Sísmicas	45
13. DECLARAÇÃO DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE	50
14. RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELA ELABORAÇÃO DO PSB	50
15. MANIFESTAÇÃO DE CIÊNCIA	50
16. ART DE ELABORAÇÃO DO PSB	50
ANEXOS	51
ANEXO I – Matriz de Classificação	51
ANEXO II – Ficha técnica	52
ANEXO III – ART de responsabilidade do PSB	53
ANEXO IV – Identificação e avaliação dos riscos.....	56
ANEXO V – Declaração de Condição de Estabilidade.....	60
ANEXO VI – Responsável Técnico pela elaboração/atualização do PSB	61
ANEXO VII – Manifestação de Ciência do Representante do Empreendedor ...	62
ANEXO VIII – ART da elaboração do PSB	65
VOLUME I - INFORMAÇÕES GERAIS	67
1. FORMULÁRIO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (FSB).....	67

2. FICHA TÉCNICA.....	67
3. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS.....	67
VOLUME II - DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA.....	68
1. PROJETO EXECUTIVO – DESENHOS.....	68
2. PROJETO AS IS – DESENHOS	73
3. PROJETO AS IS – RELATÓRIOS TÉCNICOS	74
4. OBRAS CIVIS – FASE DE OPERAÇÃO	75
5. ESTUDOS – FASE DE OPERAÇÃO	76
5.1. Gerais	76
5.2. Estudo de Rompimento	77
5.3. Mapas de Inundação	77
6. LEVANTAMENTOS DE CAMPO – FASE DE OPERAÇÃO	79
VOLUME III - PLANOS E PROCEDIMENTOS	80
VOLUME IV - REGISTROS E CONTROLES.....	82
1. RELATÓRIOS DE COMPILAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO	82
2. RELATÓRIOS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR.....	87
3. RELATÓRIOS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ESPECIAL.....	87
4. RELATÓRIOS DO PROGRAMA DE SEGURANÇA PÚBLICA NO ENTORNO DE BARRAGENS	87
VOLUME V - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA (RPS)	88
VOLUME VI - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE).....	89

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Nome da Usina	PCH RIO BONITO
CEG	PCH.PH.ES.002293-4
Empresa Outorgada	<p>Statkraft Energias Renováveis S/A (filial) CNPJ: 00.622.416/0005-75 Rodovia ES-355, s/nº, Km 25, Rio Bonito, Santa Maria de Jetibá/ES. CEP: 29.645-000</p> <p>Statkraft Energias Renováveis S/A (matriz) CNPJ: 00.622.416/0001-41 Rod. José Carlos Daux – SC 401, km 5, nº 5.500, Cond. Square Corporate, sala 325, Torre Jurerê A – 3º andar – Saco Grande, Florianópolis – SC, CEP: 88.032-005 E-mail: regulatorio@statkraft.com Telefone: (48) 3877-7100</p>
Representante do empreendedor	<p>Thiago Maciel Tomazzoli Diretor-Presidente CPF: 062.829.149-30 E-mail: thiago.tomazzoli@statkraft.com Telefone: (48) 3877-7100</p>
Responsável Técnico	<p>Marcela Wamzer Jeiss Diretora de Hydro & Segurança de Barragem CREA: 172074-7 SC E-mail: marcela.jeiss@statkraft.com Telefone: (48) 3877-7100</p>

2. DADOS TÉCNICOS

2.1. Arranjo geral das estruturas

A Pequena Central Hidrelétrica Rio Bonito, pertencente à Statkraft Energias Renováveis S.A. está localizada no Rio Santa Maria da Vitória, município de Santa Maria de Jetibá, estado do Espírito Santo. A usina teve início da sua operação em 1959, porém passou por uma reforma de modernização e repotenciação em 2009 e atualmente possui potência de 22,50 MW.

O arranjo geral do barramento é composto por uma barragem de concreto convencional na margem esquerda e direita, vertedouro de soleira livre na porção central, bloco descarregador de fundo e da tomada d'água a esquerda do vertedouro no eixo do barramento. As principais estruturas que compõem o empreendimento estão apresentadas na Figura 1.

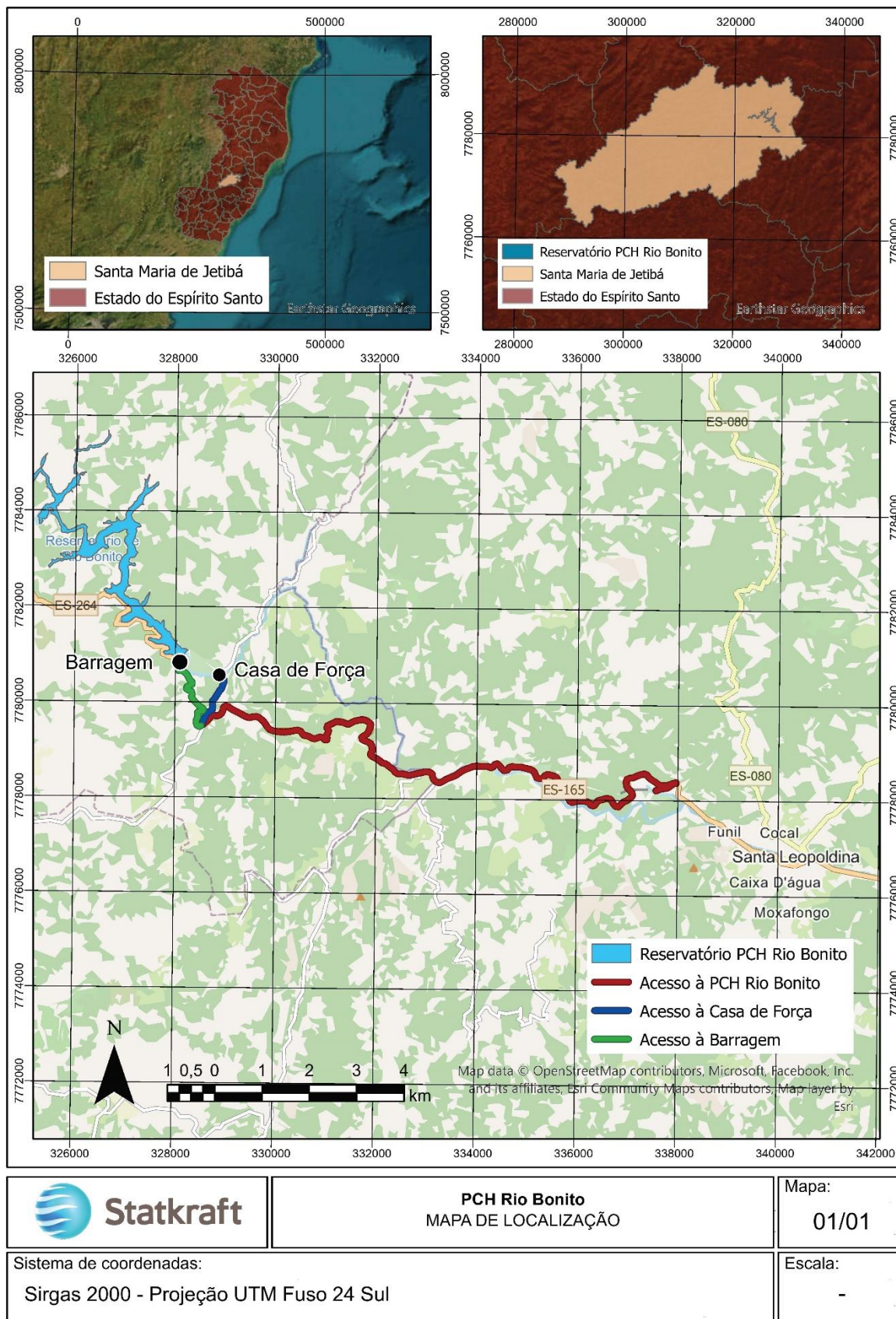
O acesso à PCH Rio Bonito é feito pela ES-264, a partir da região central de Santa Leopoldina, sentido oeste, conforme Figura 2 e constante no Volume I.

A jusante da PCH Rio Bonito, situa-se a UHE Suíça, pertencente à Statkraft Energias Renováveis S/A., distando aproximadamente 12,3 km, pelo leito do rio Santa Maria da Vitória. Não há usinas em operação a montante.

Figura 1 - Detalhamento das estruturas da PCH Rio Bonito



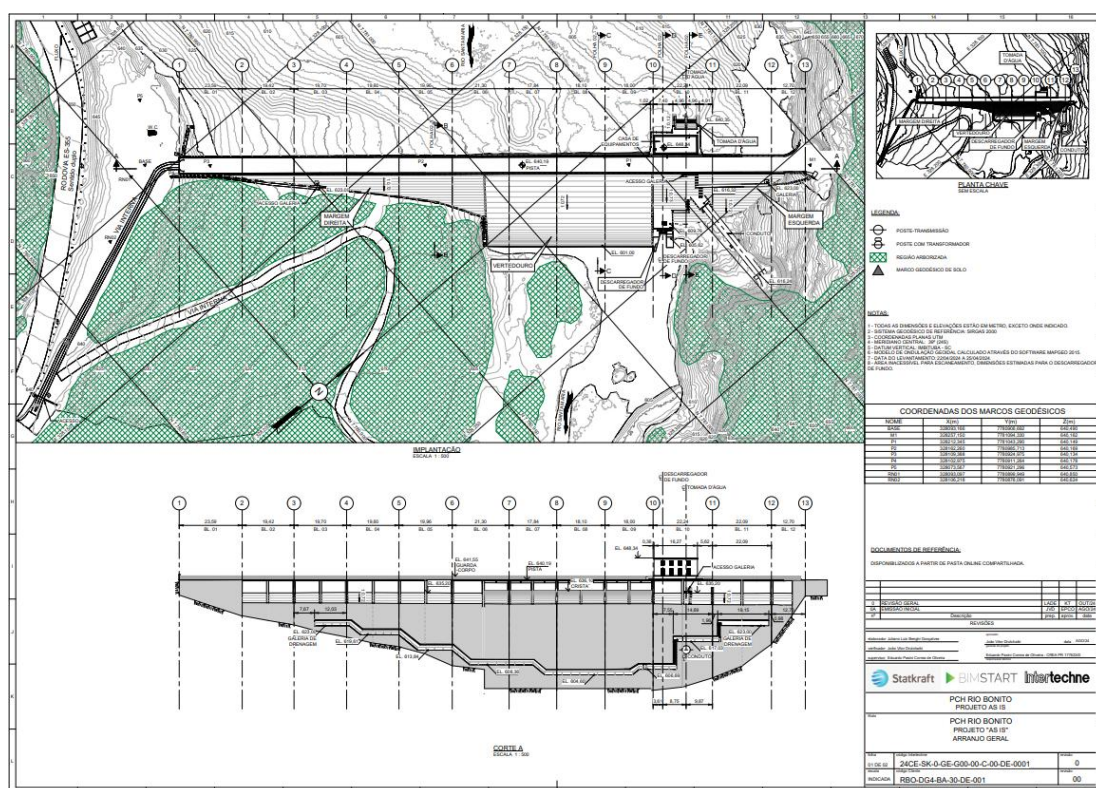
Figura 2 - Localização e acesso principal da PCH Rio Bonito



2.1.1. Barramento

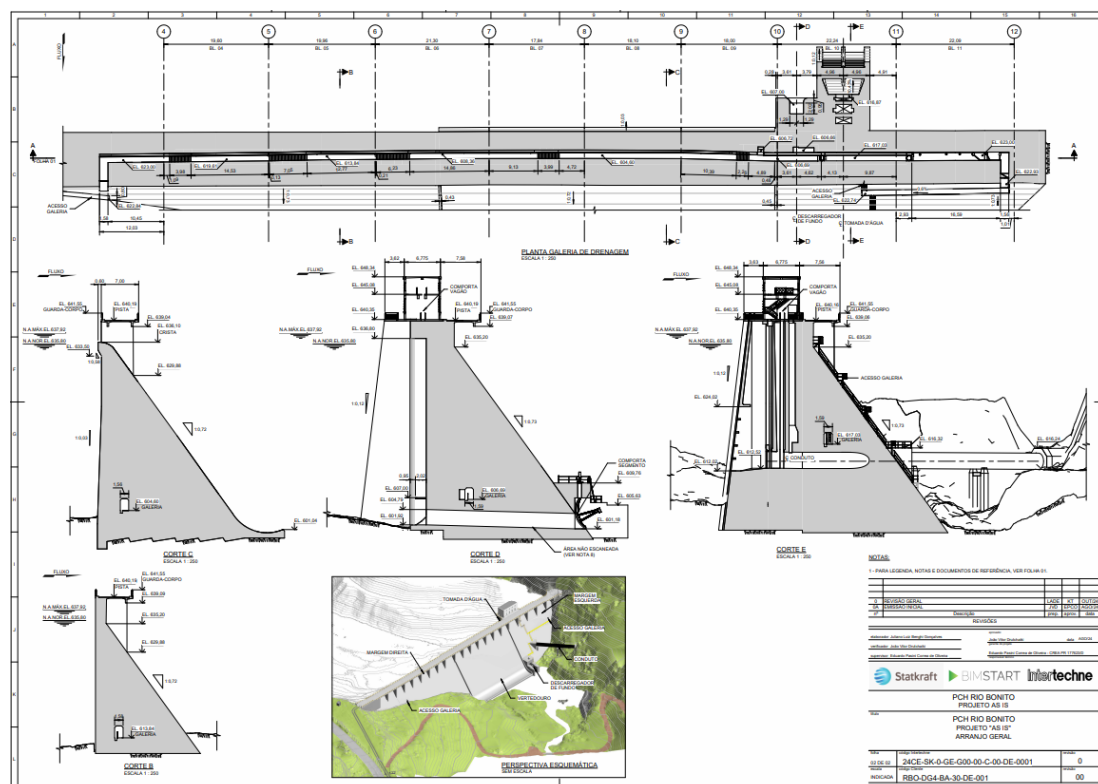
A barragem é constituída por muros de concreto nas margens esquerda e direita, com 40,90 m de altura máxima e crista com 234,54 m de comprimento total, incluindo o vertedouro, e 7,10 m de largura. Sua cota de proteção está na El. 640,35 m. O paramento de montante é vertical e o de jusante com inclinação de 1,00V:0,72H. A Figura 3 e apresenta o arranjo geral do projeto *As /s* e a Figura 4 apresenta as seções e detalhes, enquanto a Imagem 1 ilustra a estrutura em suas condições atuais.

Figura 3 – Arranjo Geral da barragem – As Is



Fonte: RBO-DG4-BA-30-DE-001-FL01 (Intertechne, 2024).

Figura 4 – Seções e detalhes da barragem – As Is



Fonte: RBO-DG4-BA-30-DE-001-FL02 (Intertechne, 2024).

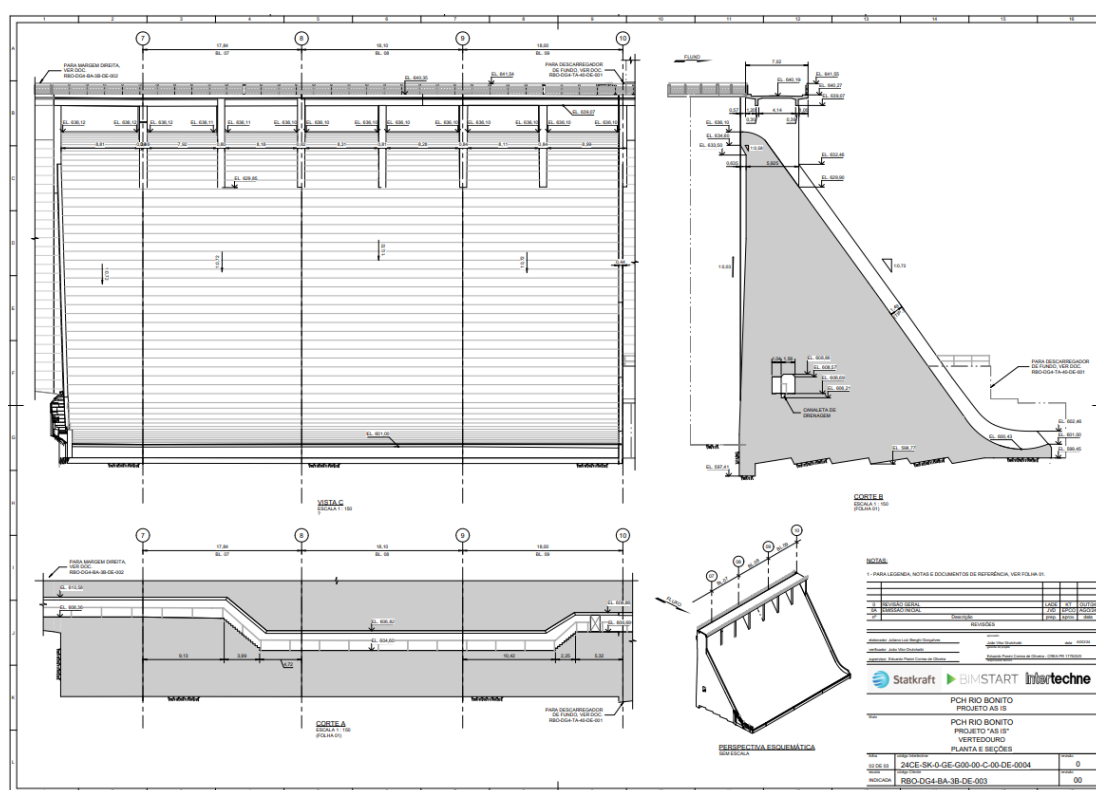
Imagem 1 – Arranjo geral da barragem



2.1.2. Sistema Extravasor

O sistema extravasor da PCH Rio Bonito é composto por um vertedouro de concreto convencional do tipo gravidade, situado no leito do rio, de soleira livre com 62,65 m de comprimento total e largura livre, desconsiderando os pilares, de 57,85 m. A estrutura possui paramento de montante vertical e superfície de escoamento em perfil tipo Creager, com soleira na El. 636,10 m. A Figura 5 apresenta o projeto As /Is do vertedouro.

Figura 5 – Projeto As /Is do vertedouro



Fonte: RBO-DG4-BA-3B-DE-003 (Intertechne, 2024).

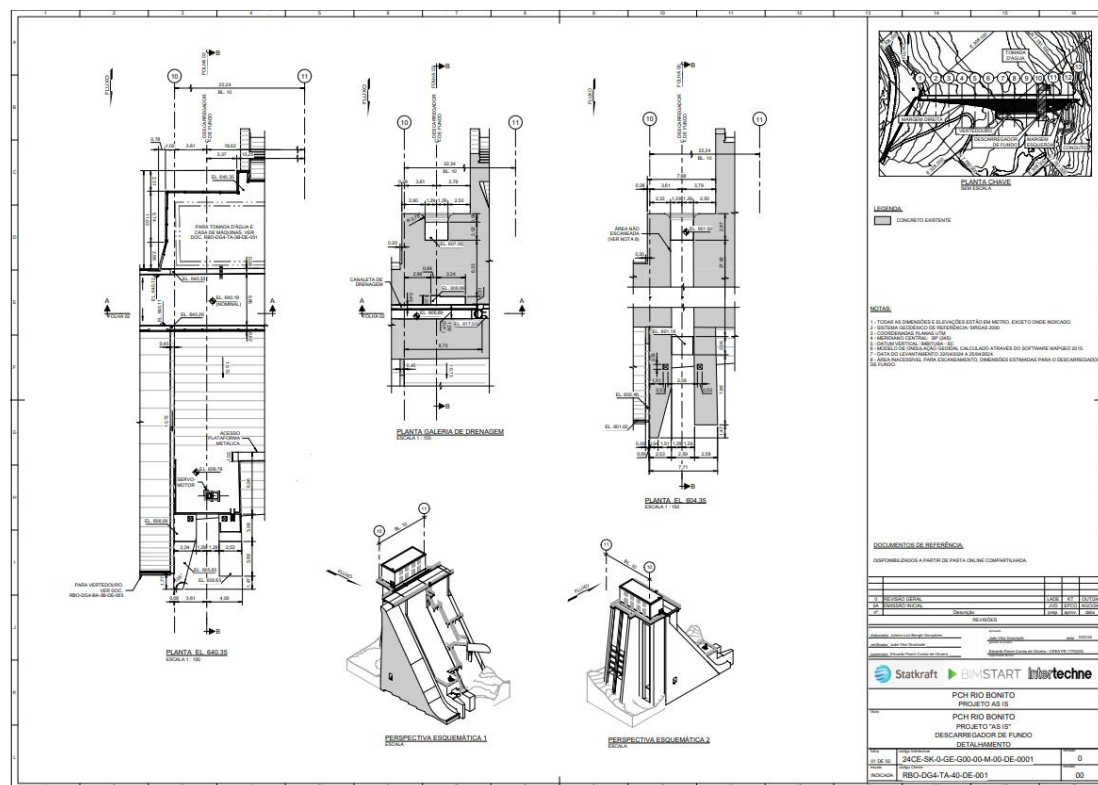
2.1.3. Descarregador de Fundo

O empreendimento conta com uma estrutura de descarga de fundo, controlada por uma comporta segmento. A estrutura é constituída por uma galeria retangular, com largura de 2,58 m e altura de 2,87 m, posicionada com seu piso na El. 601,92 m, e com comprimento total de 27,79 m. Localizado sobre a estrutura de desvio, a esquerda

do vertedouro, o dispositivo tem capacidade de escoar $103 \text{ m}^3/\text{s}$ para o NA máximo normal do reservatório.

A Figura 6 apresenta o projeto As Is do corte do descarregador de fundo da barragem.

Figura 6 – Projeto As Is do descarregador de fundo



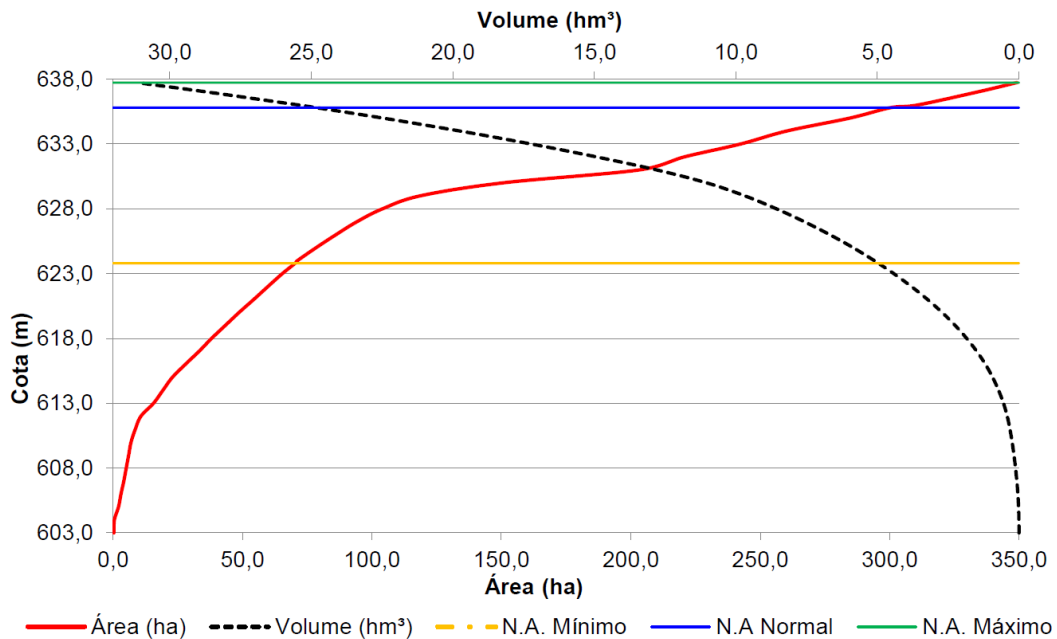
Fonte: RBO-DG4-TA-40-DE-001 (Intertechne, 2024).

2.1.4. Reservatório

O reservatório é de acumulação, e tem capacidade de cerca de $24,819 \text{ hm}^3$ até o NA normal (635,80 m) ocupando uma área de $3,003 \text{ km}^2$, de acordo com a curva cota x área x volume obtida por levantamento batimétrico mais recente, datado de 2020.

A Figura 7 apresenta a curva cota x área x volume do reservatório.

Figura 7 – Curva CAV do reservatório



Fonte: Lev. Planialtimétrico Cadastral (Matrix Engenharia e Topografia, 2020).

2.1.5. Sistema de Adução

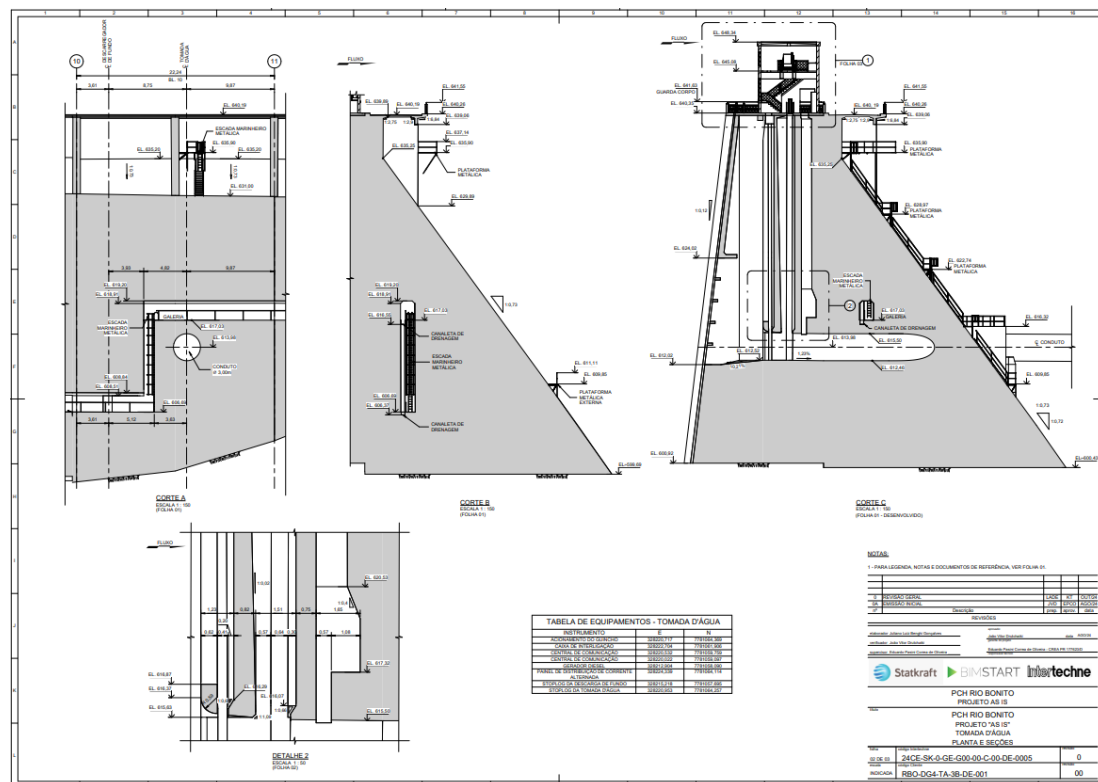
O sistema de adução é formado pela tomada d'água, conduto de adução, túnel de adução até a chaminé de equilíbrio e casa de válvulas, e conduto forçado até chegar à casa de força.

A tomada d'água encontra-se no eixo do barramento na margem esquerda, com o bloco do descarregador de fundo a sua direita, é constituída por uma estrutura de concreto, tipo gravidade, com 40,66 m de altura máxima e 22,24 m de largura. O coroamento da estrutura foi estabelecido na El. 640,35 m.

A partir da tomada d'água, o fluxo é conduzido por um conduto metálico com 3,0 m de diâmetro por 41 m até o túnel de adução escavado em rocha e revestido com concreto, com 3,0 m de diâmetro, por mais 380 m até a chaminé de equilíbrio e casa de válvulas. A partir daí, o fluxo segue pelo conduto forçado, com 2,20 m de diâmetro por 338,0 m, até a casa de força.

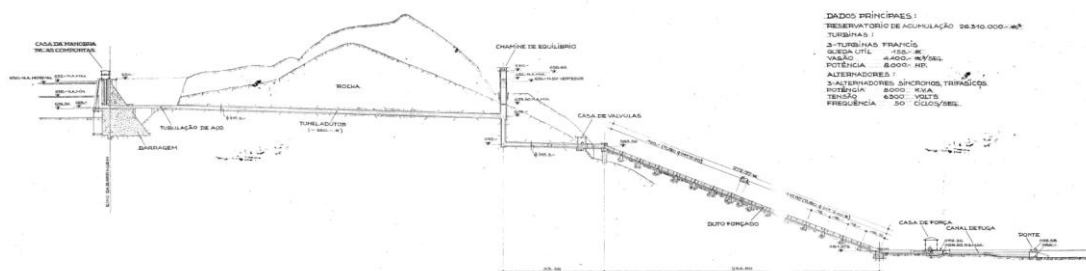
A Figura 8 apresenta o projeto As /Is da seção típica da tomada d'água e a Figura 9 apresenta o projeto executivo do sistema de adução.

Figura 8 – Projeto As Is da tomada d'água



Fonte: RBO-DG4-TA-3B-DE-001 (Intertechne, 2024).

Figura 9 – Projeto executivo do sistema de adução



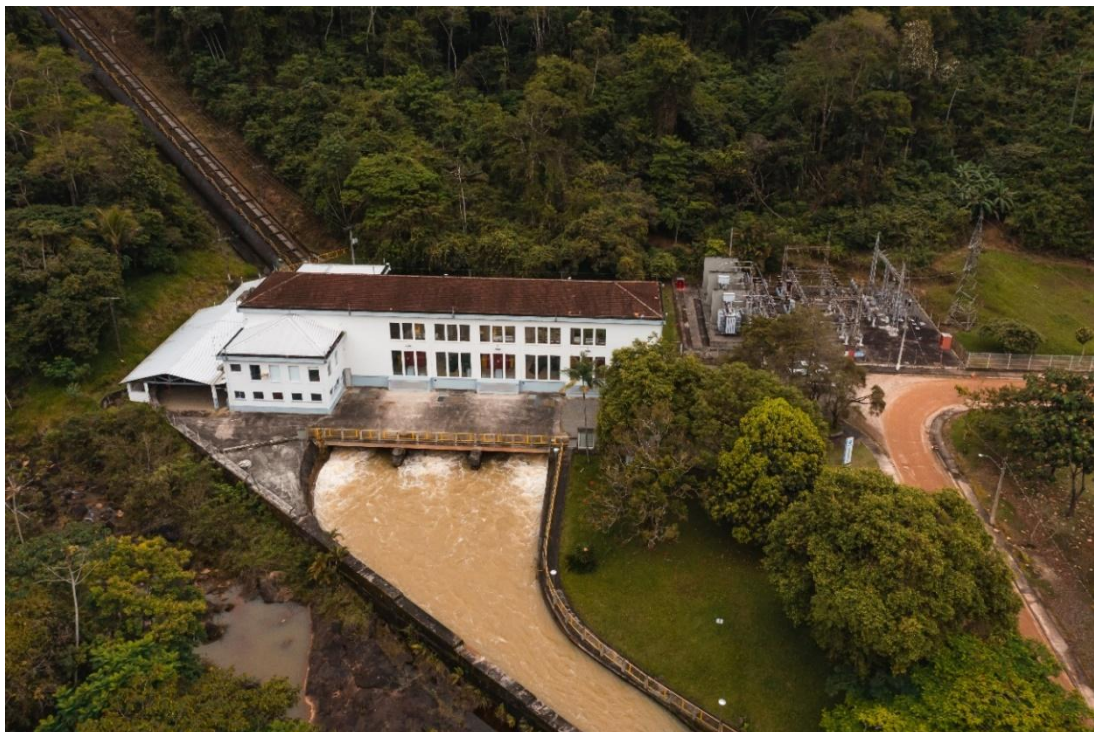
Fonte: 052579 (Companhia Constructora Nacional, 1952).

A casa de força é do tipo abrigada, possui 3 unidades geradoras com turbina tipo Francis de eixo horizontal, com potência nominal de 7,5 MW cada, que aproveitam uma queda de 159,00 m.

O canal de fuga, escavado em rocha, é localizado a jusante do bloco das unidades geradoras, com cerca de 24 m de largura e 70 m de comprimento, destinado à restituição das vazões turbinadas para o leito do rio.

A Imagem 2 apresenta casa de força e a saída do canal de fuga.

Imagem 2 – Saída do canal de fuga



2.2. Classificação da Barragem

A Tabela 1 a seguir apresenta a classificação da PCH Rio Bonito de acordo com a matriz de classificação da barragem constante no Anexo I, a partir das constatações observadas durante o ciclo da última Inspeção de Segurança Regular.

Tabela 1 - Classificação da PCH Rio Bonito

Categoria de Risco		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	17
2	Estado de Conservação (EC)	05
3	Plano de Segurança de Barragens (PSB)	02
Pontuação Total (CRI) = CT + EC + PSB		24
Dano Potencial Associado		Pontos
Dano Potencial Associado (DPA)		25
Resultado		
Categoria de Risco		Baixo
Dano Potencial Associado		Alto
Classe da Barragem		B
Ano de Referência		2025

No Volume I – Informações Gerais, é arquivado o Formulário de Segurança de Barragem (FSB).

2.3. Características Técnicas

O Quadro 1 apresenta um resumo das características técnicas do barramento da PCH Rio Bonito.

Quadro 1 – Resumo das características técnicas

Características Técnicas	
[2.3] Cota do coroamento/proteção (m) Barragem (estruturas) de Concreto	640,35
[2.4] Borda livre (m) Barragem (estruturas) de Concreto	2,43
[2.5] Largura da crista (m)	7,10
[2.6] Comprimento total da crista (m)	234,54
[2.7] Altura máxima do maciço (m)	40,90
[2.8] Material de construção das estruturas do barramento	CCV
[2.9] Idade (a partir do 1º enchimento) (anos)	66
[2.10] Tempo de Recorrência (TR) do dimensionamento das estruturas extravasoras (anos)	10.000
[2.11] Vazão de projeto para dimensionamento das estruturas extravasoras (m³/s)	353,00
[2.12] Mês/Ano de atualização dos estudos hidrológicos de cheia	08/2022
[2.13] Dimensões úteis dos dispositivos extravasores (m)	62,32 (total)/ 58,60 (livre)

No Anexo II e Volume I – Informações Gerais encontra-se a Ficha Técnica da PCH Rio Bonito.

2.4. Projeto como construído

No Volume II – Documentação Técnica é apresentada a lista mestra dos desenhos existentes para a PCH Rio Bonito, assim como armazenados todos os respectivos arquivos.

2.5. Relatório de compilação e interpretação da instrumentação

No Volume IV – Registros e Controles é apresentada a lista dos relatórios de compilação e interpretação da instrumentação da PCH Rio Bonito, assim como armazenados os respectivos arquivos.

2.6. Critérios de estabilidade global das estruturas de concreto

A PCH Rio Bonito possui as estruturas da barragem, tomada d'água, descarregador de fundo e vertedouro em concreto. Para a verificação da estabilidade das estruturas, foram adotadas as premissas conforme documento de referência RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00 apresentadas na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Parâmetros dos materiais

Parâmetro	Material	Valor
Ângulo de atrito	Concreto/fundação	40°
Coesão	Concreto/fundação	500 kPa
Peso específico	Água	10,00 kN/m ³
	Concreto	24,00 kN/m ³
	Sedimento submerso vertical	9,22 kN/m ³
	Sedimento submerso horizontal	3,62 kN/m ³

Fonte: RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00 (Intertechne, 2024)

2.6.1. Barragem margem esquerda

Os casos de carregamento estudados para a estabilidade do bloco da barragem da margem esquerda são listados na Tabela 3, conforme memória de cálculo mais recente.

Tabela 3 – Casos de carregamento utilizados: barragem da margem esquerda

Caso	Descrição das Combinações
Usual 1	Caso de Carregamento Usual 1: – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Drenagem inoperante
Usual 2	Caso de Carregamento Usual 2: – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Drenagem inoperante – Consideração de sedimentos
Excepcional 1	Caso de Carregamento Excepcional 1: – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Drenagem inoperante

Caso	Descrição das Combinações
Excepcional 2	Caso de Carregamento Excepcional 2: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Drenagem inoperante – Consideração de sedimentos
Excepcional 3	Caso de Carregamento Excepcional 3: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Drenagem inoperante – Consideração de sismo
Excepcional 4	Caso de Carregamento Excepcional 4: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Drenagem inoperante – Consideração de sismo – Consideração de sedimentos
Extremo 1	Caso de Carregamento Extremo 1: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Drenagem inoperante
Extremo 2	Caso de Carregamento Extremo 2: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Drenagem inoperante – Consideração de sedimentos

Fonte: RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00 (Intertechne, 2024)

De acordo com a memória de cálculo de estabilidade (RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00) realizada pela Intertechne em 2024, em atendimento à recomendação da RPS de 2022, atesta-se que os blocos da barragem de concreto da margem esquerda da PCH Rio Bonito não atendem aos critérios de projeto da Eletrobrás (2003) e USACE (2005), sem a consideração de drenagem. Nesse sentido, o relatório RBO-DG4-BA-3X-MC-002 sugere como plano de ação a perfuração dos furos de drenagem até a cota da fundação e consideração, portanto, da drenagem operante e o atendimento aos critérios USACE.

A perfuração dos drenos foi realizada entre setembro e outubro de 2025, dessa forma, o bloco da barragem de concreto da margem esquerda passa a atender os critérios de projeto da Eletrobrás (2003) e USACE (2005), com os devidos ajustes estruturais.

2.6.2. Barragem margem direita

Os casos de carregamento estudados para a estabilidade do bloco da barragem da margem direita são listados na Tabela 4, conforme memória de cálculo mais recente.

Tabela 4 – Casos de carregamento utilizados: barragem da margem direita

Caso	Descrição das Combinações
Usual 1	Caso de Carregamento Usual 1: – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m
Usual 2	Caso de Carregamento Usual 2: – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Consideração de sedimentos
Excepcional 1	Caso de Carregamento Excepcional 1: – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m
Excepcional 2	Caso de Carregamento Excepcional 2: – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Consideração de sedimentos
Excepcional 3	Caso de Carregamento Excepcional 3: – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Drenagem inoperante
Excepcional 4	Caso de Carregamento Excepcional 4: – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Drenagem inoperante – Consideração de sedimentos
Excepcional 5	Caso de Carregamento Excepcional 5: – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Consideração de sismo
Excepcional 6	Caso de Carregamento Excepcional 6: – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Consideração de sismo – Consideração de sedimentos
Extremo 1	Caso de Carregamento Extremo 1: – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m
Extremo 2	Caso de Carregamento Extremo 2: – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Consideração de sedimentos
Extremo 3	Caso de Carregamento Extremo 3: – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Drenagem inoperante

Caso	Descrição das Combinações
Extremo 4	<div>Caso de Carregamento Extremo 4:</div> <div><ul style="list-style-type: none">– NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m– Drenagem inoperante– Consideração de sedimentos</div> <div>Fonte: RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00 (Intertechne, 2024)</div>

De acordo com a memória de cálculo de estabilidade (RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00) realizada pela Intertechne em 2024, em atendimento à recomendação da RPS de 2022, atesta-se que os blocos da barragem de concreto da margem direita da PCH Rio Bonito são estáveis perante os critérios de projeto da USACE (2005) não sendo necessária nenhuma ação de adequação estrutural para as atuais características técnicas observadas.

2.6.3. Vertedouro

Os casos de carregamento estudados para a estabilidade do bloco do vertedouro são listados na Tabela 5, conforme memória de cálculo mais recente.

Tabela 5 – Casos de carregamento: vertedouro

Caso	Descrição das Combinações
CCN1	<div>Caso de Carregamento Normal 1:</div> <div><ul style="list-style-type: none">– NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m</div>
CCN2	<div>Caso de Carregamento Normal 2:</div> <div><ul style="list-style-type: none">– NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m– Consideração de sedimentos</div>
CCE1	<div>Caso de Carregamento Excepcional 1:</div> <div><ul style="list-style-type: none">– NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m</div>
CCE2	<div>Caso de Carregamento Excepcional 2:</div> <div><ul style="list-style-type: none">– NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m– Consideração de sedimentos</div>
CCE3	<div>Caso de Carregamento Excepcional 3:</div> <div><ul style="list-style-type: none">– NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m– Drenagem inoperante</div>
CCE4	<div>Caso de Carregamento Excepcional 4:</div> <div><ul style="list-style-type: none">– NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m– Drenagem inoperante– Consideração de sedimentos</div>

Caso	Descrição das Combinações
CCE5	Caso de Carregamento Excepcional 5: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Consideração de sismo
CCE6	Caso de Carregamento Excepcional 6: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Consideração de sismo – Consideração de sedimentos
CCL1	Caso de Carregamento Limite 1: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Drenagem inoperante
CCL2	Caso de Carregamento Limite 2: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Drenagem inoperante – Consideração de sedimentos
CCL3	Caso de Carregamento Limite 3: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Consideração de sismo
CCL4	Caso de Carregamento Limite 4: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Consideração de sedimentos – Consideração de sismo
CCL5	Caso de Carregamento Limite 5: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Drenagem inoperante – Consideração de sismo
CCL6	Caso de Carregamento Limite 6: <ul style="list-style-type: none"> – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Drenagem inoperante – Consideração de sedimentos – Consideração de sismo

Fonte: RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00 (Intertechne, 2024)

De acordo com a memória de cálculo de estabilidade (RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00) realizada pela Intertechne em 2024, em atendimento à recomendação da RPS de 2022, atesta-se que o bloco do vertedouro PCH Rio Bonito é estável perante os Critérios de Projeto da Eletrobrás (2003) não sendo necessária nenhuma ação de adequação estrutural para as atuais características técnicas observadas.

2.6.4. Tomada d'água e descarregador de fundo

Os casos de carregamento estudados para a estabilidade do bloco da tomada d'água e descarregador de fundo são listados na Tabela 6, conforme memória de cálculo mais recente.

Tabela 6 - Casos de carregamento: tomada d'água e descarregador de fundo

Caso	Descrição das Combinações
CCN	Caso de Carregamento Normal – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m
CCE1	Caso de Carregamento Excepcional (TR 1.000 anos): – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m
CCE2	Caso de Carregamento Excepcional – NA de montante no Nível Máximo Normal - El. 635,80 m – Consideração de sismo
CCL	Caso de Carregamento Limite (TR 10.000 anos): – NA de montante no Nível Máximo Maximorum - El. 637,92 m – Consideração de sismo

Fonte: RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00 (Intertechne, 2024)

De acordo com a memória de cálculo de estabilidade (RBO-DG4-BA-3X-MC-001-00) realizada pela Intertechne em 2024, em atendimento à recomendação da RPS de 2022, atesta-se que o bloco da tomada d'água e descarregador de fundo da PCH Rio Bonito é estável perante os Critérios de Projeto da Eletrobrás (2003) não sendo necessária nenhuma ação de adequação estrutural para as atuais características técnicas observadas.

2.7. Critérios de dimensionamento geotécnico das barragens de terra

Como a PCH Rio Bonito não possui barragens de terra em sua composição, não há critérios de dimensionamento geotécnico a serem considerados.

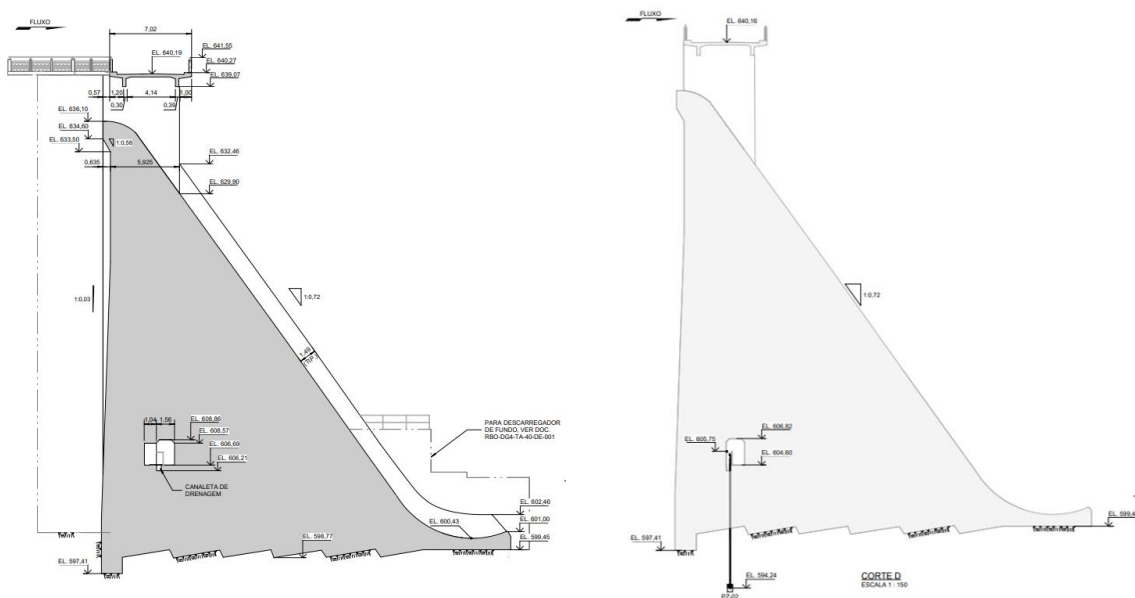
2.8. Critérios de dimensionamento de filtros e tapetes para controle de percolação

Não há registros de ensaios associados feitos na época da implantação da usina para a caracterização da fundação do barramento e elaboração dos perfis geológico-geotécnicos. Existem testemunhos de sondagens armazenados na usina, entretanto, não há informações de investigações realizadas.

Não há registros a respeito da caracterização geológica da fundação do barramento e demais estruturas nos documentos. Os desenhos de escavação indicam que o barramento de concreto possui sua fundação assente sobre rocha e conta com um aterro de fechamento na margem direita, assente sobre solo.

Os desenhos de projeto apresentam detalhes sobre a linha de fundação e da previsão da execução de tratamentos na fundação, sendo verificada a execução de chavetas ao longo da linha de fundação (superfície “denteada”), através da escavação da rocha sã, de modo que a estrutura se encontra “encaixada” na rocha, conforme Figura 10.

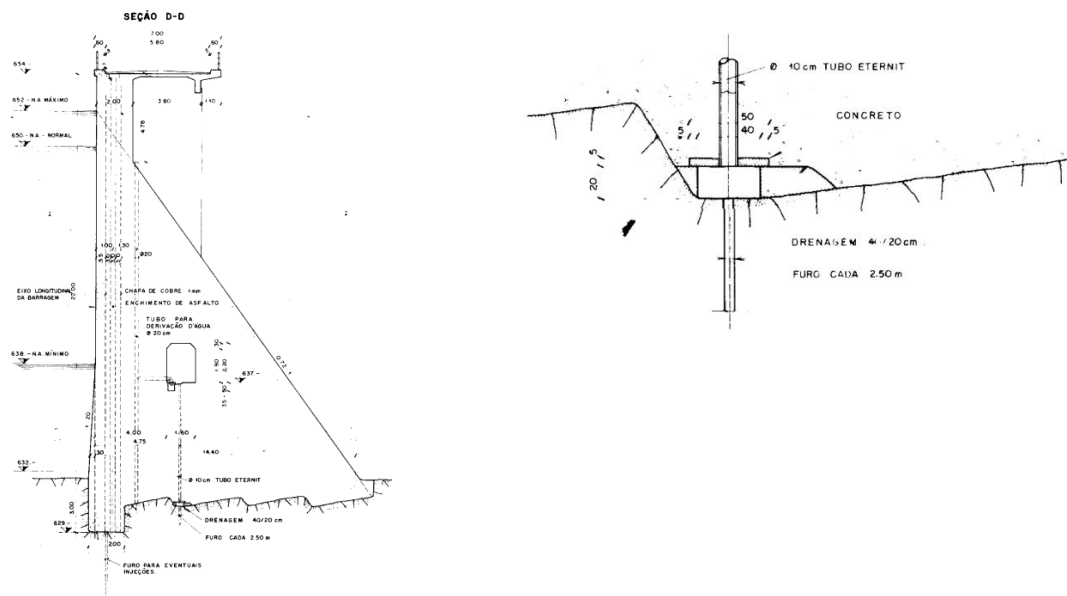
Figura 10 – Chavetas ao longo da fundação do vertedouro



Fonte: RBO-DG4-BA-3B-DE-003 (Intertechne, 2024).

Os desenhos do projeto executivo também indicam a previsão de furos para “eventuais injeções” ao longo do eixo do barramento e drenos de fundação, com o objetivo de aliviar as subpressões, conforme Figura 11.

Figura 11 – Projeto executivo de tratamentos de fundação



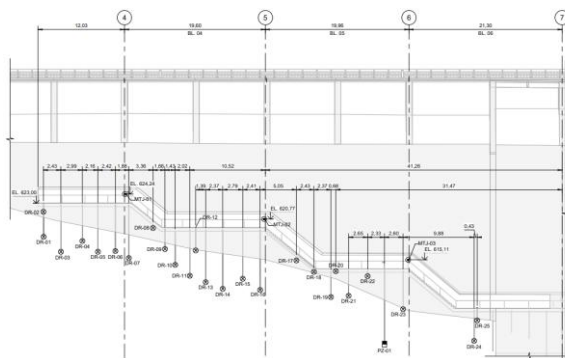
Fonte: 004-341-A (ESCELSA).

No ano de 1996, a estrutura passou por um conjunto de tratamentos incluindo a execução dos furos de injeção a partir da crista do barramento para redução da permeabilidade do material do barramento e no trecho inicial de fundação. Os furos realizados possuíam diâmetro de 3” e profundidade variável com cravamento de 3,0 m em rocha.

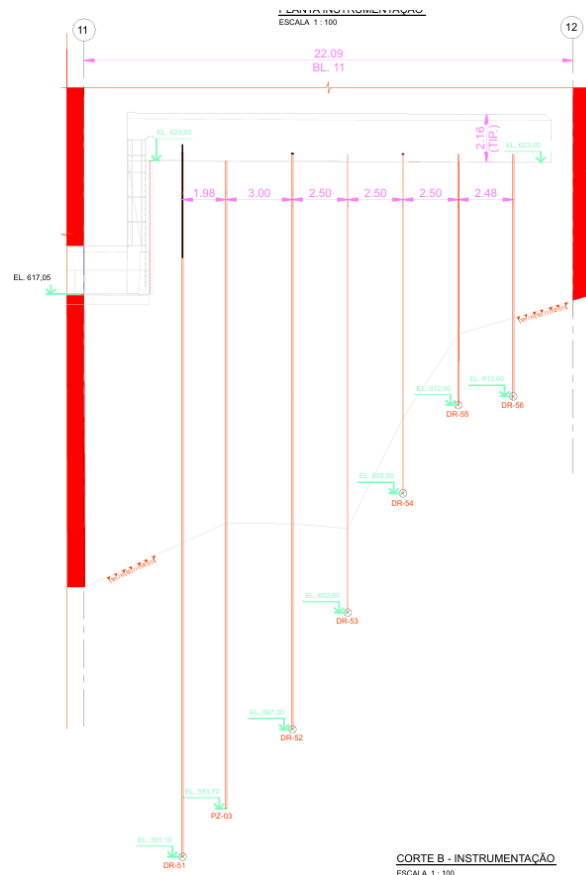
Essas intervenções também incluíram a execução de drenos de alívio na galeria, após a realização das injeções. A Figura 12 apresenta o projeto As /s dos drenos de fundação ao longo de todo o barramento.

O sistema de drenagem na fundação é monitorado pelos medidores de vazão MV-01 e MV-02. O MV-01 é responsável por coletar as vazões provenientes da barragem de concreto da margem direita e do vertedouro e o MV-02 da barragem de concreto da margem esquerda. Junto à margem direita da calha do vertedouro, foi instalado em 2020 o MV-03, a fim de monitorar a vazão das surgências observadas pela rocha.

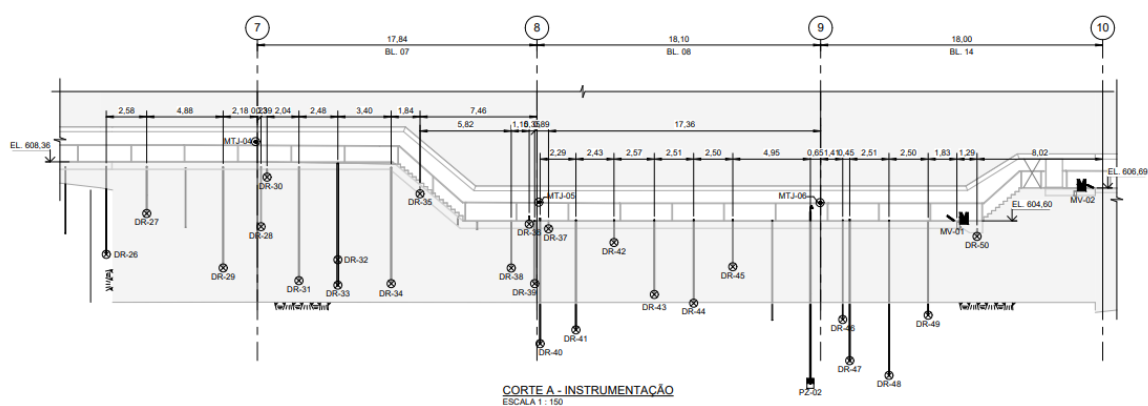
Figura 12 – Projeto As /s drenos da fundação: cortes



(a) Barragem da margem direita



(b) Barragem da margem esquerda



(c) Vertedouro

Fonte: Intertechne (2024)

Devido à baixa porosidade e permeabilidade da rocha sã de fundação (rocha matriz), o fluxo e a permeabilidade do maciço rochoso como um todo estão condicionados pela passagem de água pelas fraturas e pela foliação quando apresentam abertura. Ressalta-se que na região das ombreiras direita e esquerda não se observa pontos de percolação na interface concreto-rocha.

Avaliando-se a susceptibilidade da fundação em rocha para o modo de falha erosão interna, a possibilidade deste mecanismo de falha ficaria restrita à ocorrência de fluxo concentrado ao longo dos planos de descontinuidades geológicas (fraturas e foliação) na fundação, que poderia levar ao carreamento do material de preenchimento dos planos de descontinuidade (areia, argila etc.) e consequente formação de pequenos vazios irregulares no interior da fundação em rocha ou até mesmo no contato concreto-rocha das ombreiras direita e esquerda.

Tal situação se torna pouco provável, pois observa-se que a rocha de fundação é sã, resistente e pouco fraturada, não tendo sido detectados até o momento possíveis gatilhos. A instrumentação deve continuar sendo monitorada a fim de acompanhar o fluxo pela fundação da estrutura.

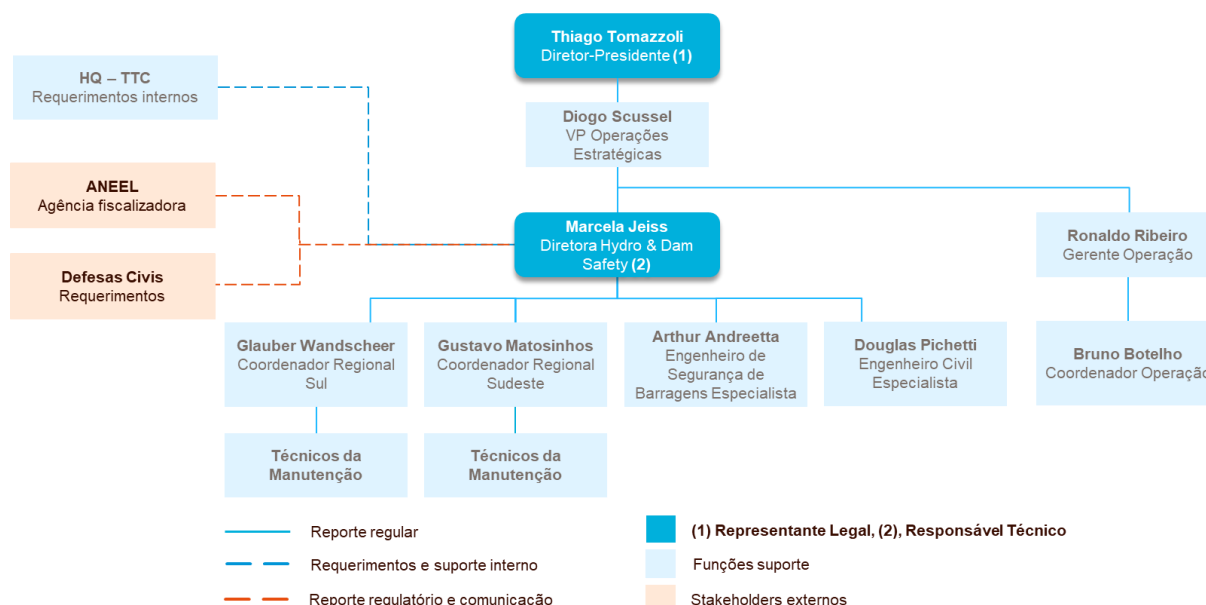
Além disso, a barragem conta com um muro de fechamento, abraçado por um aterro na margem direita da estrutura. A existência do muro que se estende até a fundação em rocha da ombreira direita, mantendo sua cota de topo na El. 652,00 m, se torna um elemento vedante para o fluxo pelo maciço do aterro. A posição do aterro na ombreira e a ausência de pontos de surgência ou umidade em seu talude de jusante indicam não haver percolação significativa proveniente do reservatório.

3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

3.1. Identificação

Os membros da equipe de segurança de barragens ficam locados na diretoria de Hydro & Segurança de Barragens, dentro da área de Operações Estratégicas, com reporte direto ao Vice Presidente da área. A equipe de segurança de barragens tem a responsabilidade de coordenar, supervisionar e providenciar soluções às atividades previstas no Plano de Segurança da Barragem. A estrutura macro de organização adotada segue o fluxograma apresentado na Figura 13, a seguir.

Figura 13 – Estrutura organizacional



A Tabela 7 apresenta a identificação dos componentes da equipe, suas respectivas qualificações profissionais, tipo de vínculo, registros de classe e tipo de ART.

Tabela 7 – Equipe de segurança de barragens

Nome	Qualificação	Função	Vínculo	Registro de Classe	ART
Marcela Jeiss	Engenheira Civil	Diretora de Hydro & Segurança de Barragens	CLT	Nível superior	Cargo e Função – RT
Arthur Andreetta	Engenheiro Civil	Engenheiro Especialista de Segurança de Barragens	CLT	Nível superior	Obra e Serviço
Douglas Pichetti	Engenheiro Civil	Engenheiro Especialista Civil	CLT	Nível superior	-

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

A equipe própria de segurança de barragens é responsável pela elaboração e atualização do Plano de Segurança da Barragem (PSB) e do seu Plano de Ação de Emergência (PAE). Os engenheiros também são os responsáveis pela realização das inspeções visuais e emissão dos Relatórios de Inspeção de Segurança Regular, conforme periodicidade definida pela Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023.

Demais atividades específicas, como as Inspeções de Segurança Especial (ISE), Revisões Periódicas de Segurança (RPS), e estudos técnicos pontuais, são feitos a partir de contratações de consultorias específicas e especializadas nos respectivos assuntos.

3.2. ART de responsabilidade

No Anexo III encontra-se a ART de Cargo e Função do Responsável Técnico pela Segurança da Barragem da PCH Rio Bonito.

4. MANUAIS

No Volume III – Planos e Procedimentos é apresentada a lista dos documentos de operação da PCH Rio Bonito, assim como armazenados os respectivos arquivos.

4.1. Procedimentos dos roteiros de inspeção de segurança

4.1.1. Inspeção de Segurança Regular

As Inspeções de Segurança Regular (ISR) abrangem todas as estruturas do barramento e demais estruturas associadas, com o objetivo de retratar suas condições de segurança, conservação e operação, em atendimento as exigências do artigo 9º da Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 2 de maio de 2023, sendo realizadas a cada ciclo de classificação da barragem, e sempre que houver alteração do nível de segurança, respeitando o prazo máximo de 18 meses entre inspeções.

As atividades de conservação e as recomendações de monitoramento apontadas pelos Relatórios de Inspeção de Segurança Regular são averiguadas por meio das inspeções rotineiras, de modo a acompanhar a evolução ou não dos pontos de monitoramento/ocorrências ao longo do ano, durante os ciclos das ISRs.

4.1.2. Inspeção de Segurança Especial

As Inspeções de Segurança Especial (ISE) visam manter ou restabelecer o nível de segurança da barragem à categoria normal, sendo realizada por equipe multidisciplinar de especialistas, em substituição a ISR, sempre que houver alteração para o nível de segurança do barramento nas categorias alerta ou emergência, ou após ocorrência de evento excepcional, tais como abalo sísmico, galgamento, cheia ou operação hidráulica dos extravasores em condições excepcionais.

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

O prazo para elaboração do relatório e conteúdo mínimo é aquele disposto no §2º do artigo 9º da Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 2 de maio de 2023, tendo como referência o evento motivador, a ser detalhado no relatório.

4.1.3. Inspeção de Segurança Rotineira

4.1.3.1. Frequência

As inspeções rotineiras são realizadas desde o ano de 2019 com frequência mensal e atualmente são realizadas pela equipe própria de técnicos da Statkraft. O período de realização das inspeções rotineiras entre o último ciclo de Inspeção de Segurança Regular (ISR) até o mês de realização da Inspeção de Segurança Regular do ano vigente é analisado e considerado na elaboração do Relatório de Inspeção de Segurança Regular do ano vigente.

4.1.3.2. Operacionalidade

As inspeções rotineiras são realizadas pelos técnicos da usina, assessorados pelo sistema de gestão da plataforma de serviços Atalayas da Exiti Soluções Digitais Ltda.

O empreendimento possui ficha de inspeção (*check-list*) padronizada, que engloba todos os pontos de monitoramento do barramento e estruturas associadas. A situação dos pontos de monitoramento/ocorrências é apresentada com registros fotográficos de cada inspeção e é avaliada de acordo com as seguintes descrições: NI (Não inspecionado), NE (Não existente), Primeira Vez (PV), Aumentou (AU), Permaneceu Constante (PC), Diminuiu (DI) e Desapareceu (DS).

Os *check-lists* são realizados via aplicativo *mobile*, com funcionalidade *off-line*. As respostas são então atualizadas automaticamente no sistema *web*, onde são disparadas notificações da realização da atividade e no caso de alguma anormalidade observada.

No sistema *web* é possível realizar a avaliação da inspeção realizada, por meio da análise das respostas dadas e fotos registradas.

4.1.3.3. Armazenamento de dados

O armazenamento dos dados é feito em nuvem, por meio da plataforma *web* do sistema Atalayas. Todas as respostas dadas e fotos registradas são passíveis de serem exportados em formato de relatório, caso haja o interesse.

4.2. Procedimentos dos roteiros de monitoramento

O acompanhamento e monitoramento da PCH Rio Bonito é realizado por meio do plano de instrumentação, composto pelos instrumentos apresentados na Tabela 8 a seguir. A tabela traz a informação do tipo do instrumento existente, local de instalação, quantidade, situação (se ativo ou desativado) e frequência de leitura.

Tabela 8 – Plano de Instrumentação da PCH Rio Bonito

Instrumento	Sigla	Localização	Quantidade	Situação	Frequência de leitura
Piezômetro Casagrande	PZ	Galeria de drenagem	3	Ativo	Mensal
		Talude da chaminé de equilíbrio	2	Ativo	Mensal
Medidor de vazão	MV	Galeria de drenagem	2	Ativo	Mensal
		Barragem MD	1	Ativo	Mensal
Medidores triortogonais	MTJ	Galeria de drenagem	6	Ativo	Mensal
Marcos superficiais	MS	Barragem	15	Desativado*	-
		Conduto forçado	21	Desativado*	-
Inclinômetros	INC	Talude da chaminé de equilíbrio	2	Ativo	Anual
Medidores de Nível d'água	INA	Talude da chaminé de equilíbrio	5	Ativo	Mensal

*Desativados conforme recomendações da Revisão Periódica de Segurança de 2022.

O plano de instrumentação apresentado é complementado por meio de inspeções visuais rotineiras mensais e regulares anuais, para acompanhamento da segurança da barragem e estruturas anexas.

Os instrumentos existentes encontram-se em boas condições, sendo adequados e suficientes para o monitoramento das estruturas, sem a necessidade de alterações físicas ou da frequência de leitura.

4.2.1. Operacionalidade

O monitoramento é realizado pelos técnicos da usina, por meio de equipamentos de leitura adequados para cada tipo de instrumento, e assessorados pelo sistema de gestão da plataforma de serviços Atalayas da Exiti Soluções Digitais Ltda.

As leituras são realizadas via aplicativo mobile, com funcionalidade *off-line*, por meio de leitura de *qr code* para seleção do instrumento a ser feito o registro. As leituras são atualizadas no sistema *web*, onde são disparadas notificações da realização das atividades e no caso de alguma anormalidade observada.

No sistema *web* é possível realizar a avaliação do histórico de leitura dos instrumentos, por meio do seu comportamento através da análise gráfica.

4.2.2. Armazenamento de dados

O armazenamento dos dados é feito em nuvem, por meio da plataforma *web* do sistema Atalayas. Todos os dados coletados e seu histórico são passíveis de serem exportados em planilha do Excel, caso haja o interesse.

4.2.3. Calibração e aferição dos instrumentos ativos

A calibração e aferição dos instrumentos ativos são feitas conforme informações presentes no Quadro 2.

Quadro 2 - Calibração e aferição dos instrumentos ativos

Instrumento	Equipamento de leitura	Calibração	Aferição
Piezômetro Casagrande	Medidor de nível Sauber System (sonda pio)	De fábrica (26/02/2024)	Teste do sinal sonoro no contato com a água
Medidor de nível d'água			
Medidor de vazão	Réguas de aço inox	Não é necessário realizar calibração devido ao baixo coeficiente de dilatação do aço inoxidável ($11 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).	As réguas podem ser aferidas com paquímetro, caso haja suspeita de deformidade. Deve ser mantida bem conservada.

Instrumento	Equipamento de leitura	Calibração	Aferição
Medidor triortogonal	Relógio comparador	De fábrica	Introdução do fuste nos furos existentes do instrumento e realização da leitura no relógio.
Marco superficial	Equipamentos topográficos	Conforme equipamento utilizado	Através dos marcos de referência
Inclinômetro	Leitora do inclinômetro EAN-26M com telefone celular Android	Conforme aparelho celular	Através de sensores da sonda

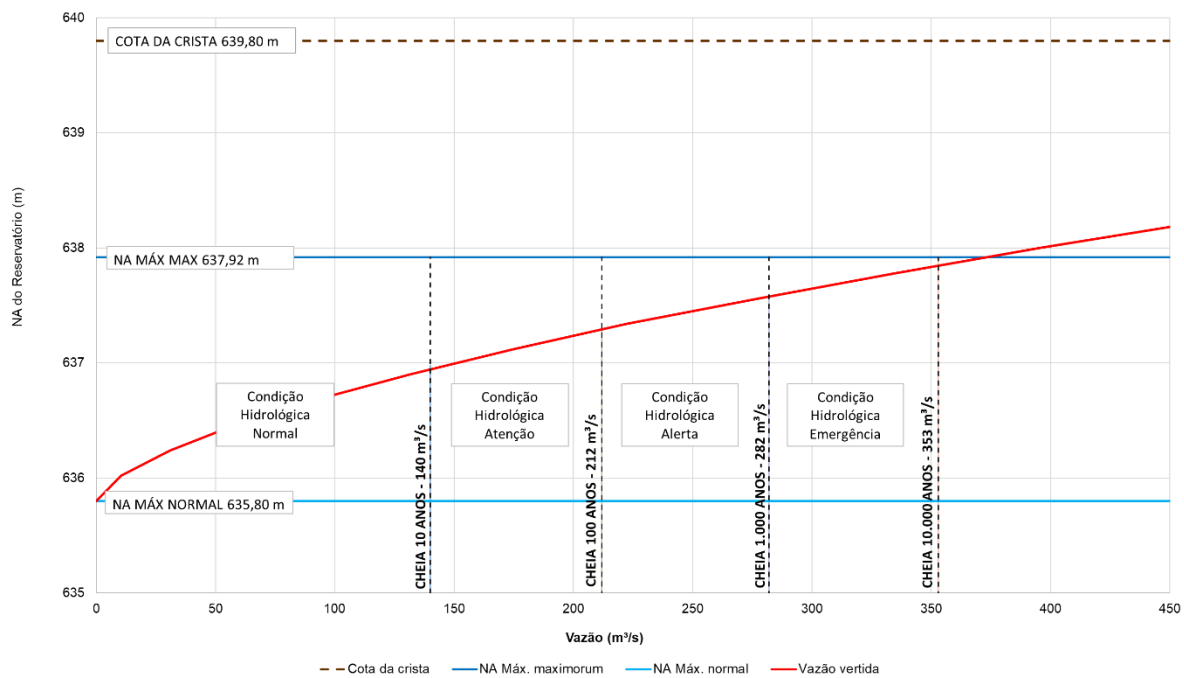
4.3. Procedimentos de operação e manutenção

Além dos procedimentos de segurança de barragens, são realizadas rotineiramente as ações necessárias de operação e manutenção geral da usina. Está disponível para a equipe da usina uma pasta com diversos procedimentos e formulários de manutenção e operação de equipamentos elétricos e mecânicos. Dentre eles, há formulários de calibração dos equipamentos, de registro de ocorrências operacionais, de limpeza, ensaios e inspeções preditivas de equipamentos elétricos e mecânicos. Também foram elaborados procedimentos de manutenção do conduto forçado, da casa de força e de seus equipamentos, das comportas, dos limpa grades, de circuitos e disjuntores, do gerador, dos medidores de nível e painéis, de turbinas, entre outros relacionados à Operação e Manutenção.

5. REGRA OPERACIONAL DOS DISPOSITIVOS DE DESCARGA

O sistema extravasor da PCH Rio Bonito é composto por um vertedouro de soleira livre, dessa forma, a regra operacional dos dispositivos de descarga é dada pela geração elétrica da usina e atende a curva de operação apresentada na Figura 14 a seguir.

Figura 14 - Curva de Operação da barragem da PCH Rio Bonito



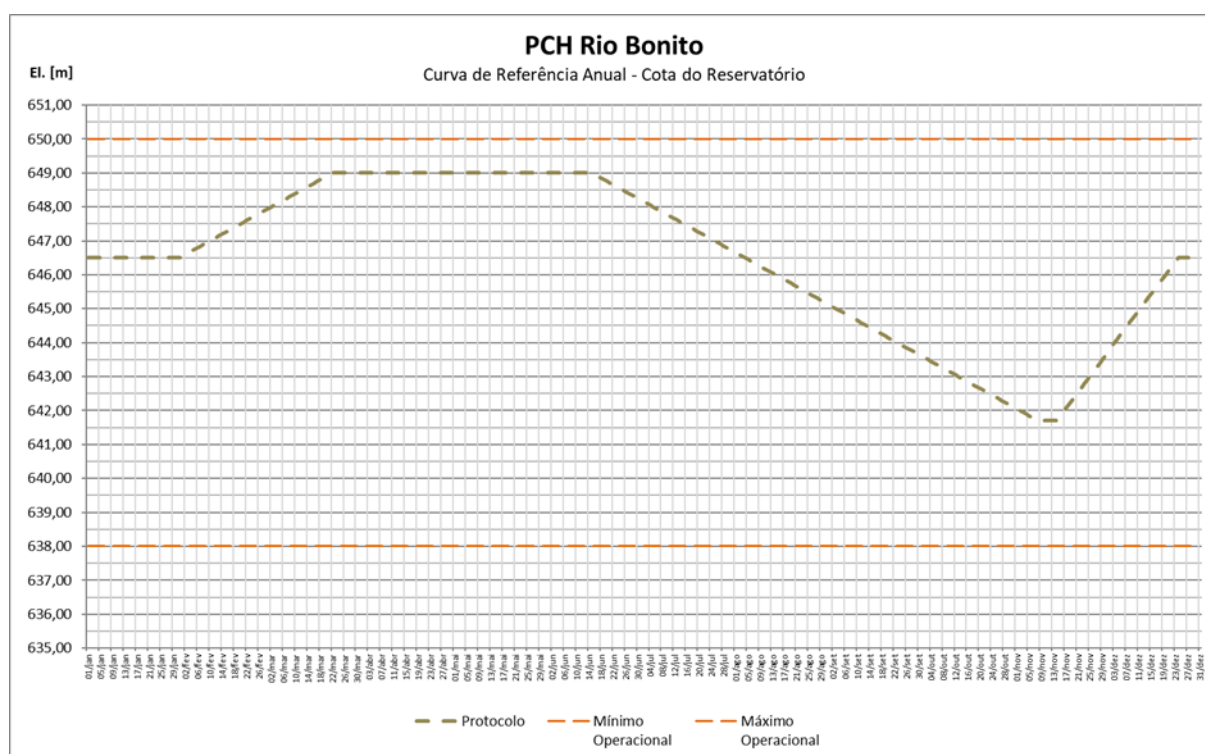
Complementar ao vertedouro de soleira livre, a PCH Rio Bonito possui um descarregador de fundo, que poderá ser acionado a partir de três diferentes situações:

- Nos períodos de grandes cheias, quando a lâmina d'água no vertedouro já tiver alcançado no mínimo 50 cm (meio metro de vertimento), a Operação poderá decidir pela abertura da comporta de fundo. Essa operação possibilitará a limpeza do reservatório, e reduzirá o esforço sobre a barragem devido à queda adicional no nível d'água.
- No período seco, em situações eventuais de perturbações no sistema, sobrecarga em equipamentos ou linhas etc., poderá ser necessária a abertura da comporta de fundo da barragem da PCH Rio Bonito, para melhorar o despacho da UHE Suíça, localizada a jusante;

- c) Por fim, outra situação que exige a abertura da comporta de fundo, é no caso de ocorrer parada emergencial da PCH Rio Bonito, ou caso haja necessidade de manobras programadas de esvaziamento do conduto forçado (ou até de todo o sistema de adução), estando o nível d'água na barragem abaixo de 635,80 m. Nesse caso, o objetivo para a abertura da comporta de fundo será o de manter uma vazão mínima no rio Santa Maria da Vitória a jusante da usina. O sistema de telecomando realizará automaticamente abertura de 15 cm, caso ocorra fechamento dos três registros gaveta ou fechamento da válvula borboleta na casa de válvula.

Adicionalmente, é considerado ainda as diretrizes estabelecidas no Protocolo de Entendimento AGERH/CESAN/STATKRAFT para a operação do reservatório da PCH Rio Bonito, sendo que em situações normais de operação, o Centro de Operações, durante cada ciclo anual, sempre estará orientado pela curva de referência do reservatório, conforme apresentado na Figura 15, a seguir.

Figura 15 - Curva de referência anual



Fonte: Protocolo de Entendimento AGERH/CESAN/STATKRAFT (2020)

No Volume III – Planos e Procedimentos é apresentada a lista dos documentos de operação da PCH Rio Bonito, assim como armazenados os respectivos arquivos.

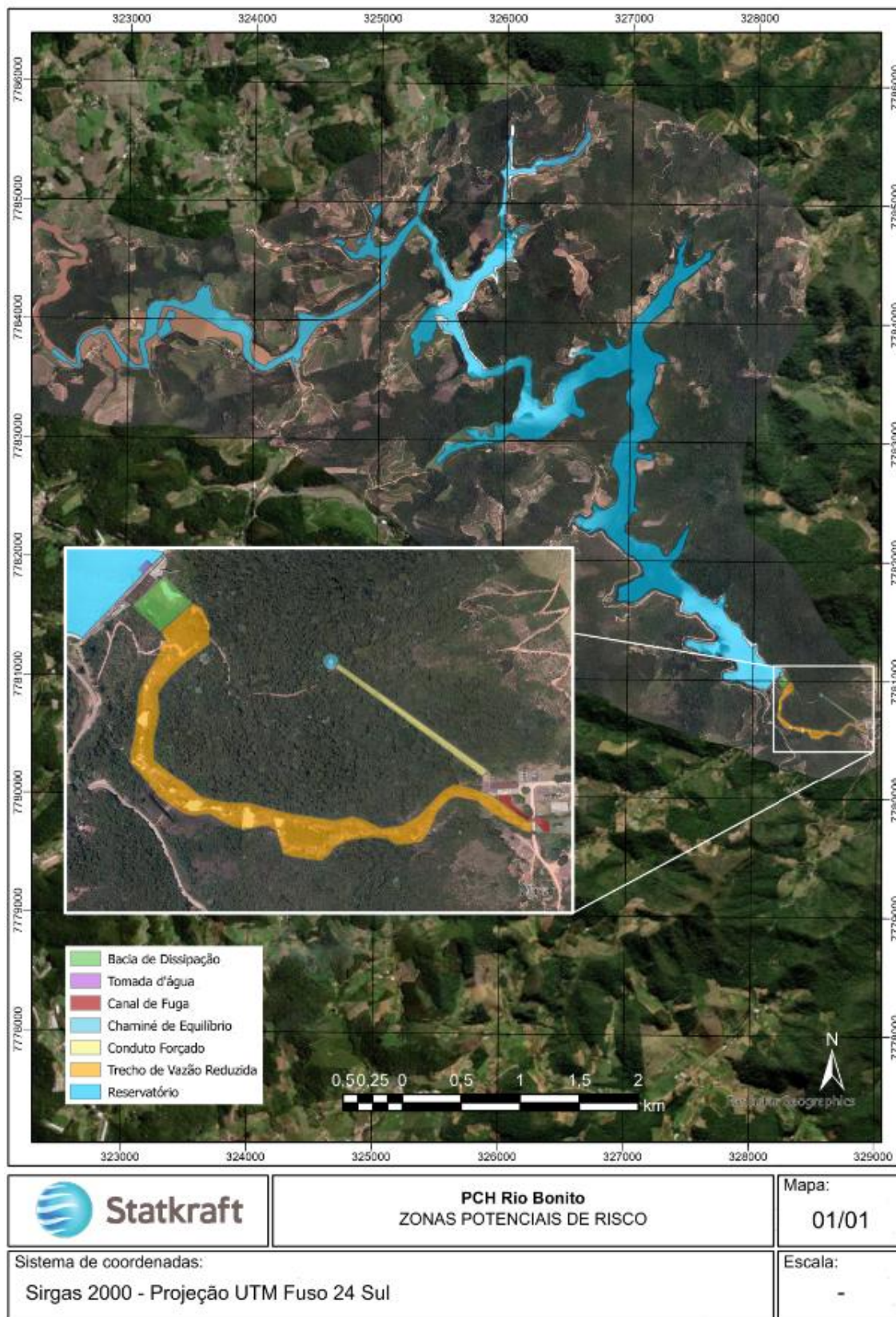
Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

6. ÁREA DE ENTORNO

A Statkraft possui o Programa de Segurança Pública no entorno de barragens, que tem como objetivo reconhecer, gerenciar e tratar os riscos na região de entorno das estruturas, definidos pelos riscos de acidentes ou incidentes em que um cidadão/público encontra decorrente da presença ou da operação e manutenção do reservatório, barragem e estruturas associadas. Para tanto, são identificadas as Zonas Potenciais de Risco (ZPR) identificadas na Figura 16 a seguir.

No Volume III – Planos e Procedimentos é apresentado o procedimento do Programa de Segurança Pública no entorno de barragens da Statkraft, assim como arquivado o respectivo arquivo, e no Volume IV – Registros e Controles é apresentado os relatórios produzidos para a PCH Rio Bonito, assim como arquivados os respectivos arquivos.

Figura 16 – Áreas de proteção junto as estruturas



7. PAE

No Volume VI – Plano de Ação de Emergência está armazenado os respectivos arquivos do Plano de Ação de Emergência (PAE) da PCH Rio Bonito.

8. RELATÓRIOS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

No Volume IV – Registros e Controles é apresentada a lista dos relatórios de inspeção de segurança da PCH Rio Bonito, assim como armazenados os respectivos arquivos.

9. REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA

No Volume V – Revisão Periódica de Segurança é apresentada a lista dos relatórios produzidos durante a Revisão Periódica de Segurança (RPS) da PCH Rio Bonito, assim como armazenados os respectivos arquivos.

10. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS

Os riscos identificados e avaliados para a PCH Rio Bonito são apresentados no Quadro 3 distribuídos conforme modos de falha possíveis: hidráulica (galgamento), erosão interna e instabilização. Para cada modo de falha, é apresentado possíveis causas daquele cenário de acidente ou desastre e suas principais evidências a serem diagnosticadas em campo.

No Anexo IV encontra-se a identificação e avaliação dos riscos possíveis de serem mapeados no barramento da PCH Rio Bonito.

As possíveis situações de emergência, assim como os procedimentos de identificação e notificação do mau funcionamento e condições potenciais de ruptura ou outras ocorrências, e os procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações de emergência fazem parte do Plano de Ação de Emergência (PAE), presente no Volume VI.

Quadro 3 – Identificação e avaliação dos riscos

Modo de Falha	Causa	Evidências ¹
Hidráulica (Galgamento)	Volume de amortecimento insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da borda livre • Escoamento de água sobre o talude de jusante
	Obstrução do sistema extravasor	<ul style="list-style-type: none"> • Visualização de objetos, troncos, animais, solo, etc. dentro e/ou na entrada do sistema extravasor • Diminuição da borda livre • Escoamento de água sobre o talude de jusante
	Vazões acima da capacidade do extravasor	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da borda livre • Escoamento de água sobre o talude de jusante
Percolação não controlada de água (piping)	Gradientes hidráulicos elevados	<ul style="list-style-type: none"> • Surgências de água • Carreamento de partículas • Variação das poropressões (leitura dos piezômetros)
Instabilização	Baixa resistência do material de fundação	<ul style="list-style-type: none"> • Recalque diferencial do maciço ou ruptura de taludes • Surgimento de trincas • Subsidência(s) • Visualização de superfície crítica de ruptura
	Presença ou surgimento de plano de deslizamento preferencial na fundação	<ul style="list-style-type: none"> • Deslizamento diferencial entre blocos, detectado através de monitoramento • Surgimento de fissuras no concreto ou evolução de fissuras pré-existentes • Surgimento de pontos de ruptura no concreto ou agravamento de rupturas pré-existentes • Aparecimento ou intensificação de infiltrações de água nas estruturas • Desalinhamento ou emperramento de comportas
	Eventos sísmicos	<ul style="list-style-type: none"> • Recalque diferencial do maciço ou ruptura de taludes • Surgimento de trincas • Subsidência(s) • Visualização de superfície crítica de ruptura
	Elevação do NA no reservatório acima do NA máximo maximorum	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentação vertical da estrutura, detectada através de monitoramento • Fissuras no concreto ou evolução de fissuras pré-existentes • Pontos de ruptura no concreto ou agravamento de rupturas pré-existentes • Infiltrações de água nas estruturas
	Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o tombamento da estrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Desalinhamento ou emperramento de comportas

¹ As evidências para cada causa apresentada são somente um indicativo inicial, devendo ser avaliado, por profissional treinado, toda e qualquer anomalia identificada.

11. MAPA DE INUNDAÇÃO

11.1. Estudo de rompimento

No Volume II – Documentação Técnica é apresentado o Estudo de Rompimento do barramento da PCH Rio Bonito, com a indicação da metodologia e software adotados e os critérios, premissas e parâmetros utilizados para a elaboração dos mapas de inundação, como os mapas de inundação propriamente ditos, tanto para a propagação das cheias naturais (TR 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1.000 e 10.000 anos), quanto para os cenários de ruptura *sunny day* (dia de sol considerando a vazão média de longo termo) e *rainy day* (dia de chuva referente a vazão de projeto), assim como armazenados os respectivos arquivos.

O estudo também se encontra anexado ao Plano de Ação de Emergência (PAE) da PCH Rio Bonito, armazenado no Volume VI.

12. IDENTIFICAÇÃO E DADOS TÉCNICOS DAS ESTRUTURAS

12.1. Características Hidráulico-Hidrológicas

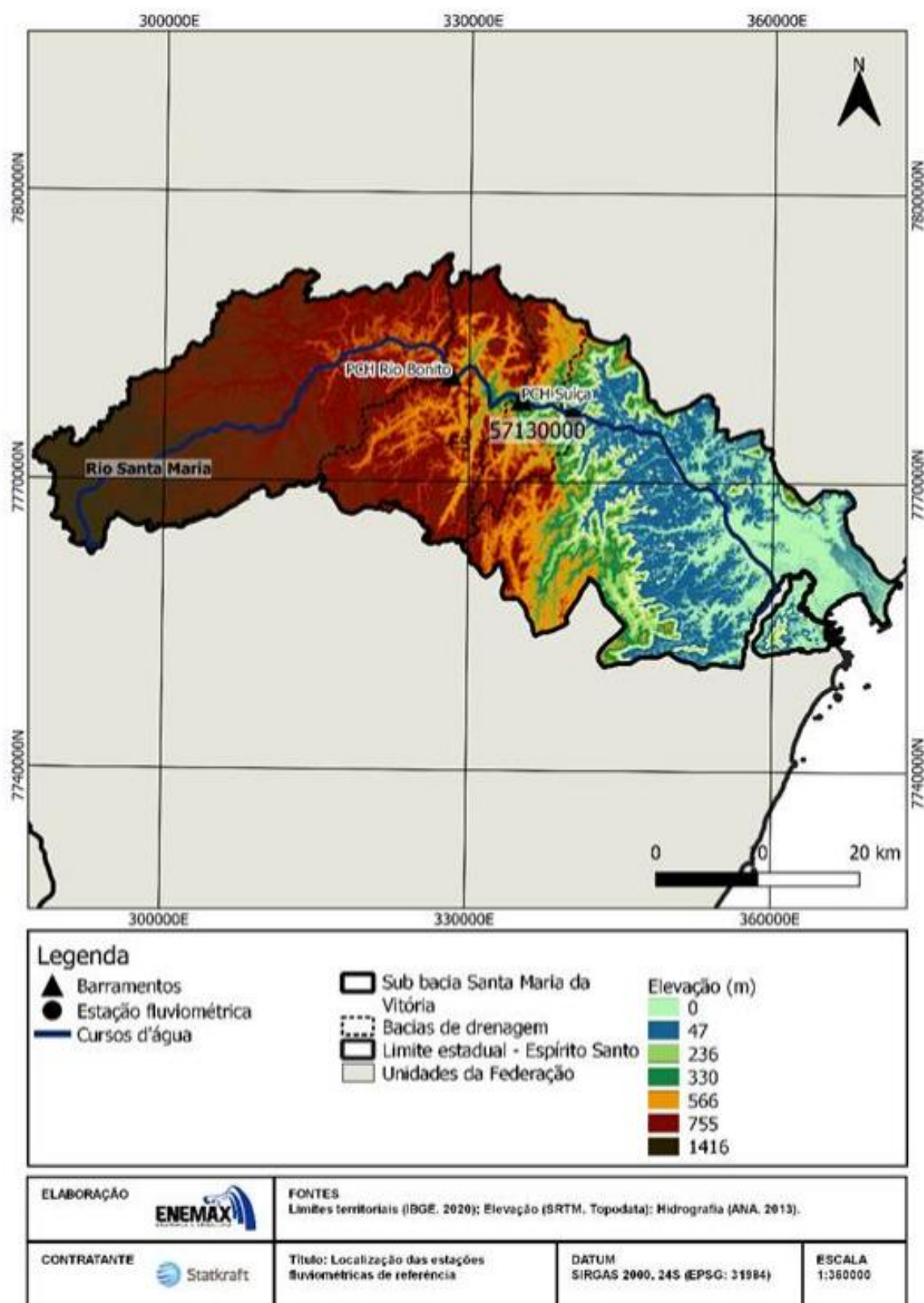
A PCH Rio Bonito está situada no rio Santa Maria da Vitória, pertencente à sub-bacia do rio Itapemirim-Itabapoana e inserida na bacia hidrográfica do Atlântico Sudeste.

A sub-bacia do rio Santa Maria da Vitória está localizada na região central do Espírito Santo, entre as coordenadas 19°57' a 20°22' de latitude Sul e 40°13' a 41°03' de longitude Oeste.

O rio Santa Maria da Vitória apresenta grande declividade média. A sua nascente encontra-se na parte norte da Serra do Castelo, em altitudes acima da El. 1.200 m, com foz na baía de Vitória junto ao oceano Atlântico.

A partir de pesquisa realizada no Hidroweb, de responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), foi inventariada apenas uma estação fluviométrica instalada no rio Santa Maria da Vitória com área de drenagem próxima à da PCH Rio Bonito e com longo histórico de dados, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória



Fonte: RBO-RPS-22-003-R00 (Enemax, 2022)

O Quadro 4 apresenta o inventário das estações fluviométricas utilizadas como referência para determinação das vazões afluentes à PCH Rio Bonito nos estudos pretéritos.

Quadro 4 – Inventário de estações fluviométricas

Código	Nome da estação	Rio	Área de drenagem (km ²)
51130000	Santa Leopoldina	Santa Maria da Vitória	929

Fonte: RBO-RPS-22-003-R00 (Enemax, 2022)

O Quadro 5 apresenta um resumo das características hidráulico-hidrológicas do barramento da PCH Rio Bonito.

Quadro 5 – Resumo das características hidráulico-hidrológicas

Características Hidráulico-hidrológicas	
Área de drenagem* ¹ (km ²)	617,70
Qmlt* ¹ (m ³ /s)	9,1
Qprojeto* ² (m ³ /s)	616 (QMP)
Qcapacidade de descarga* ¹ (m ³ /s)	353 (TR 10.000 anos)
Montante* ¹	
NA normal (m)	635,80
NA máximo maximorum (m)	637,92
Jusante* ²	
NA normal (m)	-
NA máximo maximorum (m)	-

*¹ Informações referentes ao estudo hidrológico mais atual: RBO-RPS-22-003 e RBO-RPS-22-007.

*² Valores com base nos dados de projeto executivo.

12.2. Características Geológicas-Geotécnicas e Sísmicas

Conforme consta no Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo (Figura 18), de autoria da CPRM (2018), a PCH Rio Bonito está inserida nas áreas de ocorrência das unidades estratigráficas Complexo Nova Venécia (NP3nv), Tonalito Jequitibá (NP3y1ljqt, NP3y1ljqr) e Ortognaisse Santa Tereza (NP3y1lst), Unidade Norito Recreio (εδ5amre), corpos de quartzo-diorito do Estágio Tardi-Orogênico do paleozóico (εγ3lqd) e a Unidade Granada-biotita granito Ataléia (NP3y2Sat).

Em relação à hidrogeologia, conforme o Mapa Hidrogeológico do Brasil (CPRM, 2014) e a Carta Hidrogeológica Folha SF.24 Vitória (CPRM, 2016), o empreendimento situa-se no Domínio Hidrolítico Fraturado e na Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Fraturado Indiferenciado (Fr) e engloba uma série de tipos litológicos, abrangendo metassedimentos e rochas do embasamento cristalino, como granitos, gnaisses, migmatitos e de maneira subordinada xistos e quartzitos, conforme mapa da Figura 19.

De acordo com os dados existentes de eventos sísmicos ocorridos no Brasil até 2014, disponibilizados pela Rede Sismográfica Brasileira², em um raio de 300 km da PCH Rio Bonito ocorreram 39 eventos com magnitude superior a 2 na escala Richter, como apresentado na Figura 20 a seguir

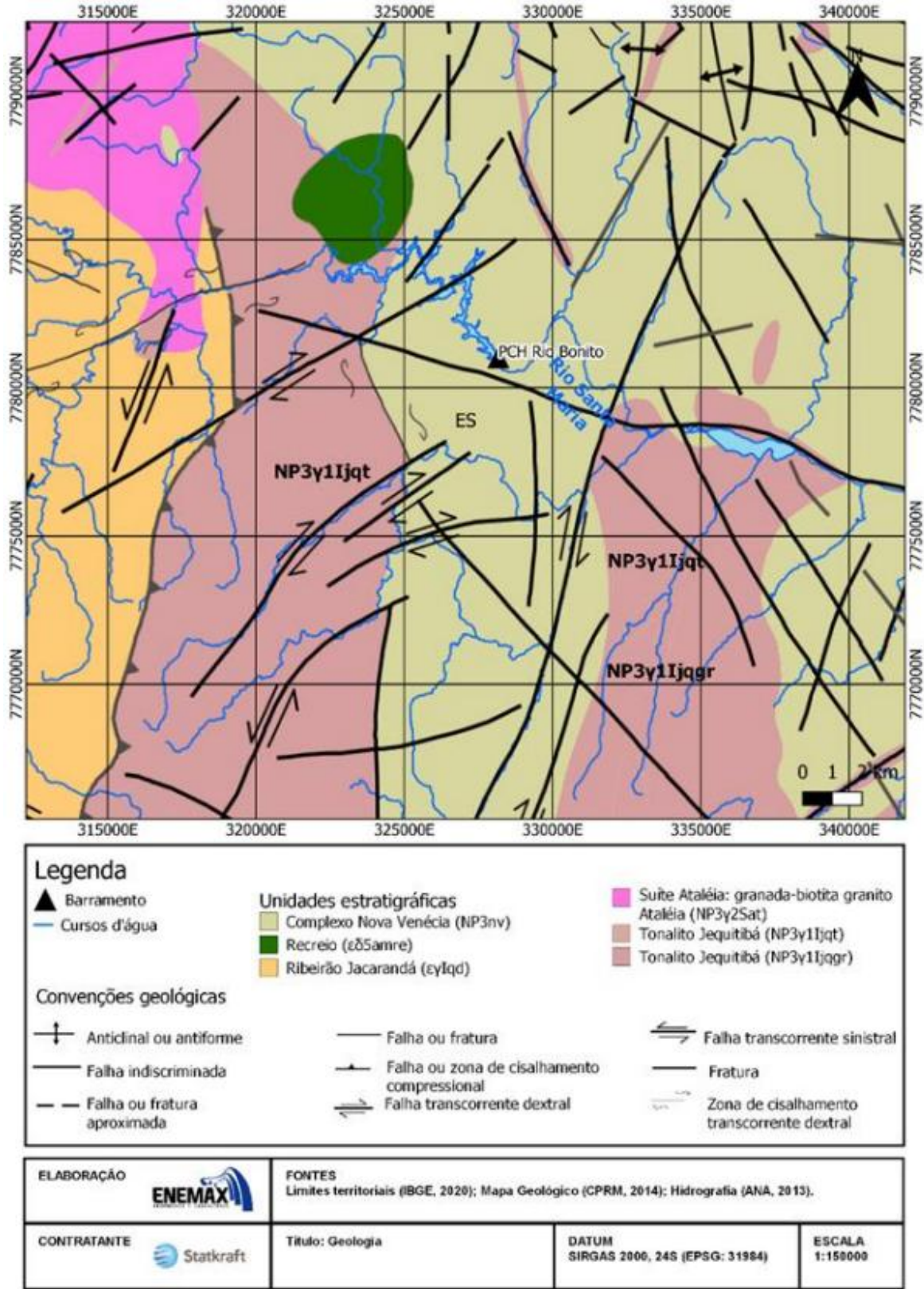
O Quadro 6 apresenta um resumo das características geológico-geotécnicas do barramento da PCH Rio Bonito.

Quadro 6 – Resumo das características geológico-geotécnicas

Características geológico-geotécnicas	
Fundação	Rocha sã, muito resistente e pouco fraturada, com poucas fraturas sub-verticais
Tipo de rocha	Gnaisses

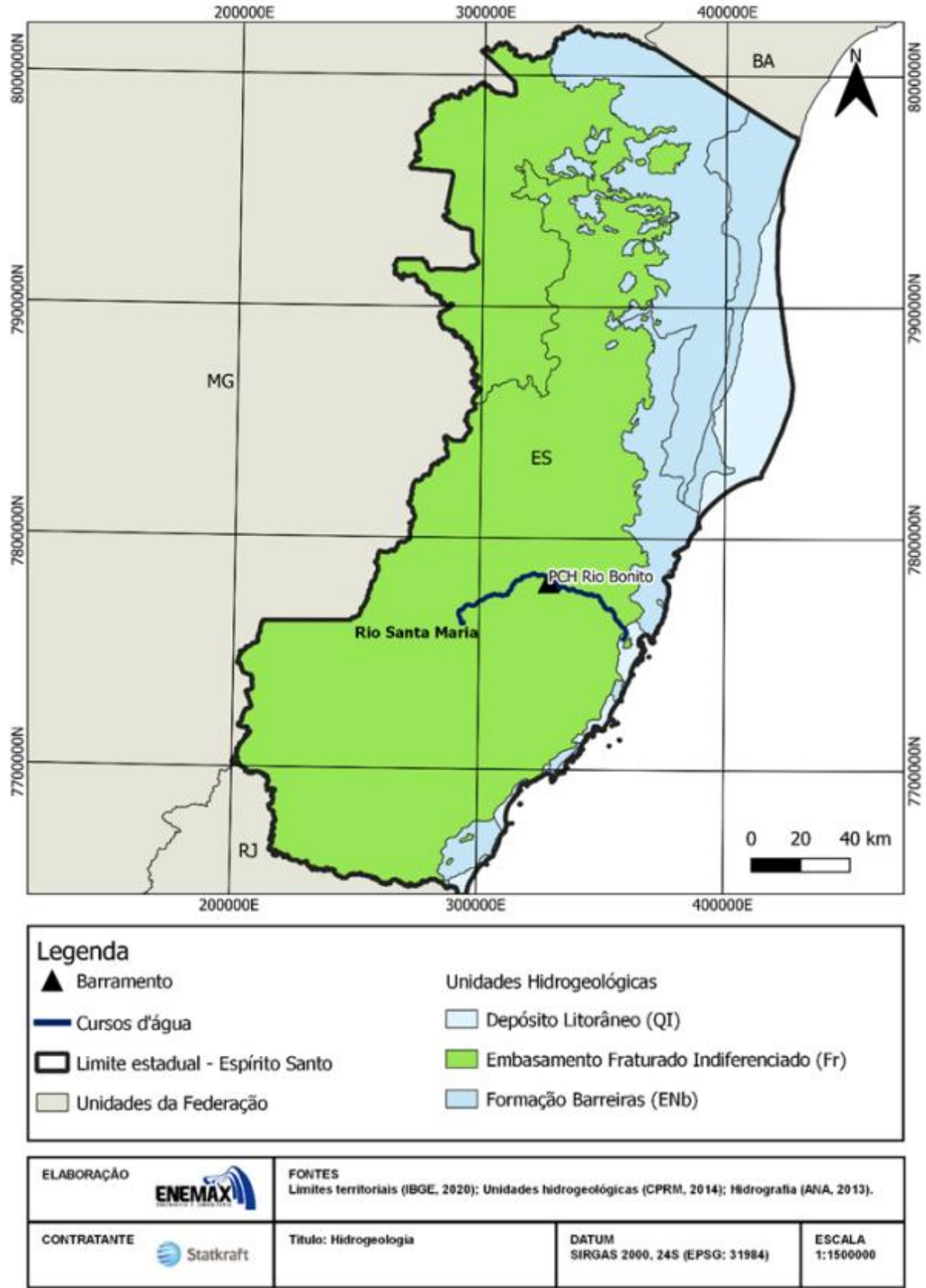
² http://rsbr.on.br/catalogo_sb.html

Figura 18 – Geologia regional



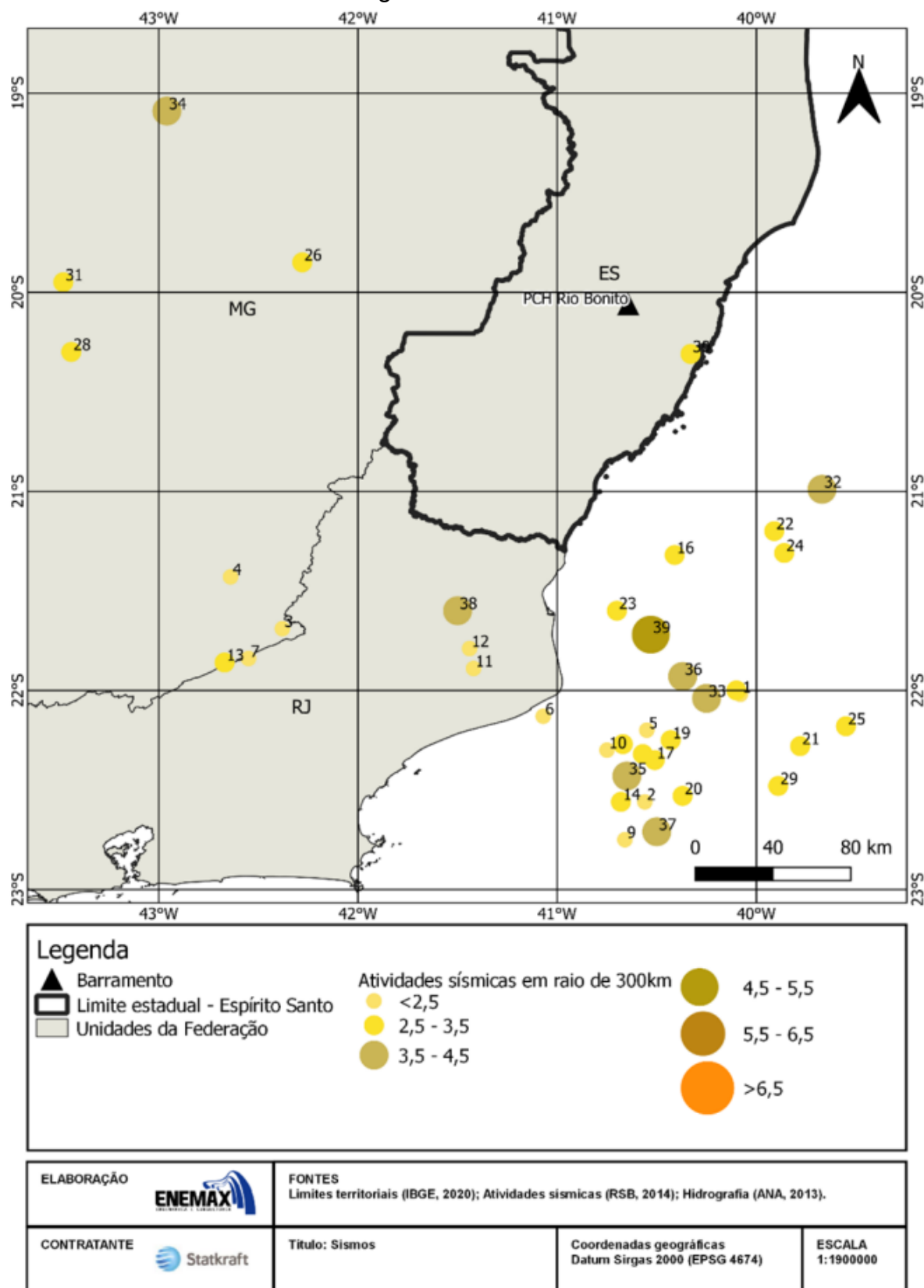
Fonte: RBO-RPS-22-005-R00 (Enemax, 2022)

Figura 19 – Hidrogeologia



Fonte: RBO-RPS-22-005-R00 (Enemax, 2022)

Figura 20 – Sismos



Fonte: RBO-RPS-22-005-R00 (Enemax, 2022)

Documento Externo	The Statkraft Way Plano de Segurança da Barragem	 Statkraft
-------------------	--	--

13. DECLARAÇÃO DE CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE

No Anexo V encontra-se a Declaração de Condição de Estabilidade da Barragem da PCH Rio Bonito.

14. RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELA ELABORAÇÃO DO PSB

No Anexo VI encontra-se a Responsabilização Técnica pela elaboração do Plano de Segurança das Barragens (PSB) da PCH Rio Bonito.

15. MANIFESTAÇÃO DE CIÊNCIA

No Anexo VII encontra-se a Manifestação de Ciência do Representante do Empreendedor pela elaboração do Plano de Segurança da Barragem (PSB) da PCH Rio Bonito.

16. ART DE ELABORAÇÃO DO PSB

No Anexo VIII encontra-se o Atestado de Responsabilidade Técnica (ART) pela elaboração do Plano de Segurança das Barragens (PSB) da PCH Rio Bonito.

ANEXOS

ANEXO I – Matriz de Classificação

Item	CATEGORIA DE RISCO	Pontos
1	Características Técnicas (CT)	
a)	Altura	2
b)	Comprimento	3
c)	Tipo de barragem quanto ao material	1
d)	Tipo de fundação	2
e)	Idade da barragem	4
f)	Vazão de projeto	3
g)	Casa de força	2
Σ	Características Técnicas (CT)	17
2	Estado de Conservação (EC)	
h)	Confiabilidade das estruturas extravasoras	0
i)	Confiabilidade das estruturas de adução	0
j)	Percolação	3
k)	Deformações e recalques	1
l)	Deterioração dos taludes/paramentos	1
m)	Eclusa	0
Σ	Estado de Conservação (EC)	05
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	
n)	Existência de documentação de projeto	2
o)	Estrutura organizacional	0
p)	Procedimentos de roteiro de inspeções de segurança e de monitoramento	0
q)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem	0
r)	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação	0
Σ	Plano de Segurança de Barragens (PS)	02
Σ	Pontuação Total (CRI) = CT + EC + PS	24
Item	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	
	Dano Potencial Associado (DPA)	
a)	Volume do reservatório	2
b)	Potencial de perda de vidas humanas	12
c)	Impacto ambiental	3
d)	Impacto sócio-econômico	8
Σ	Pontuação Total (DPA)	25
RESULTADO		
Categoria de Risco		Baixo
Dano Potencial Associado		Alto
Classe da Barragem		B

Documento Externo	The Statkraft Way Plano de Segurança da Barragem	 Statkraft
-------------------	---	---

ANEXO II – Ficha técnica

Datas					
Início da operação			Repotenciação		
Conclusão do barramento			Fev./1959		
Reservatório					
Área NA normal (km²)			Volume NA Normal (hm³)		
3,00			24,82		
Níveis d'água montante (m)					
NA máximo maximorum		NA máximo normal		NA mínimo normal	
637,92		635,80		623,80	
Barragem					
Tipo	Fundação	Comprimento (m)	Altura máxima (m)	Largura da crista (m)	Elevação crista (m)
CCV	Gnaiss	234,54	40,90	7,10	640,31
Latitude			Longitude		
20°3' 48.63"S			40°38' 11.57"O		
Vertedouro					
Tipo	Fundação	Comprimento (m)	Elevação crista (m)	Capacidade (m³/s)	Tempo de recorrência
Soleira Livre	Gnaiss	62,32 (total) / 56,80 (livre)	636,10	353,00	10.000 anos
Tomada d'água					
Comportas (uni.)		Altura (m)		Largura (m)	
1		2,38		2,47	
Túnel de adução					
Tipo		Diâmetro (m)		Comprimento (m)	
Rocha, revestido em concreto		3,00		380,00	
Chaminé de equilíbrio					
Altura (m)		Diâmetro (m)		Fundação	
75,00		4,40		Gnaiss	
Conduto forçado					
Unidades		Diâmetro (m)		Comprimento (m)	
1		2,20		338,00	
Casa de força					
Energia assegurada (MW)		Queda bruta (m)		Vazão máxima (m³/s)	
8,43		159,00		17,70	

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

ANEXO III – ART de responsabilidade do PSB

**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**

Lei nº 8.496, de 7 de setembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC**ART OBRA OU SERVIÇO**

25 2021 8076451-4

Inicial
Individual

1. Responsável Técnico

MARCELA WAMZER JEISS

Título Profissional: Engenheira Civil

RNP: 1705648517

Registro: 184460-7-SC

Empresa Contratada: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA

Registro: 091050-7-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA

Endereço: RODOVIA JOSE CARLOS DAUX

Complemento: Sala 325, Torre A

Cidade: FLORIANOPOLIS

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 2.000.000,00

Contrato: Celebrado em:

Honorários:

Vinculado à ART:

Bairro: SACO GRANDE

UF: SC

Ação Institucional:

Tipo de Contratante:

CPF/CNPJ: 00.622.416/0001-41

Nº: 5500

CEP: 88032-005

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA

Endereço: Rodovia José Carlos Daux

Complemento: Sala 325, Torre A

Cidade: FLORIANOPOLIS

Data de Início: 09/12/2021

Finalidade:

Data de Término: 09/12/2027

Coordenadas Geográficas:

Bairro: SACO GRANDE

UF: SC

CPF/CNPJ: 00.622.416/0001-41

Nº: 5500

CEP: 88032-005

Código:

4. Atividade Técnica

Gestão

Plano de Segurança de Barragem

Dimensão do Trabalho:

40,00

Hora(s)/Semana(s)

Gestão

Plano de Ação de Emergencial - PAE para Barragem

Dimensão do Trabalho:

40,00

Hora(s)/Semana(s)

Gestão

Segurança de Barragem Regular

Dimensão do Trabalho:

40,00

Hora(s)/Semana(s)

Gestão

Segurança de Barragem Especial

Dimensão do Trabalho:

40,00

Hora(s)/Semana(s)

Gestão

Revisão Periódica de Segurança de Barragem

Dimensão do Trabalho:

40,00

Hora(s)/Semana(s)

5. Observações

Responsável Técnico de Segurança de Barragens - PCHs: Molino, Esmeralda, Passos Malas, Santa Laura, Santa Rosa II, Francisco Gros, São João, Rio Bonito, Jucu, Fruteiras, Viçosa, Alegre e UHEs: Monjolinho e Sulçã

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

GENGE/SC - 13

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - 09 de Dezembro de 2021

MARCELA WAMZER JEISS

047.***.***-17

8. Informações

A ART é válida somente após o pagamento da taxa.

Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA

Valor ART: R\$ 233,94 | Data Vencimento: 20/12/2021 | Registrada em: 09/12/2021

Valor Pago: R\$ 233,94 | Data Pagamento: 09/12/2021 | Nosso Número: 14002104000627033

A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do

contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

Contratante: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA

00.622.416/0001-41





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART

Lei nº 8.496, de 7 de setembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC



ART OBRA OU SERVIÇO

25/2021 8059346-9

Inicial
Individual

1. Responsável Técnico

MARCELA WAMZER JEISS

Título Profissional: Engenharia Civil

RNP: 1705648517

Registro: 184460-7-SC

Empresa Contratada: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA

Registro: 091050-7-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA

Endereço: ROD JOSE CARLOS DAUX 5500, SL 325, BL A

Complemento:

Cidade: FLORIANOPOLIS

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$0,00

Contrato: Celebrado em:

Honorários: Salário

Vinculado à ART:

Bairro: SACO GRANDE

UF: SC

Ação Institucional:

Tipo de Contratante:

CPF/CNPJ: 00.622.416/0001-41

Nº:

CEP: 88032-005

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA

Endereço: ROD JOSE CARLOS DAUX 5500, SL 325, BL A

Complemento:

Cidade: FLORIANOPOLIS

Data de Início: 29/11/2021

Finalidade:

Data de Término: 00/00/0000

Coordenadas Geográficas:

Bairro: SACO GRANDE

UF: SC

CPF/CNPJ: 00.622.416/0001-41

Nº:

CEP: 88032-005

Código:

4. Atividade Técnica

Cargo e Função

Responsabilidade Técnica

Dimensão do Trabalho:

40,00

Hora(s)/Semana(s)

5. Observações

Com horário de dedicação: 08h AS 12h30 E 13h30 AS 17h DE 2a A 6a

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

A ART é válida somente após o pagamento da taxa.

Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA

Valor ART: R\$ 88,78 | Data Vencimento: 09/12/2021 | Registrada em: 13/01/2022

Valor Pago: R\$ 88,78 | Data Pagamento: 13/01/2022 | Nosso Número: 14002204000060776

A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.


A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 29 de Novembro de 2021



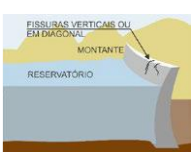


MARCELA WAMZER JEISS
047.***-**-17

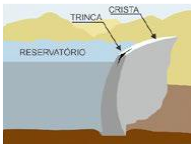



Contratante: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA




00.622.416/0001-41


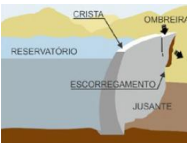


ANEXO IV – Identificação e avaliação dos riscos

Anomalia	Ilustração	Causa	Consequência	Recomendação
BARRAGEM DE CONCRETO – PARAMENTO DE MONTANTE				
Fissuras tipo Mapa		Fissuras abertas, do tipo aleatório, com presença de sílica-gel, devido à RAA.	Devido à deterioração e progressão, podem reduzir a vida útil da barragem.	1. Baixar o nível do reservatório e proceder à reconstrução da barragem. 2. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.
Abertura de juntas		Variações de temperatura ambiente. Rebaixamento do reservatório.	No caso de haver progressão, pode causar instabilidade nas barragens de gravidade ou contraforte.	1. Se o deslocamento for maior que 5 mm, baixar o nível do reservatório e fazer o tratamento da fundação. 2. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.
Fissuras de superfície		Fissuras verticais em diagonal podem ser resultantes da tensão excessiva ou queda de temperatura em áreas de restrição.	Progressão das fissuras no corpo da barragem e galerias de infiltração.	1. Injetar epóxi para vedar as fissuras e restaurar a resistência do concreto. 2. Se a fissura apresentar largura maior que 6,0mm e profundidade maior que 1,5m, um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.
Desplacamento do concreto		Desplacamento de pequenos blocos ou lascas da superfície do concreto devido a movimentação diferencial ao longo de juntas e concentração de tensões.	Consequência seria para barragens do tipo contraforte, em que a ferragem pode deteriorar.	1. Fazer limpeza superficial e aplicar uma nova camada de concreto ou gunitagem, se a danificação for excessiva. 2. Se o deslocamento for maior que 60cm e a ferragem estiver exposta, um engenheiro qualificado deveria inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.

Anomalia	Ilustração	Causa	Consequência	Recomendação
BARRAGEM DE CONCRETO - CRISTA				
Fissuras profundas		Fissuras abertas, do tipo aleatório, com presença de sílica-gel, devido a RAA.	Devido à progressão gradativa, podem reduzir a vida útil da barragem.	1. Baixar o nível do reservatório. 2. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.
Deslocamentos diferenciais nas juntas		Deslocamentos devido à deformabilidade diferencial da fundação e sismos.	No caso de haver progressão, podem causar instabilidade nas barragens de gravidade ou contraforte	1. Se o deslocamento for maior que 2,5 mm, baixar o nível do reservatório e fazer o tratamento da fundação. 2. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.
Fissuras e abrasão no concreto da pista de rolamento		Fissuras rasas, do tipo aleatório. Concreto danificado devido ao tráfego excessivo. Concreto do pavimento isolado do concreto da barragem.	Custo de manutenção excessivo.	1. Controlar o tráfego. 2. Efetuar manutenção permanente.
Fissuras de superfície		Fissuras transversais ligando montante com jusante pode ser resultantes de recalque da fundação, sismo ou sobrecarga.	Infiltração, deterioração do concreto, extensão da fissura.	1. Injetar epóxi. 2. Se a profundidade da fissura for maior que 3 m, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.

Anomalia	Ilustração	Causa	Consequência	Recomendação
BARRAGEM DE CONCRETO – PARAMENTO D JUSANTE				
Infiltrações através das juntas e fissuras		Veda-junta danificado, fissuras ou juntas de construção.	Perda de água e lixiviação do concreto.	1.Preencher o dreno de junta com bentonita e injetar as juntas de contração com calda de cimento. 2.Se o fluxo for crescente e maior que 500 l/min por junta, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.
Fissuras do tipo mapa		Fissuras abertas e extensíveis, do tipo aleatório, com presença de sílica-gel, devido a RAA.	Deterioração progressiva pode reduzir a vida útil da barragem.	1.Baixar o nível do reservatório e reconstruir a barragem. 2.Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.
Abertura e infiltração das juntas		Áreas molhadas, infiltração, lixiviação e carbonatação devido a ligação inadequada entre as camadas. Concreto poroso nas juntas.	Perdas de água e lixiviação do concreto.	1.Abrir os drenos para o controle da percolação e injetar calda de cimento. 2.Se o fluxo for crescente e maior que 500 l/min por bloco, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.

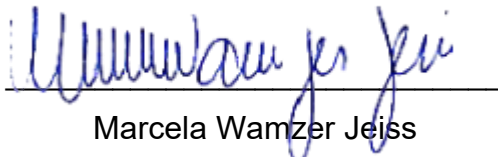
Anomalia	Ilustração	Causa	Consequência	Recomendação
BARRAGEM DE CONCRETO – TALUDES DE ROCHA E OMBREIRAS				
Movimentos de taludes em rocha		Fissuras abertas e sem preenchimento devido à deformação lenta (movimento) do maciço rochoso	Compromete a estabilidade do talude.	1. Atirantar e drenar a rocha. 2. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.
Ombreiras		Instabilidade dos taludes e escorregamentos devido à movimentação diferencial nas ombreiras. Aumento das pressões de poro e eventuais fugas de água	Comprometem a estabilidade da ombreira.	1. Rebaixar o reservatório e reforçar a ombreira. 2. Injetar e drenar. 3. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.
RUPTURA TOTAL OU PARCIAL DA BARRAGEM				
Ruptura da barragem ou de estruturas associadas do barramento	-	Blocos de concreto da barragem ou estruturas associadas tombando ou tombados. Brecha aberta ou em formação de brechas nas ombreiras.	Inundação da região de jusante da barragem.	Acionar o COI, conforme fluxograma de acionamento do PAE.
Ruptura de barragens à montante, caso exista.	-	Independente da causa do rompimento da usina a montante, pode ocorrer o rompimento ou galgamento das estruturas do barramento de jusante.	Dano ou colapso na estrutura do barramento e/ou inundação da região de jusante da barragem.	Acionar o COI, conforme fluxograma de acionamento do PAE. Rebaixamento do reservatório.

ANEXO V – Declaração de Condição de Estabilidade

Competência:	2025
Empreendedor:	Statkraft Energias Renováveis S/A
Nome da barragem:	PCH Rio Bonito
Município:	Santa Maria de Jetibá - ES
Dano Potencial Associado:	Alto
Categoria de Risco:	Baixo
Classe:	B

Declaro, para fins de acompanhamento e comprovação junto a ANEEL, a condição de estabilidade da barragem da PCH Rio Bonito, conforme memória de cálculo emitida pela Intertechne em 2024 e obras de adequação realizadas em 2025, em consonância com a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, em atendimento a Resolução Normativa nº 1.064, de 02 de maio de 2023.

Florianópolis, 22 de dezembro de 2025



Marcela Wamzer Jeiss

CREA: 184460-7 SC

Responsável Técnica

Diretora de Hydro & Segurança de Barragens

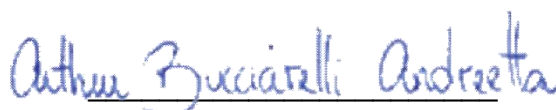
Statkraft Energias Renováveis S.A

Documento Externo	The Statkraft Way Plano de Segurança da Barragem	 Statkraft
-------------------	--	--

ANEXO VI – Responsável Técnico pela elaboração/atualização do PSB

Declaro para fins de acompanhamento e comprovação junto a ANEEL, que sou o responsável técnico pela elaboração e atualização do Plano de Segurança da Barragem da PCH Rio Bonito, elaborado em 01/06/2024 e atualizado em 22/12/2025, em consonância com a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020 e Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 02 de maio de 2023.

Florianópolis, 22 de dezembro de 2025



Arthur Bucciarelli Andreetta

CREA: 69853151 – SP

Elaboração do PSB

Engenheiro Especialista em Segurança de Barragens

Statkraft Energias Renováveis S.A.

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

ANEXO VII – Manifestação de Ciência do Representante do Empreendedor

MANIFESTAÇÃO DE CIÊNCIA DO REPRESENTANTE DO EMPREENDEDOR

Declaro, para fins de acompanhamento e comprovação junto a ANEEL, minha ciência quanto aos termos deste Plano de Segurança da Barragem da PCH Rio Bonito, em consonância com a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, em atendimento a Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 02 de maio de 2023, alterada pela Resolução Normativa ANEEL nº 1.129, de 01 de julho de 2025.

Florianópolis, 19 de dezembro de 2025

Thiago Maciel Tomazzoli
CPF: 062.829.149-30
Diretor-Presidente
Statkraft Energias Renováveis S.A.

Este documento foi assinado digitalmente por Thiago Maciel Tomazzoli.
Para verificar as assinaturas vá ao site <http://assinaturas.certisign.com.br> e utilize o código 6301-FE68-0F65-270B.

PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Certisign Assinaturas. Para verificar as assinaturas clique no link: <http://assinaturas.certisign.com.br/Verificar/6301-FE68-0F65-270B> ou vá até o site <http://assinaturas.certisign.com.br> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido.

Código para verificação: 6301-FE68-0F65-270B



Hash do Documento

32B7B72F8EAC926FACFFADA672E199B293114065E212A79A84F2C662A51243F6

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 17/12/2025 é(são) :

- ☒ Thiago Maciel Tomazzoli (Signatário) - 062.829.149-30 em 17/12/2025 12:06 UTC-03:00
Tipo: Certificado Digital

Evidências

Geolocation: Location not shared by user.

IP: 172.16.4.2

AC: AC Certisign RFB G5



Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

ANEXO VIII – ART da elaboração do PSB



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

CREA-ES

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço
0820250002040

ART Individual

1. Responsável Técnico

ARTHUR BUCCIARELLI ANDREETTA

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

Empresa contratada: SERVIÇO AUTÔNOMO

RNP: 2615750925

Registro: SP-5069853151/D

Registro: 999999



2. Dados do Contrato

Contratante: STATKRAFT ENERGIAS RENOVÁVEIS S.A.

Rua: RODOVIA ES-355

Complemento: KM 25

Cidade: SANTA MARIA DE JETIBÁ

Telefone:

Contrato:

Valor do Contrato/Honorários: R\$1,00

UF: ES

Nº do Aditivo: 0

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

CPF/CNPJ: 00622416000575

Nº: SN

CEP: 29845000

Bairro: RIO BONITO

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RODOVIA JOSÉ CARLOS DAUX

Complemento: TORRE JURERE A, SALA 325

Cidade: FLORIANOPOLIS

Data de início: 01/06/2024

Proprietário: PCH RIO BONITO

Bairro: SACO GRANDE

UF: SC

Prev. Término: 01/06/2025

Nº: 5500

Quadra Lote

CEP: 88032005

Coord. Geogr.:

CPF/CNPJ: 00622416000575

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 1

Unidade de medida: UNID

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 37 - 8.2 - SERVIÇOS TÉCNICOS

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 100 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1107 - PORTOS, RIOS, CANAIS, BARRAGENS E DIQUE

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 401 - BARRAGENS, 2001 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 100 - NENHUM

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

ELABORAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PSB) DA PCH RIO BONITO, EM ATENDIMENTO A RESOLUÇÃO Nº 1.064/2023, EM CONFORMIDADE A LEI FEDERAL Nº 12.334/2010. DOCUMENTAÇÃO ELABORADA NO ESCRITÓRIO (SEDE) DA USINA.

6. Declarações

Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Local de Data

Arthur Bucciarelli Andreetta
ARTHUR BUCCIARELLI ANDREETTA - CPF: 40319916812

STATKRAFT ENERGIAS RENOVÁVEIS S.A. - CPF/CNPJ: 00622416000575

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creaes.org.br ou www.confes.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creaes.org.br
tel: (27)3134-0046

creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br



CREA-ES
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo

Valor ART: R\$ 103,03

Registrada em: 06/01/2025

Data de pagamento: 06/01/2025

Valor Pago: R\$ 103,03

Nosso Número: 2518700811

VOLUME I - INFORMAÇÕES GERAIS

1. Formulário de Segurança da Barragem (FSB)

Descrição	Código	Autor	Data
FSB Ciclo 2018/2	-	Pequenas Centrais Hidroelétricas S.A	07/01/2018
FSB Ciclo 2019/2	-	Statkraft	02/03/2020
FSB Ciclo 2020/2	-	Statkraft	29/01/2021
FSB Ciclo 2021/2	-	Statkraft	27/01/2022
FSB Ciclo 2022/2	-	Statkraft	30/01/2023
FSB Ciclo 2023/2	-	Statkraft	10/01/2024
FSB Ciclo 2024/2	-	Statkraft	12/02/2025
FSB Ciclo 2025/2	-	Statkraft	22/12/2025

2. Ficha Técnica

Descrição	Código	Autor	Data
Ficha Técnica	RBO-DG4-00-10-FD-001	Statkraft	01/06/2024

3. Localização e acessos

Descrição	Código	Autor	Data
Localização	RBO-DG4-AC-10-DE-001	Statkraft	01/06/2024
Acesso	RBO-DG4-AC-70-DE-001	Statkraft	01/06/2024

VOLUME II - DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

1. Projeto Executivo – Desenhos

Descrição	Código	Autor	Data
Volume 1 – Civil - Barragem			
Barragem - Situação	01	Companhia Constructora Nacional S.A	1952
Barragem - Tomada D'água - Cortes Verticais	09	Companhia Constructora Nacional S.A	1952
Barragem - Tomada D'água - Cortes Horizontais e Vista	10	Companhia Constructora Nacional S.A	1952
Ponte sobre a Barragem – Moldes - Trecho B-F Lado Direito	102A	Companhia Constructora Nacional S.A	1952
Ponte sobre a Barragem – Armação da Laje – Trecho B-F Lado Direito	105	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Ponte sobre a Barragem – Armação Viga Principal – Trecho B-F Lado Direito	107	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Barragem - Tomada D'água - Comporta	11	Companhia Constructora Nacional S.A	1952
Ponte sobre a Barragem - Moldes Trecho A-B e Vertedouro	130A	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Ponte sobre a Barragem – Moldes Trecho à esquerda	217	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Planta de Situação para Escavação do Tubo Forçado	245	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Barragem - Tomada D'água - Moldes do Bloco de Saida	285	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Ponte sobre a Barragem – Trecho sobre o Vertedouro	4513	Escelsa	-

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

Descrição	Código	Autor	Data
Volume 1 – Civil - Reservatório			
Represa Projetada	370 T-01	Escelsa	-
Planta de Situação Geral	680	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Volume 1 – Civil – Conduto Forçado			
Planta de Situação Geral – Corte Longitudinal -Sistema de Adução	052579	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Aqueduto Barragem Túnel - Locação do Tubo em Aço	106	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Duto Forçado - Plano Inclinado	187	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Perfil do Eixo do Túnel e Tubulação	240	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Localização do Duto Forçado	260	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Duto Forçado – Vista e Cortes	263	Companhia Constructora Nacional S.A	1955
Seção Longitudinal do Túnel Adutor, Barragem e Torre de Equilíbrio	682	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Planta e Seção Longitudinal do Duto Forçado, Torre de Equilíbrio e Casa de Válvulas	683	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Volume 1 – Civil – Casa de Válvula			
Casa de Válvula - Detalhes	232	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Túnel entre Chaminé e Casa de Válvula	259	Companhia Constructora Nacional S.A	1955

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

Descrição	Código	Autor	Data
Casa de Válvula – Esquema Cálculo Estático Resumo de Volumes	266	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Detalhes Impermeabilização - Casa de Válvula	282	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Válvula	687A	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Volume 1 – Civil – Chaminé de Equilíbrio			
Armação da Chaminé de Equilíbrio	192	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Moldes da Chaminé de Equilíbrio	200	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Duto Adutor - Ligação Barragem-Túnel	228	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Planta da Chaminé de Equilíbrio	-	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Volume 1 – Civil – Casa de Força			
Planta de Situação da Casa de Força	265A	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Planta de Situação da Usina Rio Bonito	ES-4-26	Escelsa	-
Casa de Força - Moldes do Forro	107	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Casa de Força – Moldes do Quadro 1 - Fachada	114	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Casa de Força – Vigas da Ponte Rolante	130	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Casa de Força – Alas – Furos e Rebaixos para as Lajes L4 e L5	137A	Companhia Constructora Nacional S.A	1953

Descrição	Código	Autor	Data
Casa De Força – Poço de Válvulas	168	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Casa de Força – Fundações – Moldes do Poço de Proteção do Gerador	169	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Alas – Moldes das Fundações	172B	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Alas -Armação das Sapatas de Fundação - 1ª Parte	177	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Alas – Moldes e Armação da Sanca	218	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Instalações Elétricas	4465	-	-
Casa de Força - Fachadas	671	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Casa de Força – Cortes Diversos	673	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Cômodos do Grupo Diesel e Compressor	693	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Planta do Telhado	694	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Escoamento de Águas Pluviais	696	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Parede e Porta de Vidro para a Sala de Comando	697	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Telas de Arame e Venezianas	698	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Diagrama de Água Potável	714	Companhia Constructora Nacional S.A	1954

Descrição	Código	Autor	Data
Casa de Força – Área Coberta	ES-307 RB	Escelsa	1957
Casa de Força – Armação das Vigas e Pilares do Quadro 1 - Fachada	115	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Casa de Força – Planta de Fundação e de Montagem	12058511	MODAG	1957
Casa de Força – Armação das Vigas do Paineil Central – 1º Teto – Cota +495,25 m	144	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Casa de Força – Fundações para Unidade Geradora	164	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Fundações para Unidade Geradora – Cortes Transversais	165	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Fundações para Unidade Geradora – Cortes Transversais	166	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Fundações para Unidade Geradora – Cortes Longitudinais	167	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Fundações – Moldes para Poço de Proteção do Gerador	170	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Fundações – Ancoragem do Gerador	189	Companhia Constructora Nacional S.A	1954
Casa de Força – Planta da Base - Projeção Vertical	T289193	J. M. Voith	1953
Casa de Força – Planta da Base - Corte Lateral	T289194	J. M. Voith	1953
Volume 1 – Civil – Canal de Fuga			
Canal de Fuga – Planta e Cortes	174A	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Canal de Fuga – Parte Coberta	176C	Companhia Constructora Nacional S.A	1954

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

Descrição	Código	Autor	Data
Canal de Fuga – Enrocamento para Proteção da Beira do Rio		Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Volume 1 – Civil - Subestação			
Subestação - Locação de Bases e Canaletas – Planta	00117549	Escelsa	2001
Subestação e Casa de Força – Passagem de Cabos	00117551	Escelsa	2001
Subestação – Instalação Medição de Fronteiras – Bandeja para Cabos - Detalhes	00117552	Escelsa	2001
Estação Transformadora - Planta de Locação das Fundações	122A	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Estação Transformadora - Fundações 2ª Parte - Moldes	123A	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Estação Transformadora - Fundações 1ª Parte - Moldes	124	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Estação Transformadora – Fundação para os Transformadores – Moldes e Armação	125	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Estação Transformadora - Fundações e Canal de Cabos - 3ª Parte – Moldes e Armações	126	Companhia Constructora Nacional S.A	1953
Subestação – Diagrama Trifilar	DPP-RB-A1-02	Escelsa	1992

2. Projeto As Is – Desenhos

Descrição	Código	Autor	Data
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Arranjo Geral	RBO-DG4-BA-30-DE-001	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Barragem de Concreto da Margem Esquerda - Planta e Seções	RBO-DG4-BA-3B-DE-001	Intertechne	2024

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

Descrição	Código	Autor	Data
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Barragem de Concreto da Margem Direita - Planta e Seções	RBO-DG4-BA-3B-DE-002	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Vertedouro - Planta e Seções	RBO-DG4-BA-3B-DE-003	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Tomada D'água - Planta e Seções	RBO-DG4-TA-3B-DE-001	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Descarregador de Fundo - Detalhamento	RBO-DG4-TA-40-DE-001	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Barragem de Concreto da Margem Esquerda - Planta e Seções	RBO-DG4-BA-3B-DE-001-01	ISB Engenharia	2025

3. Projeto As Is – Relatórios Técnicos

Descrição	Código	Autor	Data
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Relatório de Análise da Documentação Existente	RBO-DG4-BA-30-RL-001	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Memorial de Marcos Geodésicos - Statkraft PCH Rio Bonito	RBO-DG4-BA-3X-MD-001	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Memória de Cálculo - Relatório de Análise de Estabilidade	RBO-DG4-BA-3X-MC-001	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Estruturas de Concreto - Avaliação de Desempenho	RBO-DG4-BA-3X-MC-002	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Relatório de Nuvem de Pontos - Statkraft PCH Rio Bonito	RBO-DG4-BA-3X-RT-003	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Nota Técnica - Barramento Margem Esquerda – Plano de Ação	RBO-DG4-BA-3X-MC-003	Intertechne	2024
PCH Rio Bonito - Projeto "As Is" - Relatório de Instrumentação - Statkraft PCH Rio Bonito	RBO-DG4-BA-3X-RT-004	Intertechne	2024

4. Obras Civis – Fase de Operação

Descrição	Código	Autor	Data
Relatório de acompanhamento da obra contenção do talude e ampliação estrutural – Canal de Fuga	-	Recursus Engenharia	2013
Muros de Contenção – Muro de Gravidade e Gabião – Plantas, Cortes e Detalhes	JDJ-EDP-150114-C-0001	JDJ Projetos	2015
Muros de Contenção – Muro de Gravidade e Gabião – Plantas, Cortes e Detalhes	JDJ-EDP-150114-C-0002	JDJ Projetos	2015
Projeções Tubulares – Montagem – Projeto Detalhado	JDJ-EDP-150114-M-0013	JDJ Projetos	2015
Projeções Tubulares – Montagem – Projeto Detalhado	JDJ-EDP-150114-M-0014	JDJ Projetos	2015
Ampliação Sistema de Drenagem PCH Rio Bonito	4600018623	Megaservice Construtora LTDA	2017
Talude da Casa de Válvulas - Relatório de Inspeção de Campo	H355074-00000-229-066-0001	Hatch	2017
Talude da Casa de Válvulas – Área da Casa de Válvulas – Drenagem Superficial - Planta	H355074-00000-228-260-0002	Hatch	2018
Talude da Casa de Válvulas – Tratamento de Talude – Solo Grampeado - Planta	H355074-00000-229-260-0003	Hatch	2018
Talude da Casa de Válvulas – Área da Casa de Válvulas – Tratamento de Talude – Solo Grampeado Seções	H355074-00000-229-260-0004	Hatch	2018
PCH RBO Cotenção Encosta - Relatório de execução 01	01	Hidroforte	2018
PCH RBO Cotenção Encosta - Relatório de execução 02	02	Hidroforte	2018
PCH RBO Cotenção Encosta - Relatório de execução 03	03	Hidroforte	2018
PCH RBO Cotenção Encosta - Relatório de execução 04	04	Hidroforte	2018
PCH RBO Cotenção Encosta - Relatório de execução 05	05	Hidroforte	2018

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

Descrição	Código	Autor	Data
PCH RBO Cotenção Encosta - Relatório de execução 08	08	Hidroforte	2018
PCH Rio Bonito - Limpeza de Drenos de Fundação - Relatório de Execução	-	Hidroforte	2020
Relatório Final de Obra – Reparo nas Ferragens Expostas e Injeção de Poliuretano nas Infiltrações no Interior da Galeria na PCH Rio Bonito	-	Engetta	2020
Relatório de Execução – Serviços de Instalação, Recuperação e Recomposição de Instrumentação de Auscultação Civil	-	Hidroforte	2024
Relatório de execução de serviços para instalação de drenos e piezômetros na galeria de drenagem da PCH Rio Bonito	-	ISB Engenharia	2025

5. Estudos – Fase de Operação

5.1. Gerais

Descrição	Código	Autor	Data
Etapa 1 - Estudos Hidrológicos e Hidráulicos	RBO-HI-3C-REL-0001	Prosenge Projetos e Engenharia	2020
Etapa 2 – Curva de Operação	RBO-HI-3C-REL-0002	Prosenge Projetos e Engenharia	2020
Hidrologia Operacional – Fase 1 – Atividade 1 – Análise da documentação recebida	-	Hicon Engenharia de Recursos Hídricos	2021
Hidrologia Operacional – Fase 1 – Atividade 2 – Balanço Hídrico do Reservatório	-	Hicon Engenharia de Recursos Hídricos	2021
Hidrologia Operacional – Fase 1 – Atividade 3 – Curvas de descarga dos vertedouros	-	Hicon Engenharia de Recursos Hídricos	2021

Documento Externo	The Statkraft Way Plano de Segurança da Barragem	 Statkraft
-------------------	--	--

Descrição	Código	Autor	Data
Modelagem Hidráulica em Impactos a Jusante	HIC-SKER-2021-03-RE-010	Hicon Engenharia de Recursos Hídricos	2021
Relatório de Avaliação da Instrumentação Civil da PCH Rio Bonito	REL-ISB-0688-RBO-001-02	ISB	2023

5.2. Estudo de Rompimento

Descrição	Código	Autor	Data
Estudo de ruptura hipotética	RBO-DBK-RT-23-001-R01	Enemax Engenharia	2023

5.3. Mapas de Inundação

Descrição	Código	Autor	Data
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a ruptura da barragem em cascata em dia seco (Q_{mit})	RBO-DBK-DE-23-001	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a ruptura da barragem em cascata em dia chuvoso (TR 10 anos)	RBO-DBK-DE-23-002	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a ruptura da barragem em cascata em dia chuvoso (TR 100 anos)	RBO-DBK-DE-23-003	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a ruptura da barragem em cascata em dia chuvoso (TR 10.000 anos)	RBO-DBK-DE-23-004	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de risco hidrodinâmico para a ruptura da barragem em cascata em dia seco (Q_{mit})	RBO-DBK-DE-23-005	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de risco hidrodinâmico para a ruptura da barragem em cascata em dia chuvoso (TR 10 anos)	RBO-DBK-DE-23-006	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de risco hidrodinâmico para a ruptura da barragem em cascata em dia chuvoso (TR 100 anos)	RBO-DBK-DE-23-007	Enemax Engenharia	2023

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

Descrição	Código	Autor	Data
Mapeamento de risco hidrodinâmico para a ruptura da barragem em cascata em dia chuvoso (TR 10.000 anos)	RBO-DBK-DE-23-008	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a ruptura da barragem em dia seco (Q_{mlt})	RBO-DBK-DE-23-009	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a ruptura da barragem em dia chuvoso (TR 10 anos)	RBO-DBK-DE-23-010	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a ruptura da barragem em dia chuvoso (TR 100 anos)	RBO-DBK-DE-23-011	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a ruptura da barragem em dia chuvoso (TR 10.000 anos)	RBO-DBK-DE-23-012	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de risco hidrodinâmico para a ruptura da barragem em dia seco (Q_{mlt})	RBO-DBK-DE-23-013	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de risco hidrodinâmico para a ruptura da barragem em dia chuvoso (TR 10 anos)	RBO-DBK-DE-23-014	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de risco hidrodinâmico para a ruptura da barragem em dia chuvoso (TR 100 anos)	RBO-DBK-DE-23-015	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de risco hidrodinâmico para a ruptura da barragem em dia chuvoso (TR 10.000 anos)	RBO-DBK-DE-23-016	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 2 anos	TR 2 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 5 anos	TR 5 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 10 anos	TR 10 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 25 anos	TR 25 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

Descrição	Código	Autor	Data
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 50 anos	TR 50 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 100 anos	TR 100 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 500 anos	TR 500 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 1.000 anos	TR 1.000 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 5.000 anos	TR 5.000 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023
Mapeamento de envoltória máxima de inundação para a cheia natural do TR 10.000 anos	TR 10.000 Inundation Boudary (Max Value_0)	Enemax Engenharia	2023

6. Levantamentos de Campo – Fase de Operação

Descrição	Código	Autor	Data
Levantamento planialtimétrico cadastral entre casa de válvula e chaminé de equilíbrio	EDP-A1 01	Hidroforte	2017
Perfis de seções	EDP-A1 02	Hidroforte	2017
Seções	EDP-A1 03	Hidroforte	2017
Seções	EDP-A1 04	Hidroforte	2017
Levantamento topográfico	-	Matrix Topografia	2020
Serviço de aerolevantamento com geração de produtos cartográficos	Relatório Técnico	SAI Brasil	2022

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

VOLUME III - PLANOS E PROCEDIMENTOS

Descrição	Código	Autor	Data
Emergency Response Plan ERP Tier 1	PS-HSE-R-50	Statkraft	2022
Emergency Response Plan ERP Tier 1	Anexo de cada usina	Statkraft	2020
Plano de Contingência COI	PS-HSE-R-59	Statkraft	2025
Emergency Response Plan ERP Tier 2	PS-HSS-R-004	Statkraft	2025
Instrução de Operação PCH Rio Bonito	IO.COS-SKER.RBO-Rev.01	Statkraft	2021
Manual de Operação PCH Rio Bonito	MO.COS-SKER.RBO-Rev.01	Statkraft	2022
Manual de Operação do reservatório	HIC-SKER-2021-03-RE-007	Hicon Engenharia de Recursos Hídricos	2021
Public Safety around Dams Management – Brazil Region – Supporting document	PS-O&M-R-030	Statkraft	2025
Plano de Manutenção Civil	IBOM-DG4-00-30-PT-001	Statkraft	2023
Análise de Condição Civil	IBOM-DG4-00-30-MA-001	Statkraft	2023
Limpeza, supressão de vegetação e conservação das barragens e estruturas associadas	IBOM-DG4-AE-80-PT-001	Statkraft	2023
Limpeza, supressão de vegetação e conservação das barragens e estruturas associadas	Anexo	Statkraft	2023
Trabalho junto a taludes	IBOM-DG4-AE-10-PT-001	Statkraft	2025
Manual de Gestão de Emergência – Período de Cheias – Hydro	PS-O&M-R-010	Statkraft	2025
Procedimento de Treinamentos – Período de Cheias – Hydro	PS-O&M-R-011	Statkraft	2025
Procedimento de Notificação – Período de Cheias – Hydro	PS-O&M-R-012	Statkraft	2025

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

Descrição	Código	Autor	Data
Procedimento de Comunicação – Período de Cheias – Hydro	PS-O&M-R-013	Statkraft	2025
Procedimento para acionamento das sirenes de alerta – Operação, Manutenção e Simulado	PS-O&M-R-014	Statkraft	2025
Procedimento para Operacionalização do PAE	PS-O&M-R-020	Statkraft	2025

VOLUME IV - REGISTROS E CONTROLES

1. Relatórios de compilação e interpretação da instrumentação

Descrição	Código	Autor	Data
Relatório de Auscultação Civil	GE-AU-001-PCH-RBO-07-17	Geometrisa	2017
Relatório de Auscultação Civil	GE-AU-002-PCH-RBO-06-18	Geometrisa	2018
Relatório de Inspeção Rotineira	RBO-IR-19-001	Enemax Engenharia	04/2019
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-19-002	Enemax Engenharia	06/2019
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-19-003	Enemax Engenharia	07/2019
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-19-004	Enemax Engenharia	08/2019
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-19-005	Enemax Engenharia	09/2019
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-19-006	Enemax Engenharia	10/2019
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-19-007	Enemax Engenharia	11/2019
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-19-008	Enemax Engenharia	12/2019
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-001	Enemax Engenharia	01/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-002	Enemax Engenharia	02/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-003	Enemax Engenharia	04/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-004	Enemax Engenharia	05/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-005	Enemax Engenharia	06/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-006	Enemax Engenharia	07/2020

Descrição	Código	Autor	Data
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-007	Enemax Engenharia	08/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-008	Enemax Engenharia	09/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-009	Enemax Engenharia	10/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-010	Enemax Engenharia	11/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-20-011	Enemax Engenharia	12/2020
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-001	Enemax Engenharia	01/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-002	Enemax Engenharia	02/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-003	Enemax Engenharia	03/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-004	Enemax Engenharia	04/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-005	Enemax Engenharia	05/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-006	Enemax Engenharia	06/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-007	Enemax Engenharia	07/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-008	Enemax Engenharia	08/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-009	Enemax Engenharia	09/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-010	Enemax Engenharia	10/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-011	Enemax Engenharia	11/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-21-012	Enemax Engenharia	12/2021
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-001	Enemax Engenharia	01/2022

Descrição	Código	Autor	Data
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-002	Enemax Engenharia	02/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-003	Enemax Engenharia	03/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-004	Enemax Engenharia	04/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-005	Enemax Engenharia	05/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-006	Enemax Engenharia	06/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-007	Enemax Engenharia	07/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-008	Enemax Engenharia	08/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-009	Enemax Engenharia	09/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-010	Enemax Engenharia	10/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-011	Enemax Engenharia	11/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-22-012	Enemax Engenharia	12/2022
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-001	Enemax Engenharia	01/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-002	Enemax Engenharia	02/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-003	Enemax Engenharia	03/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-004	Enemax Engenharia	04/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-005	Enemax Engenharia	05/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-006	Enemax Engenharia	06/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-007	Enemax Engenharia	07/2023

Descrição	Código	Autor	Data
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-008	Enemax Engenharia	08/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-009	Enemax Engenharia	09/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-010	Enemax Engenharia	10/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-011	Enemax Engenharia	11/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RM-23-012	Enemax Engenharia	12/2023
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-001	Enemax Engenharia	01/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-002	Enemax Engenharia	02/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-003	Enemax Engenharia	03/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-004	Enemax Engenharia	04/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-005	Enemax Engenharia	05/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-006	Enemax Engenharia	06/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-007	Enemax Engenharia	07/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-008	Enemax Engenharia	08/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-009	Enemax Engenharia	09/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-010	Enemax Engenharia	10/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-011	Enemax Engenharia	11/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-RAM-24-012	Enemax Engenharia	12/2024
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	FGR-RAM-25-001	Enemax Engenharia	01/2025

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

Descrição	Código	Autor	Data
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	FGR-RAM-25-002	Enemax Engenharia	02/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-001	Enemax Engenharia	03/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-002	Enemax Engenharia	04/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-003	Enemax Engenharia	05/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-004	Enemax Engenharia	06/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-005	Enemax Engenharia	07/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-006	Enemax Engenharia	08/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-007	Enemax Engenharia	09/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-008	Enemax Engenharia	10/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-009	Enemax Engenharia	11/2025
Relatório Mensal da Instrumentação e Inspeção Rotineira	RBO-DG4-BA-30-RI-010	Enemax Engenharia	12/2025

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

2. Relatórios de Inspeção de Segurança Regular

Descrição	Código	Autor	Data
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	GE-IV-001-PCH-RBO-12-16	Geometrisa	2016
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	GE-IV-002-PCH-RBO-06-17	Geometrisa	2017
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	GE-IV-003-PCH-RBO-12-17	Geometrisa	2017
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	GE-IV-004-UHE-SUI-06-18	Geometrisa	2018
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	RBO-RS-19-001	Enemax Engenharia	2019
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	RBO-ISR-20-001	Enemax Engenharia	2020
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	RBO-ISR-21-001	Enemax Engenharia	2021
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	RBO-ISR-22-R00	Enemax Engenharia	2022
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	RBO-ISR-23-R00	Enemax Engenharia	2023
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	RBO-DG4-BA-30-RL-001-00	Statkraft	2024
Relatório de Inspeção de Segurança Regular	RBO-DG4-BA-30-RL-002-01	Statkraft	2025

3. Relatórios de Inspeção de Segurança Especial

Descrição	Código	Autor	Data
Inspeção do Túnel PCH Rio Bonito	-	Statkraft	2022

4. Relatórios do Programa de Segurança Pública no entorno de barragens

Descrição	Código	Autor	Data
Relatório de Segurança Pública no entorno de barragens	RBO-DG4-AE-10-RL-001-00	Statkraft	2023

VOLUME V - REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA (RPS)

Descrição	Código	Autor	Data
RT1: Coleta de documentação da barragem e dados básicos	RBO-RPS-22-001-R01	Enemax Engenharia	2022
RT2: Inspeção de campo detalhada	RBO-RPS-22-002-R01	Enemax Engenharia	2022
RT3: Estudos hidrológicos	RBO-RPS-22-003-R01	Enemax Engenharia	2022
RT4: Elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE)	RBO-RPS-22-004-R01	Enemax Engenharia	2022
RT5: Estudos geológico-geotécnicos e sísmológicos	RBO-RPS-22-005-R01	Enemax Engenharia	2022
RT6: Estudos da fundação da barragem e do reservatório	RBO-RPS-22-006-R01	Enemax Engenharia	2022
RT7: Avaliação das estruturas extravasoras e de operação	RBO-RPS-22-007-R02	Enemax Engenharia	2022
RT8: Avaliação do barramento e revisão da estabilidade	RBO-RPS-22-008-R01	Enemax Engenharia	2022
RT9: Revisão dos procedimentos de operação e manutenção	RBO-RPS-22-009-R01	Enemax Engenharia	2022
RT10: Revisão dos procedimentos, equipamentos e registros de instrumentação e monitoramento	RBO-RPS-22-010-R01	Enemax Engenharia	2022
RT11: Reavaliação da Categoria de Risco e do Dano Potencial Associado	RBO-RPS-22-011-R01	Enemax Engenharia	2022
Relatório Final	RBO-RPS-22-012-R02	Enemax Engenharia	2022
Resumo Executivo	RBO-RPS-22-013-R01	Enemax Engenharia	2022
Executive Summary of the Dam Safety Review	RBO-DSR-22-001	Enemax Engenharia	2022

Documento Externo	<p>The Statkraft Way</p> <p>Plano de Segurança da Barragem</p>	 Statkraft
-------------------	---	--

VOLUME VI - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)

Descrição	Código	Autor	Data
Plano de Ação de Emergência (PAE)	RBO-DG4-00-10-PAE-002-02	Statkraft	2025