

VELCAN Energy

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

PCH RODEIO BONITO



ROB-C-PAE-001-01-24

DEZEMBRO/2024

Responsável Legal

Taíze Cristina Machado de Lima
Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.

Resp. Técnico Seg. Barragem

Eng. Civil Patricia Becker
CREA/SC: 044.186-9

Responsável PAE

Eng. Civil Patricia Becker
CREA/SC: 044.186-9

01	15/01/2025	Implantação PAE	PBE	Prosenge Projetos Eng.
00	29/07/2024	Emissão inicial	PBE	Prosenge Projetos Eng.
Revisão	Data	Objeto da revisão	Red.	Empresa

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA	1
PCH RODEIO BONITO	1
1 INTRODUÇÃO	7
2 HISTÓRICO	7
2.1 Objetivo	7
2.2 Organização do Relatório.....	8
3 INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM	10
3.1 Localização e acessos	12
3.2 Reservatório	14
3.3 Barragem.....	15
3.4 Vertedouro.....	15
3.5 Descarga de Fundo e Casa de Força Auxiliar.....	16
3.6 Circuito Hidráulico de Adução e Geração Principal.....	16
3.6.1 Canal de Adução	17
3.6.2 Tomada d'água.....	17
3.6.3 Conduto Forçado	17
3.6.4 Casa de Força e Canal de Fuga	17
3.7 Instrumentação.....	18
3.8 Níveis Operacionais	19
4 DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA 31	
4.1 Avaliação do Risco	31
4.1.1 Risco Hidrológico.....	31
4.1.2 Risco de Colapso Estrutural	32
4.2 Análise dos Potenciais Modos de Ruptura	33
5 ESTUDO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM	36
5.1 Modelo da Brecha	36
5.1.1 Parâmetros de Formação de Brecha de Ruptura.....	36
5.1.2 Parâmetros de Ruptura da Barragem.....	38
5.1.3 Variáveis Hidráulicas	38
5.2 Modelo Hidráulico.....	40

5.2.1	Seções Hidráulicas	42
5.2.2	Áreas de Armazenamento	44
5.2.3	Processo De Ruptura – HEC-RAS	45
5.3	Dados de Entrada.....	45
5.3.1	Calibração dos Parâmetros de Entrada.....	46
5.3.2	Fluxograma.....	46
5.3.3	Hipótese e Prováveis Modos de Ruptura	48
5.4	Resultados.....	48
5.4.1	Parâmetros da Brecha.....	49
5.4.2	Propagação da Onda	49
5.4.3	Modo de Ruptura Determinístico 1 – RDC 1 (Milenar)	49
5.4.4	Modo de Ruptura Determinístico 2 – RDC 2 (<i>Sunny Day</i>)	51
5.4.5	Resumo hidráulico.....	52
5.4.6	Região de Amortecimento	55
5.5	Mapas de Inundação	55
5.5.1	Zoneamento de Risco	57
5.5.2	Zona De Autossalvamento (ZAS)	59
5.5.3	Zona Secundária De Salvamento (ZSS)	59
5.5.4	Seções de Interesse.....	59
6	AGÊNCIAS E ENTIDADES ENVOLVIDAS	61
6.1	Agentes Interno	61
6.2	Agentes Externos	62
6.3	Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação	62
7	CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA E RISCO DE RUPTURA.....	64
7.1	Condição Hidrológica	64
7.2	Condição Estrutural	64
7.2.1	Monitoramento das Estruturas	64
7.2.2	Revisão Periódica de Segurança	66
7.2.3	Tramitação das Informações	66

7.3	Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem	73
8	RESPONSABILIDADES DE TODOS OS AGENTES ENVOLVIDOS	74
8.1	Agente Interno – RODEIO BONITO HIDRELÉTRICA S.A.	74
8.2	Agentes Externos	75
8.3	Atribuições Conjuntas entre a Usina e Agentes Externos	79
8.3.1	1º Etapa - Protocolo PAE aos Agentes Externos	79
8.3.2	2º Etapa - Cadastro e mapeamento da população existente na ZAS	79
8.3.3	Articulação com agentes externos após cadastro ZAS	79
9	PROGRAMA DE AÇÕES PREVENTIVAS, TÃO LOGO IDENTIFICADAS SITUAÇÕES EMERGÊNCIAIS.....	81
9.1	Situação Normal (VERDE)	81
9.2	Situação Atenção (AMARELO)	82
9.3	Situação de Alerta (LARANJA).....	82
9.4	Situação de Emergência 1 (VERMELHO CLARO)	83
9.5	Situação de Emergência 2 (VERMELHO ESCURO)	83
10	PLANO DE EVACUAÇÃO	84
10.1	Estradas Atingidas.....	84
10.2	Propriedades Atingidas	84
10.3	Zona de Autossalvamento – ZAS.....	85
10.4	Resumo Plano de Evacuação – Risco Hidrodinâmico	86
11	FLUXO DE INFORMAÇÃO E ACIONAMENTO	89
11.1	Meios de Comunicação	89
11.2	Acionamento em Caso de Emergências	89
12	FORMULÁRIOS DE DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA, DE DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA E DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO.....	92
13	RELAÇÃO DAS ENTIDADES PÚBLICAS E PRIVADAS QUE RECEBERAM CÓPIA DO PAE COM OS RESPECTIVOS PROTOCOLOS DE RECEBIMENTO.....	92
14	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	94
15	EQUIPE TÉCNICA	95
16	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
17	ANEXOS	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Foto das estruturas civis– PCH Rodeio Bonito	11
Figura 2 – Localização da PCH Rodeio Bonito	13
Figura 3 – Curva Cota x Área x Volume – Reservatório	14
Figura 4 – Curva de Descarga – Vertedouro	16
Figura 5 – Localização da Instrumentação do Barramento	18
Figura 6 – Arranjo geral da PCH Rodeio Bonito	20
Figura 7 – Barramento - Planta	21
Figura 8 – Barramento – Seção Longitudinal.....	22
Figura 9 – Barramento – Seção Longitudinal obtida topografia Matrix - 2024.....	23
Figura 10 – Barragem – Seção Margem Direita	24
Figura 11 – Seção Vertedouro	25
Figura 12 – Barragem – Seção Margem Esquerda	26
Figura 13 – Descarga de Fundo e Minicentral - Planta.....	27
Figura 14 – Descarga de Fundo e Minicentral - Seção.....	28
Figura 15 – Circuito de Geração - Seção.....	29
Figura 16 – Casa de Força – Seção	30
Figura 17 - Representação dos parâmetros de forma da brecha de ruptura.....	37
Figura 18 – Exemplo dos tempos da onda.....	39
Figura 19 - Seção transversal obtida do MDT.....	43
Figura 20 - Seção do MDT com calha inserida através de interpolação de seções topobatimétricas	43
Figura 21 - Representação esquemática de entrada e saída de dados no modelo HEC-RAS.....	47
Figura 22 - Modelo HEC-RAS PCH Rodeio Bonito do vale a jusante	47
Figura 23 - Vista a Jusante da PCH Rodeio Bonito	48
Figura 24 - Propagação de hidrogramas nas seções de controle no rio Irani RDC 1 (milénar).....	50
Figura 25 - Altura Incremental da onda propagada nas seções de controle no rio Irani – RDC 1 (milénar).	50
Figura 26 - Propagação de hidrogramas nas seções de controle no rio Irani, RDC 2 (<i>Sunny Day</i>)	51
Figura 27 - Altura Incremental da onda propagada nas seções de controle no rio Irani, RDC 2 (<i>Sunny Day</i>)	52
Figura 28 – Níveis de Segurança e Risco de Ruptura.....	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos no rio Irani em operação, próximos a PCH Rodeio Bonito	13
Tabela 2 - Curva Cota x Área x Volume – Reservatório	14
Tabela 3 - Curva de Descarga – Vertedouro	16
Tabela 4 – Instrumentação – Barragem.....	19
Tabela 5 – Risco de Ocorrência do evento de Projeto com Tempo de Retorno TR (%).....	31
Tabela 6 – Resultado Análise de Estabilidade - Vertedouro.....	32
Tabela 7 – Resultado Análise de Estabilidade - Barragem.....	32
Tabela 8. Coeficientes de descarga.....	36
Tabela 9 – Fontes da geometria do rio (Anexo I – Dados)	44
Tabela 10 - Vazões de projeto	46
Tabela 11 - Parametrização das brechas dos modos de ruptura (<i>colapso múltiplos blocos</i>) da Barragem Rodeio Bonito.....	49
Tabela 12 - Resumo das estruturas da Usina e Ponte	52
Tabela 13 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção para TR 1.000 anos	53
Tabela 14 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção - QMLT	54
Tabela 15 – Legenda para Risco Hidrodinâmico	59
Tabela 16 – Localização das Seções de Interesse.....	59
Tabela 17 – Níveis de Segurança e risco Ruptura	68
Tabela 18 – Ações de resposta (Normal).....	81
Tabela 19 – Ações de resposta (Atenção)	82
Tabela 20 – Ações de resposta (Alerta)	82
Tabela 21 – Ações de resposta (Emergência 1)	83
Tabela 22 – Ações de resposta (Emergência 2)	83
Tabela 23 – Estimativa das propriedades atingidas – Rompimento TR 1.000 anos	85
Tabela 24 – Características das infraestruturas/edificações localizadas na ZAS da barragem.....	86
Tabela 25 – Resumo do Plano de Evacuação	88
Tabela 26 – Legenda para Risco Hidrodinâmico	88
Tabela 27 – Entidades que recebem Cópia PAE.....	92
Tabela 28 – Controle das Entidades que receberam uma cópia do PAE.....	93

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório contempla o Plano de Ação de Emergências da PCH Rodeio Bonito, no rio Irani, pertencente à **Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.**, localizada no estado de Santa Catarina. Visa atender a Política Nacional de Segurança de Barragens – Lei Federal nº Lei 12.334 de 20 de setembro de 2010 alterada pela 14.066 de 30 de setembro de 2020, a Resolução Normativa – ANEEL - Nº 1064/2023.

O presente Plano de Ação de Emergências (PAE) possui o intuito de atender à Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010/2020 e a Resolução Normativa nº 1.064 de 2 de maio de 2023, onde a barragem da PCH Rodeio Bonito foi classificada como Barragem de categoria B, Categoria de Risco Baixo e Dano Potencial Alto. Dano confirmado pelo estudo de rompimento a ser detalhado no item 0.

Conforme a lei citada uma barragem com classificação de Dano Potencial Alto necessita de um Plano de Ação de Emergências – PAE. Para obtenção dos dados foi realizada uma Inspeção Civil Regular, agosto/2024, por uma equipe técnica multidisciplinar, com o objetivo de verificar todas as estruturas civis da usina, e percorrer o trecho de jusante do barramento para identificação dos pontos de risco. Da visita resultou o Relatório de Inspeção Civil **ROB-C-ISR-001-00-24** – PCH Rodeio Bonito apresentado no Anexo I do Plano de Segurança da Barragem.

2 HISTÓRICO

Em setembro de 2017 a empresa SBB Engenharia, através do documento: **RE-SBB-USRB-026-R0**, elaborou o Plano de Segurança de Barragens.

Já de março a julho de 2024 a Prosenge Projetos e Engenharia elaborou o estudo de rompimento da Barragem de acordo com RN 1064/2023 onde foi confirmado Dano Alto e por consequência a necessidade de elaboração do Plano de ação de emergências, documento em questão.

2.1 Objetivo

De acordo com a Lei 12.334 de setembro de 2010 alterada pela Lei 14.066/2020 e da Resolução Normativa nº 1.064 de 2 de maio de 2023, todas as barragens deverão ser classificadas conforme o risco e o dano potencial associado.

Após a classificação da barragem PCH Rodeio Bonito, verificou-se a necessidade de elaboração do Plano de Segurança da Barragem, pois a classificação indica categoria de risco Baixo e dano potencial Alto o que resulta em uma barragem **Classe B**, e conseqüentemente se fez necessário a elaboração do Plano de Ação de Emergências (PAE), documento em questão.

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

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

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

2.2 Organização do Relatório

O estudo está dividido segundo a seguinte estrutura:

- Cap.1 – Introdução
- Cap.2 – Histórico
- Cap.3 – Informações Gerais da Barragem
- Cap.4 – Detecção, Avaliação e Classificação das Situações de Emergência
- Cap.5 – Estudo do Rompimento da Barragem
- Cap.6 – Agências e Entidades Envolvidas
- Cap.7 – Caracterização dos Níveis de Segurança e Risco de Ruptura
- Cap.8 – Responsabilidades de todos os Agentes Envolvidos
- Cap.9 – Programa de Ações Preventivas, tão logo Identificadas Situações Emergenciais
- Cap.10 – Acessos, Mapas de Áreas Sujeitas a Inundações Potenciais
- Cap.11 – Fluxo de Informação e Acionamento
- Cap.12 – Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação
- Cap.13– Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do PAE com os respectivos protocolos de recebimento
- Cap.14 – Conclusões e Recomendações
- Cap.15 – Equipe Técnica
- Cap.16 – Bibliografia
- Cap.17 – Anexos

- Anexo I – Dados (somente digital)
- Anexo II – Área Resguardada e Acessos
- Anexo III – Curva de Referência
- Anexo IV – Seções Restituição
- Anexo V – Mapas de Inundação
- Anexo VI – Zona de Auto salvamento
- Anexo VII – Risco Hidrodinâmico
- Anexo VIII – Fluxograma de Acionamento
- Anexo IX – Apresentação PAE
- Anexo X – Formulários
- Anexo XI – ART

3 INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM

A PCH Rodeio Bonito está localizada nos municípios de Arvoredo, Xaxim e Chapecó - SC, no rio Irani, com potência instalada de 14,68 MW entrou em operação comercial em 2010.

O eixo de captação da barragem da PCH Rodeio Bonito está nas coordenadas 27° 6'39,63" Sul e 52°28'55,77" Oeste e apresenta uma área de drenagem de 1.445 km².

O arranjo geral do aproveitamento se constitui por uma barragem de concreto compactado com rolo com altura máxima de 32,20 m, barrando o rio e criando um reservatório com o nível normal na El. 322,00 m e área alagada de 0,84 Km².

O empreendimento é composto por um Vertedouro soleira livre de 126,00 m de comprimento e soleira na El. 322,00 m.

A adução é realizada por Canal de Adução escavado em rocha/solo com 135,00 m de extensão, Tomada d'água e três Conduitos Forçados.

A Casa de Força Principal é abrigada, composta de três unidades geradoras Francis de Eixo Horizontal com potência de 4,68 MW/cada. Junto ao barramento da ombreira direta está implantado uma minicentral com aproveitamento da vazão sanitária e composta de 2 unidades Kaplan Vertical com potência unitária de 0,32 MW/cada.

Abaixo será apresentado arranjo geral das estruturas da PCH Rodeio Bonito.

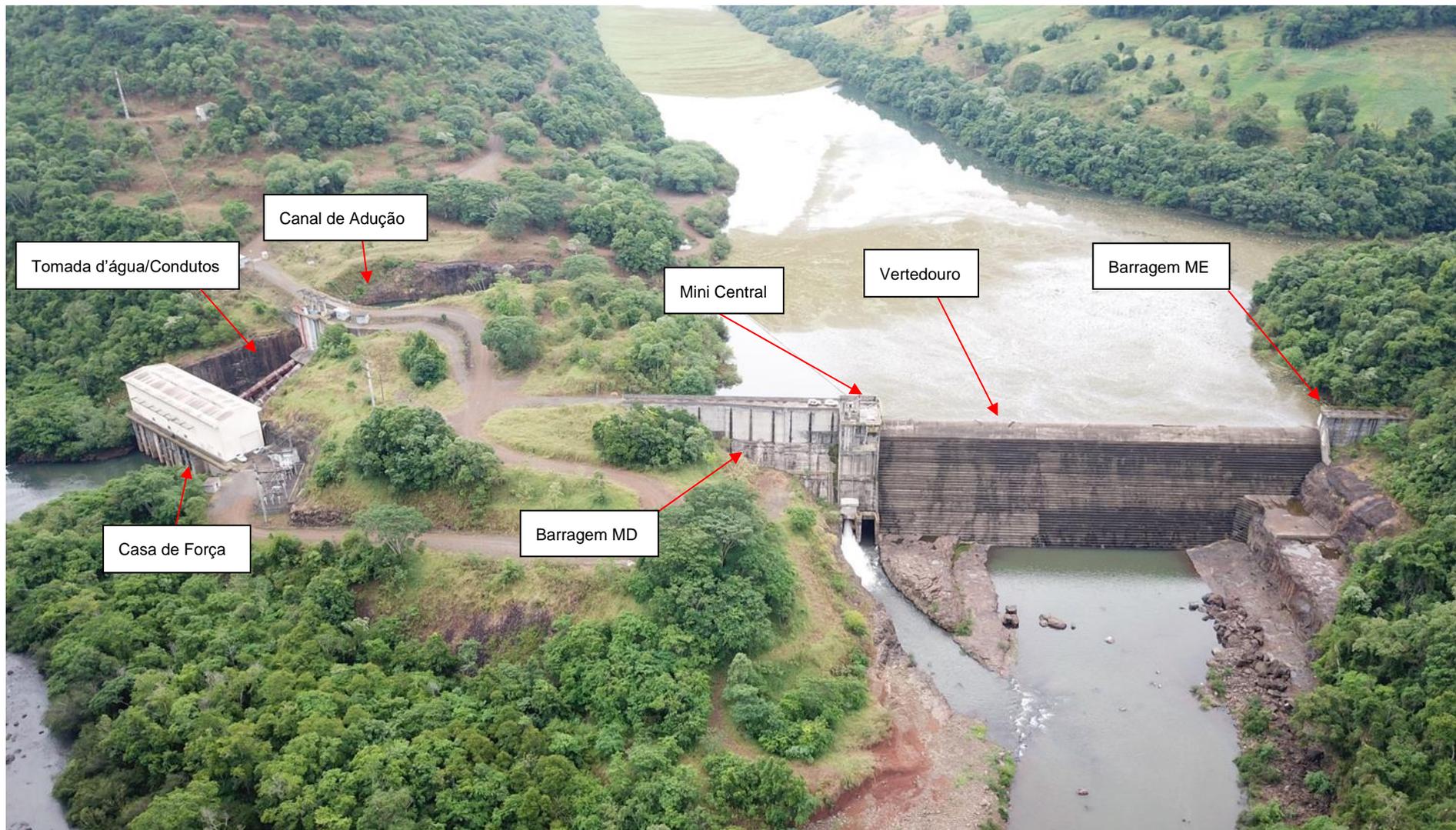
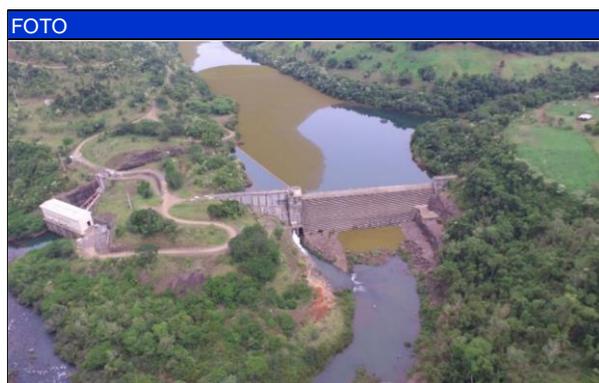


Figura 1 – Foto das estruturas civis– PCH Rodeio Bonito

A ficha técnica da Usina está apresentada abaixo e no Anexo I – Documentos do Projeto (1-Gerais).

VELCAN Energy **FICHA TÉCNICA - PCH RODEIO BONITO**



CASCATA	
Usina Montante:	PCH Arvoredo
Usina Jusante:	UHE Foz do Chapecó-Rio Uruguai

ÓRGÃOS EXTRAVASORES - VERTEDOURO LIVRE	
Tipo:	Soleira Livre
Comprimento (m):	126,00
Cota da Soleira (m):	322,00
Capacidade (m³/s):	3.220,33 TR 1.000 anos

CANAL DE ADUÇÃO	
Tipo:	Escavado em rocha e solo
Comprimento Total (m):	135,00
Área da Seção (m²):	68,25
Largura (m):	8,00

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	
Nome:	PCH Rodeio Bonito
Municípios:	Arvoredo, Xaxim e Chapecó - SC
Proprietário:	Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.

TOMADA D'ÁGUA	
Tipo:	Gravidade em concreto
Largura:	13,00
Altura:	16,55
Cota da Crista (m):	328,1
Número Comportas Vagão	3
Dimensões (LxA - m):	3,20 x 3,00

DATAS	
Início da Construção:	2007
Início Operação:	2010
Manutenção Barragem:	-----

BACIA HIDROGRÁFICA	
Curso d'Água:	Rio Irani
Bacia (ANEEL):	7-Rio Uruguai
Sub-Bacia (ANEEL):	73

CONDUTOS FORÇADO	
Unidades:	3
Diâmetro (m):	2,75
Comprimento Total (m):	36,00

RESERVATÓRIO		
Área Drenagem - (km²):	1445,00	
Área NA Normal - (km²):	0,84	
Volume NA Normal (hm³):	9,06	
Vazão Remanescente (m³/s)	3,25	
Níveis de Água (m):	Máx. Max.:	327,13
	Normal:	322,00
	Mínimo:	321,00

CASA DE FORÇA		
Tipo:	Abrigada	
Potência Instalada Total (MW)	14,68	
Unidades Gerad. Principal (MW):	3 x 4,68 Francis Horiz. Dupla	
Unidades Gerad. Mini Central (MW):	2x 0,32 Kaplan Vertical	
Vazão Máxima (m³/s):	22,71	
Queda Bruta Máxima Principal (m)	26,38	
Nível de água jusante (m):	Máx. Max.:	304,62
	Normal:	294,40
	Mínimo:	

BARRAGEM	
Tipo:	Gravidade Concreto - CCR
Comprimento (m):	223,00
Altura Máxima (m):	33,00
Elevação Crista (m):	327,5 (ME) e 328,60 (MD)

TURBINAS Potência Nonimal	
Principal [MW] - 1 a 3	4,68 Unitária
Mini Central [MW] - 4 e 5	0,32 Unitária

3.1 Localização e acessos

O aproveitamento hidrelétrico encontra-se na porção final do rio Irani, sendo que as usinas de montante PCH Leão e de jusante PCH Aldeia ainda não iniciaram construção. Logo a montante em operação está PCH Arvoredo da SPE Arvoredo Energia S.A. (CPFL Renováveis).

O acesso ao local é feito a partir do retorno da rodovia BR 283 de Seara para direção Chapecó, logo após ponte sobre rio Irani, vira-se à esquerda por estrada vicinal cerca de 4,80 até Usina. A figura abaixo apresenta acesso a usina. O desenho do acesso está apresentado Anexo I – 1 Gerais.

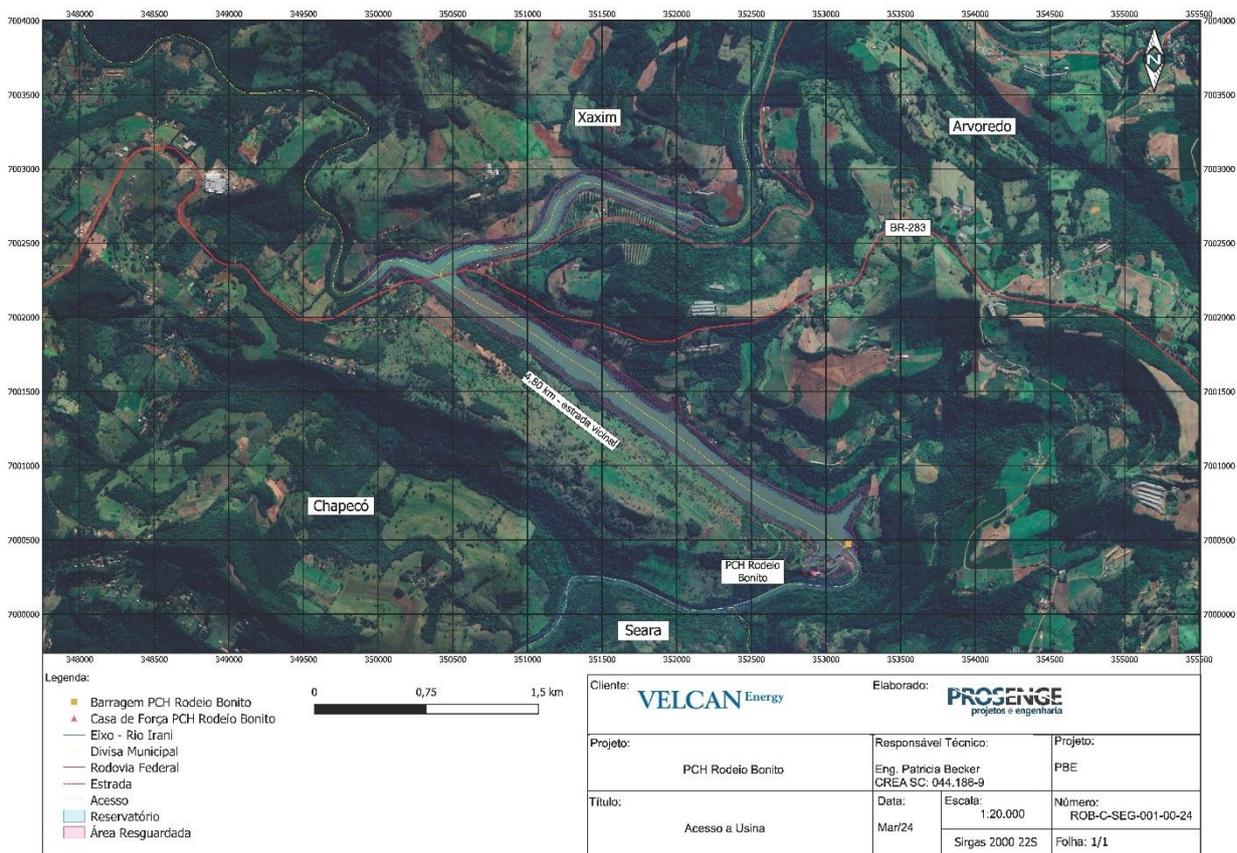


Figura 2 – Localização da PCH Rodeio Bonito

A Tabela 1 abaixo apresenta a localização relativa da PCH Rodeio Bonito na divisão de quedas do rio Irani.

Tabela 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos no rio Irani em operação, próximos a PCH Rodeio Bonito

Posição em relação à PCH Rodeio Bonito	Aproveitamento	Potência Instalada (MW)	Proprietário
Montante	PCH Barra das Águas	8,50	Ratífec S.A. Industria e Comércio de Sacarias
	PCH Plano Alto	16,00	SPE Plano Alto Energia S.A. do Grupo CPFL Renováveis
	PCH Xavantina	6,075	SPE Xavantina Energética S.A.
	PCH Alto Irani	21,00	SPE Alto Irani Energia S.A. do Grupo CPFL Renováveis
	PCH Arvoredo	13,00	SPE Arvoredo Energia S.A do Grupo CPFL Renováveis
PCH Rodeio Bonito		14,68	Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.
Jusante	Sem usina operação		

Fonte (Aneel, 2024)

3.2 Reservatório

O nível de água máximo normal no reservatório da PCH Rodeio Bonito está fixado na EI 322,00 m. Nesta elevação, o reservatório acumula um volume na ordem de 9,06 hm³ e ocupa uma área de 0,84 km².

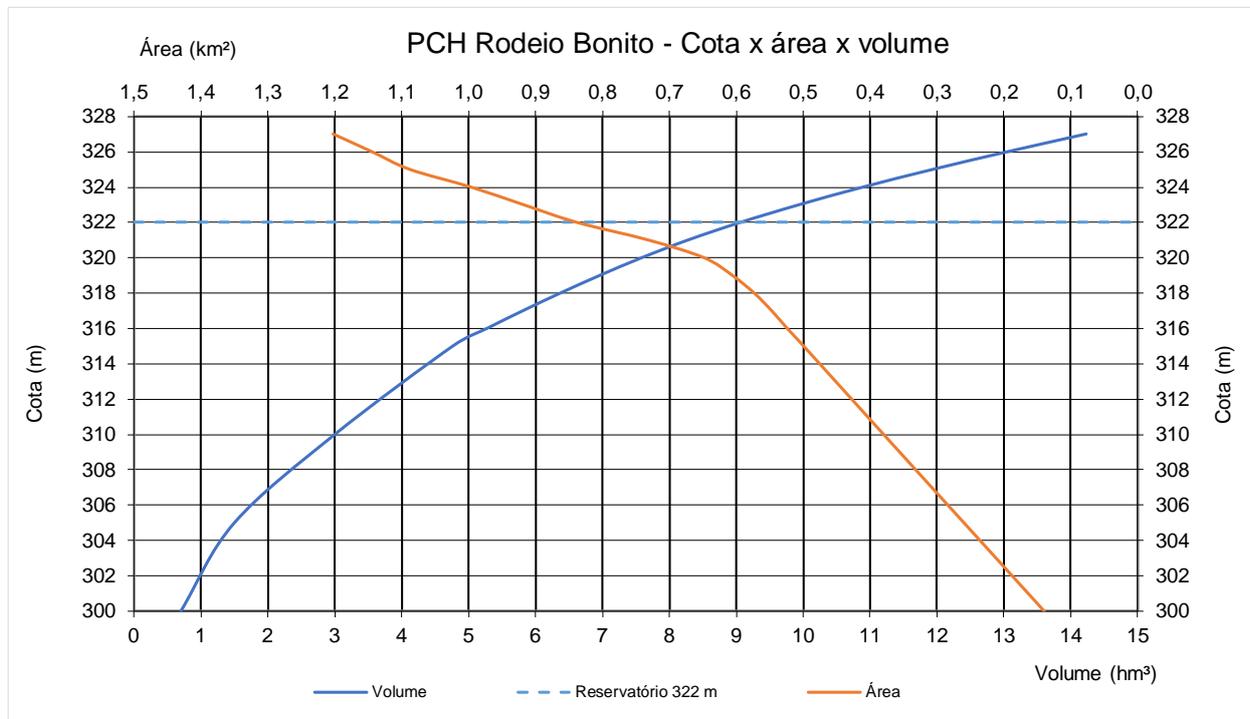


Figura 3 – Curva Cota x Área x Volume – Reservatório

Tabela 2 - Curva Cota x Área x Volume – Reservatório

Cota (m)	Area (km ²)	Volume (hm ³)
300	0,14	0,70
305	0,26	1,50
310	0,38	3,00
315,00	0,50	4,76
316,00	0,52	5,28
317,00	0,55	5,81
318,00	0,57	6,37
319,00	0,61	6,96
320,00	0,65	7,59
321,00	0,73	8,28
322,00	0,84	9,06
323,00	0,92	9,94
324,00	1,00	10,90
325,00	1,09	11,94
326,00	1,14	13,06
327,00	1,20	14,23

3.3 Barragem

A PCH Rodeio Bonito tem a barragem de concreto compactado a rolo em ambas as margens, apresenta a maior altura de 32,20 m e comprimento total de 223,00 m (incluído o vertedouro – 125 m). Esta barragem possui proteção na El. 327,50 m na margem esquerda. Somente na Barragem da margem direita possui mais mureta de 1,10 m, protegida pra El. 328,60 m.

Nas ombreiras das margens direita e esquerda foram instalados e em funcionamento 8 piezômetros Casagrande, sendo 4 em cada margem.

Os documentos da Barragem estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 2- Barragem, do Plano Segurança da Barragem (ROB-C-PSB-001-00-24).

Importante ressaltar que foi realizado cadastro das cotas e largura do vertedouro por laser com topografia Matrix 2024. Este levantamento está apresentado no Anexo I – 2 Barragem (Dados_Barragem Rodeio Bonito_Matrix 2024). Neste levantamento foi confirmado cotas da crista e muretas e largura do vertedouro de 126 m.

3.4 Vertedouro

O vertedouro situa-se no leito do rio, a superfície de escoamento na região da crista e no paramento imediatamente a jusante apresenta-se com perfil tipo USBR (perfil *creager*) com 126 m de comprimento (obtida topografia Matrix 2024 - Figura 9), com paramento de montante vertical. O paramento de jusante possui escadas com inclinação 1 V: 0,85 H e calha em degraus. O vertedouro com vazão revisada de 1.000 anos de recorrência ($Q_{1.000} = 3220,33 \text{ m}^3/\text{s}$) atinge NA Máx Max de 327,13 m, conforme informações da RPS. A soleira da ogiva encontra-se na EL. 322,00 m com o núcleo em CCR e em concreto convencional nas suas faces externas e junto à fundação em rocha sã. A cota de proteção da barragem na margem direita é a crista na EL. 327,50 m mais uma mureta de 1,10 m, EL. 328,60, garantindo borda livre de 1,47 m. Já a margem esquerda está com crista na El. 327,50 m sem mureta, logo borda livre fica de 0,37 m.

O projeto do vertedouro está apresentado nos desenhos do Anexo I – Documentos de Projeto – 3-Vertedouro, do Plano Segurança da Barragem (ROB-C-PSB-001-00-24).

A curva de descarga do vertedouro está apresentada abaixo.

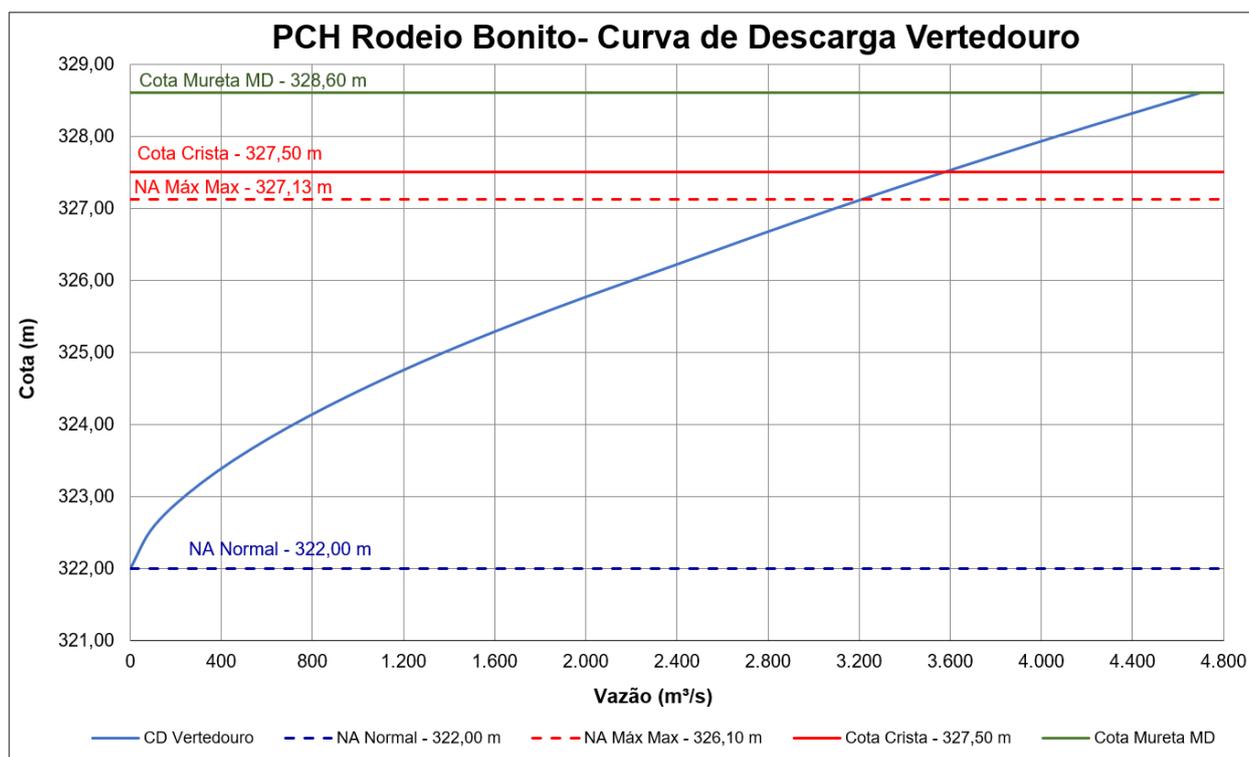


Figura 4 – Curva de Descarga – Vertedouro

Tabela 3 - Curva de Descarga – Vertedouro

NA (m)	Q (m³/s)
322,00	0,00
322,60	107,09
323,20	317,46
323,80	605,77
324,40	961,61
325,00	1.378,65
325,60	1.857,00
326,20	2.383,81
326,80	2.915,11
327,40	3.478,43
328,00	4.073,99
328,60	4.700,12

3.5 Descarga de Fundo e Casa de Força Auxiliar

Junto com barramento está implantado uma minicentral geradora com aproveitamento da vazão sanitária, nesta central estão implantadas 2 unidades Kaplan vertical de 0,32 MW/cada.

Os desenhos da descarga de fundo junto com mine central estão apresentados no Anexo I – 4 Descarga de Fundo, do Plano Segurança da Barragem (ROB-C-PSB-001-00-24).

3.6 Circuito Hidráulico de Adução e Geração Principal

O circuito hidráulico de adução e geração, localizado na direita, é composto de um canal de adução de 135 m de comprimento, tomada d'água, três condutos forçado em aço de diâmetro

de 2,75 m com comprimento de médio de 36,00 m cada conduto, chegando na casa de força que abriga três turbinas Francis Horizontal Dupla de 4,68 MW cada.

3.6.1 Canal de Adução

A água segue do reservatório até a Tomada d'água por meio do canal de adução. Este foi escavado em solo e rocha. O perímetro do canal que está em contato com o fluxo de água será todo em rocha, evitando-se desta maneira o carreamento de materiais terrosos.

Neste canal está instalado um log-boom de maneira a evitar com que objetos indesejados se aproximem da Tomada d'água. Este canal tem 135,00 m de comprimento e largura variável de 8,00 m a 11,80 m na entrada da tomada d'água.

Os documentos do canal de adução estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 5-Canal de Adução, do Plano Segurança da Barragem (ROB-C-PSB-001-00-24).

3.6.2 Tomada d'água

Antes do conduto forçado está localizada a Tomada d'água que possui comprimento de 13,50 m, largura de 13,00 m é dotado de três comportas 3,20 x 3,00 (L x H). Na montante da tomada tem ponte de acesso a usina, com largura de 5,00 m e pista de 4,60 m.

A Tomada d'água foi dimensionada para absorver a rejeição total de carga associado a passagem de cheias do conduto forçado.

Os documentos da Tomada d'água estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 6 – Circuito de Geração, do Plano Segurança da Barragem (ROB-C-PSB-001-00-24).

3.6.3 Conduto Forçado

Os três condutos forçados em aço logo após Tomada d'água, apresenta-se com diâmetro de 2,75 m e comprimento médio de 36,00 m até entrada nas máquinas.

Os documentos do conduto forçado estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 6 – Circuito de Geração, do Plano Segurança da Barragem (ROB-C-PSB-001-00-24).

3.6.4 Casa de Força e Canal de Fuga

A casa de força da PCH Rodeio Bonito é do tipo abrigada, e foi projetada para acomodar três unidades geradoras do tipo Francis Dupla de eixo horizontal, com engolimento total de 22,71 m³/s. O corpo principal da casa de força tem 59,00 m de largura, 15,40 m de comprimento (incluindo sucção) e altura de 19,00 m até sucção.

A cota de proteção da casa de força encontra-se na El. 306,00 m. O nível de água normal no canal de fuga está na El. 294,40 m e o nível de água máximo maximorum atualizado na RPS-2024 encontra-se na El. 304,62 m.

Os documentos da casa de força e canal de fuga estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 7-Casa de Força e Canal de Fuga, do Plano Segurança da Barragem (ROB-C-PSB-001-00-24).

3.7 Instrumentação

Na fase de projeto foram previstos dois tipos de instrumentação para a barragem de Rodeio Bonito: piezômetros tipo *standpipe* na região das ombreiras, direita e esquerda, e marcos de deslocamento superficial na crista da barragem.

Destaca-se, porém, que os marcos de deslocamento superficial tiveram suas leituras interrompidas por recomendação da SBB Engenharia no início de 2013, uma vez que necessitavam de equipamentos de leitura caros e mais precisos, injustificáveis para uma PCH do porte de Rodeio Bonito, sobretudo, cerca de três anos após o enchimento do reservatório.

Foram instalados um total de 8 (oito) piezômetros (PZs) na região das ombreiras, direita e esquerda, da barragem, conforme locação mostrada na Figura 5 a seguir.

Esses instrumentos foram instalados a partir de quatro sondagens, duas em cada ombreira, sendo que em cada uma delas foram instalados dois piezômetros, um mais profundo e outro mais superficial, para a observação das subpressões na região mais próxima ao contato concreto-rocha (base da barragem).

Abaixo segue localização dos instrumentos.

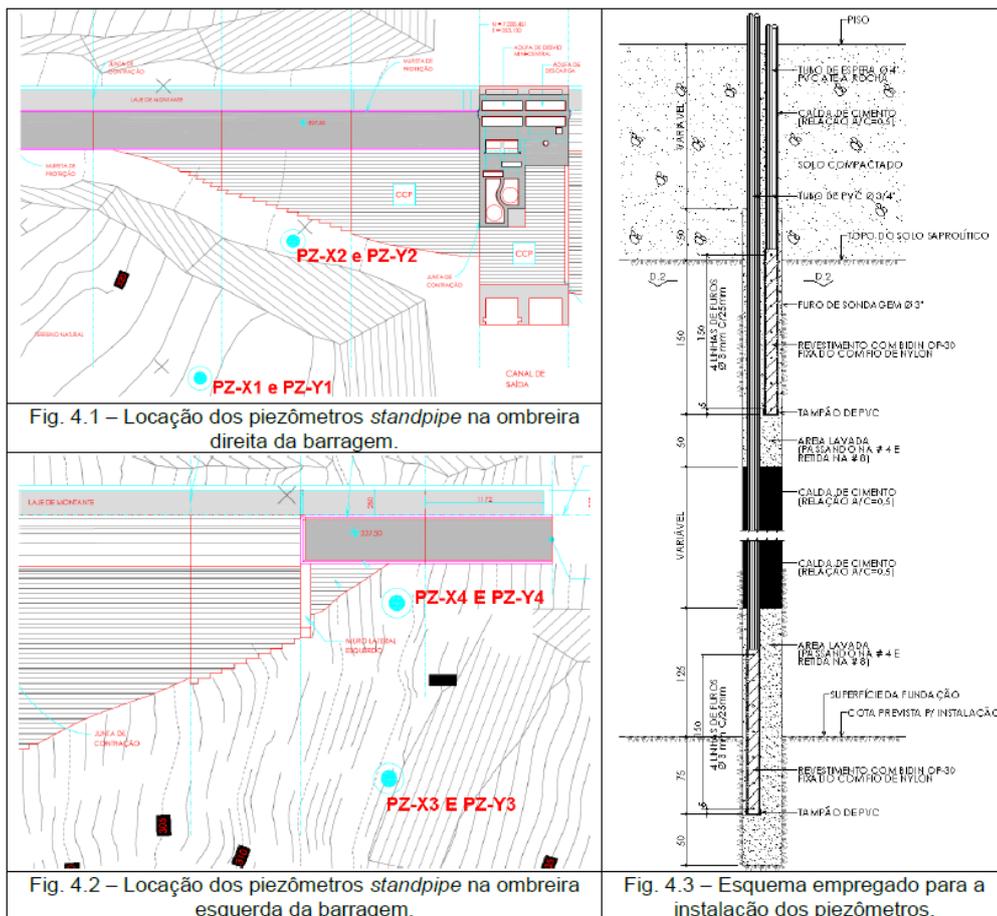


Figura 5 – Localização da Instrumentação do Barramento

Segue abaixo a função de cada instrumento bem como o tipo de monitoramento das estruturas.

Tabela 4 – Instrumentação – Barragem

TIPO DE INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE MONITORAMENTO
Piezômetros de Tubo Aberto (PZ)	São utilizados para medir a pressão - Nível de Água (NA) - da água intersticial nos locais selecionados tais como tapete drenante, maciço, contato do maciço de solo compactado da barragem com a fundação e na jusante da barragem.	Devem ser observados os limites informados pela projetista da barragem, bem como os seus níveis de alerta (quando e se ocorrerem).
Marcos Superficiais (MS)	Possuem a finalidade de medir eventuais recalques do maciço da barragem, por meio de levantamentos topográficos de precisão. Para as medições, é necessária a implantação de uma referência de nível (RN), instalada no terreno natural, em local afastado da influência da implantação das estruturas.	Por se tratar de um monitoramento que exige equipe independente daquela de O&M, uma vez que a verificação das coordenadas tridimensionais destes MSs exige um serviço de topografia, este monitoramento só será executado por topógrafos e resultará em relatório específico quando ocorrer algum indicio de movimentação.

3.8 Níveis Operacionais

Os níveis da PCH Rodeio Bonito são:

- NA Normal Montante = 322,00 m;
- NA Máximo Maximorum Montante (*) = 327,13 m (3220 m³/s – TR 1.000 anos);
- Cota Proteção Barramento = 327,50 m (ME) e 328,60 m (MD);
- NA Normal Jusante = 294,40 m;
- NA Máximo Maximorum Jusante (*) = 304,62 m (TR 1.000 anos);
- Cota de Proteção Casa de Força = 306,00m.

(*) Obtido estudo de rompimento, item 0.

O ROB-SEG-001-00-24 – Propriedades e Área Resguardada (Anexo II) apresenta as áreas de proteção do reservatório e casa de força bem como o arranjo geral da usina com destaque as principais estruturas.

Os desenhos principais do Barramento e arranjo estão apresentados no Anexo I – Dados, 2 - Estruturas. Todos os documentos da Usina estão apresentados no Anexo I do Plano de Segurança da Barragem - ROB-PSB-001-00-24.

Abaixo está apresentado arranjo geral, barramento e circuito geração.

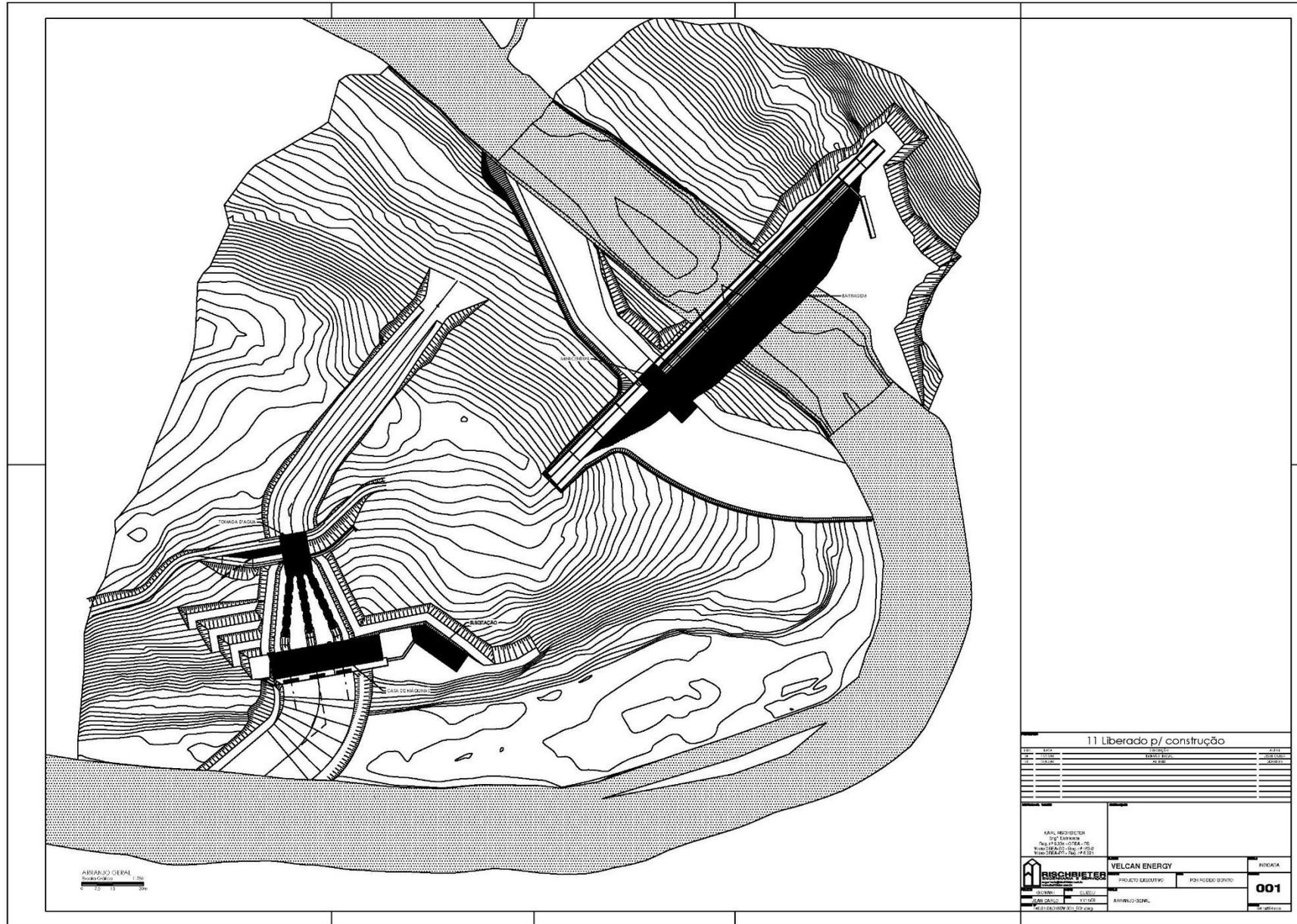


Figura 6 – Arranjo geral da PCH Rodeio Bonito

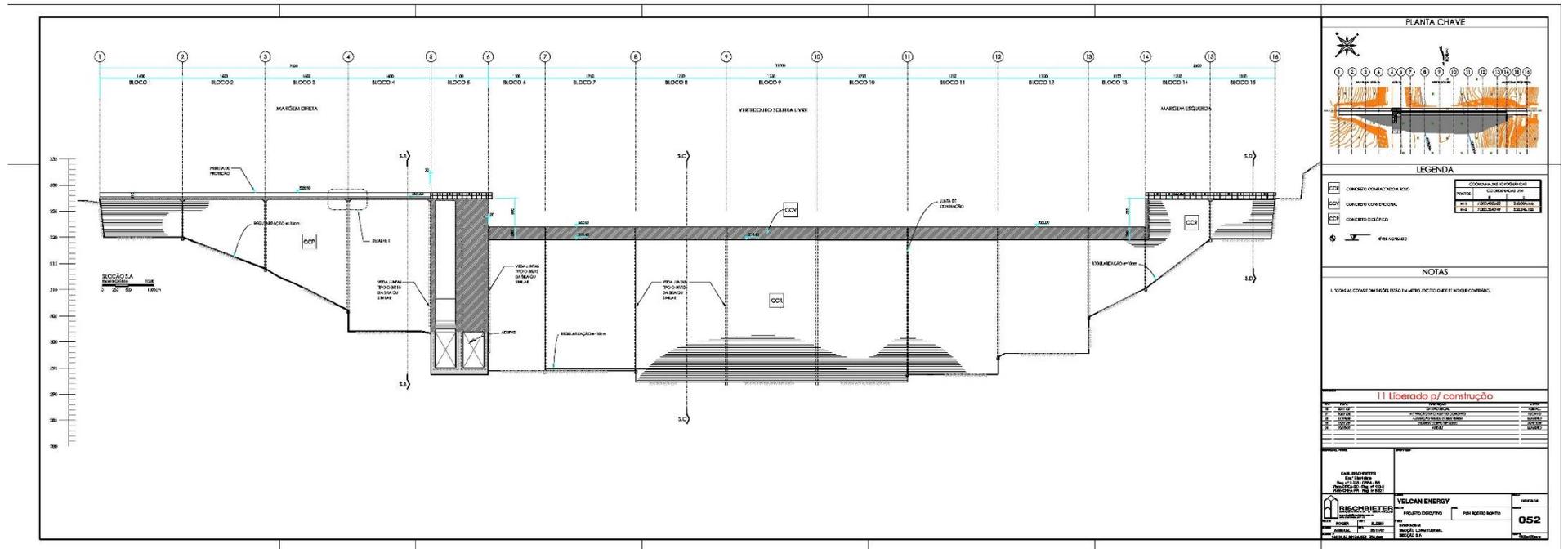


Figura 8 – Barramento – Seção Longitudinal



Figura 9 – Barramento – Seção Longitudinal obtida topografia Matrix - 2024

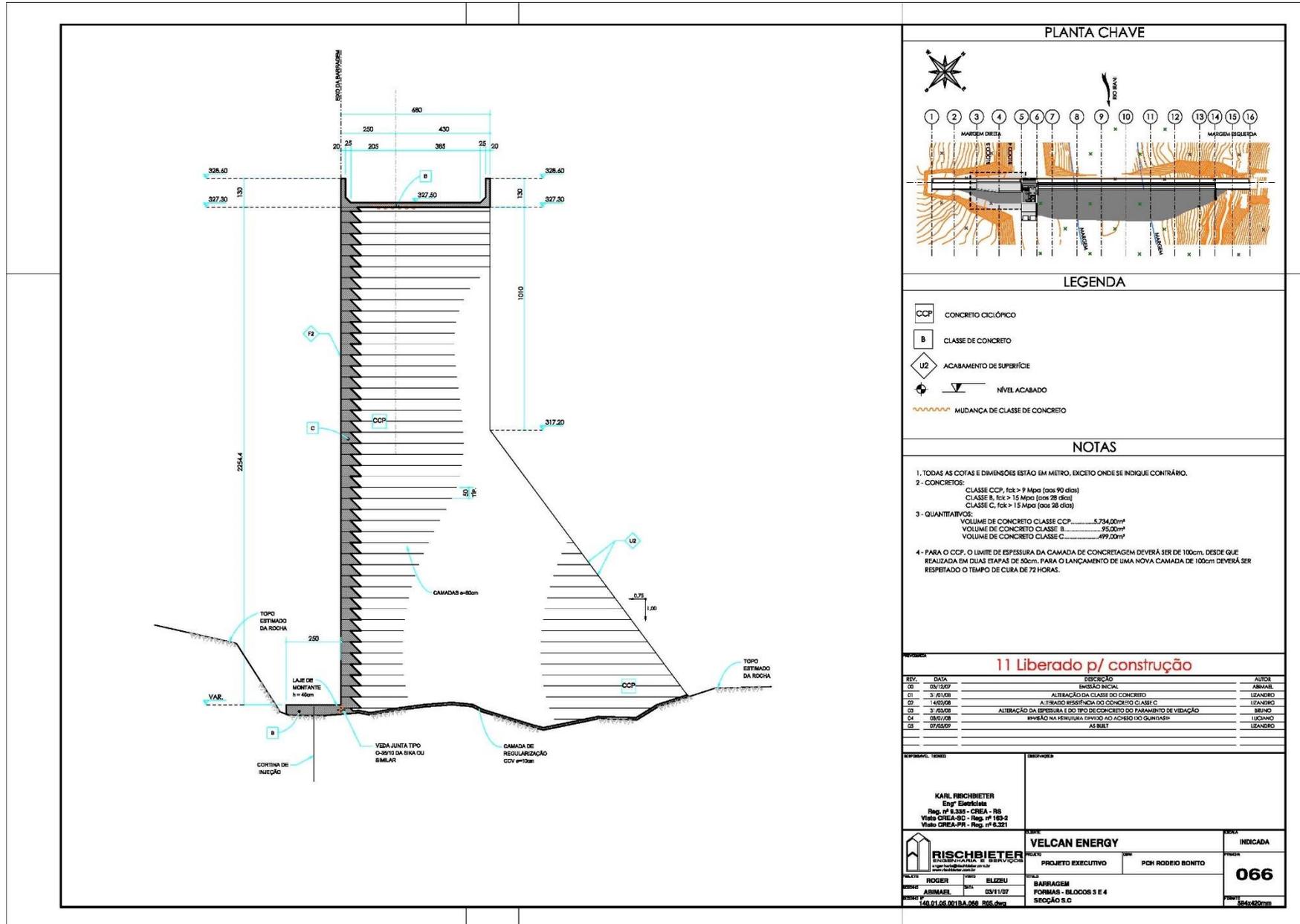


Figura 10 – Barragem – Seção Margem Direita

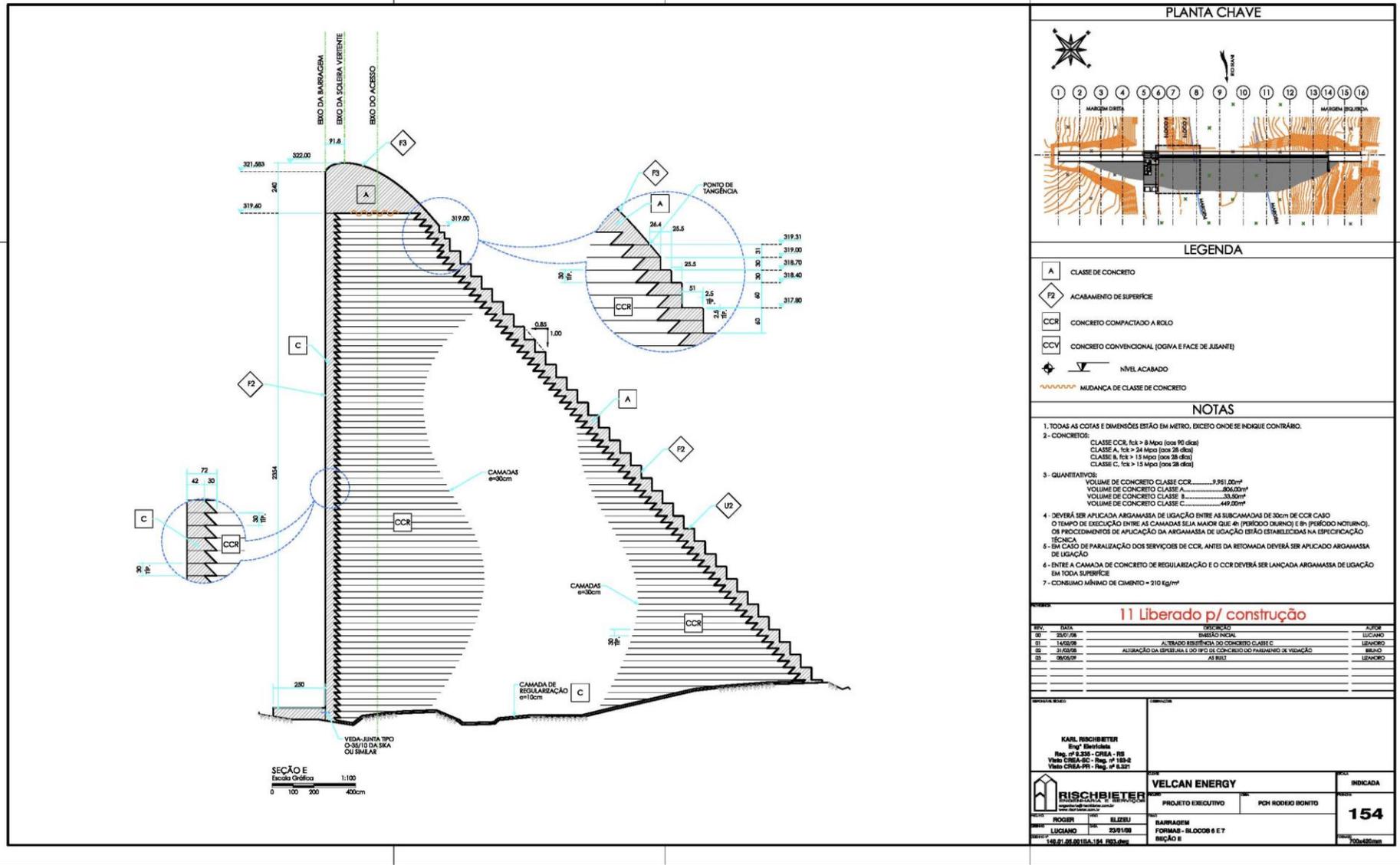
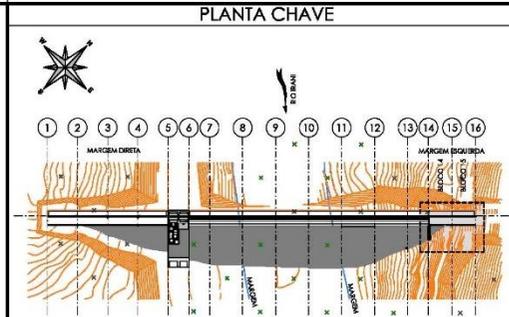
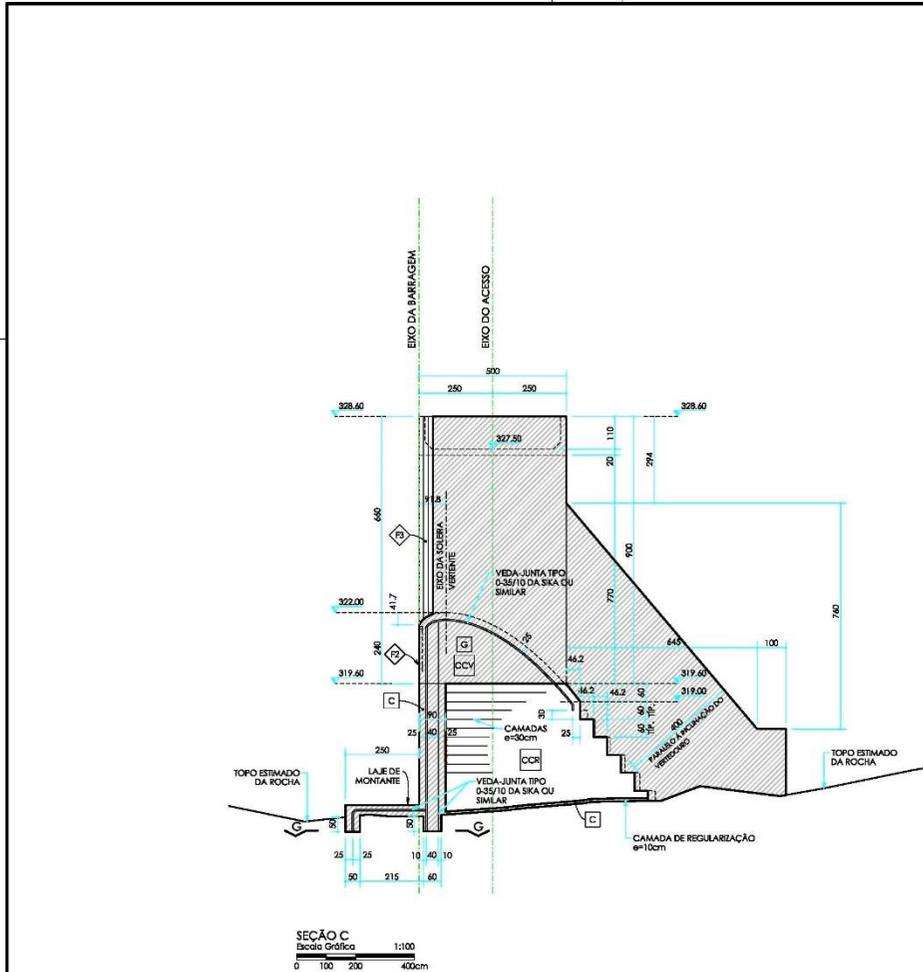


Figura 11 – Seção Vertedouro



LEGENDA

	CONCRETO COMPACTADO A ROLO
	CONCRETO CONVENCIONAL (OGIVA E FACE DE JUSANTE)
	CLASSE DE CONCRETO
	NÍVEL ACABADO
	MUDANÇA DE CLASSE DE CONCRETO

- NOTAS**
- TODAS AS COTAS E DIMENSÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE SE INDIQUE CONTRÁRIO.
 - CONCRETOS:
 - CLASSE CCP, fck > 9 MPa (nos 90 dias)
 - CLASSE CCR, fck > 8 MPa (nos 90 dias)
 - CLASSE B, fck > 18 MPa (nos 28 dias)
 - CLASSE C, fck > 15 MPa (nos 28 dias)
 - CLASSE G, fck > 18 MPa (nos 28 dias)
 - QUANTITATIVOS:
 - VOLUME DE CONCRETO CLASSE CCP 422,00m³
 - VOLUME DE CONCRETO CLASSE CCR 772,00m³
 - VOLUME DE CONCRETO CLASSE B 64,00m³
 - VOLUME DE CONCRETO CLASSE C 145,00m³
 - VOLUME DE CONCRETO CLASSE G 71,00m³
 - DEVERÁ SER APLICADA ARGAMASSA DE LIGAÇÃO ENTRE AS SUBCAMADAS DE 30cm DE CCR CASO O TEMPO DE EXECUÇÃO ENTRE AS CAMADAS SEJA MAIOR QUE 4h (PERÍODO DIURNO) E 8h (PERÍODO NOTURNO); OS PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO DA ARGAMASSA DE LIGAÇÃO ESTÃO ESTABELECIDAS NA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA
 - EM CASO DE PARALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE CCR, ANTES DA RETOMADA DEVERÁ SER APLICADO ARGAMASSA DE LIGAÇÃO
 - ENTRE A CAMADA DE CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO E O CCR DEVERÁ SER LANÇADA ARGAMASSA DE LIGAÇÃO EM TODA SUPERFÍCIE
 - CONSUMO MÍNIMO DE CIMENTO = 210 Kg/m³

11 Liberado p/ construção

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	AUTOR
01	10/12/07	EMISSÃO INICIAL	LUCIANO
02	01/04/08	ALTERAÇÃO DA ESPESSURA E DO TIPO DE CONCRETO DO PARAMENTO DE VEDAÇÃO	BRUNO
03	21/07/08	ALTERADO NOTAS CLASSE E QUANTITATIVOS DE CONCRETO	LEANDRO
04	12/05/09	AS BUILT	LEANDRO

PROJETADE

KARL RISCHBIETER
Eng. Especialista
Reg. nº 8.338 - CREA - RS
Visto CREA-SC - Reg. nº 183-2
Visto CREA-PR - Reg. nº 8.201

VELCAN ENERGY		INDICADA
PROJETO EXECUTIVO	PCH RODEIO BONITO	188
BARRAGEM FORMAS - BLOCOS 14 E 15	SEÇÃO C	
ROGER	ELIZEU	
LUCIANO	03/12/07	
149.07.08.001/BA.188	R08.dwg	

Figura 12 – Barragem – Seção Margem Esquerda

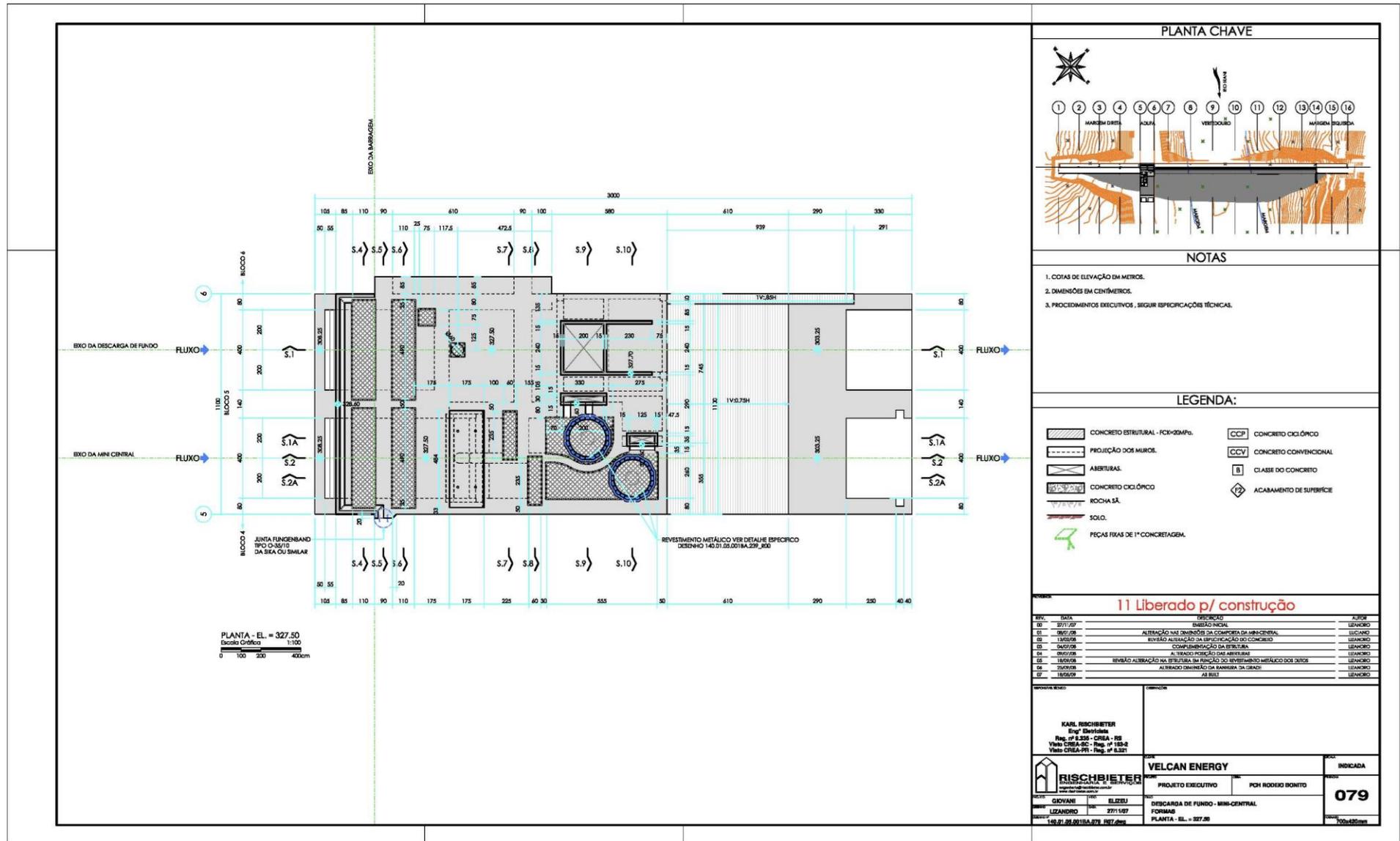


Figura 13 – Descarga de Fundo e Minicentral - Planta

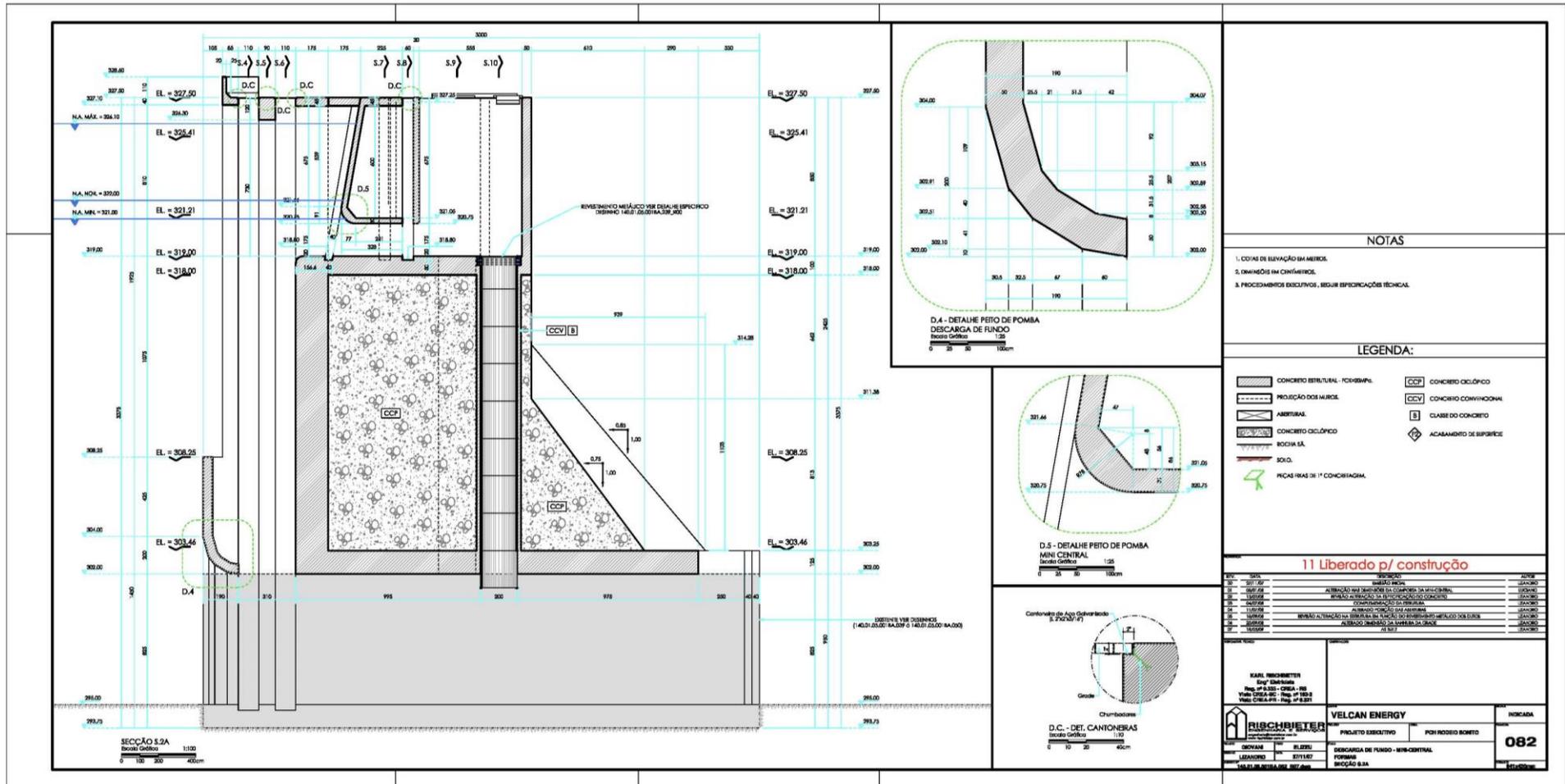


Figura 14 – Descarga de Fundo e Minicentral - Seção

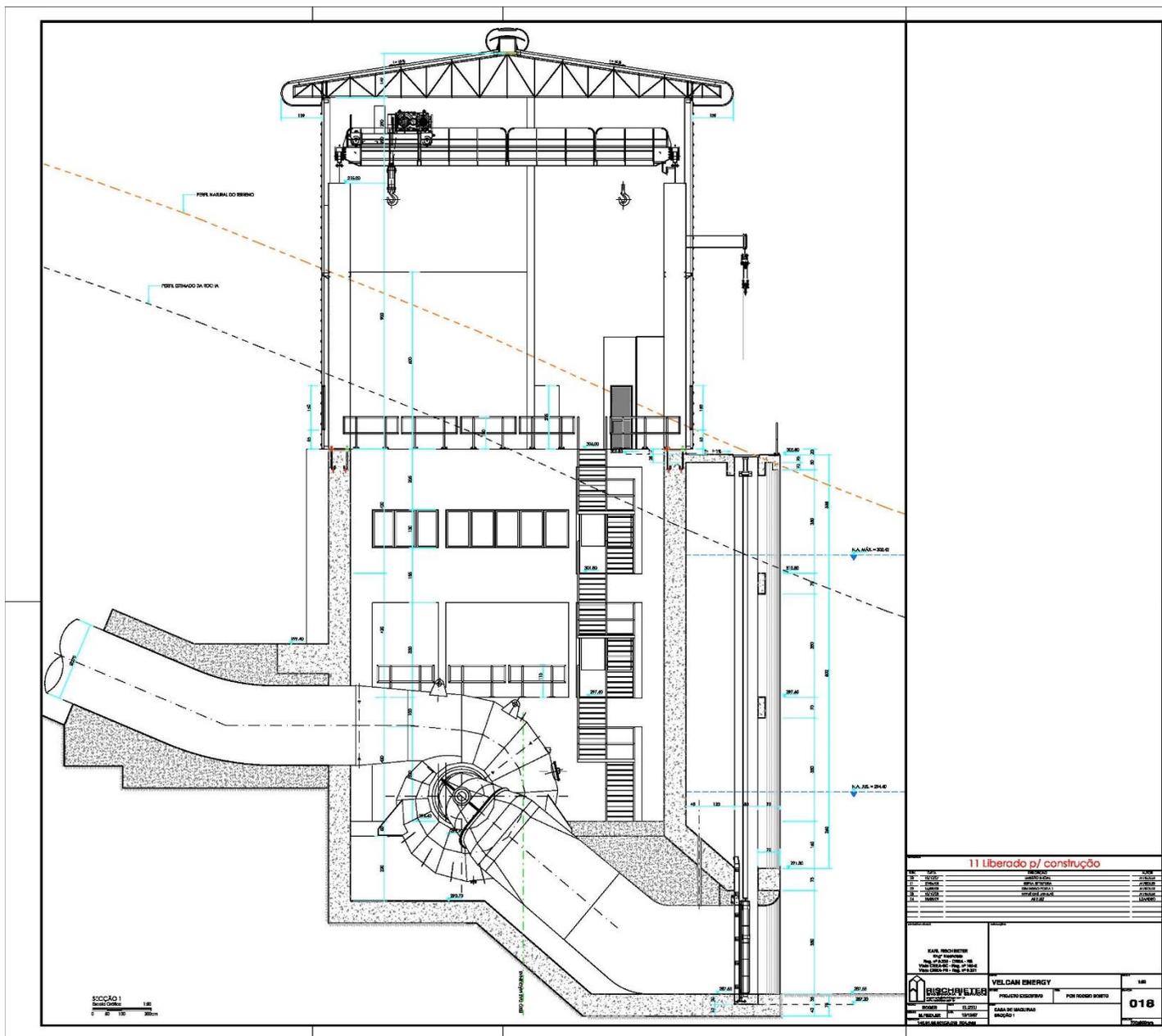


Figura 16 – Casa de Força – Seção

4 DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

4.1 Avaliação do Risco

O estudo das ameaças de desastres e do grau de vulnerabilidade dos corpos e sistemas hidráulicos receptores aos efeitos adversos permite a avaliação, a definição e hierarquização das áreas de maior risco. Os riscos identificados para o barramento da PCH Rodeio Bonito são de natureza hidrológica e estrutural, conforme descrito a seguir.

4.1.1 Risco Hidrológico

A bacia hidrográfica da Pequena Central Hidrelétrica Rodeio Bonito possui área de drenagem de 1445,00 Km². No reservatório o volume total é de 9,06 hm³ formado por um barramento em concreto compactado e rolo com altura máxima de 32,20 m.

A probabilidade de uma determinada cheia ocorrer ou ser ultrapassada num ano qualquer é o inverso do tempo de retorno $P = \frac{1}{TR}$, e a de não acontecer é $p = 1 - P$.

A probabilidade de ocorrer pelo menos uma cheia que seja igual e (ou exceda) àquela de período de retorno TR, num intervalo de “n” anos qualquer pode ser dada pela expressão:

$$J = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR}\right)^n$$

Equação 1: Risco de Ocorrência do evento de Projeto com Tempo de Retorno

Portanto, o risco adotado pelo projeto da obra hidráulica da PCH Rodeio Bonito pode ser analisado pela Tabela a seguir:

Tabela 5 – Risco de Ocorrência do evento de Projeto com Tempo de Retorno TR (%)

TR (anos)	Período de Vida da Estrutura (em anos)			
	1	10	25	50
2	50	99,9	100	100
100	1,00	9,56	22,21	39,49
500	0,20	1,98	4,88	9,52
1.000	0,10	0,99	2,47	4,88
10.000	0,01	0,10	0,25	0,50

É importante ressaltar que os riscos assumidos pelo projeto são significativamente pequenos, ou seja, para um tempo de retorno adotado os riscos de ocorrerem cheias maiores ou iguais à cheia do projeto variam de **0,10% a 4,88%** considerando os diferentes períodos de vida útil do empreendimento. A Margem direita garante uma borda livre de 1,47 m, e a margem esquerda (encaixada em rocha) garante somente 0,37 m de borda livre.

4.1.2 Risco de Colapso Estrutural

Na elaboração da RPS-2024 foram atualizados estudos hidrológicos e com isso necessidade de atualização da estabilidade do vertedouro e barragem. No item 3.4 da revisão periódica de segurança da barragem (ROB-C-RPS-001-00-24) está apresentado toda análise da estabilidade das estruturas.

4.1.2.1 Vertedouro

O Vertedouro da PCH Rodeio Bonito está construído de acordo com os critérios da Eletrobrás e as condições de estabilidade estão com os fatores segurança superiores aos preconizados nas normas.

A memória de cálculo apresentada no item 3.4 da Revisão periódica de Segurança (ROB-C-RPS-001-00-24) elaborado em 2024, obteve os seguintes coeficientes de segurança para estabilidade da seção do Vertedouro conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Resultado Análise de Estabilidade - Vertedouro

Fatores de Segurança - Vertedouro Soleira Livre								Tensão Fundação	
Caso de Carregamento		Tombamento		Flutuação		Deslizamento		σ_1	σ_2
Sigla	Descrição	FST Obtido	FST Limite	FSF Obtido	FSF Limite	FSD Obtido	FSD Limite	(kN/m ²)	(kN/m ²)
CCN	Caso de Carregamento Normal	1,69	>1,50	2,47	>1,30	2,08	>1,0	- 170,21	- 299,89
CCE	Caso de Carregamento Excepcional - TR=1.000 anos	1,22	>1,20	1,67	>1,10	2,67		24,00	- 340,76
CCE - Junta 1	CCE - NA Máx. Max TR=1.000 anos (Junta 1 x=1,87 m)	1,20	>1,20	1,63	>1,11	2,64		36,17	- 340,06
CCE - Junta 3	CCE - NA Máx. Max TR=1.000 anos (Junta 3 x=3,06 m)	1,19	>1,20	1,60	>1,12	2,62		42,49	- 338,24

(*) destacado em vermelho, tração base

Fonte: ROB-C-RPS-001-00-24 – Prosenge 2024

4.1.2.2 Barragem de Concreto

A Barragem de gravidade da PCH Rodeio Bonito está construído de acordo com os critérios da Eletrobrás e as condições de estabilidade estão com os fatores segurança superiores aos preconizados nas normas.

A memória de cálculo apresentada no item 3.4 da Revisão periódica de Segurança (ROB-C-RPS-001-00-24) elaborado em 2024, obteve os seguintes coeficientes de segurança para estabilidade da seção do Vertedouro conforme Tabela 6.

Tabela 7 – Resultado Análise de Estabilidade - Barragem

Fatores de Segurança - Barragem								Tensão Fundação	
Caso de Carregamento		Tombamento		Flutuação		Deslizamento		σ_1	σ_2
Sigla	Descrição	FST Obtido	FST Limite	FSF Obtido	FSF Limite	FSD Obtido	FSD Limite	(kN/m ²)	(kN/m ²)
CCN	Caso de Carregamento Normal	1,92	>1,50	3,22	>1,30	2,26	>1,0	- 230,55	- 323,68
CCE	Caso de Carregamento Excepcional - TR=1.000 anos	1,26	>1,20	1,91	>1,10	2,64		37,54	- 420,83

CCE - Junta 1	CCE - NA Máx. Max TR=1.000 anos (Junta 1 x=1,99 m)	1,23	>1,20	1,84	>1,11	2,60		52,27	-
CCE - Junta 3	CCE - NA Máx. Max TR=1.000 anos (Junta 3 x=2,89 m)	1,22	>1,20	1,81	>1,12	2,58		58,15	-
									419,78
									418,41

(*) destacado em vermelho, tração base

Fonte: ROB-C-RPS-001-00-24 – Prosenge 2024

A análise da estabilidade global das estruturas de concreto da PCH Rodeio Bonito, Vertedouro e Barragem demonstraram que os fatores de segurança ao tombamento (FST), ao deslizamento (FSD) e à flutuação (FSF) atenderam aos Critérios de Projeto Civil, para condição Normal e excepcional.

As tensões de compressão na base e em outros planos destas estruturas ficaram muito aquém dos valores admissíveis na rocha de fundação, 5 MPA, ou seja, 5.000 kN/m².

As maiores tensões (compressão) no vertedouro com valores de $\sigma_j = -340,76$ kN/m², já para barragem com valores $\sigma_j = -420,83$ kN/m² valores abaixo da tensão admissível para a rocha de fundação (basalto), de 5.000 kN/m².

As maiores tensões (tração) no vertedouro com valores de $\sigma_m = 42,49$ kN/m², já para barragem com valores $\sigma_m = 58,15$ kN/m² valores abaixo da tensão admissível para a rocha de fundação (basalto), de 500 kN/m².

LOGO, TODAS AS ESTRUTURAS DO BARRAMENTO ESTÃO EM CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE ADEQUADAS COM FATORES DE SEGURANÇA DENTRO DOS CRITÉRIOS DE PROJETO ELETROBRÁS E NORMAS.

4.2 Análise dos Potenciais Modos de Ruptura

O primeiro passo no desenvolvimento do estudo hidráulico de ruptura hipotética de uma barragem é a realização da Análise de Potenciais Modos de Ruptura (APMR). Do inglês *Potential Failure Mode Analysis* (PFMA), esta análise, segundo FERC (2005), é um procedimento informal executado para levantamento das prováveis formas de ruptura de uma barragem. Tal procedimento foi realizado em escritório pela Prosenge, usando registros das inspeções civis da PCH Rodeio Bonito.

A APMR é fundamentada em levantamento de informações diversas existentes a respeito da barragem. Tais dados podem ser compostos por histórico de operação hidráulica do reservatório e do barramento, monitoramento geotécnico e estrutural da barragem, relatórios de inspeções regulares, plantas, croquis e memoriais de cálculo do projeto executivo, entre outros. A equipe técnica de especialistas em segurança de barragens deve-se munir destas informações e iniciar as reuniões, do tipo “brainstorm”, para desenvolvimento dos prováveis modos de ruptura que a barragem poderá sofrer numa situação catastrófica.

A APMR é composta, basicamente, pelo levantamento de todas as informações disponíveis sobre a barragem, bem como aquelas obtidas mediante inspeção visual durante visita ao local. Tal levantamento de informações consiste em buscar:

- Estudos de engenharia (estabilidade e outros esforços das estruturas associadas);
- Banco de dados da auscultação;
- DATUM vertical do projeto;
- Estudos hidrológicos;
- Séries temporais de monitoramento pluviométrico e fluviométrico da área de drenagem da barragem, bem como do próprio barramento;
- Imagens aéreas atualizadas ao longo do vale a jusante da barragem;
- Histórico operacional ou séries temporais da operação do reservatório e dispositivos de descarga;
- Registros de atividade sísmica recente; e
- Caracterização demográfica ao longo do vale a jusante da barragem.

Outras informações, se justificadas como importantes, podem ser incorporadas na lista acima. Em relação à vistoria das estruturas civis do barramento, os seguintes procedimentos são elencados:

- Verificação visual direcionada para definição dos potenciais modos de ruptura;
- Verificação das condições estruturais e geológicas da barragem; e,
- Entrevista com proprietários/mantenedores, a fim de incorporar informações no processo de definição dos potenciais modos de ruptura.

Sendo assim, questões importantes foram avaliadas e discutidas. São elas:

- Como a barragem poderia romper?
- O que acontece se a barragem romper?
- Estão identificados os potenciais modos de ruptura e estão os mesmos sendo apropriadamente monitorados por inspeções visuais e auscultação?
- Quais ações poderiam ser tomadas para reduzir áreas atingidas pelo rompimento da barragem ou mitigar as consequências desse evento catastrófico?

Ao longo do documento são apresentados os modelos numéricos que fundamentaram o estudo hidráulico da ruptura hipotética da barragem da PCH Rodeio Bonito, bem como os dados e

informações da APMR, utilizados nas simulações dos cenários para delimitação das manchas de inundação e mapeamento das áreas atingidas.

Desta forma, 2 (dois) modos de ruptura foram identificados. Esses prováveis modos de ruptura determinaram as formas que a barragem poderá romper segundo situações de emergência. Os tipos de causas relacionadas às evidências/consequências identificadas estão associados aos modos de ruptura. O caráter descritivo da APMR determina o primeiro passo para reconhecimento de estruturas vulneráveis e associação a riscos.

No Quadro 1 estão resumidos os prováveis modos de ruptura identificados para o presente estudo, como relevantes, com as associações de causa e evidência.

Quadro 1 - Rompimento por *Colapso* – Estruturas de Concreto

Modo de ruptura	Causa	Evidência/Consequência
<p>Modo RDC 1 – Rompimento por <i>colapso múltiplos Blocos</i> vertendo a vazão Milenar em Condição de Carregamento Excepcional (CCE); e</p>	<p>Falta capacidade do vertedouro;</p> <p>Falha da fundação;</p>	<p>Galgamento, rompimento ombreira e/ou fundação;</p> <p>Surgência d'água;</p>
<p>Modo RDC 2 – Rompimento por <i>Colapso</i> vertendo uma vazão média (Sunny Day) em Condição de Carregamento Normal (CCN).</p>	<p>Gradientes hidráulicos elevados;</p> <p>Fluxo concentrado no contato/interface com estrutura de concreto.</p>	<p>Vazão descontrolada e ruptura do maciço e/ou fundação;</p> <p>Formação de trincas no contato entre estruturas.</p>

5 ESTUDO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM

Este capítulo apresenta os resultados obtidos nas simulações das consequências (hidrograma de ruptura) para as hipóteses acidentais identificadas no capítulo 0 (cheias natural/extremas e rompimento da barragem).

Nesta etapa ocorre a estimativa e avaliação das consequências e seus respectivos efeitos físicos decorrentes de eventos anormais que possam ocorrer, bem como a determinação e o mapeamento das áreas vulneráveis devido as ondas de cheia em cada um dos cenários de acidentes. O comportamento da onda de enchente e as áreas atingidas são obtidos mediante a utilização de programas simuladores de rompimento e propagação das cheias.

5.1 Modelo da Brecha

5.1.1 Parâmetros de Formação de Brecha de Ruptura

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

HEC (2010) e USACE (2014) colocam que o módulo de formação de brecha de ruptura do modelo HEC-RAS permite modos de ruptura por galgamento, *piping* ou colapso instantâneo. Tendo em vista que a PCH Rodeio Bonito é de concreto (compactado a rolo), os processos de ruptura hipotética da barragem podem ser deflagrados por *colapso*.

Baseado no tipo de material de construção da barragem, USACE (2014) sugere o emprego da Tabela 8 como norteador na adoção dos valores dos coeficientes de descarga associados ao corpo do barramento e ao *colapso*.

Tabela 8. Coeficientes de descarga

Tipo de barragem	Coefficiente de vazão da brecha	Coefficiente de descarga para o piping
Barragem de argila ou núcleo de argila	1,44 – 1,82	0,5 – 0,6
Barragem de enrocamento	1,44 – 1,66	0,5 – 0,6
Concreto em arco	1,71 – 1,82	0,5 – 0,6
Concreto (gravidade)	1,44 – 1,66	0,5 – 0,6

Adaptado de USACE (2014).

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

A Figura 17 ilustra os parâmetros de forma da brecha de ruptura, bem como sua representação no modelo numérico conceitual.

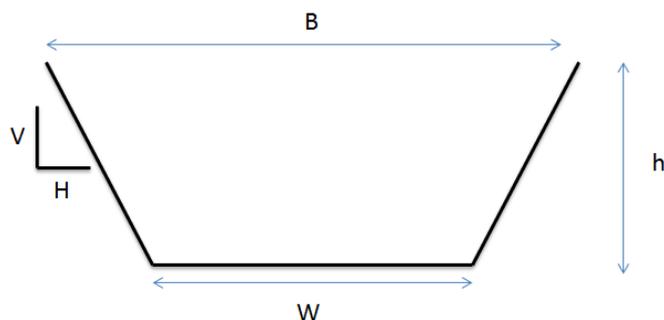


Figura 17 - Representação dos parâmetros de forma da brecha de ruptura

USACE (2014) argumenta que o procedimento de determinação de parâmetros de formação da brecha de ruptura de barragens, no caso de barragens de terra e enrocamento, apresenta maior complexidade. Dependendo do tipo de barragem, a heterogeneidade dos materiais e do controle de qualidade da construção, demanda maior perícia nos procedimentos arrojados em normas. Por sua vez, Schaefer (1992) coloca que a representação numérica do rompimento hipotético de uma barragem de concreto ou elementos mecânicos da barragem, tal como comportas, constituem um procedimento de baixa complexidade. Neste caso, a ruptura hipotética de uma barragem de concreto ou de um elemento rígido é analisada de forma instantânea. Os valores recomendados para os parâmetros de forma geométrica e tempo de formação das brechas de ruptura, para cada tipo de barragem, encontram-se expostos no Quadro 2.

Quadro 2 - Faixas e possíveis valores para caracterização da brecha

Tipo de barragem	Largura média da brecha (Bm)	Componente horizontal da declividade lateral da brecha (H:V)	Tempo de formação da brecha (tf) [h]	Agência (EUA)
Terra/Enrocamento	(0,5 até 3,0) x hd (1,0 até 5,0) x hd (2,0 até 5,0) x hd (0,5 até 5,0) x hd*	0 até 1,0 0 até 1,0 0 até 1,0 (maior) 0 até 1,0	0,5 até 4,0 0,1 até 1,0 0,1 até 1,0 0,1 até 4,0*	USACE (1980) FERC NWS USACE (2007)
Concreto (Gravidade)	Múltiplos blocos Típico < 0,5 L Típico < 0,5 L Múltiplos blocos	Vertical Vertical Vertical Vertical	0,1 até 0,5 0,1 até 0,3 0,1 até 0,2 0,1 até 0,5	USACE (1980) FERC NWS USACE (2007)
Concreto em arco	Toda o barramento Toda o barramento (0,8 x L) até L (0,8 x L) até L	Declividade do vale 0 até a declividade do vale 0 até a declividade do vale 0 até a declividade do vale	<0,1 <0,1 <0,1 <0,1	USACE (1980) FERC NWS USACE (2007)
Escombros	(0,8 x L) até L (0,8 x L) até L	1,0 até 2,0	0,1 até 0,3 <0,1	FERC NWS

Adaptado de USACE (2014).

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

5.1.2 Parâmetros de Ruptura da Barragem

Para a Barragem Rodeio Bonito, aplicam-se os seguintes parâmetros de formação de brecha, bem como os mecanismos ou modos de ruptura:

- Posição: Local ao longo do eixo longitudinal da estrutura do barramento onde estará o centroide da brecha;
- Modo de ruptura: Definição da ruptura hipotética segundo galgamento ou colapso estrutural;
- Forma: Largura da base da brecha e declividade de abertura do prisma (H:V);
- Tempo de formação: Tempo de desenvolvimento da brecha de ruptura;
- Coeficientes de vazão: Coeficiente hidráulico associado à abertura da brecha; e
- Cota do reservatório: Cota do reservatório no início da abertura da brecha.

5.1.3 Variáveis Hidráulicas

A análise hidráulica, das saídas dos modelos numéricos, é crucial para a funcionalidade do PAE e construção das cartas de inundação e procedimentos de tomada de decisão. Sendo assim, as seguintes variáveis hidráulicas são extraídas e pós processadas do modelo numérico hidráulico:

- Cota de pico para os cenários de ruptura e para as vazões naturais da bacia;
- Altura incremental da coluna d'água (altura da onda);
- Vazão de pico;
- Tempo de pico, Tempo de inundação (fim) e Tempo de chegada; duração e,
- Velocidade da onda.

As cotas são extraídas dos perfis hidráulicos da superfície da linha d'água ao longo do vale a jusante da área em estudo, com referencial altimétrico comumente tido como zero IBGE. Esses valores são interpretados em relação a cotas das estruturas e benfeitorias de referência ao longo do vale a jusante, de modo a determinar o nível de impacto da onda de cheia.

A altura da coluna d'água é calculada pela diferença entre as cotas do cenário de escoamento da vazão de referência e as ondas induzidas pelos modos de ruptura hipotética.

A vazão de pico é extraída dos hidrogramas da cheia em diferentes locais do vale a jusante.

O tempo de pico é calculado pela diferença entre o instante de início da ruptura e o instante de pico do cotograma para cada local do vale a jusante determinado como estratégico. O tempo de inundação é calculado como o tempo de permanência do nível d'água superior a uma determinada cota de referência. O tempo de chegada é calculado como o instante em que a onda induzida pela ruptura hipotética atinge uma cota de referência gerada por uma elevação incremental, a ser adotada de acordo com barragem e vale de jusante. No caso da PCH Rodeio

Bonito por ser barragem de concreto e vale de jusante somente com ribeirinhos, foi adotado de 0,61 m (~2 ft – FEMA 2013).

A velocidade da onda é calculada com base no tempo de deslocamento dos picos do cotograma ao longo do vale a jusante, que equivale à velocidade da massa d'água da onda induzida pela ruptura hipotética.

O comportamento da onda de inundação induzida pela ruptura da barragem é avaliado por dois cenários hidrológicos, *Sunny Day* e evento hidrológico crítico relacionado a vazão de projeto da barragem. Os dois cenários hidrológicos são associados aos prováveis modos de ruptura da barragem, definidos na Análise preliminar.

A recomendação de FEMA (2013) é de uso de vazões de referência para fins de comparação da magnitude da inundação incremental por uma ruptura de barragens em relação a eventos de cheias naturais. Com base na mesma diretriz, adota-se a elevação incremental de 0,61 m (~2 ft) para parametrizar o tempo de chegada da onda de inundação induzida pela ruptura hipotética da barragem e delimitar a extensão da Zona de Autossalvamento a jusante do empreendimento. Esse critério de avaliação da chegada da onda é adequado frente aos requisitos das regulamentações da Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB, Lei 12.334/2010.

A Figura 18 ilustra os tempos de referência em relação à onda induzida pela ruptura hipotética da barragem. Estão apresentados o tempo de pico a partir do início da ruptura da barragem, o tempo de chegada da onda e o tempo de fim da inundação acima da elevação de referência para indicar o tempo de chegada.

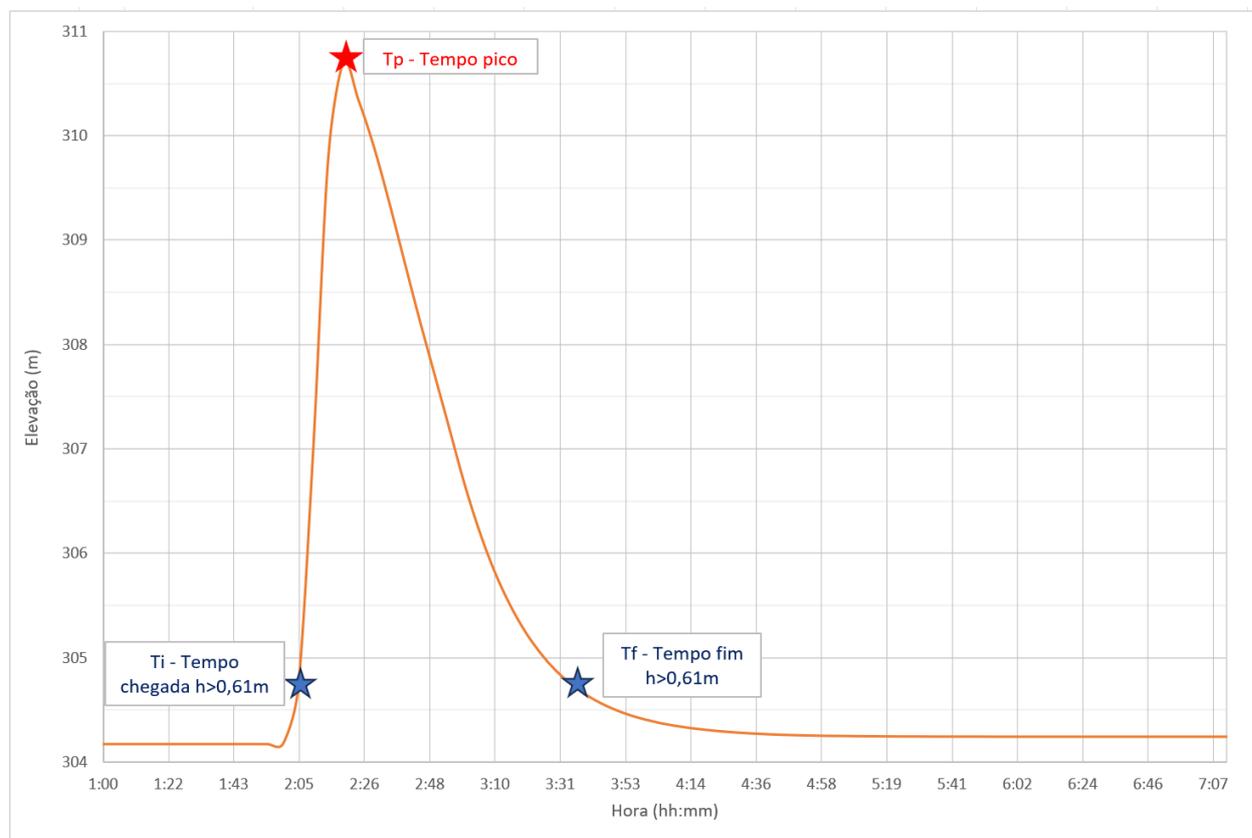


Figura 18 – Exemplo dos tempos da onda

5.2 Modelo Hidráulico

O HEC-RAS (HEC, 2016) é um modelo unidimensional e bidimensional, de fundo fixo, capaz de efetuar os cálculos dos perfis de superfície d'água em escoamento permanente e não permanente, em canais com superfície livre. Esses perfis podem ser calculados em regimes subcríticos, supercrítico e misto, podendo ocorrer mudanças de um regime para outro. O procedimento de cálculo baseia-se na solução da equação da conservação do momento unidimensional. O modelo também utiliza as equações de momento em situações onde o perfil da superfície d'água varia rapidamente. Essas situações incluem, dentre outras, os ressaltos hidráulicos, as pontes e as confluências de rios. Permite, ainda, a avaliação do efeito de estruturas hidráulicas (pontes, galerias, barragens, etc).

O modelo possui um módulo dedicado à análise de rompimento de barragens, onde é possível determinar os parâmetros de formação da brecha. A formação da brecha no HEC-RAS é tratada com a parametrização de largura, altura, tempo de formação e tipo de deflagração.

A formulação matemática unidimensional do HEC-RAS é baseada nas equações da conservação do momento de St. Venant.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + A \frac{|Q|Q}{K^2} + q \frac{Q}{A} = 0$$

$$L \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (1)$$

Onde Q é a vazão [m³/s]; h é a altura da coluna d'água [m]; x é a distância ao longo do rio [m]; t é o tempo [s]; A é a área da seção de escoamento [m²]; L é a largura da superfície d'água [m]; K é capacidade de transporte [m³/s]; g é a aceleração da gravidade [m/s²]; q é o fluxo lateral [m³/s/m]; β é o fator de distribuição do fluxo [adim].

O HEC-RAS e outros modelos comerciais são baseados na Eq.(1) para obtenção de sua solução hidráulica. A capacidade de transporte das formulações hidráulicas ainda é baseada em experimentos de cunho unidirecional e bidimensional, segundo a fórmula de Gauckler-Manning:

$$V = \frac{1}{n} S^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

Onde V é a velocidade [m/s]; n é o coeficiente de rugosidade de Manning; S é a declividade do escoamento [m/m]; Rh raio hidráulico [m].

Já a versão bidimensional do HEC-RAS é baseada nas equações de conservação da massa e conservação do momentum de Navier-Stokes pelas seguintes relações:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(h.u)}{\partial x} + \frac{\partial(h.v)}{\partial y} + q = 0$$

$$\therefore H(x, y, t) = z(x, y) + h(x, y, t) \quad (3)$$

Componente x da equação da conservação do momento:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \cdot \frac{\partial u}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial x} + v_f \cdot \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f \cdot u + f \cdot v \quad (4)$$

Componente y da equação da conservação do momento:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \cdot \frac{\partial v}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial y} + v_f \cdot \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - c_f \cdot v + f \cdot u \quad (5)$$

Onde q é o fluxo externo, u e v são as componentes de velocidade, g é a aceleração da gravidade, H é a energia específica, h é a profundidade d'água, z é a superfície altimétrica, c_f é o coeficiente de atrito do leito e f é o parâmetro de Coriolis.

Goodell (2012) argumenta que o modelo HEC-RAS, para estudos de rompimento de barragens, pode apresentar instabilidades numéricas. Isso é comum, pois a complexidade hidráulica de um estudo de rompimento é grande, onde a variação da vazão no tempo e no espaço atinge o escoamento rapidamente variado. Para este tipo de simulação o engenheiro deve utilizar, no HEC-RAS, a opção de regime composto (do inglês "mixed flow regime") para estabilizar a solução numérica em casos de mudanças bruscas de regime hidráulico entre subcrítico e supercrítico.

Para tal, o modelo HEC-RAS é estabilizado empregando a técnica de inércia local parcial (Local Partial Inertia – LPI), discutida por Fread et al. (1996). Com esta técnica é possível estabilizar a solução numérica para escoamentos não permanentes e não uniformes do modelo HEC-RAS, principalmente para eventos de rompimento de barragens. Os parâmetros do método são costumemente ajustados para garantir estabilidade numérica aos modelos hidráulicos de ruptura de barragens.

A seguinte simplificação é empregada na formulação do modelo HEC-RAS como fator de redução nos termos inerciais da equação do momentum, tal como:

$$\varphi \left[\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right)}{\partial x} \right] + Ag \left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (6)$$

Segundo as condições:

$$\begin{aligned} \sigma &= F_T - F_r^m (F_r \leq F_T; m \geq 1) \\ \sigma &= 0 (F_r > F_T) \end{aligned} \quad (7)$$

Onde φ representa o fator LPI multiplicador dos termos inerciais; F_T é o número limite de Froude, o qual determina o coeficiente φ igual a zero para valores de 1 até 2; F_r representa o

número de Froude; m representa o expoente da equação, o qual altera o formato da curva da equação e varia entre 1 e 128.

5.2.1 Seções Hidráulicas

No modelo unidirecional a representação do rio se dá por um eixo e a geometria do canal é definida a partir de seções transversais, ou seções hidráulicas. Estas seções devem ser posicionadas ao longo do comprimento do rio em espaçamentos condizentes com as singularidades hidráulicas existentes no curso d'água e com os critérios de estabilidade numérica do modelo.

O posicionamento das seções deve ser feito de forma tal que represente o canal inteiro uniformemente e as singularidades hidráulicas, como pontos de mudança brusca de declividade, afunilamentos, ilhas e fluxo por estruturas hidráulicas existentes no curso do rio.

As seções devem sempre estar posicionadas de maneira perpendicular ao fluxo e devem conter informações como fundo do canal, distância das margens, declividade das paredes do canal e parâmetros de rugosidade de cada região da seção.

O espaçamento das seções transversais é um dos maiores fatores de causa de instabilidade numérica em modelos unidirecionais de regime de vazão não permanente. O manual de referências hidráulicas do HEC-RAS 5.0.6 (2016) sugere as equações de Fread (1993) e Samuels (1989) para se estabelecer um espaçamento mínimo entre as seções.

$$\Delta x \leq \frac{cTr}{20} \quad (8)$$

$$\Delta x \leq \frac{0,15D}{S_0} \quad (9)$$

Onde Δx é o distanciamento das seções [m], c é a velocidade da onda [m/s], Tr é o tempo de ascensão da onda [s], D é a profundidade média do canal [m] e S_0 é a declividade média do canal [m/m].

5.2.1.1 Seções Topobatimétricas

As seções topobatimétricas são essenciais para um modelo hidráulico preciso. Estas representam a geometria real do fundo do rio em determinada região. Tendo em vista o elevado custo para o levantamento deste tipo de seções, em quantidade suficiente para a elaboração de modelos de ruptura de barragens, o engenheiro deve fazer uso de estratégias que combinem precisão hidráulica do modelo com a otimização dos recursos disponíveis.

Através de uma amostra de seções topobatimétricas, em conjunto com recursos de fotointerpretação, é possível estimar a calha do rio em regiões as quais não foram contempladas com seções topobatimétricas. Este processo deve ser realizado de maneira cuidadosa e sempre aliado com processos de calibração do perfil hidráulico resultante do modelo numérico, a fim de garantir a razoabilidade das premissas adotadas e a confiabilidade dos resultados.

5.2.1.2 Seções de MDT ou MDS

As seções obtidas a partir de Modelo Digital de Terreno (MDT) ou Modelo Digital de Superfície (MDS) determinam uma estratégia importante, permitindo a modelagem de trechos de corredeiras e estreitamentos, mesmo que não exista uma seção topobatimétrica na região em análise. Desta forma, de maneira complementar, essas seções fazem parte do principal mecanismo de estabilização numérica dos modelos hidráulicos de vazão não permanente, que é o aumento da densidade de seções hidráulicas ao longo da região em estudo.

Dependendo da região a ser modelada e os resultados do processo de calibração, o Engenheiro pode optar por atribuir ou não uma calha para a seção em questão. A calha pode ser estimada através de geometrias prismáticas ou obtida através de recursos mais elaborados que envolvam seções topobatimétricas e fotointerpretação.

A Figura 19 e a Figura 20 ilustram seções provenientes do MDT com e sem calha inserida, com base no acoplamento do modelo MDT aos dados dos levantamentos das seções batimétricas.

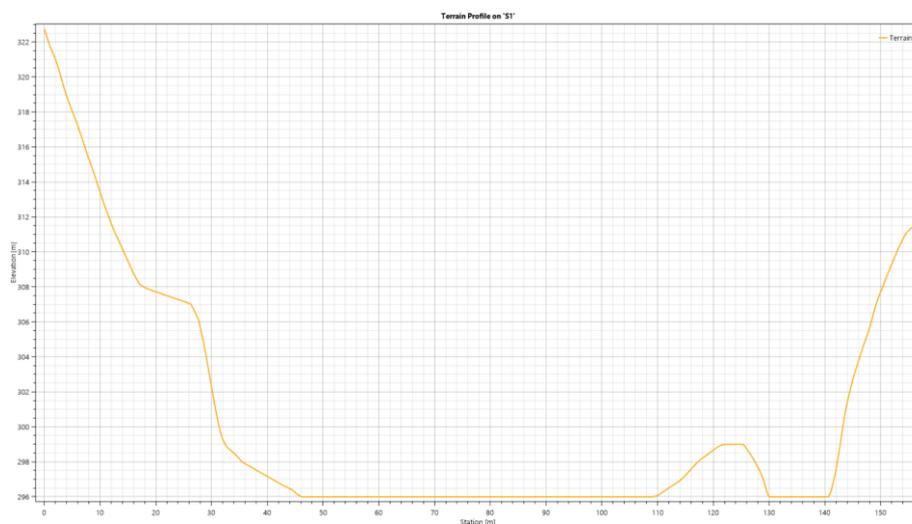


Figura 19 - Seção transversal obtida do MDT

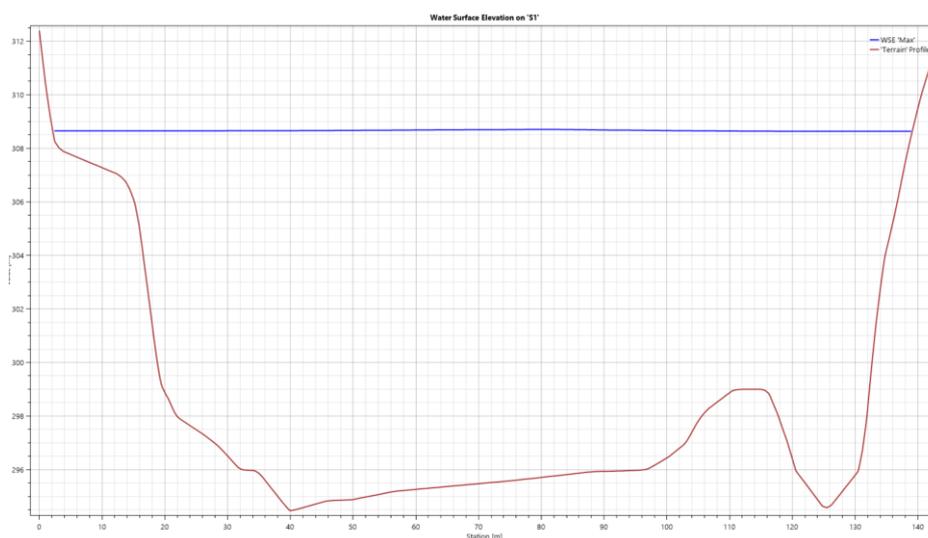


Figura 20 - Seção do MDT com calha inserida através de interpolação de seções topobatimétricas

Destaca-se que a Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A., buscando uma resposta mais assertiva nos resultados dos estudos do hipotético rompimento da barragem da PCH Rodeio Bonito, contratou a empresa especializada Matrix para realizar o Modelo Digital do Terreno (MDT) da área de interesse.

A restituição utilizada com DATUM Sirgas 2000 22 S (Anexo I – Dados), foi executada pela Empresa Matrix em 2024 e apresenta curvas de 1 m em 1 m, com trecho desde Barramento da PCH Rodeio Bonito até cerca de 27 km a jusante. Também foram obtidos seções topobatimétricas e níveis de água

Para o lançamento de dados no software foram utilizadas as referências dos desenhos e documentos da Tabela a seguir:

Tabela 9 – Fontes da geometria do rio (Anexo I – Dados)

Item	Nº Documento	Elaboração	Descrição/Legenda
1	Planialt_PCH Rodeio Bonito_Rev02	Matrix	LEV. PLANIALTIMÉTRICO_PCH RODEIO BONITO/SC – Folhas 1 a 5

Também foi obtido ortofotocarta atualizada do trecho em qualidade compatível a identificar propriedades atingidas.

Os dados topográficos foram utilizados para calibração do fundo do rio no trecho estudado, variando o coeficiente de manning fundo e nas margens do rio. Estes levantamentos topográficos foram realizados em 2024 também pela empresa Matrix (Anexo I – Dados) conforme descrito abaixo:

- Seções Topobatimétricas – 4 seções topobatimétricas juntamente com níveis de água;
- Níveis de água – 15 NAs no trecho da restituição, juntamente com mais 4 níveis das batimetrias, totalizando perfil de nível de água com 19 NAs;
- Cota de proteção das pontes jusante – 2 pontes;
- Cadastro do Barramento- com cotas e larguras do vertedouro e barragens de fechamento.

Foram alimentados no software o MDT do terreno ajustado com calha média de 1,50 m de profundidade.

5.2.2 Áreas de Armazenamento

A área de armazenamento é um dispositivo existente no modelo unidirecional HEC-RAS para representação de áreas de reservatórios ou áreas onde a hipótese de fluxo unidirecional não é representativa.

Uma área de armazenamento deve sempre estar conectada ao canal do rio, outra área de armazenamento ou algum tipo de estrutura lateral, podendo essa última ser o próprio terreno para condições naturais ou alguma estrutura de contenção/barramento construída pelo homem.

Este dispositivo só é levado em consideração nos cálculos hidráulicos de modelos com fluxo não permanente, quando é computada a vazão de entrada e saída nas áreas de armazenamento, sendo parte importante dos cálculos de balanço de massa do modelo. Os dados de cota, área e volume das áreas de armazenamento são levantados através do modelo digital de terreno pelo software HEC-RAS.

Foi entrado com reservatório de acordo com cotaxvolume apresentado no Item 3.2.

5.2.3 Processo De Ruptura – HEC-RAS

Para o modelo HEC-RAS, os seguintes parâmetros de formação da brecha devem ser inseridos para a simulação de ruptura hipotética de barragens:

- Largura da geratriz inferior da brecha;
- Largura média da brecha;
- Declividades das paredes laterais da brecha (H:V);
- Coeficiente de vazão da brecha;
- Coeficiente de descarga do *piping* (se houver);
- Cota inicial da formação da brecha;
- Tempo de formação da brecha;
- Modo de ruptura; e,
- Cota do reservatório no instante da ruptura.

Em relação aos parâmetros supracitados, as bases teóricas são apresentadas no Item 5.1.1, enquanto os resultados obtidos são apresentados no Item 5.4.1.

Com o modelo HEC-RAS é possível, após a definição do plano de ruptura da barragem, realizar a propagação da onda no vale a jusante, o mapeamento das áreas atingidas e criar as manchas georreferenciadas de inundação.

5.3 Dados de Entrada

O desenvolvimento do presente estudo foi baseado em dados hidrológicos, topográficos e estruturais da PCH Rodeio Bonito. O Quadro 3 resume os dados empregados no desenvolvimento do modelo numérico para ruptura hipotética da barragem em questão.

Quadro 3 - Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética da PCH Rodeio Bonito

Tipo de base dados	Variável
Hidrológicos	Qmlt e Vazão de cheia para a 1.000 anos da Barragem Rodeio Bonito.
Dispositivos de descarga	Dimensões geométricas do vertedouro das Barragem Rodeio Bonito, item 3.4.
Cota x Área x Volume do reservatório	Cota área volume do reservatório de Rodeio Bonito, item 3.2
Arranjo da Barragem	Dimensões, cotas e posicionamento das estruturas associadas do barramento e dispositivos de descarga da barragem Rodeio Bonito, item 3.3.
Base cartográfica	Modelo digital de superfície por aerolevamento pela empresa Matrix.

As vazões de referência foram obtidas da documentação da PCH Rodeio Bonito, e estão resumidas na Tabela 10.

Tabela 10 - Vazões de projeto

Período de recorrência (TR – anos)	Vazão [m³/s]
Qmlt	48,00
1.000 (RPS-2024)	3220,00

O modelo hidráulico proposto contemplou um trecho de 27 km do rio Irani, tendo início no reservatório da PCH Rodeio Bonito e se estendendo até encontro com rio Chapecó.

5.3.1 Calibração dos Parâmetros de Entrada

Os coeficientes de rugosidade de Manning foram adotados conforme recomendações bibliográficas para a morfologia da região.

Foi variado coeficiente de rugosidade (*manning*) de acordo com tabela abaixo.

Descrição	Manning (n)
Calha	0,035
Corredeiras	0,050
Margens – Mata densa	0,060

Para as regiões mais íngremes, inclinação superior a 0,2%, os valores de Manning foram calculados com a Equação 10, a qual foi desenvolvida por Jarrett (1984) para cursos d'água íngremes. Na equação “S” é a declividade [m/m] e “R” é o raio hidráulico [m].

$$n = 0,39 S^{0,38} (0,3048 R)^{-0,16} \quad (10)$$

5.3.2 Fluxograma

Os hidrogramas de ruptura foram calculados no modelo HEC-RAS, através dos dados do reservatório e dos parâmetros da brecha definidos com base em valores empíricos apresentados no Item 5.1.1. Após a definição dos hidrogramas de ruptura da PCH Rodeio Bonito foi realizada a propagação hidráulica dos hidrogramas ao longo do vale a jusante do empreendimento.

O modelo HEC-RAS 6.5 (Figura 22) contemplou 27 km do vale de jusante da PCH Rodeio Bonito, foi identificado 18 seções de interesse com pontos atingidos ou estruturas como pontes e Casa de Força.

Os parâmetros de formação da brecha, definidos através de características da Barragem Chave do Vaz, são: Cota da geratriz inferior da brecha; Largura média da brecha (B_m); Coeficiente de vazão da brecha (C_d); Tempo de formação (T_f); e Cota do reservatório no momento da ruptura.

A Figura 21 mostra o fluxo de atividades para gerar as cartas de inundação e quantificar os potenciais atingidos.

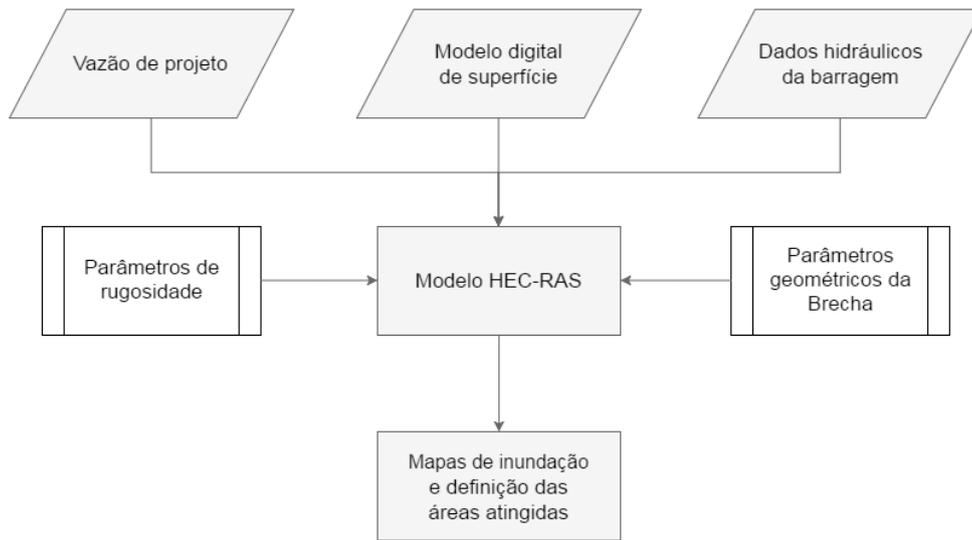


Figura 21 - Representação esquemática de entrada e saída de dados no modelo HEC-RAS

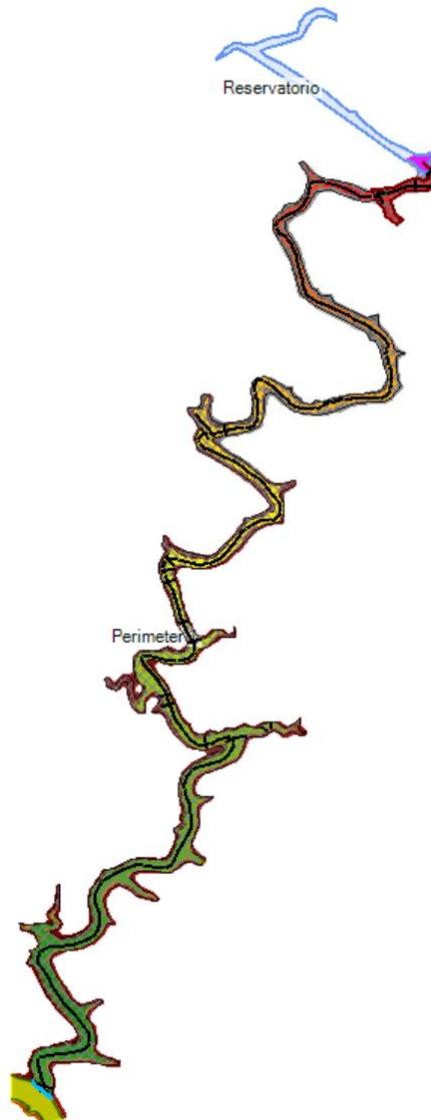


Figura 22 - Modelo HEC-RAS PCH Rodeio Bonito do vale a jusante

5.3.3 Hipótese e Prováveis Modos de Ruptura

Para o desenvolvimento da APMR (item 0) da Barragem Rodeio Bonito foram identificadas as estruturas susceptíveis a prováveis modos de ruptura, tais como:

- Barragem de Concreto/Vertedouro

O arranjo geral do empreendimento é composto por uma barragem de concreto compactado a rolo e um vertedouro de soleira vertente (Figura 23).

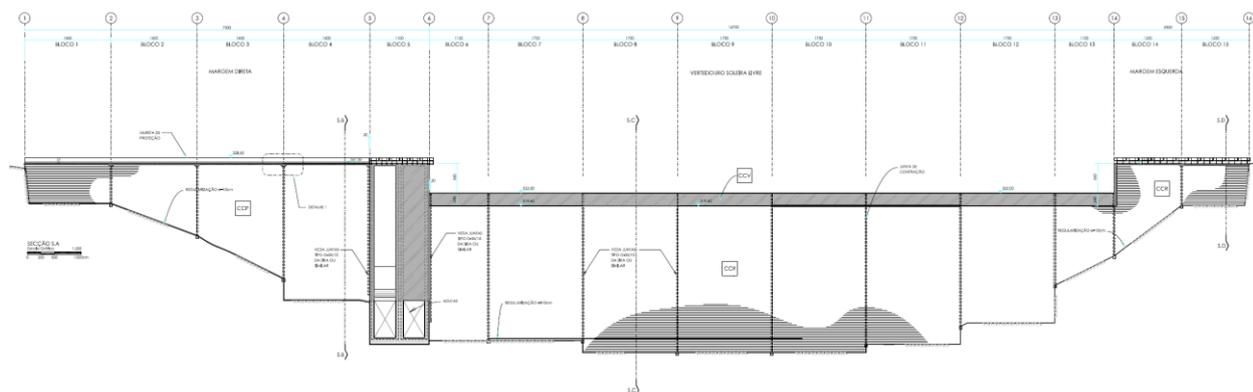


Figura 23 - Vista a Jusante da PCH Rodeio Bonito

Fonte: 140.01.05.001BA.052_R04-Barragem Seção Longitudinal

Nesta linha, considerou-se a região central da do vertedouro como possível local de formação da brecha de ruptura. A região central é a seção com maior altura e extensão, a qual poderá gerar o cenário de maior dano potencial.

Os seguintes cenários prováveis de ruptura da Barragem Rodeio Bonito foram definidos e identificados, segundo o maior dano potencial ao vale a jusante, segundo os modos de ruptura elencados na análise preliminar, como:

- **Modo RDC 1** – Rompimento por “colapso múltiplos blocos” na região central do vertedouro, vertendo a vazão milenar em Condição de Carregamento Excepcional (CCE);
- **Modo RDC 2** – Rompimento por “colapso múltiplos blocos” na região central do vertedouro, vertendo uma vazão média (*Sunny Day*) em Condição de Carregamento Normal (CCN).

5.4 Resultados

Os seguintes resultados são apresentados e discutidos no presente documento referente ao estudo de ruptura hipotética da PCH Rodeio Bonito:

- Parâmetros da brecha;
- Propagação da onda induzida pela ruptura;
- Perfis hidráulicos dos modos de ruptura; e,

- Apêndice detalhado de configurações dos modelos HEC-RAS e resultados por seção transversal de controle mostradas nas cartas de inundação.

5.4.1 Parâmetros da Brecha

No item 5.1.1 foram apresentadas formas de cálculo e valores esperados para os parâmetros de brechas em diferentes tipos e características de barragens. Cabe ressaltar que a concepção dos parâmetros da brecha são os insumos com maior grau de incerteza no modelo de ruptura.

Após os estudos de parametrização, os parâmetros da brecha da Barragem Rodeio Bonito foram definidos para todos os modos de ruptura aqui analisados. A seguir são apresentados os parâmetros de brecha, estando todos os valores em conformidade com a referência de Schaeffer (1992) e USACE (2014).

Tabela 11 - Parametrização das brechas dos modos de ruptura (*colapso múltiplos blocos*) da Barragem Rodeio Bonito

Parâmetros	Parâmetros selecionados	
	RDC 1	RDC2
Cota geratriz inferior (m)	297,00	297,00
Cota de formação do colapso (m)	297,00	297,00
Largura de base – B (m)	35,00	35,00
Coefficiente de vazão da brecha	-	-
Coefficiente de descarga do colapso	1,44	1,44
Declividade lateral esquerda (H:V)	0	0
Declividade lateral direita (H:V)	0	0
Tempo de formação – Tf (h)	0,30	0,30

As vazões de pico na formação das brechas para os modos RDC 1 e RDC 2 são iguais a 3220 m³/s e 48 m³/s, respectivamente.

Cabe ressaltar que os cenários de ruptura selecionados neste estudo determinam condições conservadoras de ruptura e adequadas ao planejamento das ações de resposta em caso de situações de emergência.

5.4.2 Propagação da Onda

Com os parâmetros da brecha calculados, o modelo HEC-RAS 6.5 foi usado para simular o rompimento e propagar a onda de cheia no vale a jusante da Barragem Rodeio Bonito. Os resultados hidráulicos são analisados mediante 18 seções transversais localizadas no rio Irani.

5.4.3 Modo de Ruptura Determinístico 1 – RDC 1 (Milenar)

As Figura 24 e ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da PCH Rodeio Bonito para o modo RDC 1 (Milenar), onde são apresentados um hidrograma e uma curva de altura incremental da onda de ruptura para cada seção.

Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no barramento durante o evento de cheia milenar.

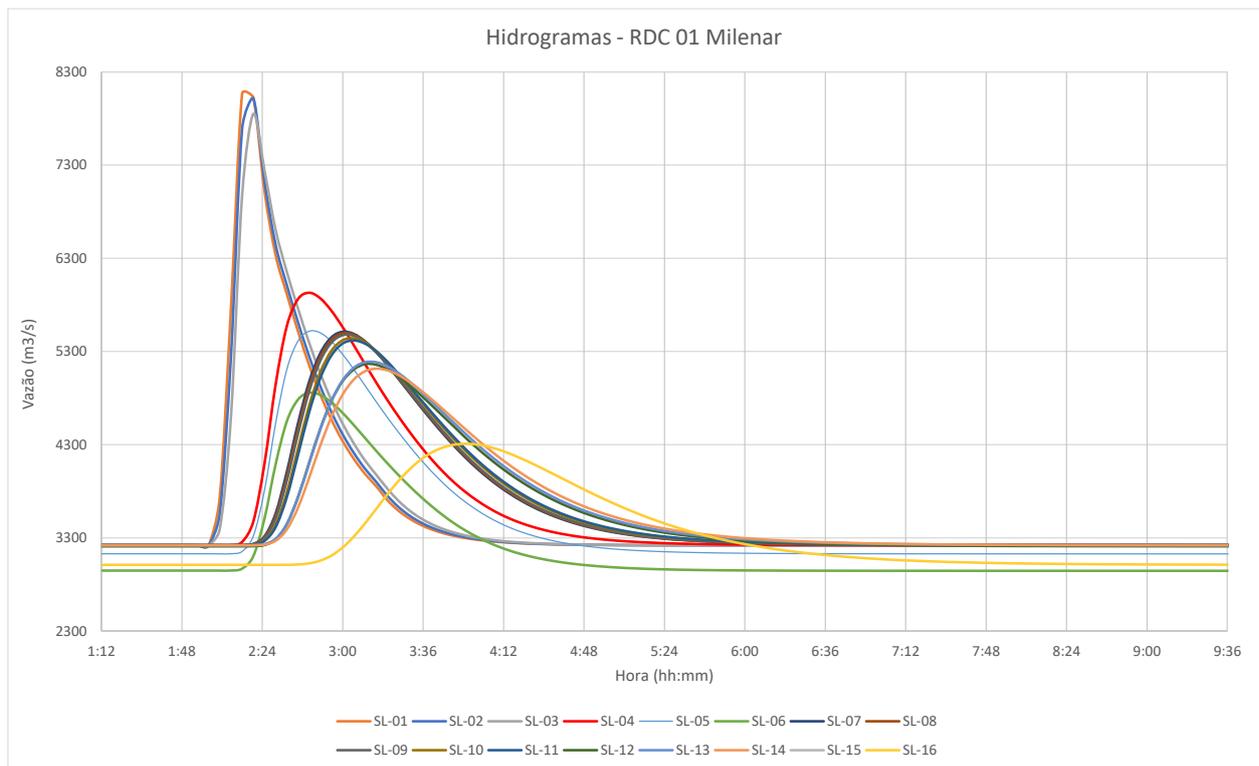


Figura 24 - Propagação de hidrogramas nas seções de controle no rio Irani RDC 1 (milenar).

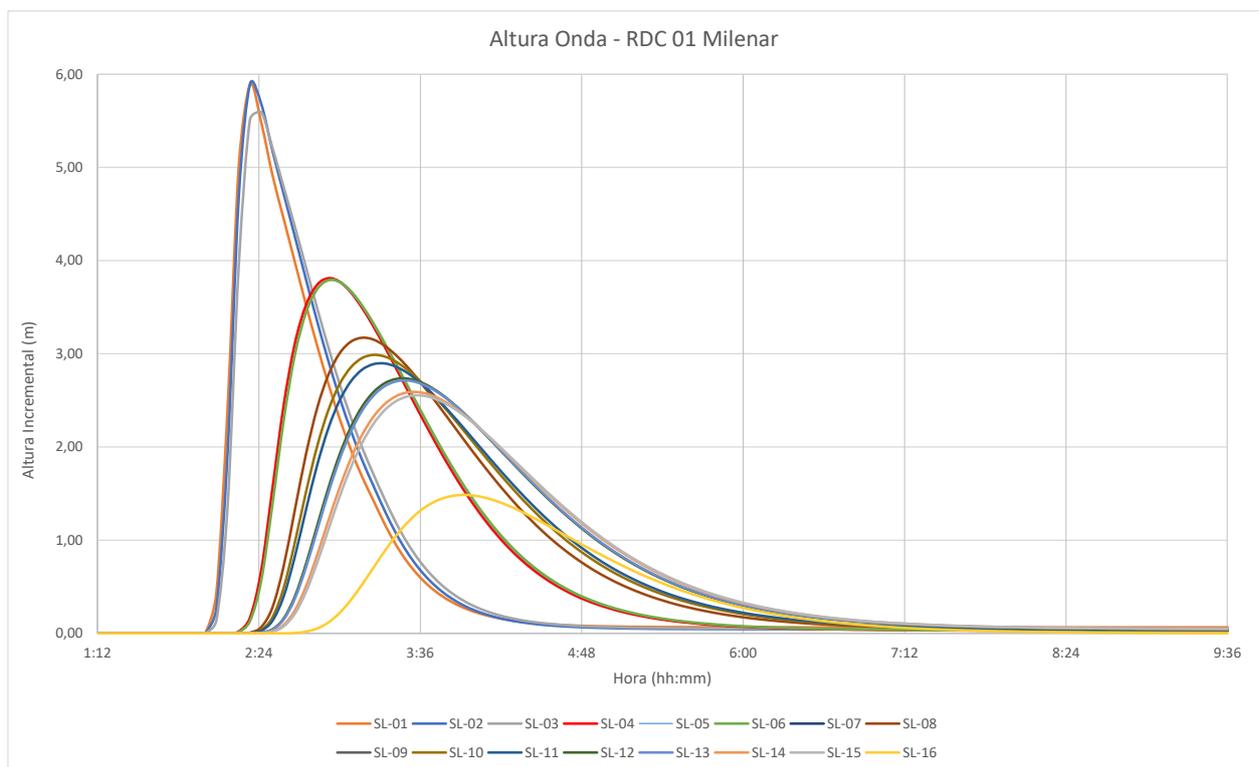


Figura 25 - Altura Incremental da onda propagada nas seções de controle no rio Irani – RDC 1 (milenar).

O pico da onda induzida pela ruptura da PCH Rodeio Bonito atinge uma altura incremental máxima da ordem de 6 m, na região a 10 m do barramento.

Como as alturas incrementais superam a marca de 0,61 m, considera-se segunda a FEMA (2013) que há dano potencial associado. Portanto, a ruptura da PCH Rodeio Bonito, em um cenário de cheia milenar, provoca mudanças significativas no rio Irani.

5.4.4 Modo de Ruptura Determinístico 2 – RDC 2 (*Sunny Day*)

As Figura 26 e Figura 27 ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da PCH Rodeio Bonito para o modo RDC 2(*Sunny Day*), onde são apresentados um hidrograma e uma curva de altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse. Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento em condição normal de operação da barragem (CCN), com passagem de uma vazão média de longo termo.

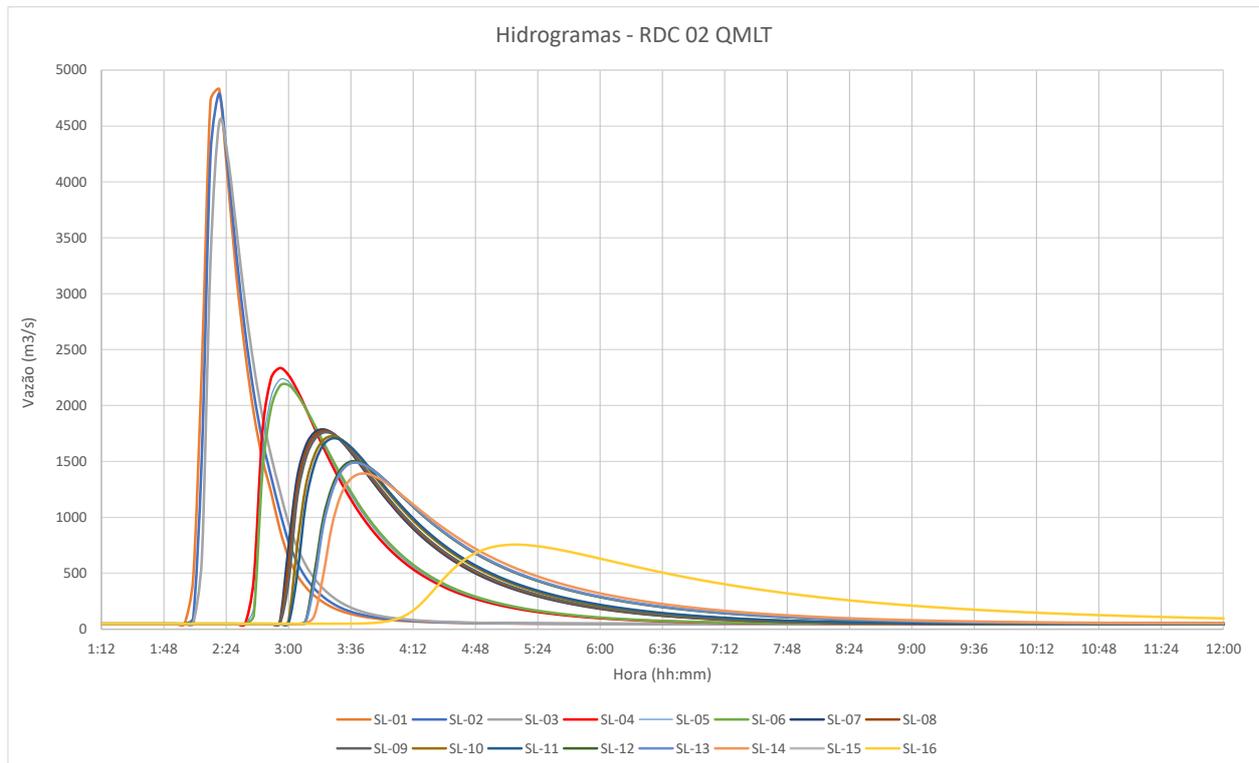


Figura 26 - Propagação de hidrogramas nas seções de controle no rio Irani, RDC 2 (*Sunny Day*)

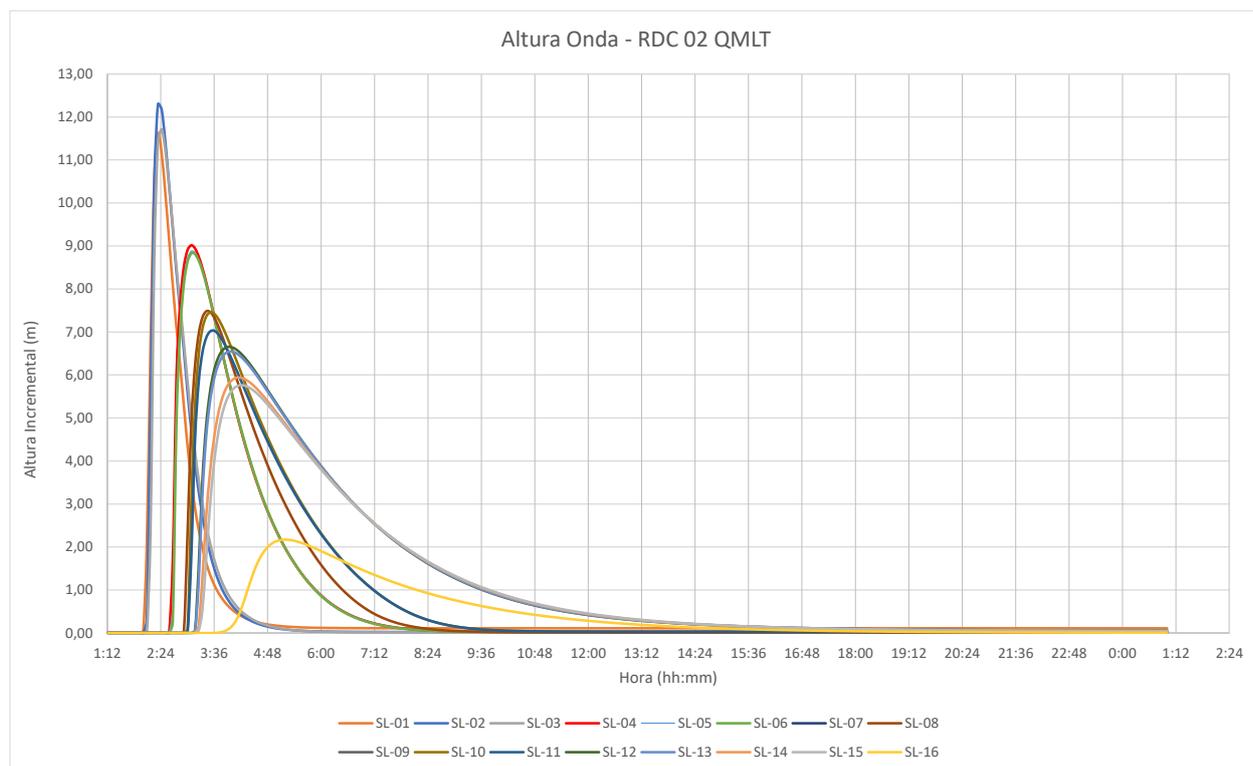


Figura 27 - Altura Incremental da onda propagada nas seções de controle no rio Irani, RDC 2 (*Sunny Day*)

O pico da onda induzida pela ruptura da PCH Rodeio Bonito atinge uma altura incremental máxima da ordem de 12 m, na região a 10 m do barramento.

Como as alturas incrementais superam a marca de 0,61 m, considera-se segunda a FEMA (2013) que há dano potencial associado. Portanto, a ruptura da PCH Rodeio Bonito, em um cenário de vazão média, provoca mudanças significativas no rio Irani.

5.4.5 Resumo hidráulico

Nas tabelas abaixo estão resumidos os resultados hidráulicos para as 16 seções transversais, para os prováveis modos de ruptura apresentados no presente ciclo de atividades. Os seguintes parâmetros hidráulicos estão resumidos: NA Normal, NA Rompimento, Altura da Onda, Tempo de início onda, Tempo pico onda, Tempo de inundação (duração), Velocidade Máx.da onda e Vazão Máx. A Tabela 12 apresenta somente as cotas de proteção e níveis atingidas para estruturas da usina e ponte de jusante.

Tabela 12 - Resumo das estruturas da Usina e Ponte

Estrutura	Condição	Cota de Proteção (m)	NA Máximo (m)	
			TR 1.000 anos	QMLT
Barragem PCH Rodeio Bonito	Natural sem rompimento	327,50	327,13	322,13
	Com rompimento barragem		327,13	322,13
Casa de Força PCH Rodeio Bonito	Natural sem rompimento	306,00	304,62	293,77
	Com rompimento barragem		310,52	306,06
Ponte	Natural sem rompimento	280,14	280,26	268,64
	Com rompimento barragem		283,16	275,68

(*) Destacados em VERMELHO ocorre inundação

Tabela 13 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção para TR 1.000 anos

Zona	Seções de Interesse		Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC01 - TR 1.000 ANOS								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
				Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)						
				Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento													
ZAS	SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10,00	305,87	311,76	5,89	00:10	00:20	01:40	01:30	6,42	8067,74	
	SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	551,58	304,62	310,52	5,90	00:10	00:20	01:40	01:30	5,16	8017,70	
	SL-03	Propriedade ME	1151,58	303,34	308,93	5,59	00:10	00:25	01:45	01:35	5,68	7850,52	
	SL-04	Limite ZAS	6751,58	287,81	291,62	3,81	00:30	00:55	02:35	02:05	4,79	5929,09	
ZSS	SL-05	Propriedade MD	10236,58	287,53	291,31	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	4,01	5517,71	
	SL-06	Propriedades ME	10351,58	287,45	291,24	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	2,52	4856,35	
	SL-07	Propriedades ME	14369,43	282,13	285,31	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	3,22	5510,93	
	SL-08	Propriedades ME	14551,58	281,92	285,09	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	4,48	5495,91	
	SL-09	Propriedade ME	14751,58	281,67	284,83	3,16	00:35	01:10	03:05	02:30	3,73	5474,00	
	SL-10	Propriedade ME	15451,58	280,73	283,72	2,99	00:40	01:15	03:10	02:30	4,07	5440,02	
	SL-11	Ponte e Propriedades ME	15756,41	280,26	283,16	2,90	00:40	01:20	03:10	02:30	3,17	5418,45	
	SL-12	Propriedades MD	17527,64	278,60	281,33	2,73	00:45	01:30	03:25	02:40	3,57	5163,65	
	SL-13	Propriedades MD	17751,58	278,49	281,20	2,71	00:45	01:30	03:25	02:40	3,11	5185,07	
	SL-14	Propriedade ME	18751,58	277,85	280,44	2,59	00:50	01:35	03:30	02:40	2,88	5115,41	
	SL-15	Propriedade ME	19051,58	277,64	280,20	2,55	00:50	01:35	03:30	02:40	1,77	5035,41	
	SL-16	Limite ZSS	27451,58	271,23	272,72	1,49	01:15	01:55	03:20	02:05	2,36	4309,83	

(*) Destacados em laranja ocorre inundação

Tabela 14 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção - QMLT

Zona	Seções de Interesse		Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC 02 - DIA DE SOL (QMLT)								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
				Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)						
				Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento													
ZAS	SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10,00	296,05	307,67	11,62	00:05	00:20	02:00	01:55	6,16	4831,83	
	SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	551,58	293,77	306,06	12,29	00:10	00:20	02:05	01:55	4,65	4791,29	
	SL-03	Propriedade ME	1151,58	292,76	304,48	11,72	00:10	00:25	02:10	02:00	4,94	4525,32	
	SL-04	Limite ZAS	6751,58	275,90	284,92	9,01	00:40	01:05	04:20	03:40	4,21	2334,71	
ZSS	SL-05	Propriedade MD	10236,58	275,71	284,58	8,88	00:45	01:05	04:20	03:35	3,82	2231,47	
	SL-06	Propriedades ME	10351,58	275,64	284,47	8,83	00:45	01:05	04:20	03:35	3,06	2183,75	
	SL-07	Propriedades ME	14369,43	270,52	278,14	7,62	01:00	01:25	05:05	04:05	2,73	1786,59	
	SL-08	Propriedades ME	14551,58	270,37	277,85	7,48	01:00	01:25	05:00	04:00	3,89	1773,15	
	SL-09	Propriedade ME	14751,58	269,58	277,50	7,92	01:00	01:30	05:30	04:30	3,27	1757,30	
	SL-10	Propriedade ME	15451,58	268,84	276,30	7,45	01:05	01:30	05:45	04:40	2,98	1725,08	
	SL-11	Ponte e Propriedades ME	15756,41	268,64	275,68	7,03	01:05	01:35	05:45	04:40	2,43	1705,21	
	SL-12	Propriedades MD	17527,64	266,16	272,81	6,66	01:15	01:55	09:00	07:45	2,82	1498,87	
	SL-13	Propriedades MD	17751,58	266,14	272,68	6,54	01:15	02:00	09:00	07:45	2,54	1487,31	
	SL-14	Propriedade ME	18751,58	266,04	271,97	5,94	01:20	02:10	09:05	07:45	2,50	1389,96	
	SL-15	Propriedade ME	19051,58	266,00	271,76	5,76	01:25	02:10	09:10	07:45	1,37	1294,10	
	SL-16	Limite ZSS	27451,58	265,57	267,75	2,17	02:15	03:10	07:45	05:30	0,97	756,56	

(*) Destacados em laranja ocorre inundação

- A zona de auto salvamento fica definida como 30 min da onda de rompimento, ou seja, até SL-04 cerca de 6,75 km a jusante do barramento PCH Rodeio Bonito.
- A Zona de Secundária de Segurança fica definida como o fim do modelo e encontro Rio Chapecó, SL-01 cerca de 27,45 km da barragem PCH Rodeio Bonito.

5.4.6 Região de Amortecimento

A barragem da PCH Rodeio Bonito é considerada de médio porte, com altura máxima de 33 m e reservatório com volume da ordem de 9 hm³. Em um evento de ruptura a barragem é capaz de gerar uma mudança significativa no regime fluviométrico do rio Irani. Devido ao trecho de alta declividade e de corredeiras no vale a jusante da PCH Rodeio Bonito, até a confluência com o rio Chapecó onde acaba ocorrendo amortecimento, por ser rio de maior porte.

O maior impacto foi observado pela ruptura em cenário de *Sunny day*, em que a onda de ruptura atingiu uma altura incremental da ordem de 12,29 m na seção imediatamente a jusante do barramento de Rodeio Bonito. Nesse cenário observou-se dano potencial (altura incremental superior a 0,61 m) até um trecho de 27,45 km do barramento de Rodeio Bonito segundo a FEMA (2013). No final do modelo junto ao encontro com Rio Uruguai de maior capacidade, a onda acaba amortecendo, caracterizando que não há mais dano potencial. O mesmo ocorre com a ruptura no cenário de cheia milenar.

A maior concentração de benfeitorias é na proximidade da ponte no município de Paiol, a 15 km da Barragem PCH Rodeio Bonito.

Dentro da Zona de Alto Salvamento (ZAS) foi identificada somente um rancho de pesca/Lazer. Já na Zona segurança secundária (ZSS) observou-se que há benfeitorias potencialmente afetadas pela onda de ruptura como campings ou ribeirinhos. Assim sendo, a ruptura da PCH Rodeio Bonito, para todos os cenários considerados, **apresenta potencial de perdas de vidas humanas associadas exclusivamente ao barramento, o que permitiria a classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA) como ALTO.**

5.4.6.1 Limite Físico a Jusante da PCH Rodeio Bonito

O limite físico do trecho estudado, foi de montante da Barragem da PCH Rodeio Bonito até encontro com Rio Chapecó - SC, compreendendo cerca de 27,45 km. Este trecho compreende:

- limite máximo de 25 km - Volume Reservatório entre 3 e 50 hm³, de acordo ANA;
- Até encontro com rio de maior porte, Rio Chapecó – SC, ocorrendo amortecimento da onda junto ao encontro com Rio Chapecó - SC, de acordo com ANEEL.

5.5 Mapas de Inundação

Mediante os resultados obtidos com os cenários de ruptura, fez-se a identificação das áreas atingidas pela mancha de inundação, bem como a fotointerpretação do trecho de, aproximadamente, 27 km a jusante do barramento. Os mapas de inundação, por estarem georreferenciados e plotados em pranchas padronizadas, segundo ABNT, são chamados de mapas de inundação.

Expostas nos documentos ROB-C-MPI-001-00-24 (Enchentes - milenar) e ROB-C-MPI-002-00-24 (Sunny-Day), os mapas de inundação sumarizam informações estratégicas do estudo de ruptura

hipotética da PCH Rodeio Bonito, auxiliando a realização das ações a serem tomadas em momentos de crise. Sendo assim, são apresentados os resultados hidráulicos de:

- NA Normal (m)
- NA Rompimento (m)
- Altura da Onda (m)
- Tempo de início onda (hh:mm);
- Tempo pico onda (hh:mm);
- Tempo de inundação (duração) (hh:mm):
- Velocidade Máx .da onda (m²/s)
- Vazão Máx. (m³/s).

As cotas (Nas) são extraídas dos perfis hidráulicos da superfície da linha d'água ao longo do vale a jusante da área em estudo, dos resultados da modelagem numérica hidráulica em regime não permanente e não uniforme.

Por sua vez, a altura é calcula pela diferença entre as cotas do cenário de escoamento da vazão de referência e as ondas induzidas pelos modos de ruptura hipotética. Nesta linha, a altura incremental é a diferença entre as cotas do cenário de escoamento das vazões de referência e as ondas induzidas pelos modos de ruptura.

A vazão de pico é extraída dos hidrogramas da cheia em diferentes locais do vale a jusante, referentes às seções de controle indicadas nos mapas de inundação.

O tempo de pico é calculado pela diferença entre o instante de início da ruptura e o instante de pico do cotograma para cada local do vale a jusante determinado como estratégico, enquanto o tempo de inundação é calculado como o tempo de permanência do nível d'água superior a uma determinada cota de referência, determinada pelo erro altimétrico esperado do produto cartográfico usado na modelagem hidráulica numérica. Por sua vez, o tempo de chegada é calculado como o instante em que a onda induzida pela ruptura hipotética atinge uma cota de referência gerada por uma elevação incremental de 0,61 m (~2 ft).

A velocidade média da onda é calculada com base no tempo de deslocamento dos picos dos hidrogramas ao longo do vale a jusante. A velocidade da onda é calculada em km/h em relação a toda a massa d'água em movimento. É uma informação estratégica para planejamento das áreas prioritárias para ações de prevenção e evacuação. O tempo de inundação, ou submersão, associado à informação de velocidade da onda é crucial para avaliar a capacidade e dificuldade de locomoção das populações atingidas.

São representadas em mapas de inundação, também, o risco hidrodinâmico. Este é o produto direto entre a velocidade e a profundidade do escoamento, sendo uma variável importante de

tomada de decisão, a qual ilustra espacialmente a capacidade destrutiva de uma onda induzida pela ruptura hipotética da barragem da PCH Rodeio Bonito.

No item abaixo apresenta as prováveis consequências esperadas da onda de ruptura baseada na variável “perigo hidrodinâmico” ou “inundação dinâmica”, empregados na graduação dessa variável nas cartas de inundação.

5.5.1 Zoneamento de Risco

Esse processo consiste na divisão do território potencialmente atingido pela onda de cheia, sendo classificada segundo os riscos envolvidos, a magnitude do dano, a vulnerabilidade e os tempos de alerta envolvidos (Balbi, 2008).

Conforme Almeida (2001) as principais características hidrodinâmicas envolvidas em um zoneamento são:

- a) áreas atingidas (determina quais elementos em risco serão afetadas, população, estruturas, etc);
- b) cotas máximas dos níveis d’água ou alturas máximas;
- c) instante de chegada da onda de cheia;
- d) instante de chegada da altura máxima;
- e) grau de perigo em função da velocidade e altura ($V \times H$), em m^2/s ;
- f) velocidade máxima do escoamento.

O tempo entre a identificação da emergência e a chegada da onda de cheia nos locais habitados é o primeiro parâmetro para a classificação da área de risco. O tempo eficaz de aviso permite com que as pessoas preparem a mobilização e a evacuação das zonas mais sensíveis, sendo este o fator primordial para a mitigação do efeito das cheias. A USBR (1999) adotou um critério para estimar a perda de vidas em função do tempo de alerta (Quadro 2 a seguir).

Quadro 4 – Número esperado de vítimas em função do tempo de alerta

Tempo de aviso (min)	Perda de vidas	Número esperado de vítimas
0 a 15	Significante	NEV= 50% no número de pessoas em risco
15 a 90	Potencialmente significativa	NEV= (número de pessoas em risco) ^{0,6}
Mais de 90	Perda de vidas virtualmente Eliminada	NEV= 0.0002 x número de pessoas em risco

Fonte: Adaptado de USBR, 1999.

Segundo Cestari (2013) a importância de uma submersão se deve à capacidade da cheia de provocar danos às pessoas, edificações e aos bens. Os principais parâmetros para classificar os danos são: a área atingida, a profundidade da cheia (H) e a sua velocidade de propagação (V). A

ameaça provocada por esses fatores combinados corresponde ao risco hidrodinâmico calculado pela equação a seguir.

$$\text{Risco hidrodinâmico} = H \times V$$

Onde:

Risco hidrodinâmico = m^2/s

H = profundidade (m);

V = velocidade do fluxo (m/s)

De acordo com o estudo de Synaven et al. (2000), que teve como objetivo estabelecer valores para os quais as cheias provocam danos, obteve-se as seguintes referências do Quadro abaixo.

Quadro 5 – Consequências do Risco Hidrodinâmico

Risco Hidrodinâmico (m^2/s)	Consequências
<0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 – 1	Adultos são arrastados
1 – 3	Danos de submersão em edifícios e estruturais em casas fracas
3 – 7	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
> 7	Colapso de certos edifícios

Fonte: Adaptado de SYNAVEN, 2000.

Viseu (2006) estabeleceu critérios para graduação do risco em função da profundidade e da velocidade. Considera-se o fato de que na área inundada existam edificações para proteção das pessoas em diferentes profundidades. Este é o princípio de evacuação vertical, em que se considera que as pessoas podem se deslocar para pavimentos superiores na tentativa de evitar a cheia. Os Quadros 4 e 5 a seguir apresentam estas graduações.

Quadro 6 – Nível de perigo para seres humanos

Nível	Classe	Inundação Estática (H)	Inundação Dinâmica (HxV)
Reduzido	Verde	< 1 m	< 0,5 m^2/s
Médio	Amarelo	1 m – 3 m	0,5 m^2/s – 0,75 m^2/s
Importante	Laranja	3 m – 6 m	0,75 m^2/s – 1,0 m^2/s
Muito Importante	Vermelho	> 6 m	> 1,0 m^2/s

Fonte: Adaptado de VISEU, 1998

Quadro 7 – Nível de perigo para edificações

Nível	Classe	Inundação Dinâmica (HxV)	Velocidade (V)
Reduzido	Verde	< 3 m^2/s	< 2 m/s
Médio	Amarelo	3 m^2/s – 5 m^2/s	2 m/s – 4 m/s
Importante	Laranja	5 m^2/s – 7 m^2/s	4 m/s – 5,5 m/s
Muito Importante	Vermelho	> 7 m^2/s	> 5,5 m^2/s

Fonte: Adaptado de VISEU, 1998

O risco hidrodinâmico será avaliado somente para a condição de dimensionamento do Vertedouro, ou seja, TR 1.000 anos, e seguirá a legenda da Tabela 15 a seguir.

Tabela 15 – Legenda para Risco Hidrodinâmico

Risco Hidrodinâmico (m ² /s)	Consequências
< 0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 -1	Adultos são arrastados
1 -3	Danos de submersão em edifícios e estruturas em casas fracas
3-7	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
>7	Colapso de certos edifícios

5.5.2 Zona De Autossalvamento (ZAS)

De acordo com recomendações de FEMA (2013) e FERC (2014), bem como de documentação da ABRAGE (2017), a Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como a região, imediatamente a jusante da barragem, em que se considera não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos serviços e agentes de proteção civil em caso de acidente. Sua extensão é definida pela menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância percorrida pela onda de inundação em trinta minutos.

O tempo de chegada da onda é calculado como o instante em que a onda induzida pela ruptura hipotética atinge uma cota de referência gerada por uma elevação incremental de 0,61 m (~2 ft). Para a PCH Rodeio Bonito, a distância correspondente ao trecho percorrido pela frente de onda foi de 30 min da onda.

Desta forma, **para a PCH Rodeio Bonito, adotou-se uma Zona de Autossalvamento (ZAS) de 6,75 km**, de modo que todo esse trecho seja alertado numa eventual situação de crise, não dependendo da atuação das autoridades competentes.

5.5.3 Zona Secundária De Salvamento (ZSS)

Complementarmente, **a Zona Secundária de Salvamento (ZSS) compreende um trecho de 20,70 km no vale a jusante, após ZAS**. De acordo com a lei 12.334/2010, mediante a atualização pela lei 14.066/2020, a ZSS é entendida como todo o trecho não definido como ZAS.

5.5.4 Seções de Interesse

As benfeitoras foram identificadas pela ortofotocarta obtida pelo aerolevanteamento de 2024 realizado pela empresa Matrix, considerando o momento da ruptura nas seções onde foram detectadas benfeitorias em risco, listadas na Tabela 16.

Tabela 16 – Localização das Seções de Interesse

Seções	Descrição	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)
SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10
SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	552
SL-03	Propriedade ME	1152
SL-04	Limite ZAS	6752
SL-05	Propriedade MD (Talvegue)	10237
SL-06	Propriedade MD	10352
SL-07	Propriedades ME	14369

Seções	Descrição	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)
SL-08	Propriedades ME	14552
SL-09	Propriedade ME	14752
SL-10	Propriedade ME	15452
SL-11	Ponte e Propriedades ME	15756
SL-12	Propriedades MD	17528
SL-13	Propriedades MD	17752
SL-14	Propriedade ME	18752
SL-15	Propriedade ME	19052
SL-16	Limite ZSS	27452

Os mapas de inundações juntamente com informações das seções interesse estão apresentados no Anexo V.

6 AGÊNCIAS E ENTIDADES ENVOLVIDAS

Deverão ser evitadas informações prematuras e inexatas a respeito do desenvolvimento da situação, a fim de impedir especulações e pânico, sendo de responsabilidade da Empresa Operadora, **RODEIO BONITO HIDRELÉTRICA S.A.**, centralizar a veiculação de informações.

6.1 Agentes Interno

Nome do Empreendedor: Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.

PCH: Rodeio Bonito

CNPJ: 09.127.923/0001-83

Endereço: Rodovia SC 283, Km 77, S/N, Interior, CEP:89801-973, cidade Chapecó, no estado de Santa Catarina

Representante Legal: Taíze Cristina Machado de Lima

Fone: (11) 98542-3845

E-mail: taize.m.lima@gmail.com

Identificação do Responsável Técnico da Barragem

Engenheira Civil: Patrícia Becker

Telefone: (48) 98407-2613

E-mail: patricia@prosenge.com

CREA SC 044.186-9

Gerente de O&M

Eng. Mecânico

Nome: Ailton César Gomes Baptista

Fone: (21) 99874-1151

E-mail: ailton.baptista@steag.com.br

Operação Remota da Usina

Nome: Osmar Filho

Telefones: (21) 99897-0684

E-mail: osmar.filho@steag.com.br

Centro de Operação – C.O.S

Telefone: (21) 3005-2387

E-mail: operacao.cos@steag.com.br

Operação Local da Usina

As áreas diretamente ligadas à operação da Usina estão listadas a seguir.

PCH RODEIO BONITO			
NOME	FUNÇÃO	TELEFONE DE CONTATO	E-MAIL
Pablo Favaretto	Líder da usina	(49) 99198-0004	pablo.favaretto@steag.com.br
Lúcio Savaris	Mantenedor II	(49) 99157-1648	lucio.savaris@steag.com.br
Enio Nardi	Mantenedor I	(49) 3331-4644	enio.nardi@steag.com.br
Lucas Malafon	Auxiliar de Mantenedor II	(49) 3331-4644	

6.2 Agentes Externos

Os agentes externos envolvidos são três municípios atingidos: Chapecó, Arvoredo, Seara e Paial, todos no estado de Santa Catarina. A cidade mais próxima com recursos de Defesa Civil e Corpo de Bombeiros é Chapecó também no estado de Santa Catarina.

6.3 Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação

Deverão ser evitadas informações prematuras e inexatas a respeito do desenvolvimento da situação, a fim de impedir especulações e pânico, sendo de responsabilidade da Empresa Operadora, **RODEIO BONITO HIDRELÉTRICA S.A.**, centralizar a veiculação de informações. O Quadro 8 apresenta o resumo geral dos agentes envolvidos.

Em uma eventual emergência os agentes principais a serem avisados estão listados no Anexo VIII – 1- Geral, sendo agentes internos e externos.

Quadro 8 – Lista de contatos do PAE

PAE DA BARRAGEM RODEIO BONITO			
EMPREENDEDOR	Nome:	Pequena Central Hidrelétrica Rodeio Bonito	
	Identificador ANEEL:	PCHPHSC029159-5	
	Empreendedor:	Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.	
	Diretor		Taíze Cristina Machado de Lima
			(11) 98542-3845 taize.m.lima@gmail.com
	Responsável Tec. Seg. Barragem:	Eng Civil Patricia Becker (CREA SC 044.186-9)	
	(48) 98407-2613 patricia@prosenge.com		
COORDENADOR PAE	Nome:	Líder da Usina: Pablo Favaretto	
	Contatos	(49) 99198-0004 pablo.favaretto@steag.com.br	
ELABORAÇÃO DO PAE	Nome:	Prosenge Projetos e Engenharia LTDA	
	Fone:	(48) 3206-8509	
ENCARREGADO ELABORAÇÃO PAE:	Nome:	Eng Civil Patricia Becker (CREA SC 044.186-9)	
	Contatos:	(48) 98407-2613 patricia@prosenge.com	
FISCALIZADORA	Nome:	Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL	
	Contatos:	(61) 2192-8758	
BARRAGENS NO CURSO DE ÁGUA	Montante – PCH Arvoredo	Jusante - Sem usina	
AUTORIDADES E SISTEMA DE DEFESA CIVIL	Defesa Civil - 199	Estadual Santa Catarina Nome do contato: Coronel Luiz Armando Schroeder Reis	

PAE DA BARRAGEM RODEIO BONITO			
		Fone: (48) 3664 7000 gabinete@defesacivil.sc.gov.br	
		Regional:Chapecó/SC Nome: 1º Sgt BM Wilson Antônio Zamboni (49) 2049-9707 chapeco.coredec@defesacivil.sc.gov.br	
		Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC - Seara/SC Coordenador: Carlos Alberto Paludo 199	
	Corpo De Bombeiros - 193	Estadual Santa Catarina Nome do contato: Coronel Fabiano de Souza Fone: (48) 3665-8692 gabinete@cbm.sc.gov.br e aig@cbm.sc.gov.br	
		CORPO DE BOMBEIROS MILITAR -6º Batalhão de Bombeiros Militar (49) 2049-7640	
	Prefeituras municipais:	Prefeitura: Chapecó/SC Nome: João Rodrigues Fone: (49) 3321-8400	
		Prefeitura: Arvoredo/SC Nome: Neuri Meneguzzi Fone: (49) 3356-3000	
		Prefeitura: Seara/SC Nome: Kiko Canale Fone: (49) 3452-8300	
		Prefeitura: Paial/SC Nome: Nevio Antônio Mortari Fone: (49) 3451-0045	
	OUTRAS AGÊNCIAS	POLÍCIA MILITAR - 190	
		POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL - 191	
		INMET	Nome do contato: Instituto nacional de meteorologia Fone: (61) 2102-4700

7 CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA E RISCO DE RUPTURA

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

7.1 Condição Hidrológica

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

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

A **EMERGÊNCIA 2** poderá ocorrer em qualquer condição de escoamento em conjunto com o rompimento da barragem.

Na Figura 28 estão indicados os diversos níveis de segurança baseados na vazão do vertedouro (possível de ser obtida pelo NA do reservatório), importante observar que a partir da cheia de 100 anos já fica definido o nível de emergência 1.

A Tabela 17 também indica os níveis de segurança com as respectivas ações a serem tomadas. Nessa tabela os níveis de segurança para a condição hidrológica estão descritos na alínea a).

7.2 Condição Estrutural

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

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

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

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

A Tabela 17 apresenta os níveis de segurança para as condições estruturais, na alínea b), juntamente com as providências a serem tomadas pela equipe de operação.

7.2.1 Monitoramento das Estruturas

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

- Procedimentos de inspeções civis visuais informando onde e o que se deve observar;
- Listas de inspeções a serem utilizadas nas inspeções civis;

- Instruções de trabalho para procedimentos de manutenções mais comuns de reparos nas estruturas.

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

7.2.1.1 Inspeções Rotineiras

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

7.2.1.2 Inspeção de Segurança Regular

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

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

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

7.2.1.3 Inspeções Segurança Especial

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

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

7.2.2 Revisão Periódica de Segurança

A Revisão Periódica de Segurança (RPS) tem o objetivo de diagnosticar o estado geral de segurança da barragem com vistas aos avanços tecnológicos, atualização de informações hidrológicas na bacia bem como os critérios de projeto e uso do solo na bacia a montante do barramento. Deve ser realizado a cada 7 anos conforme a classificação da barragem (Classe B).

7.2.3 Tramitação das Informações

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

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

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

O fluxograma de ações indica a sequência na tomada de decisões com base no nível de emergência.

Caso o fluxograma de ações entrar em **EMERGÊNCIA 1** deverá seguir procedimento do Plano de Ação de Emergência, Figura 28 e Item 7.

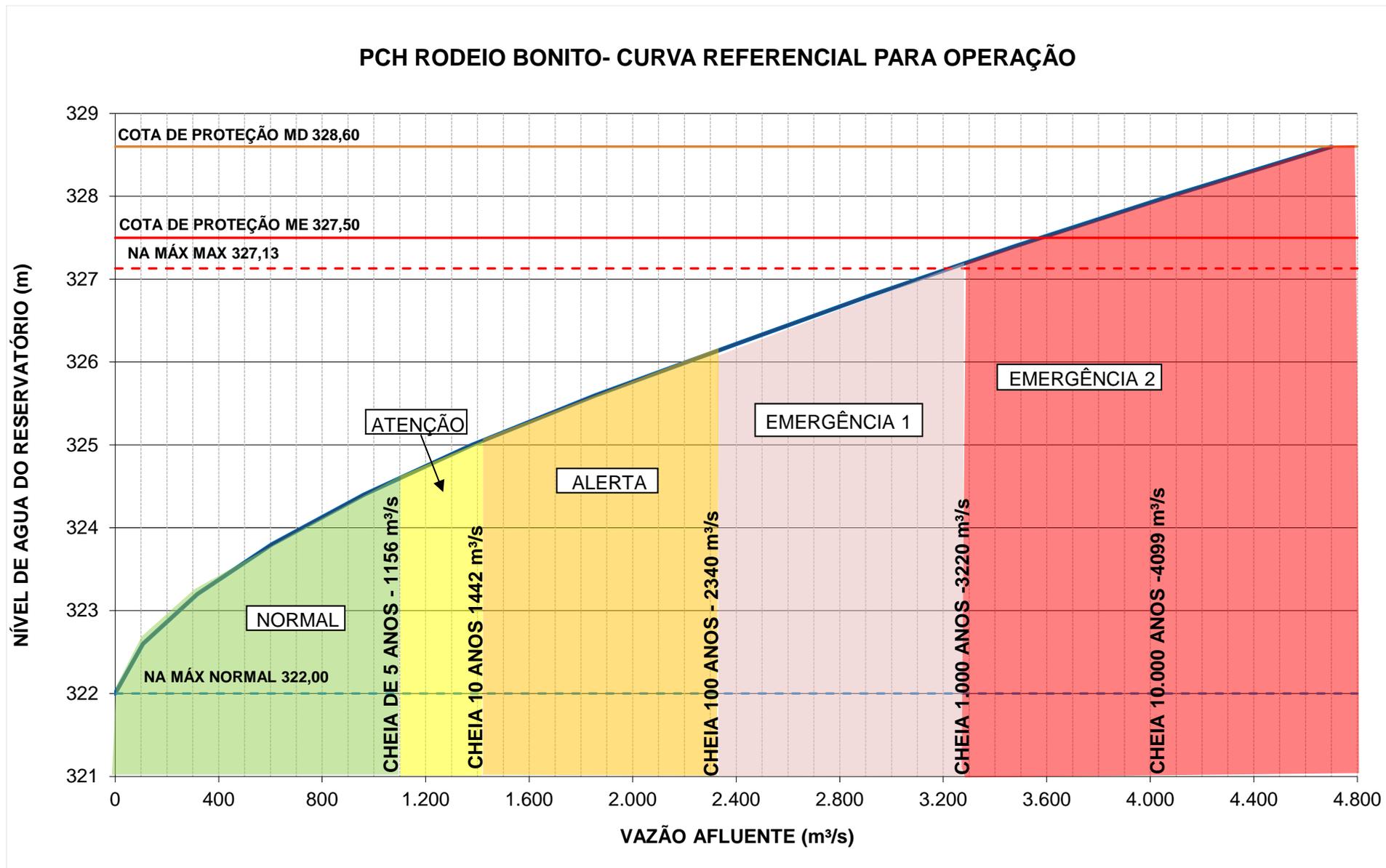


Figura 28 – Níveis de Segurança e Risco de Ruptura

Tabela 17 – Níveis de Segurança e risco Ruptura

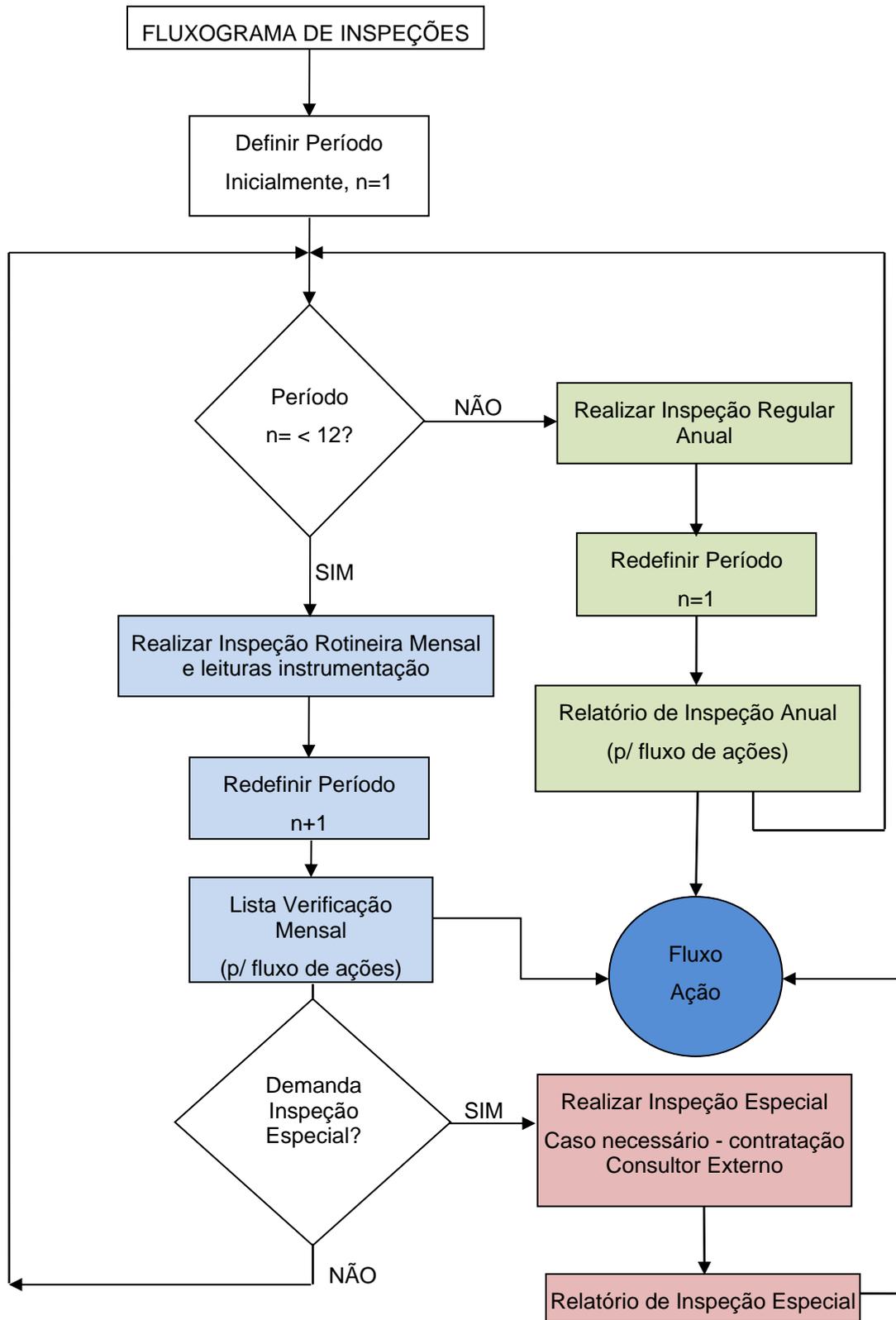
Nível de Segurança	Condições e Situações
<p>Nível Normal (VERDE)</p> <p>a) Operação normal das estruturas de descarga</p>	<p>a) Vertimentos até 1156 m³/s (NA 322,00 a 324,50 m - TR 5 anos) – Realizar o monitoramento das precipitações, deplecionamento controlado e análise das previsões de chuva para controle do nível do reservatório.</p>
<p>Nível Atenção (AMARELO)</p> <p>a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS</p>	<p>a) cheia de 1156 até 1442 m³/s (TR até 10 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com possibilidade de alagamento em localidades do município.</p>
<p>Nível Alerta (LARANJA)</p> <p>a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS</p> <p>b) Início Infiltração na Barragem com qualquer condição hidrológica</p>	<p>a) cheia de 1442 até 2340 m³/s (TR entre 10 e 100 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município;</p> <p>b) manutenção imediata para reduzir a infiltração ou recuperar o sistema de operação do vertedouro;</p>
<p>Nível Emergência 1 (VERMELHO CLARO)</p> <p>a) Localidades com alagamento municípios de jusante, abrir comportas da tomada d'água de modo aumentar capacidade de descarga, NA Máx Max. 300,00 m</p>	<p>a) cheia de 2340 até 3220 m³/s (até TR 1.000 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município;</p>
<p>b) Infiltração sem controle ou nível do reservatório chegando no NA Máx Max com vertedouro sem condições de operação</p>	<p>b) Infiltração sem controle na barragem/vertedouro → retirar pessoas dos pontos localizados na ZAS e atingidos de jusante;</p>
<p>Nível Emergência 2 (VERMELHO ESCURO)</p> <p>b) Ruptura está prestes a ocorrer, ocorrendo ou acabou de ocorrer com qualquer condição hidrológica.</p>	<p>Rompimento da Barragem com formação da onda de cheia com qualquer condição hidrológica → Aviso aos agentes externos da condição de ruptura iminente ou ocorrida e retirada dos atingidos de jusante localizados na ZAS e atingidos de jusante.</p>

a) nível de alerta devido as condições hidrológicas;

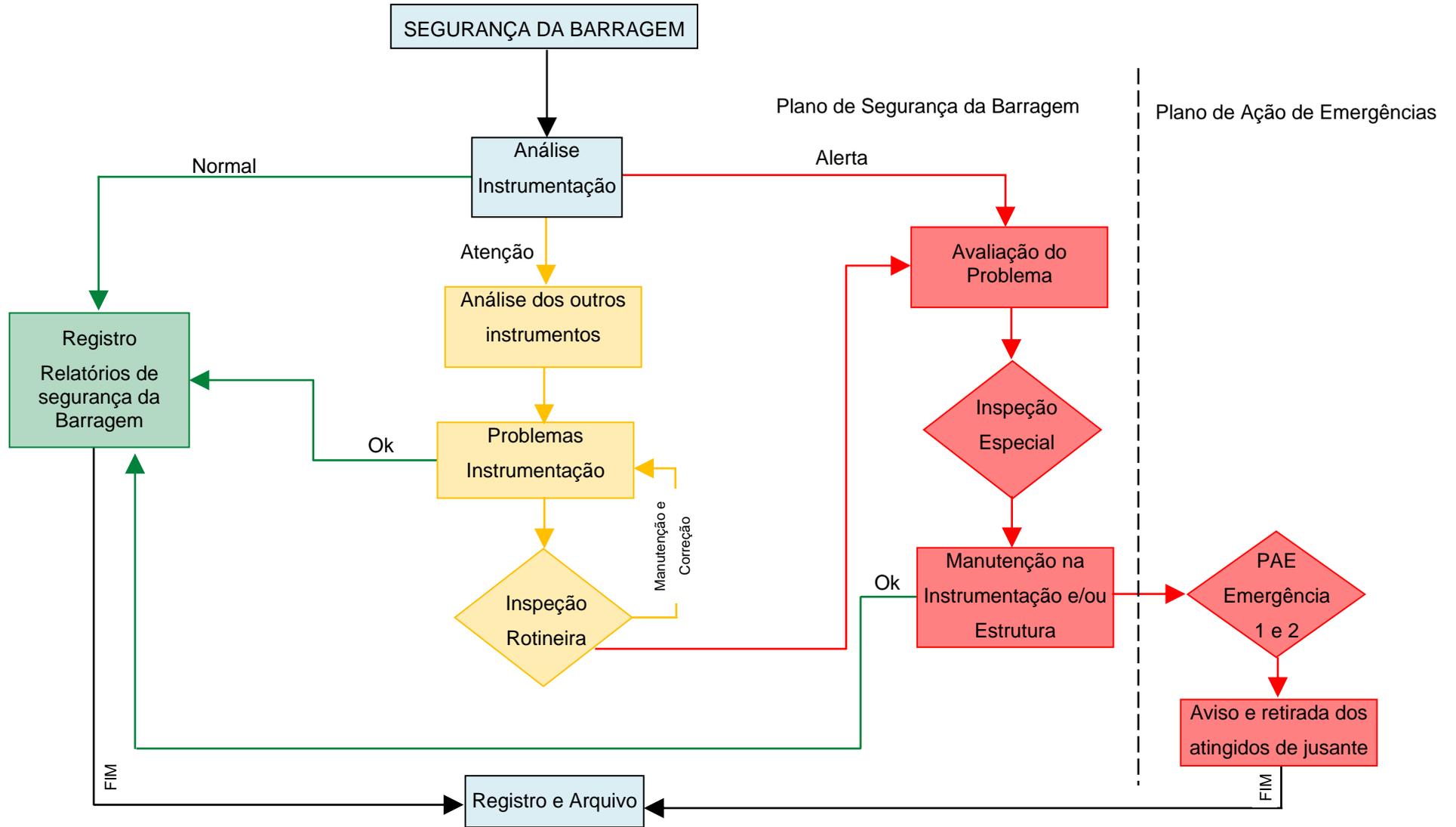
b) nível de alerta devido as condições da barragem ou sistema de operação do vertedouro.

EMERGÊNCIA 2 – A ruptura do barramento pode ocorrer em qualquer condição hidrológica formação de brecha ou em eventos extremos. O alerta aos órgãos responsáveis dever ser emitido assim que constatada a impossibilidade de reverter o problema possibilitando a retirada de todos os atingidos a jusante do barramento.

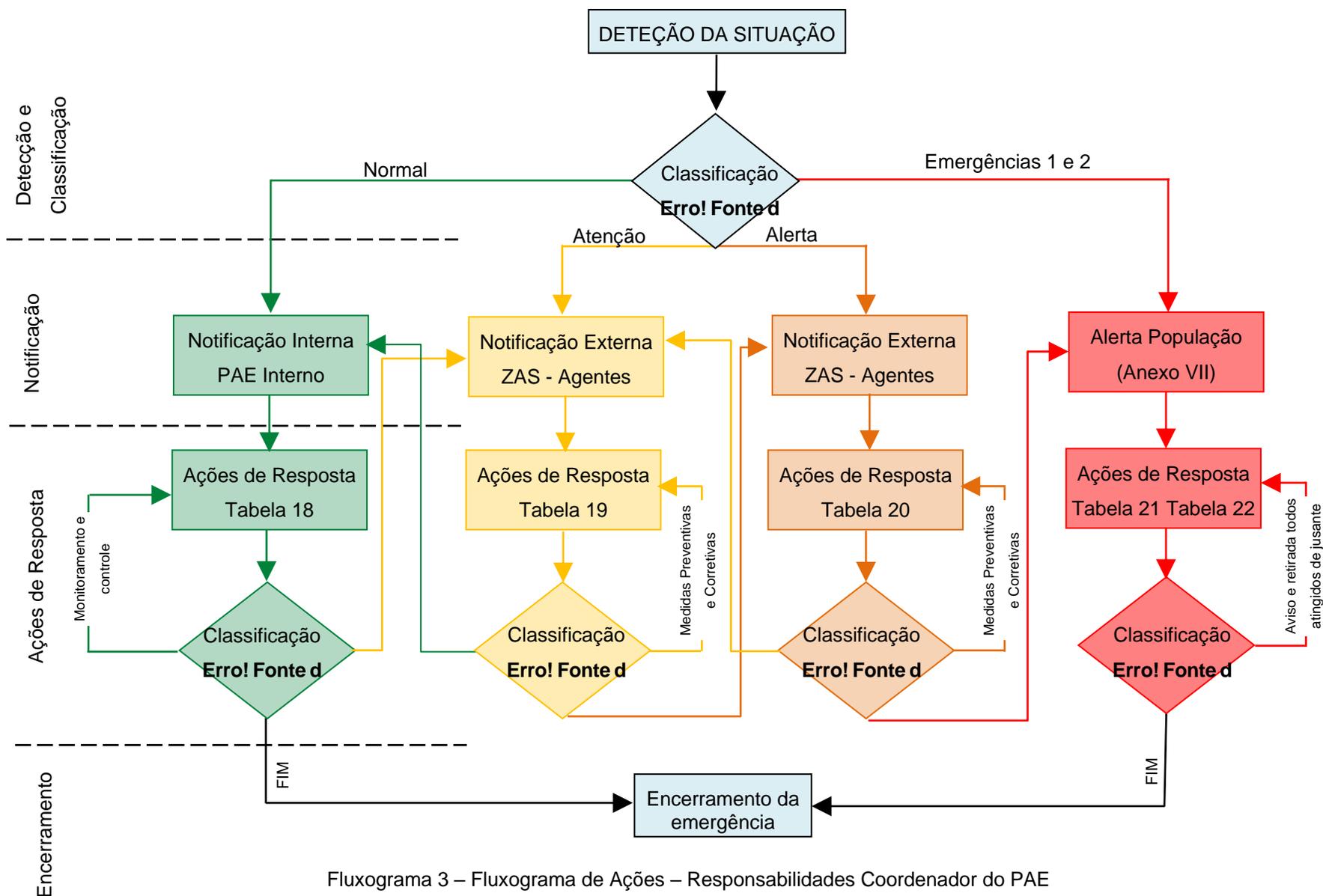
IMPORTANTE – A observação em campo de surgências de água na barragem, deve ser imediatamente informado ao supervisor e responsável técnico pelo segurança da barragem. Caso a barragem esteja em risco de colapso o reservatório deve ser rebaixado ao nível mínimo possível através das comportas das máquinas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



Fluxograma 1 – Fluxograma de Inspeções – n = mês



Fluxograma 2 – Fluxograma de Segurança da Barragem - manutenção da instrumentação e estruturas



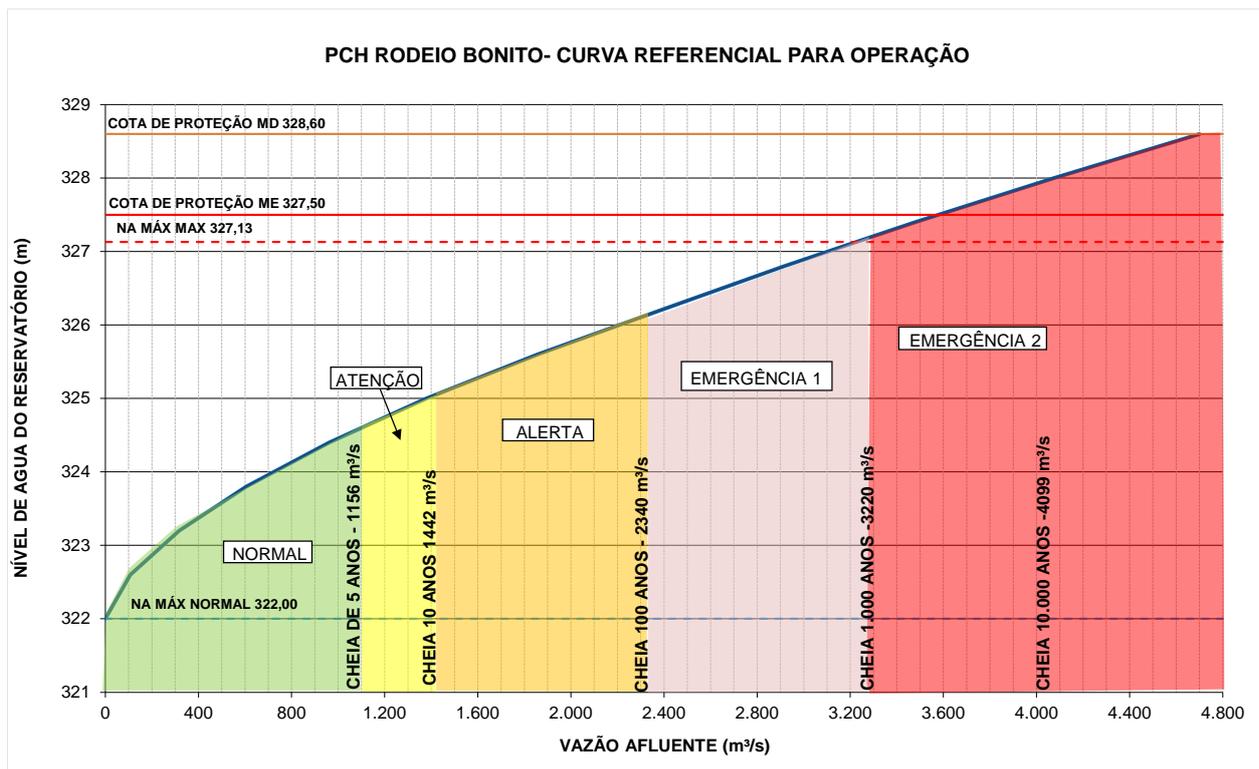
Fluxograma 3 – Fluxograma de Ações – Responsabilidades Coordenador do PAE

7.3 Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem

O sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem é realizado pelos itens 7.1

- Condição Hidrológica e 7.2-Condição Estrutural já descritos acima e resumidos abaixo:

- Condição Hidrológica – será controlada no Barramento, deverá ser monitorado os níveis do reservatório com leitura da régua automatizada e/ou visual para observação de uma eventual anomalia com potencial ruptura da barragem. A Figura 28 apresenta as condições: Normal, Atenção, Alerta, Emergência 1 e 2.



- Condição Estrutural - A boa condição estrutural do barramento se dará pelo monitoramento das inspeções rotineiras, regulares e especiais. O item 7.2.1 apresenta sistema de monitoramento.

A tramitação das informações e análises da condição hidrológica e estrutural da Barragem está apresentado item 7.2.3.

8 RESPONSABILIDADES DE TODOS OS AGENTES ENVOLVIDOS

As possíveis consequências danosas que ocorrerem durante ou após uma situação de emergência as pessoas, as propriedades e a infraestrutura a jusante, não serão de responsabilidade dos encarregados desta operação se seguirem corretamente as regras operativas aprovadas.

Em situações de emergência, o processo de decisões sobre a operação do reservatório assumirá configuração descentralizada, que incluirá autoridade para mobilização de recursos humanos, materiais e financeiros.

O poder público, nos três diferentes níveis tem a responsabilidade de desenvolver ações e atividades de defesa civil, em situação de normalidade e anormalidade, garantindo o direito de propriedade e a incolumidade a vida, conforme a Lei Federal nº 895 de 16 de agosto de 1993.

Na falta de regulamentos ou reguladores governamentais, principalmente municipais, o proprietário da barragem deverá prever o seu desenvolvimento institucional em conjunto com os órgãos de Defesa Civil, Bombeiros e Prefeituras de modo a aprimorar o Plano de Ação de Emergências (PAE).

8.1 Agente Interno – RODEIO BONITO HIDRELÉTRICA S.A.

O proprietário da Usina é a RODEIO BONITO HIDRELÉTRICA S.A., e controla a operação da Usina.

Será de responsabilidade da Operadora:

- Correção de qualquer deficiência constatada;
- Operação segura e continuada, manutenção e inspeção das estruturas da Usina e do reservatório;
- Inspeção e manutenção nas estruturas civis da Usina;
- Preparação adequada para emergências, manutenção dos acessos, disponibilidade de equipes preparadas bem como de equipamentos;
- Manutenção dos meios de comunicação prevendo sempre alternativas devido a possíveis falhas que são comuns em emergências;
- Manter observação sobre todas as estruturas da usina, principalmente nas mais distantes, contra possíveis ações predatórias de terceiros, incluindo animais;
- Providenciar a elaboração e atualizar o PAE;
- Promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de resposta;
- Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;

- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Alertar a população potencialmente afetada na ZAS, somente atingido ponte a jusante da barragem (Ponte - Estação Fluviométrica Ponte do Sargento), notificar agentes para bloqueio da mesa;
- Notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;
- Emitir declaração de encerramento da emergência;
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

8.2 Agentes Externos

Os agentes externos diretos serão Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, Corpo de Bombeiros do Estado de Santa Catarina e dos municípios de jusante, Polícia Militar e Civil e, Secretaria da Saúde dos municípios atingidos de jusante todos no estado de Santa Catarina.

8.2.1.1 Sistema De Proteção E Defesa Civil

A Lei nº 12.608/2012¹ criou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), visando uma atuação conjunta entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com uma abordagem sistêmica de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação de áreas onde possa acontecer ou já tenha ocorrido desastres de grandes proporções na população brasileira.

Tal legislação dispôs sobre o SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil), que é composto pela administração pública da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, bem como por entidades da sociedade civil responsáveis pelas ações de Defesa Civil no país.

O SINPDEC atua na prevenção de desastres, mitigação de riscos, preparação, resposta e recuperação por meio dos seguintes agentes em suas respectivas escalas de atuação:

- Federal: Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD);
- Estadual: Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC) e Coordenadorias Regionais de Defesa Civil (REPDEC) que comportam diversos órgãos estaduais como polícia militar e o Corpo de Bombeiros;
- Municipal: Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que comportam diversos órgãos da administração pública municipal, como secretarias de saúde, subprefeituras, serviços de água e esgoto.

¹ Atualizada pela Lei Federal nº 14.066/2020.

Nesse contexto, conforme disposto pela ABRAGE (2017) e ABRAGE (2018), o PAE é um documento que deve ser compatibilizado pelo Ente Federado no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil Municipal.

Para a Zona de Autossalvamento, isso se deve por meio das seguintes ações²:

- Estabelecimento, em conjunto com o empreendedor, de estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS;
- Participação de simulações de situações de emergência, em conjunto com o empreendedor, prefeituras e população potencialmente afetada na ZAS.

Fora da Zona de Autossalvamento (ZAS), denominada Zona de Segurança Secundária (ZSS), o alerta antecipado compete aos Serviços Municipais de Proteção Civil e Entes Federados, sendo estes responsáveis pelas ações de aviso, mobilização, treinamento e evacuação da população residente em áreas potencialmente afetadas, conforme Lei nº 12.608/2012, Lei nº 14.066/2020.e Decreto nº 8.572/2015.

Contudo, o § 6º do Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, salienta que o empreendedor deverá estender os elementos de autoproteção existentes na ZAS aos locais habitados da ZSS nos quais os órgãos de proteção e defesa civil não possam atuar tempestivamente em caso de vazamento ou rompimento da barragem. Isso deve ser alinhado com as Defesa Civil e demais órgãos.

8.2.1.1.1 Defesa Civil

As atribuições de Defesa Civil (Estadual e Municipal) de acordo Lei 12.608/2012, artigos 5º, 7º e 8º são:

Art. 5º - São objetivos da PNPDEC (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil):

I - reduzir os riscos de desastres;

II - prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres; III - recuperar as áreas afetadas por desastres;

III - recuperar as áreas afetadas por desastres;

IV- incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;

V- promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;

VI- estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;

VII- promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;

VIII- monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;

IX- produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;

² Nota Técnica nº 59/2013-SFG/ANEEL, ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

- X- estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;*
- XI- combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;*
- XII- estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;*
- XIII - desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;*
- XIV- orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção; e*
- XV- integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente.*

Art. 7º - Compete aos Estados:

- I - executar a PNPDEC em seu âmbito territorial;*
- II - coordenar as ações do SINPDEC em articulação com a União e os Municípios;*
- III - instituir o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil;*
- IV - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;*
- V - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios;*
- VI - apoiar a União, quando solicitado, no reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública;*
- VII - declarar, quando for o caso, estado de calamidade pública ou situação de emergência; e*
- VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.*

Art. 8º - Compete aos Municípios:

- I - executar a PNPDEC em âmbito local;*
- II - coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;*
- III - incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;*
- IV - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;*
- V - promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;*
- VI - declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;*
- VII - vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;*

VIII - organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;

IX - manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;

X - mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre;

XI - realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;

XII - promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre;

XIII - proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres;

XIV - manter a União e o Estado informados sobre a ocorrência de desastres e as atividades de proteção civil no Município;

XV - estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas; e

XVI - prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres.

8.2.1.1.2 Corpo de Bombeiros

Decreto Federal n.º 7.163, de 29 de abril de 2010, que regulamenta o inciso I do art. 10-B da Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a organização básica do CBMDF, estabelece:

Art. 2º Compete ao Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal:

I - realizar serviços de prevenção e extinção de incêndios;

II - realizar serviços de busca e salvamento;

III - realizar perícias de incêndio relacionadas com sua competência;

IV - prestar socorro nos casos de sinistros, sempre que houver ameaça de destruição de haveres, vítimas ou pessoas em iminente perigo de vida;

V - realizar pesquisas técnico-científicas, com vistas à obtenção e ao desenvolvimento de produtos e processos voltados para a segurança contra incêndio e pânico;

VI - realizar atividades de segurança contra incêndio e pânico, com vistas à proteção das pessoas e dos bens públicos e privados;

VII - executar atividades de prevenção aos incêndios florestais;

VIII - executar atividades de defesa civil;

IX - executar as ações de segurança pública que lhe forem cometidas pelo Presidente da República, em caso de grave comprometimento da ordem pública e durante a vigência de estado de defesa, de estado de sítio e de intervenção no Distrito Federal;

X - executar ações de emergência médica em atendimento pré-hospitalar e socorros de urgência;

XI - desenvolver na comunidade a consciência para os problemas relacionados com incêndios, acidentes em geral e pânico;

XII - promover e participar de campanhas educativas direcionadas à comunidade em sua área de atuação; e

XIII - fiscalizar, na área de sua competência, o cumprimento da legislação referente à prevenção contra incêndio e pânico.

8.3 Atribuições Conjuntas entre a Usina e Agentes Externos

8.3.1 1º Etapa - Protocolo PAE aos Agentes Externos

Após o término do Plano de Ação de Emergência, foi protocolado em outubro de 2024 o Plano de Ação de Emergências de modo agentes externos tomarem conhecimento.

Esta apresentação deverá verificar a detecção da emergência, a tomada de decisão, os meios de comunicação, o fluxo de informação, o tempo de mobilização e os equipamentos, infraestrutura e pessoal disponível. Esta apresentação está no Anexo IX.

Os protocolos estão apresentados no Anexo XII – 1 - Protocolos.

8.3.2 2º Etapa - Cadastro e mapeamento da população existente na ZAS

Foi elaborado um pré-cadastro na única casa dentro da Zona de Autossalvamento, porém como casa é utilizada esporadicamente para lazer não foi identificado o proprietário, somente relatado por vizinhos. Este cadastro está apresentado abaixo.

		Cadastro População - Zona de Autossalvamento		Empresa								
				Impacto Ambiental								
				Data								
				23/07/2024								
Usina		PCHROB		PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS PCH Rodeio Bonito								
				Equipe								
Códigos População												
1	Criança	Abaixo de 18 anos										
2	Adulto	de 18 a 60 anos										
3	Idoso	maior 60 anos										
4	Outros	Enfermos, cadeirantes, dificuldade locomoção ou necessidade especiais. Especificar obs o tipo.										
Item	Coordenadas Geográficas Latitude Longitude	Nome Proprietário	Endereço	Tipo residência Alvenaria Madeira Outros	Moradores (Cidade) 1 2 3 4	Analfabeto	Educação infantil	Fundamental	Medio	Superior (Graduação)	Pós-graduação/Mestrado ou Doutorado	Acesso Internet Telefone Internet
1	27° 6'32.228 S 52° 2'321.590 O	Sem informações	Rua vicinal, margem esquerda da Barragem Rodeio Bonito, km 1,15	x								sem sem
<p>Obs.: Identificado casa de lazer/pesca utilizado esporadicamente de acordo com proprietário Trata-se de uma casa utilizada apenas para festas de fim de semana, ou seja, não é ocupada em 100% do tempo. A informação foi obtida com vizinhos, visto não ter ninguém no local ontem inclusive. O acesso até ela inclusive é só a pé, estrada muito ruim por um lado, e do outro lado o acesso chega em um riacho (devendo-se cruzá-lo a pé para acessar esta casa).</p>												
Acesso pela mata			Propriedade - área lazer esporádico						Trecho acesso ao rio			

O cadastro está apresentado no Anexo XII – 2 Cadastro ZAS.

8.3.3 Articulação com agentes externos após cadastro ZAS

Foi realizada reunião online no dia 03/12/2024 com todos os agentes externos, logo após cadastro da ZAS, com agentes externos: prefeitura e corpo de bombeiros, para definição das próximas etapas:

- Contato com proprietário da propriedade dentro ZAS (ligação e explicação sobre placas de rota de fuga e ponto encontro);

- Meios de comunicação a ser adotado em casa de emergências, ligação direta com proprietário ZAS;
- Plano de comunicação elaborado e apresentado aos agentes externos, ligação direta com proprietário ZAS Anexo VIII – subitem 5;
- Definição *in loco* das rotas de fuga e pontos de encontro na ZAS Anexo VIII – subitem 4;
- Instalação das placas de rotas de fuga e pontos de encontros na ZAS, de acordo com modelo Anexo VIII – subitem 4;
- Definição com agentes externos dos meios a serem adotados de divulgação a população potencialmente atingida em caso de rompimento da Barragem, Anexo VIII – subitem 3.

No Anexo XII – subitens 3 e 4 estão apresentados a articulação e placas e pontos de encontro já instalados *in loco*.

9 PROGRAMA DE AÇÕES PREVENTIVAS, TÃO LOGO IDENTIFICADAS SITUAÇÕES EMERGÊNCIAIS

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

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

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

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

Os mapas de inundação foram elaborados com a utilização de restituição no trecho de jusante da Barragem, podendo ocorrer um erro nas elevações de até 0,50 m. Como sistema de prevenção aos moradores de jusante da barragem os mesmos devem ser avisados a partir de cheias de 100 anos para evacuação da área em casa de enchentes e com risco de rompimento da Barragem.

Conforme a Figura 28 – Níveis de Segurança e Risco de Ruptura e a Tabela 17 – Níveis de Segurança e risco Ruptura, do item 0 as situações serão classificadas como:

9.1 Situação Normal (VERDE)

Tabela 18 – Ações de resposta (Normal)

VERTIMENTOS até 1156 m³/s (NA entre 322 a 324,50) TR5 anos		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Realizar inspeção regular/rotineira no barramento e vertedouro buscando observar alguma anomalia na estrutura. Realizar leituras da instrumentação.	Operação
3	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Operação

9.2 Situação Atenção (AMARELO)

Tabela 19 – Ações de resposta (Atenção)

VERTIMENTOS de 1156 até 1442 m³/s – TR até 10 ANOS		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Realizar inspeção rotineira (equipe interna de segurança da Barragem) no barramento e nível do barramento buscando observar alguma anomalia na estrutura que necessite reparo. Realizar leituras da instrumentação.	Operação
3	Aviso aos agentes externos da condição de enchente na ZAS, podendo ocorrer aumento de acordo com previsão pluviométrica.	Operação
4	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Operação

9.3 Situação de Alerta (LARANJA)

Tabela 20 – Ações de resposta (Alerta)

VERTIMENTOS de 1442 até 2340 m³/s – TR entre 10 e 100 anos		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Realizar inspeção rotineira (equipe interna de segurança da Barragem) no barramento e nível do barramento buscando observar alguma anomalia na estrutura que necessite reparo. Realizar leituras da instrumentação.	Operação
3	Cheia - Aviso aos agentes externos (defesa civil, corpo bombeiros e prefeituras) da condição de enchente com alagamento na ZAS para que mesmo possam retirar a população das áreas de alague, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas.	Operação
4	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Operação
5	Após a condição de enchente (>100 anos) deverá ser realizada uma inspeção rotineira completa no barramento e no vertedouro para verificar as condições gerais da estrutura civil.	Resp. Seg. Barragem e equipe de segurança da Barragem

9.4 Situação de Emergência 1 (VERMELHO CLARO)

Tabela 21 – Ações de resposta (Emergência 1)

VERTIMENTOS de 2340 até 3220 m ³ /s – > TR entre 100 e 1.000 anos		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Avaliar Instrumentação da Barragem, valores de referência para condição do instrumento.	Resp. Seg. Barragem e/ou consultor externo
3	Realizar inspeção rotineira (equipe interna de segurança da Barragem) no barramento e nível do barramento buscando observar alguma anomalia na estrutura que necessite reparo.	Operação
4	Acionar sistema de alerta da ZAS conforme Plano de Comunicação	Operação
5	Cheia - Aviso aos agentes externos (defesa civil, corpo bombeiros e prefeituras) da condição de enchente com alagamento na ZAS para que mesmo possam retirar a população das áreas de alague, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas (Mapas de Inundação TR 1.000 anos.)	Operação
6	Abriu comportas de fundo aumentar capacidade de descarga e modo baixar nível do reservatório	Operação
7	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Operação
8	Após a condição de enchente (TR entre 100 e 1.000 anos) deverá ser realizada uma inspeção especial no barramento e no vertedouro para verificar as condições gerais da estrutura civil.	Resp. Seg. Barragem/ equipe de segurança da Barragem e/ou consultor externo

9.5 Situação de Emergência 2 (VERMELHO ESCURO)

Tabela 22 – Ações de resposta (Emergência 2)

RUPTURA PRESTES A OCORRER, OCORRENDO OU ACABOU DE OCORRER COM QUALQUER CONDIÇÃO HIDROLÓGICA		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Acionar sistema de alerta da ZAS conforme Plano de Comunicação	Operação
2	Nesta situação a operadora deverá comunicar a defesa civil para a retirada da população atingida de jusante. Os Mapas de Inundação com Dam Break para os diversos tempos de recorrência devem servir de orientação para a retirada da população. Sempre com a maior antecedência possível. Utilizar mapas de rompimento TR 1.000 anos	Operação

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

10 PLANO DE EVACUAÇÃO

O estudo das áreas de risco de desastre permitiu a elaboração dos mapas temáticos, relacionados com a ameaça, vulnerabilidade e o risco de inundação, os quais servem de embasamento para a definição dos métodos a serem adotados para prevenir, preparar ou responder quando da ocorrência de grandes cheias ou rompimento da barragem.

Os estudos indicaram que os níveis de água resultante do rompimento da Barragem da PCH Rodeio Bonito são médios que os níveis de enchente sem rompimento, isso devido ao médio volume do reservatório (9,06 hm³). Como orientação ao sistema de prevenção, os moradores de jusante da barragem devem ser avisados a partir de enchentes de 100 anos e qualquer indício de possibilidade de rompimento da barragem para evacuação da área Acessos.

Nos mapas de inundação, estão indicados os acessos/ estradas, bem como propriedades/construções atingidos com as condições de cheias ou rompimento para os tempos de recorrência estudados.

O principal do plano de evacuação é o “mapa de inundação”, no qual estão definidos os limites de proteção e segurança para os quais não se espera que o nível d’água seja ultrapassado, além de indicar os locais de concentração, rotas de fuga e os seja ultrapassado e os tempos disponíveis para atuação antes da chegada da onda de cheia.

No Plano de Evacuação também está definido a Zona de Autossalvamento (ZAS), ou seja, a região a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. Esta zona de Autossalvamento ficou definida como cerca de 10 km a partir da Barragem PCH Rodeio Bonito.

Este plano de evacuação deverá ser de conhecimento e auxílio aos agentes de Defesa Civil de modo a ter único documento, as informações necessárias para determinar as prioridades de evacuação, os pontos de envio de transporte, as medidas de controle de tráfego e vias a serem bloqueadas, estratégias de resgate e medidas de segurança nas áreas de inundação.

10.1 Estradas Atingidas

Nos mapas de inundação estão indicados os acessos atingidos com as condições de cheias ou rompimento para os tempos de recorrência estudados.

- Estradas Vicinais: Foram atingidas estradas vicinais em ambas as margens do rio, paralelos ao mesmo em diversos pontos para todos os tempos de recorrência.
- Ponte: atingida para enchentes de 1000 anos e com rompimento da barragem em qualquer condição hidrológica.

10.2 Propriedades Atingidas

As propriedades atingidas foram quantificadas de acordo com a Tabela 23 e com auxílio das imagens obtidas no levantamento topográfico de 2024. É importante ressaltar que algumas

propriedades também são atingidas na condição de enchentes a partir 100 anos, sem considerar o rompimento da barragem da PCH Rodeio Bonito.

Já a Tabela 13 apresenta detalhes dos níveis atingidos, tempos de onda, velocidade máxima atingida e vão máxima alcançada por seção de interesse em condições de enchente e em caso de rompimento da Barragem da PCH Rodeio Bonito. Como estão muito próximas da barragem, o tempo de chegada e de pico da onda nessas seções é bastante curto, sendo então necessária a evacuação desses locais o mais breve possível na ocorrência da **EMERGÊNCIA 2** com risco de rompimento da barragem.

Foram estimadas as propriedades atingidas sendo descritas conforme Tabela 23 a seguir.

Tabela 23 – Estimativa das propriedades atingidas – Rompimento TR 1.000 anos

BARRAGEM RODEIO BONITO			
Infraestrutura e Edificações - DB 1.000			
Zona	Município	Margem Rio	Quantidade Propriedades Atingidas
Autossalvamento	Chapecó	Direita	0
	Arvoredo	Esquerda	0
	Seara	Esquerda	1
Total ZAS			1
Segurança Secundária	Chapecó	Direita	14
	Seara	Esquerda	0
	Paial	Esquerda	40
Total ZSS			54
Total ZAS e ZSS			55

Todas as seções indicadas se referem a pontos estratégicos de infraestrutura a jusante do barramento da PCH Rodeio Bonito e estão indicadas nos mapas de inundação. Nessas localidades podemos ter alagamentos devidos às cheias estudadas e/ou rompimento da barragem. Os Quadros a seguir indicam o resultado da simulação dos estudos para as seções de interesse onde ocorre inundação com propriedades atingidas.

Os mapas de inundação para QMLT e o tempos de recorrência de 1.000 anos estão apresentados no Anexo V – Mapas de Inundação, divididos nos seguintes desenhos:

- ROB-C-MPI-001-00-24 – Mapa de Inundação – TR 1.000 Anos – Natural e Rompimento – Folhas 01 a 06.
- ROB-C-MPI-002-00-24 – Mapa de Inundação – Dia de Sol QMLT – Natural e Rompimento – Folhas 01 a 06;

10.3 Zona de Autossalvamento – ZAS

A Zona de Autossalvamento (ZAS) é determinada como aquela região a jusante da barragem em que não há tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente (ANA, 2016). Neste sentido, considera-se que a ZAS é delimitada utilizando-se uma

distância de 10 km a jusante da barragem ou a distância que corresponde a um tempo de chegada de onda de inundação igual a trinta minutos, sendo considerado sempre o ponto menor entre os dois critérios.

Essa área é chamada de Zona de Autossalvamento (ZAS), pois em caso de rompimento não há tempo hábil para a chegada de socorro sendo que a população atingida deve sair da área de risco por conta própria mediante aviso de emergência.

No estudo de rompimento da barragem da PCH Rodeio Bonito o local do limite da ZAS se encontra a 30 min da onda, ou seja, 6,75 km da barragem, sendo nesse caso adotado o critério de distância para a pior condição de estudo que é o rompimento da capacidade extrema do Vertedouro com a cheia de 1.000 anos.

Dentro da ZAS existem (01) Casa de Força. (01) Propriedade no vale a jusante que poderão ser afetadas pela onda de cheia no caso de uma ruptura da barragem. O Tabela 24 apresenta a localização e principais características das seções dentro da ZAS.

Tabela 24 – Características das infraestruturas/edificações localizadas na ZAS da barragem

BARRAGEM RODEIO BONITO					
Infraestrutura e Edificações na ZAS					
Denominação	Descrição	Coordenada geográfica Latitude	Coordenada geográfica Longitude	Distância do barramento (Km)	Cota DB (m) - TR 1000 anos
SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	27° 6'39.05"S	52°28'53.13"O	0,01	307,67
SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	27° 6'43.84"S	52°29'1.94"O	0,55	306,06
SL-03	Propriedade ME	27° 6'52.73"S	52°29'21.59"O	1,15	304,48
SL-04	Limite ZAS	27° 8'48.93"S	52°30'50.61"O	6,75	284,92

Próximas às propriedades atingidas, foram sugeridas e identificadas rotas de fuga e pontos de encontro, que deverão ser confirmadas por autoridades competentes *in loco* (Empreendedor e Defesa Civil). As rotas de fuga foram sugeridas até onde não há o risco de inundação e deverão ser definidas como ponto de encontro da população residente na zona de autossalvamento.

A população dessas áreas deve ser orientada a se locomover e a identificar as rotas de fuga em caso de situação de emergência com risco de rompimento da barragem, sendo que esse deslocamento deve ser considerado como realizado por meios próprios e de maneira mais rápida possível mediante o aviso a ser implantado identificando a emergência.

As edificações atingidas e as áreas de fuga estão identificadas nos Mapas Zona de Autossalvamento:

- ROB-C-ZAS-001-00-24 – Zona de Autossalvamento – Rompimento – TR 1.000 Anos – Folha 01.

Os mapas da ZAS estão apresentados no Anexo VI – Zona de Autossalvamento.

10.4 Resumo Plano de Evacuação – Risco Hidrodinâmico

Este resumo será definido o plano de evacuação que será utilizado aos agentes externos, como Defesa Civil de modo a ter único documento, as informações necessárias para determinar as

prioridades de evacuação, os pontos de envio de transporte, as medidas de controle de tráfego e vias a serem bloqueadas, estratégias de resgate e medidas de segurança nas áreas de inundação.

O risco hidrodinâmico foi obtido diretamente do processamento da mancha de inundação provocada pelo rompimento da barragem para a ocorrência de uma TR 1.000 anos, sendo obtido pela relação Profundidade x Velocidade da onda de inundação de acordo com as cotas do terreno, e seguirá a legenda da Tabela 15 apresentado no Item 5.5.1 para elaboração do mapa de Risco Hidrodinâmico.

No Mapa do Risco hidrodinâmico do Anexo VII – Risco Hidrodinâmico, apresenta detalhes das consequências, onde foi possível avaliar pontos atingidos para a TR 1.000 anos.

Abaixo será apresentado uma tabela resumo dos pontos atingidos, indicando zona de autossalvamento (ZAS) e zona de segurança secundária (ZSS). Nesta tabela estará apresentado pontos atingidos (estradas, rodovias, propriedades, etc) com informações necessárias como:

- **ZAS – Zona de Autossalvamento:** Responsabilidade de alerta do empreendedor;
- **ZSS – Zona de Segurança Secundária:** Responsabilidade de alerta dos agentes externos;
- **Seção de Interesse:** Seção atingida bem como distância da Barragem;
- **Níveis de água:** Normal (nível atingido somente com enchente), Rompimento (nível atingido – rompimento + enchente), altura da onda de inundação;
- **Início da Onda:** tempo do início da inundação após rompimento da Barragem;
- **Pico da Onda:** tempo do nível máximo da onda de inundação atingido após o rompimento da barragem;
- **Duração:** tempo necessário para rio voltar a condição normal, ou seja, dissipação da onda de rompimento;
- **Velocidade Máxima:** necessário para estimativa do risco hidrodinâmico;
- **Vazão máxima:** necessário para comportamento hidrodinâmico;
- **Risco Hidrodinâmico:** relação altura onda x velocidade máxima;

Tabela 25 – Resumo do Plano de Evacuação

Seções de Interesse			Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC01 - TR 1.000 ANOS									Risco Hidrodinâmico (m ² /s)
				Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m ³ /s)	
				Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento													
ZAS	SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10,00	305,87	311,76	5,89	00:10	00:20	01:40	01:30	6,42	8067,74	
	SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	551,58	304,62	310,52	5,90	00:10	00:20	01:40	01:30	5,16	8017,70	>7
	SL-03	Propriedade ME	1151,58	303,34	308,93	5,59	00:10	00:25	01:45	01:35	5,68	7850,52	>7
	SL-04	Limite ZAS	6751,58	287,81	291,62	3,81	00:30	00:55	02:35	02:05	4,79	5929,09	
ZSS	SL-05	Propriedade MD	10236,58	287,53	291,31	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	4,01	5517,71	< 0,5
	SL-06	Propriedades ME	10351,58	287,45	291,24	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	2,52	4856,35	>7
	SL-07	Propriedades ME	14369,43	282,13	285,31	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	3,22	5510,93	>7
	SL-08	Propriedades ME	14551,58	281,92	285,09	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	4,48	5495,91	>7
	SL-09	Propriedade ME	14751,58	281,67	284,83	3,16	00:35	01:10	03:05	02:30	3,73	5474,00	>7
	SL-10	Propriedade ME	15451,58	280,73	283,72	2,99	00:40	01:15	03:10	02:30	4,07	5440,02	>7
	SL-11	Ponte e Propriedades ME	15756,41	280,26	283,16	2,90	00:40	01:20	03:10	02:30	3,17	5418,45	>7
	SL-12	Propriedades MD	17527,64	278,60	281,33	2,73	00:45	01:30	03:25	02:40	3,57	5163,65	>7
	SL-13	Propriedades MD	17751,58	278,49	281,20	2,71	00:45	01:30	03:25	02:40	3,11	5185,07	>7
	SL-14	Propriedade ME	18751,58	277,85	280,44	2,59	00:50	01:35	03:30	02:40	2,88	5115,41	>7
	SL-15	Propriedade ME	19051,58	277,64	280,20	2,55	00:50	01:35	03:30	02:40	1,77	5035,41	>7
	SL-16	Limite ZSS	27451,58	271,23	272,72	1,49	01:15	01:55	03:20	02:05	2,36	4309,83	

Tabela 26 – Legenda para Risco Hidrodinâmico

Risco Hidrodinâmico (m ² /s)	Consequências
< 0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 -1	Adultos são arrastados
1-3	Danos de submersão em edifícios e estruturas em casas fracas
3-7	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
>7	Colapso de certos edifícios

11 FLUXO DE INFORMAÇÃO E ACIONAMENTO

11.1 Meios de Comunicação

O acionamento de emergências será realizado através de telefone com a Defesa Civil do Estado do Santa Catarina, bem como com a Defesa Civil municipal de Chapecó-SC, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, e as Prefeituras dos municípios de Chapecó, Arvoredo, Seara e Paial (atingidos).

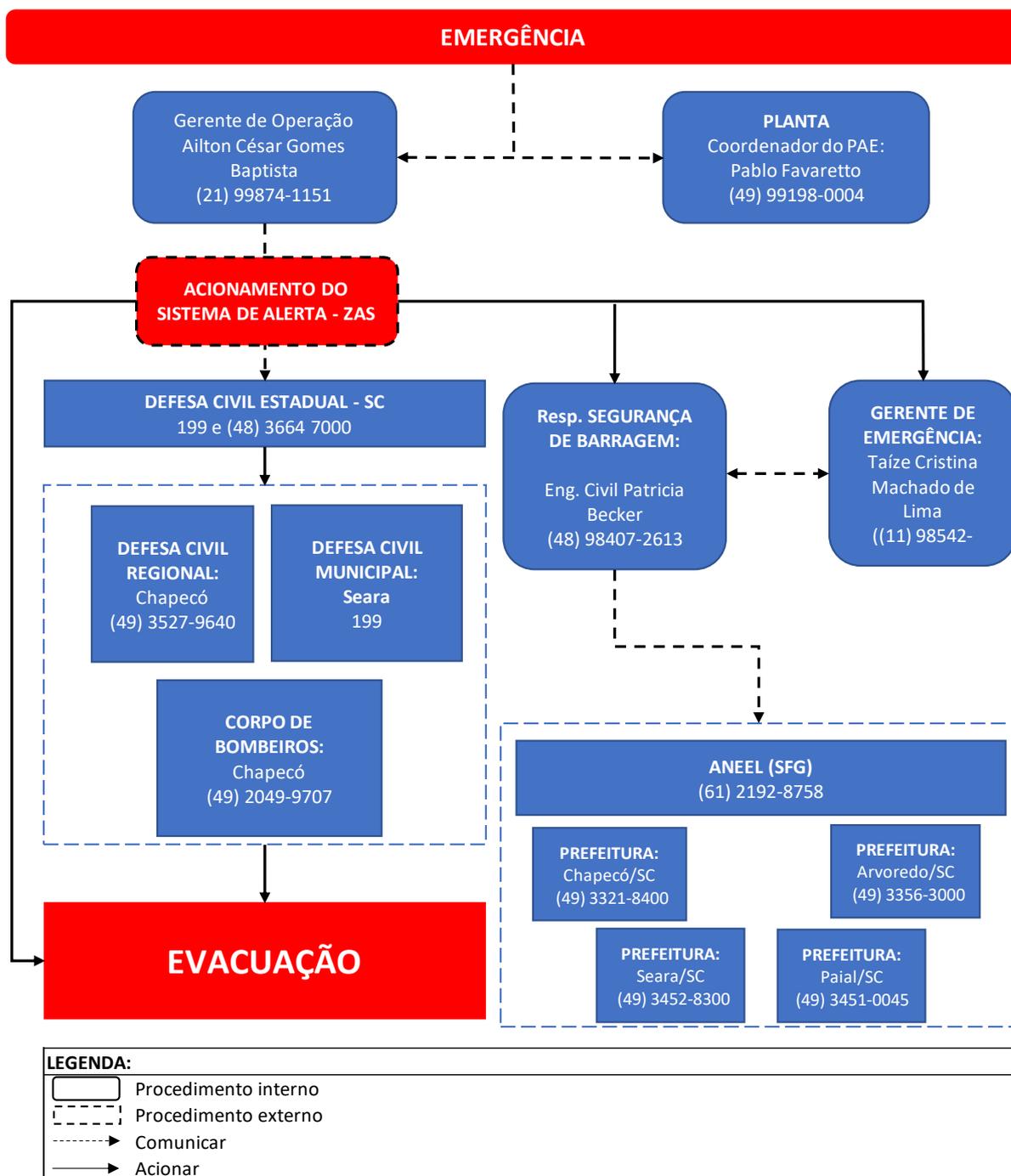
Foi definido como Plano de comunicação com comunidade de jusante (1 propriedade na jusante) em caso de emergência, principalmente na Zona de Autossalvamento em conjunto com órgãos externos. Este sistema será definido em conjunto com Prefeitura/Corpo de Bombeiros após o cadastro da população na ZAS e irá prever meios de comunicação tipo:

- sistema alerta principal SMS ou ligação telefônica no trecho ZAS;
- sistema secundário megafone ou carro no trecho ZAS;
- sistema terciário a partir de anúncio em rádio FM da região.

A definição do plano de comunicação será integrada com Agentes externos (Defesa Civil, Bombeiros e Prefeituras).

11.2 Acionamento em Caso de Emergências

O acionamento em caso de emergência dos agentes envolvidos se dará pelo Fluxograma 4 que mostra a sequência de tramitação das informações. Este fluxograma apresenta os responsáveis pelo acionamento e os agentes externos envolvidos, Defesa Civil do Estado do Santa Catarina, bem como com a Defesa Civil municipal de Chapecó-SC, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, e as Prefeituras dos municípios de Chapecó, Arvoredo, Seara e Paial (atingidos).



Fluxograma 4 – Acionamento emergências

Este fluxograma está apresentado no Anexo VIII e deverá ficar na Usina em local de fácil visualização em caso de emergência com o contato dos atingidos para evacuação da área em casos extremos.

Este fluxograma deverá ser acionado nas seguintes hipóteses:

- Cheias ocorridas a partir do **tempo de recorrência de 100 anos**, ou seja, **vazão afluyente maior que 2340 m³/s**, juntamente com aumento da Pluviometria na região. Nesta condição os proprietários atingidos deverão ser avisados para evacuação da área de inundação em condições naturais;

- Vazamento na Barragem sem controle com risco de colapso ou rompimento.

Como o risco de galgamento da barragem da PCH Rodeio Bonito em condições normais de operação é baixo, quase nulo, a segurança da estrutura depende da qualidade do monitoramento e da agilidade na recuperação de eventuais danos estruturais. Somente poderá ocorrer galgamento da barragem por falha no sistema do vertedouro de comportas.

O rebaixamento do reservatório é uma condição possível de ser realizada (em condições hidrológicamente favoráveis) até o limite imposto pelas comportas da Tomada de Água. Esse procedimento reduz de maneira substancial os danos a jusante decorrentes do rompimento da barragem devido a redução do volume do reservatório.

12 FORMULÁRIOS DE DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA, DE DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA E DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

As declarações estão apresentadas no Anexo X.

13 RELAÇÃO DAS ENTIDADES PÚBLICAS E PRIVADAS QUE RECEBERAM CÓPIA DO PAE COM OS RESPECTIVOS PROTOCOLOS DE RECEBIMENTO

A implementação eficaz de um PAE exige que os documentos base sejam controlados, com a distribuição de cópias restringidas a todas as entidades com responsabilidades instituídas, garantindo o conhecimento e a utilização de planos sempre atualizados. Assim, deve estar identificada a relação das entidades que receberam cópia (Tabela 27).

Deverá ser mantido uma cópia física atualizada do PAE na sala de controle da Usina.

Tabela 27 – Entidades que recebem Cópia PAE

Entidade	Nº de cópias (Digital/impresso)
Entidade Fiscalizadora (ANEEL)	1
Secretaria De Estado De Defesa Civil Do Estado - SC	1
Defesa Civil Municipal Chapecó-SC	1
Corpo de Bombeiros – Chapecó-SC	1
Prefeituras envolvidas – Chapecó, Arvoredo, Seara e Paial - SC	1

Tabela 28 – Controle das Entidades que receberam uma cópia do PAE

1	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
2	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
3	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
4	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
5	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
6	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
7	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____

14 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi realizado o cadastramento socioeconômico da população atingida na área da macha de inundação em caso de rompimento da barragem (utilizar mapas TR 1.000 anos – pior condição). Foi realizado contato direto com única propriedade atingida dentro da ZAS de modo explicar placas de rota de fuga, ponto de encontro e aviso em caso de emergência com Barragem.

Está prevista que a necessidade de revisão e adaptação deste plano se fará necessária quando:

- Houver alteração na estrutura do operador, incorporação ou revisão do Plano de Segurança da Barragem (mudanças características da Barragem), e por força de legislação;
- Atualização dos nomes dos responsáveis da Usina e das equipes de operação, manutenção, monitoramento e de inspeção;
- Atualização dos responsáveis, principalmente nos órgãos Estaduais.

Devido as características das estruturas e região do entorno a barragem da PCH Rodeio Bonito foi classificada como **Classe B**, Categoria de Risco Baixo e Dano Potencial Associado Alto. Barragem Classe B necessita realizar a Revisão Periódica de Segurança (RPS) a cada 7 anos onde o produto a ser elaborado consta de um relatório onde estarão listadas as considerações sobre o exame de toda a documentação existente, a avaliação dos critérios de projeto, a análise da instrumentação, a identificação de anomalias e as condições de manutenção, e quais as Recomendações e Conclusões sobre a segurança da Barragem, devendo ser reavaliadas as condições de segurança das estruturas do barramento sendo então realizada novamente a classificação da barragem nos critérios da lei de segurança vigente na época do RPS.

Neste ano de 2024 foi realizada a primeira revisão periódica de segurança com revisão estudos hidrológicos, hidráulicos, estruturais, geotécnicos e com isso revisão de todo Plano de Segurança da Barragem e Plano de Ação de Emergências.

Recomenda-se após a condição de enchente maiores 1442 m³/s deverá ser realizada uma inspeção no Barramento para verificar as condições gerais da estrutura civil, em particular a calha do vertedouro no trecho em rocha sã. Essa inspeção pode ser realizada pela equipe de segurança de barragem do empreendedor.

Recomenda-se após condição de cheia igual ou maior que 2340 m³/s seja realizada uma inspeção de Segurança Especial na estrutura do barramento e região do entorno. Essa inspeção deve ser realizada por equipe de consultores especialistas.

15 EQUIPE TÉCNICA

Nome	Formação	Função
Henrique Yabrudi Vieira	Engenharia Civil	Hidráulica – Segurança de Barragens
Patrícia Becker	Engenharia Civil	Estruturas – Segurança de Barragem

As Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) dos profissionais envolvidos nos trabalhos estão apresentadas no Anexo XI.

16 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. B. de. **A gestão do risco em sistemas hídricos: conceitos e metodologias aplicadas a vales com barragens**. 6º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, APR. Cabo Verde, 2003.

ALMEIDA. Antônio Betâmio de. **Emergências e Gestão do Risco: Risco a Jusante de Barragens**. Lisboa.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS, **Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis**, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1995.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS, **Guidelines for Chemical Transportation Risk Analysis**, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 2000.

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

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

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – Resolução Normativa Nº 1.064, de 02 de maio de 2023 - Estabelece critérios para classificação, formulação do Plano de Segurança e realização da Revisão Periódica de Segurança em barragens fiscalizadas pela ANEEL de acordo com o que determina a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 alterada pela Lei 14.066/2020.

BARBOSA, N. P.; MENDONÇA, A. V.; SANTOS, C. A. G.; LIRA, B. B. **Barragem de Camará**. Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia. Ministério Público Federal. Procuradoria da República no Estado da Paraíba. PB, 2004. Disponível em: www.prb.mpf.gov.br/. Acesso em 23/09/2008.

CETESB. **Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos**. Norma P4.261, Maio/2003.

COLLISCHONN, V. **Análise do rompimento da barragem de Ernestina**. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre: UFRGS, 1997.

CRUZ, P.T. **100 Barragens Brasileiras: Casos Históricos, Materiais de Construção, Projetos**. Oficina de Textos, São Paulo, 2004.

DUARTE, Moacir. **Riscos Industriais: Etapas para a investigação e a prevenção de acidentes**. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002.

FEEMA. **Manual do Curso de Análise de Riscos Ambientais**. Agosto de 1998.

GUIA BÁSICO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS, Comitê Brasileiro De Grandes Barragens, Núcleo Regional De São Paulo.

LEI Nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010, **Política Nacional de Segurança de Barragens**, Presidência da República, alterada Lei 14.066/2020.

MENESCAL, R. A.; VIEIRA, V. P. P. B.; FONTENELLE, A. S.; OLIVEIRA, S. K. F. 2001. **Incertezas, Ameaças e Medidas Preventivas nas Fases de Vida de uma Barragem**. XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens, Anais, Fortaleza – CE.

MENESCAL, R. A.; MIRANDA, A. N.; PITOMBEIRA, E. S.; PERINI, D. S. **As Barragens e as Enchentes**. Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 2004 Florianópolis - SC.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **A Segurança de Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil** / [Organizador, Rogério de Abreu Menescal]. Brasília: Proágua, 2005.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual de Segurança e Inspeção de Barragens**. Brasília, 2002.

SILVA, M. M. A.; LACERDA, M. J.; SILVA, P. K.; SILVA, M. M. P. **Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem Camará no município de Alagoa Grande**, PB. Revista de Biologia e Ciências da Terra. Volume 6 – Número 1. 2006.

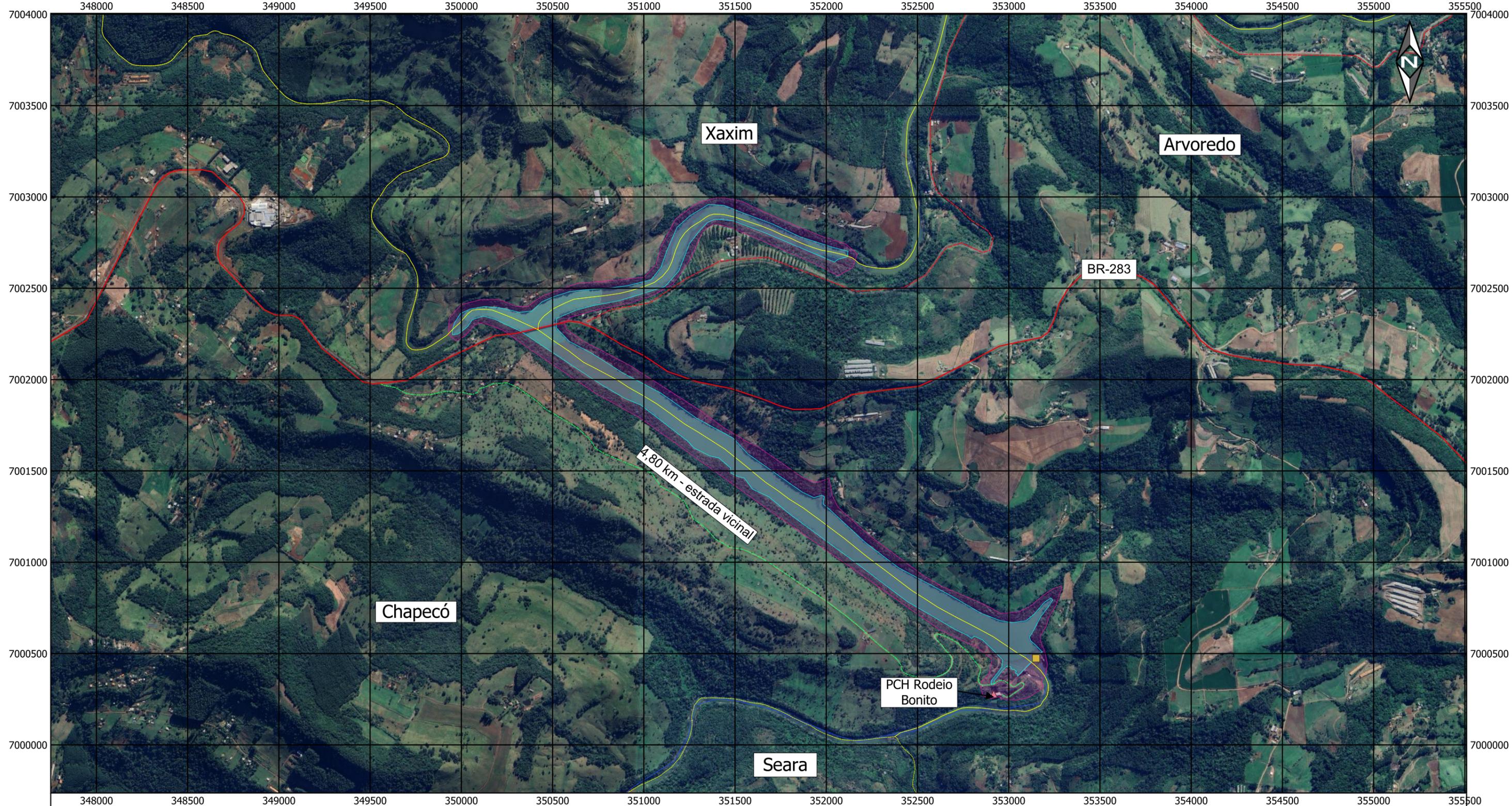
SILVEIRA, J.F.A. **Instrumentação e Segurança de Barragens de Terra e Enrocamento**. Oficina de Textos, São Paulo, 2006.

17 ANEXOS

- Anexo I – Dados (somente digital)
- Anexo II – Área Resguardada e Acessos
- Anexo III – Curva de Referência
- Anexo IV – Seções Interesse
- Anexo V – Mapas de Inundação
- Anexo VI – Zona de Auto salvamento
- Anexo VII – Risco Hidrodinâmico
- Anexo VIII – Fluxograma de Acionamento
- Anexo IX – Apresentação PAE
- Anexo X – Formulários
- Anexo XI – ART
- Anexo XII – Implantação PAE

ANEXO I – DADOS (SOMENTE DIGITAL)

ANEXO II – ÁREA RESGUARDADA E ACESSOS

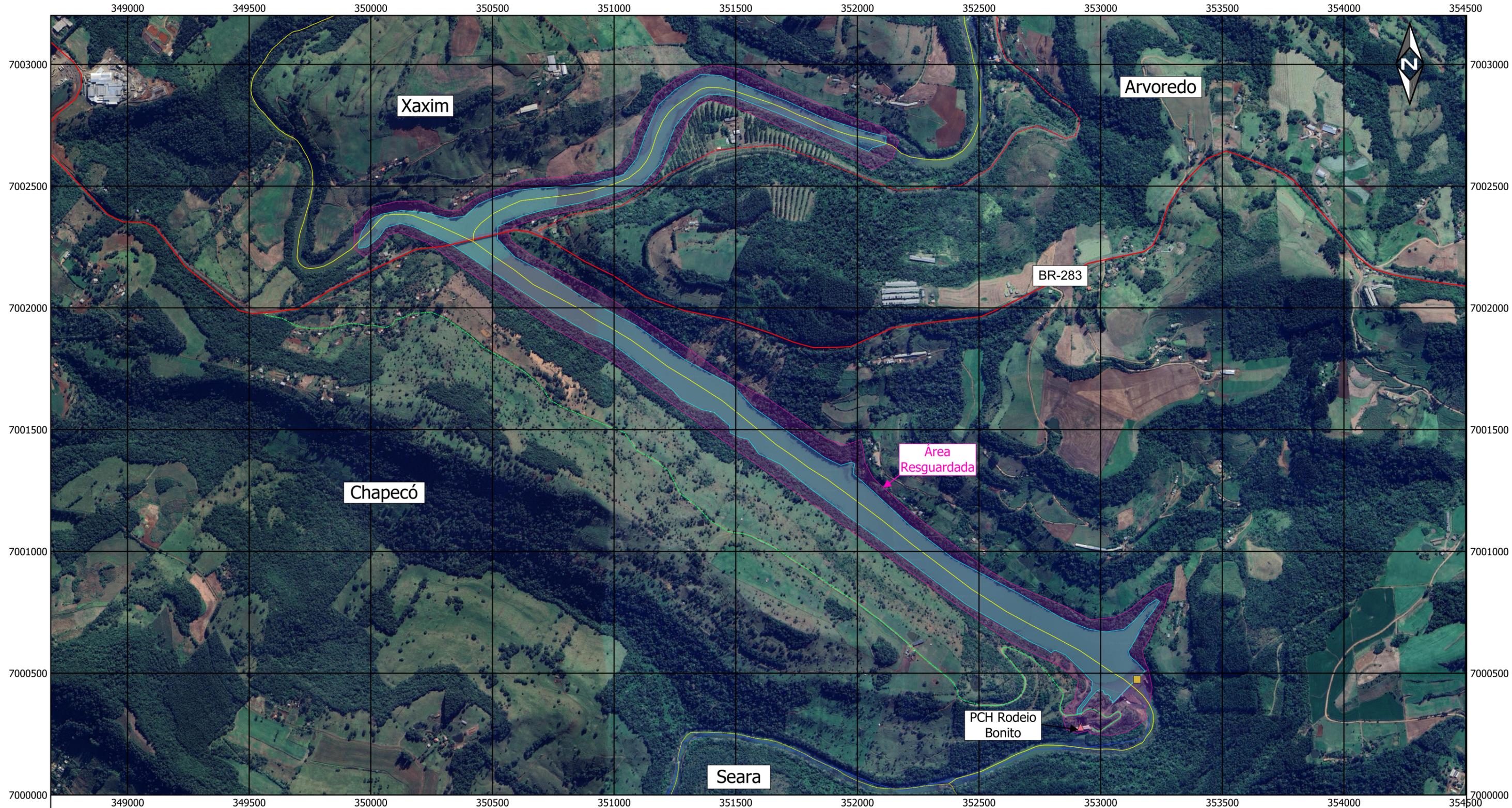


Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Eixo - Rio Irani
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- Área Resguardada

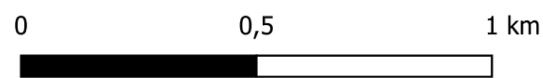


Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE <small>projetos e engenharia</small>	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Acesso a Usina		Data: Mar/24	Escala: 1:20.000
		Sirgas 2000 22S	Número: ROB-C-SEG-001-00-24 Folha: 1/1



Legenda:

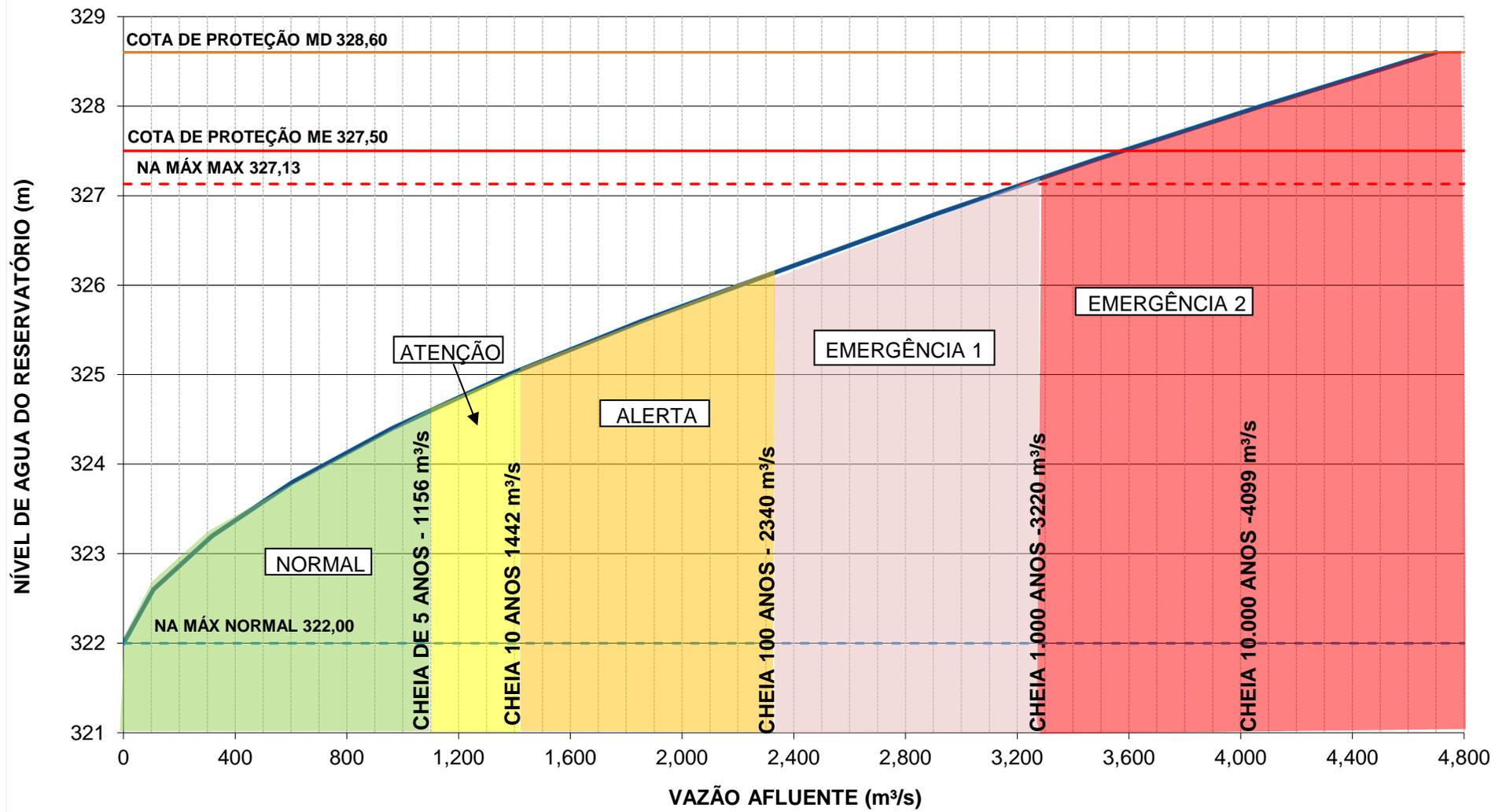
- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Eixo - Rio Irani
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- Área Resguardada



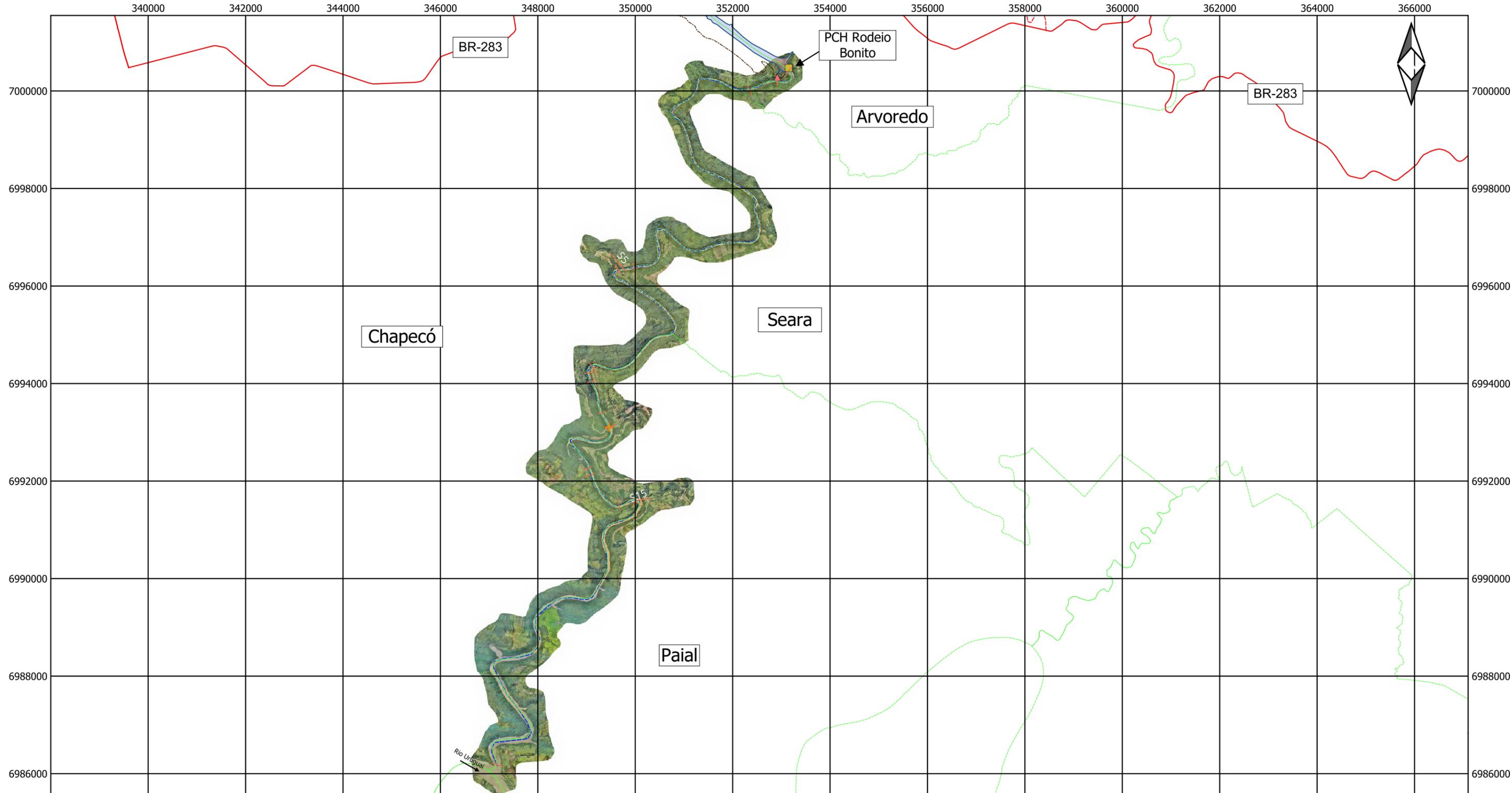
Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE <small>projetos e engenharia</small>	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Área Resguardada		Data: Mar/24	Escala: 1:15.000
		Sirgas 2000 22S	Número: ROB-C-SEG-002-00-24 Folha: 1/1

ANEXO III – CURVA DE REFERÊNCIA

PCH RODEIO BONITO- CURVA REFERENCIAL PARA OPERAÇÃO



ANEXO IV – SEÇÕES INTERESSE



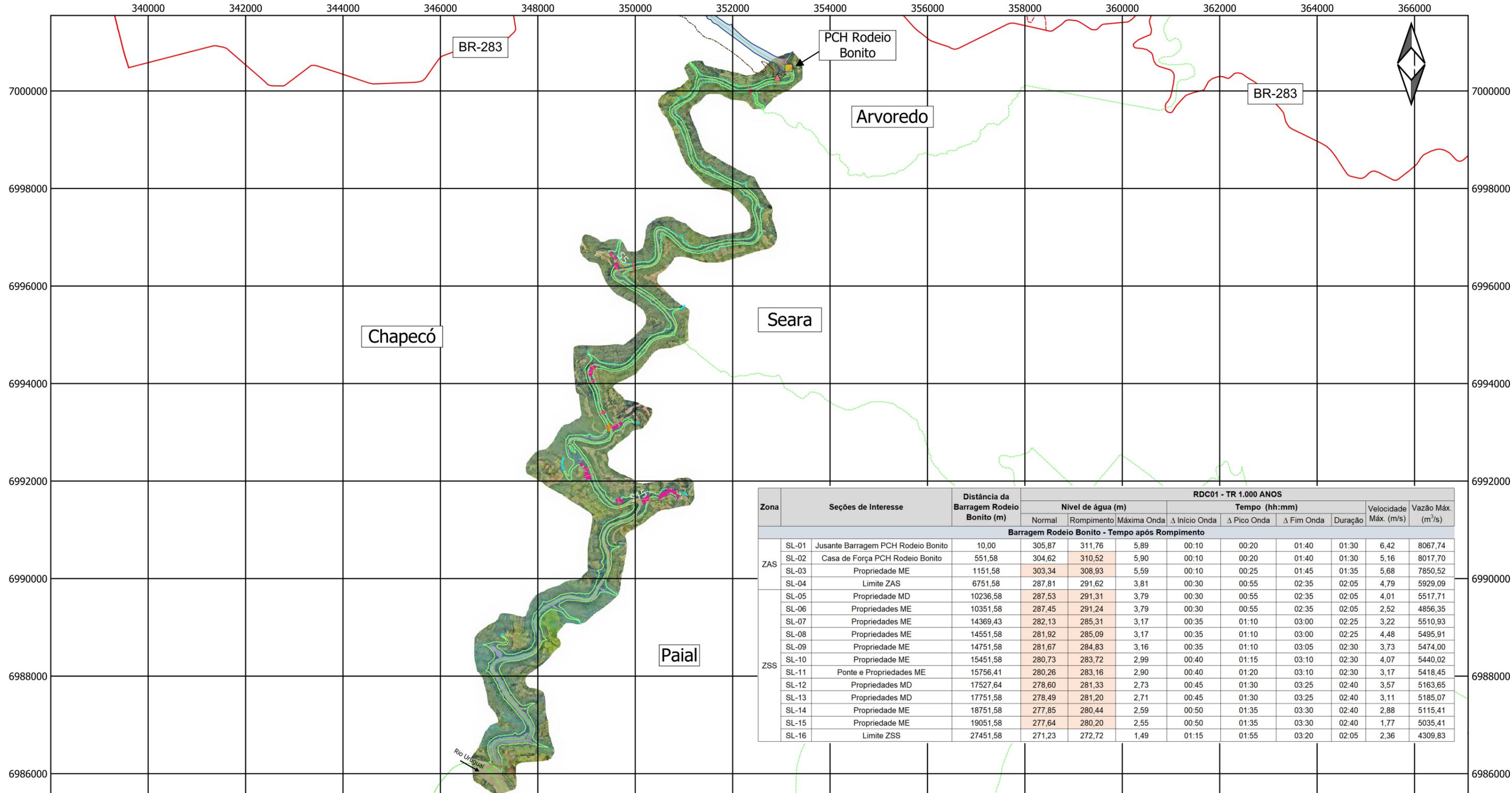
Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte
- Seções Interesse



Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE <small>projetos e engenharia</small>	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Geral- Seções Interesse		Data: Jul/24	Número: ROB-C-SEC-001-00-24
		Escala: 1:75.000	Folha (A3): 1/1
		Sirgas 2000 22S	

ANEXO V – MAPAS DE INUNDAÇÃO



Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC01 - TR 1.000 ANOS								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)						
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZAS	SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10,00	305,87	311,76	5,89	00:10	00:20	01:40	01:30	6,42	8067,74
	SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	551,58	304,62	310,52	5,90	00:10	00:20	01:40	01:30	5,16	8017,70
	SL-03	Propriedade ME	1151,58	303,34	308,93	5,59	00:10	00:25	01:45	01:35	5,68	7850,52
	SL-04	Limite ZAS	6751,58	287,81	291,62	3,81	00:30	00:55	02:35	02:05	4,79	5929,09
	SL-05	Propriedades MD	10236,58	287,53	291,31	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	4,01	5517,71
	SL-06	Propriedades ME	10351,58	287,45	291,24	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	2,52	4856,35
	SL-07	Propriedades ME	14369,43	282,13	285,31	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	3,22	5510,93
	SL-08	Propriedades ME	14551,58	281,92	285,09	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	4,48	5495,91
	SL-09	Propriedade ME	14751,58	281,67	284,83	3,16	00:35	01:10	03:05	02:30	3,73	5474,00
ZSS	SL-10	Propriedade ME	15451,58	280,73	283,72	2,99	00:40	01:15	03:10	02:30	4,07	5440,02
	SL-11	Ponte e Propriedades ME	15756,41	280,26	283,16	2,90	00:40	01:20	03:10	02:30	3,17	5418,45
	SL-12	Propriedades MD	17527,64	278,60	281,33	2,73	00:45	01:30	03:25	02:40	3,57	5163,65
	SL-13	Propriedades MD	17751,58	278,49	281,20	2,71	00:45	01:30	03:25	02:40	3,11	5185,07
	SL-14	Propriedade ME	18751,58	277,85	280,44	2,59	00:50	01:35	03:30	02:40	2,88	5115,41
	SL-15	Propriedade ME	19051,58	277,64	280,20	2,55	00:50	01:35	03:30	02:40	1,77	5035,41
	SL-16	Limite ZSS	27451,58	271,23	272,72	1,49	01:15	01:55	03:20	02:05	2,36	4309,83

Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte
- Mapa Natural - TR 1.000 anos
- Mapa Rompimento - TR 1.000 anos
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS

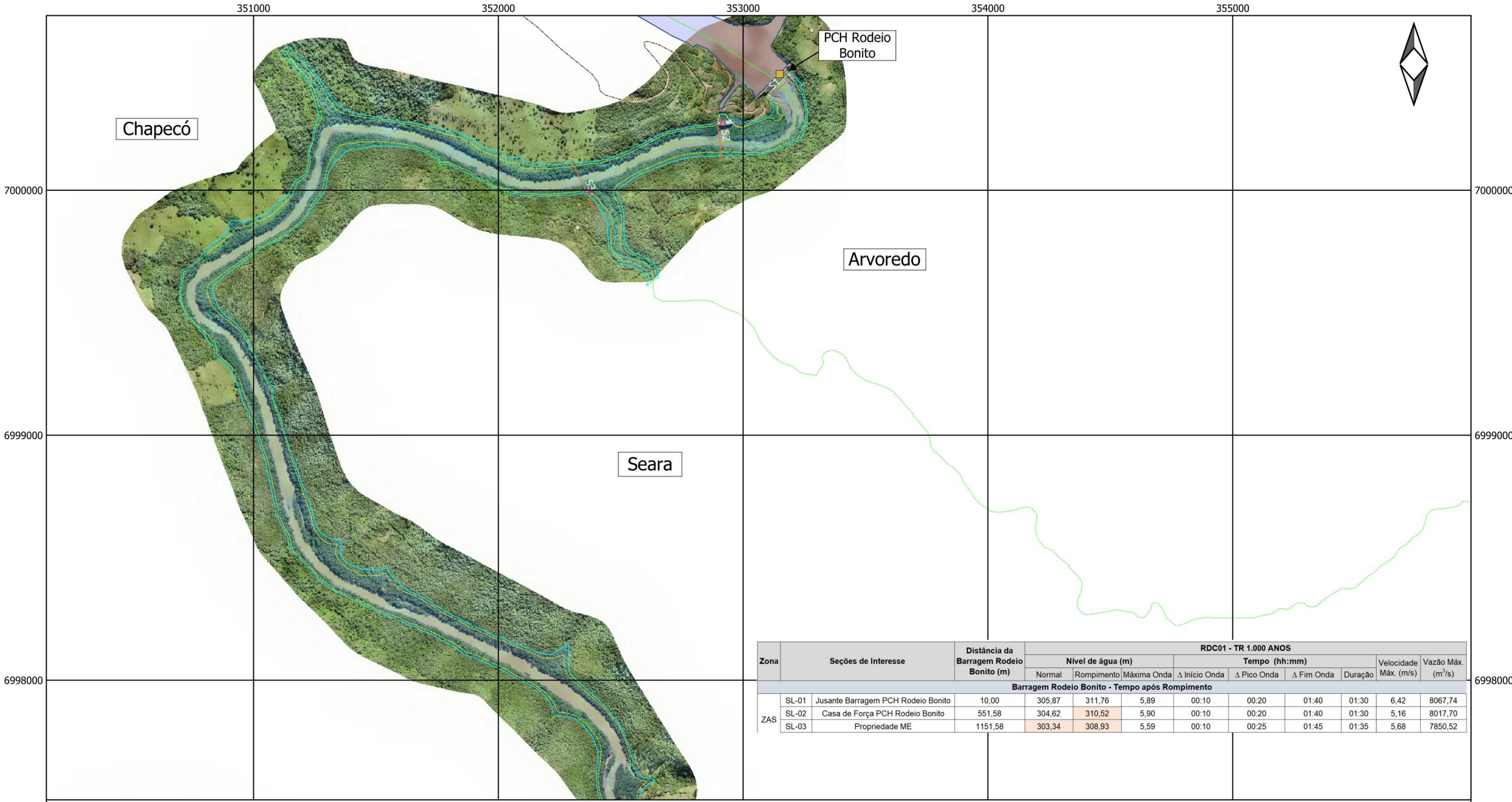


Cliente: **VELCAN Energy**
Elaborado: **PROSENGE** projetos e engenharia

Projeto: **PCH Rodeio Bonito**
Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker
CREA SC: 044.186-9
Projeto: PBE

Título: **Geral- Mapa Inundação RDC1 - TR 1.000 anos Natural e Dam Break**
Data: Jul/24
Escala: 1:75.000
Número: ROB-C-MPI-001-00-24

Sirgas 2000 22S
Folha (A3): 1/6



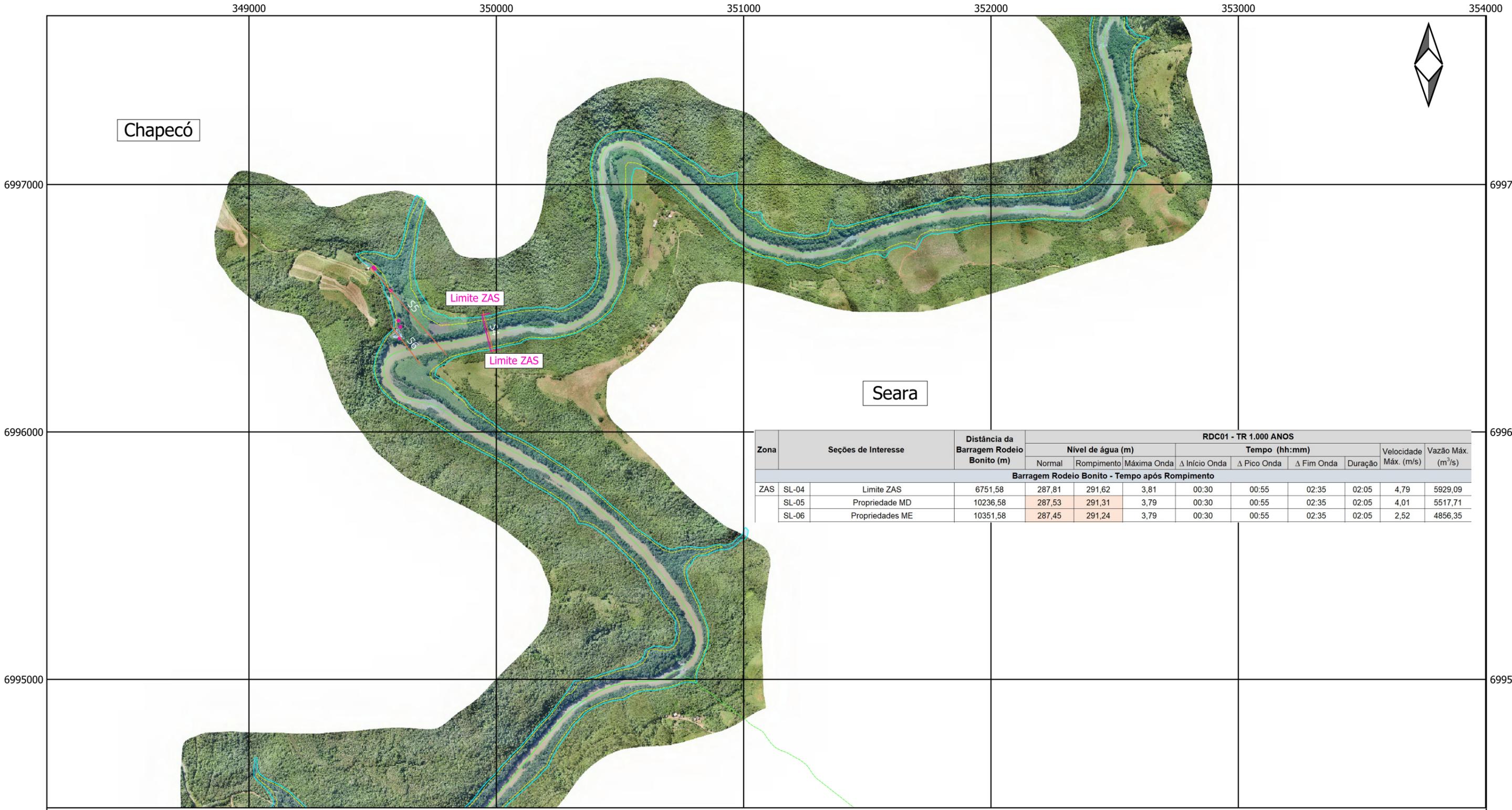
Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC01 - TR 1.000 ANOS									
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZAS	SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10,00	305,87	311,76	5,89	00:10	00:20	01:40	01:30	6,42	8067,74
	SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	551,58	304,62	310,52	5,90	00:10	00:20	01:40	01:30	5,16	8017,70
	SL-03	Propriedade ME	1151,58	303,34	308,93	5,59	00:10	00:25	01:45	01:35	5,68	7850,52

Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte
- Mapa Natural - TR 1.000 anos
- Mapa Rompimento - TR 1.000 anos
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,5 1 km

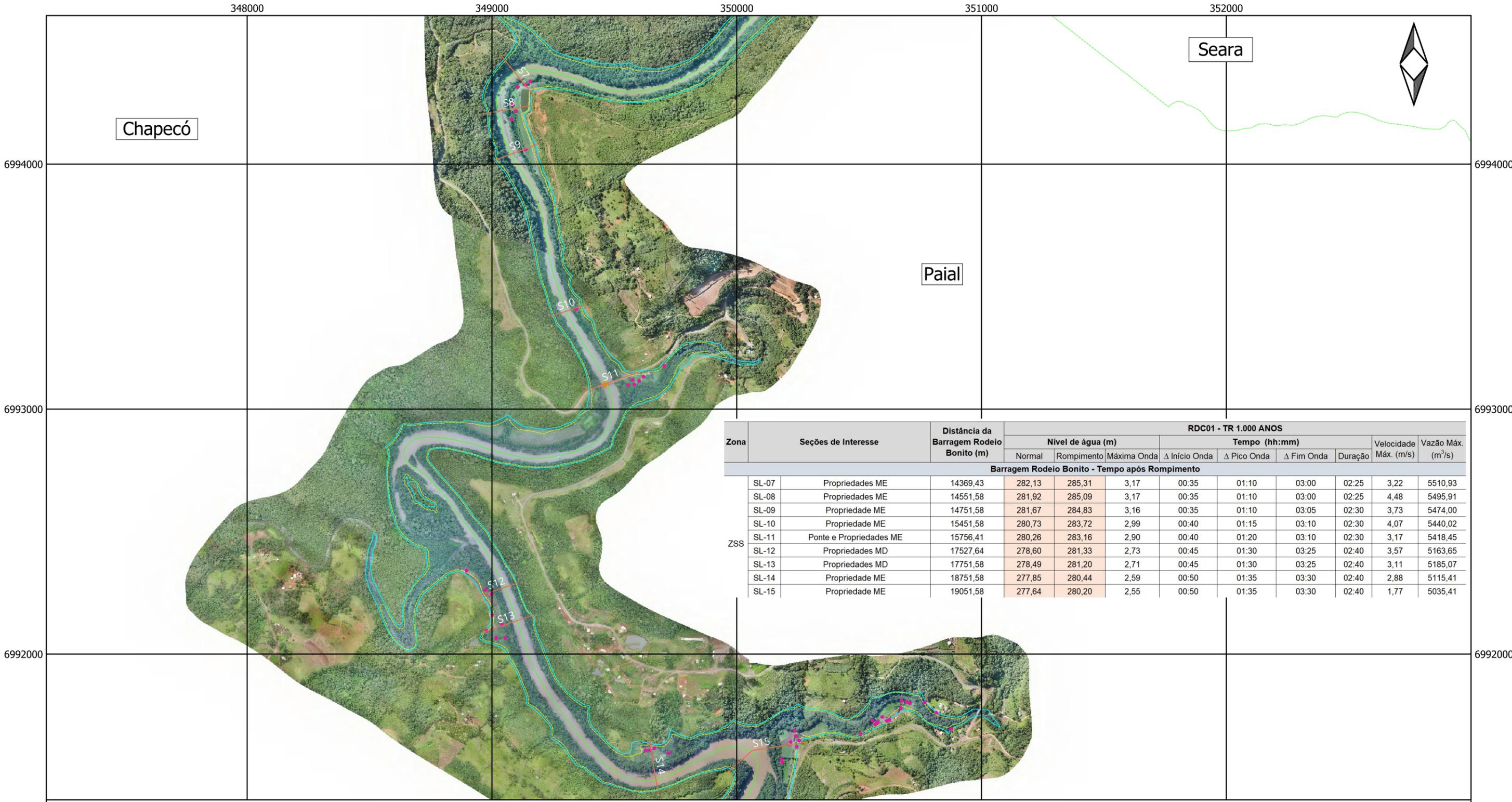
Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE <small>projetos e engenharia</small>	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Mapa Inundação RDC1 - TR 1.000 anos Natural e Dam Break		Data: Jul/24	Escala: 1:15.000
		Sirgas 2000 22S	Número: ROB-C-MPI-001-00-24
			Folha (A3): 2/6



Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC01 - TR 1.000 ANOS									
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZAS	SL-04	Limite ZAS	6751,58	287,81	291,62	3,81	00:30	00:55	02:35	02:05	4,79	5929,09
	SL-05	Propriedade MD	10236,58	287,53	291,31	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	4,01	5517,71
	SL-06	Propriedades ME	10351,58	287,45	291,24	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	2,52	4856,35

- Legenda:
- Barragem PCH Rodeio Bonito
 - ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
 - Divisa Municipal
 - Rodovia Federal
 - Rodovia Estadual
 - - - Estrada
 - - - Acesso
 - Reservatório
 - + Ponte
 - Mapa Natural - TR 1.000 anos
 - Mapa Rompimento - TR 1.000 anos
 - Edificações
 - Seções Interesse
 - Limite ZAS
 - Limite ZSS

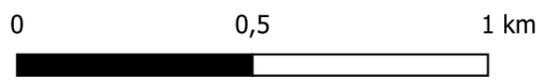
Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE <small>projetos e engenharia</small>	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Mapa Inundação RDC1 - TR 1.000 anos Natural e Dam Break		Data: Jul/24	Escala: 1:15.000
		Sirgas 2000 22S	Número: ROB-C-MPI-001-00-24
			Folha (A3): 3/6



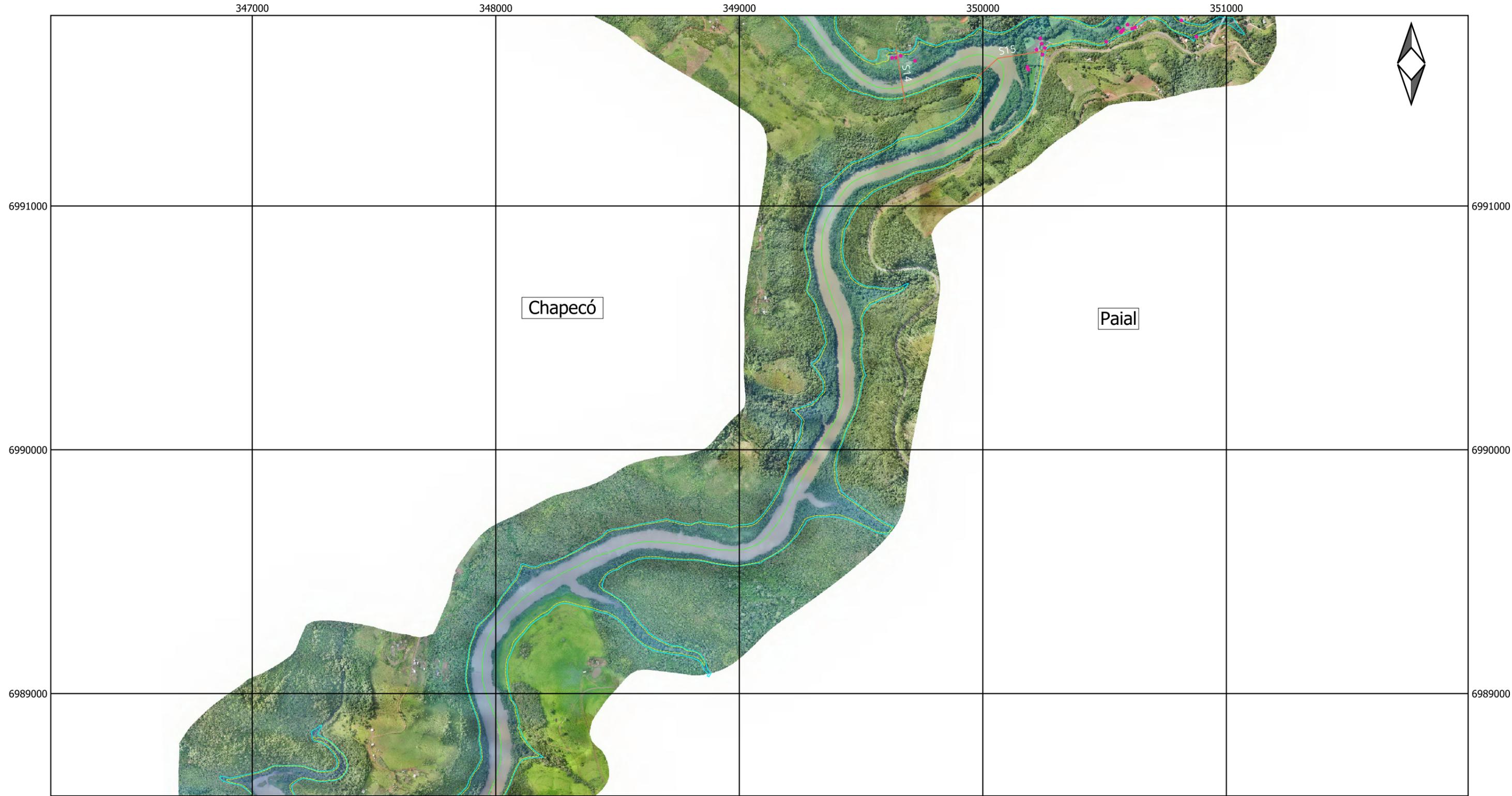
Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC01 - TR 1.000 ANOS								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)						
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZSS	SL-07	Propriedades ME	14369,43	282,13	285,31	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	3,22	5510,93
	SL-08	Propriedades ME	14551,58	281,92	285,09	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	4,48	5495,91
	SL-09	Propriedade ME	14751,58	281,67	284,83	3,16	00:35	01:10	03:05	02:30	3,73	5474,00
	SL-10	Propriedade ME	15451,58	280,73	283,72	2,99	00:40	01:15	03:10	02:30	4,07	5440,02
	SL-11	Ponte e Propriedades ME	15756,41	280,26	283,16	2,90	00:40	01:20	03:10	02:30	3,17	5418,45
	SL-12	Propriedades MD	17527,64	278,60	281,33	2,73	00:45	01:30	03:25	02:40	3,57	5163,65
	SL-13	Propriedades MD	17751,58	278,49	281,20	2,71	00:45	01:30	03:25	02:40	3,11	5185,07
	SL-14	Propriedade ME	18751,58	277,85	280,44	2,59	00:50	01:35	03:30	02:40	2,88	5115,41
	SL-15	Propriedade ME	19051,58	277,64	280,20	2,55	00:50	01:35	03:30	02:40	1,77	5035,41

Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte
- Mapa Natural - TR 1.000 anos
- Mapa Rompimento - TR 1.000 anos
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS



Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE <small>projetos e engenharia</small>	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Mapa Inundação RDC1 - TR 1.000 anos Natural e Dam Break		Data: Jul/24	Escala: 1:15.000
		Sirgas 2000 22S	Número: ROB-C-MPI-001-00-24 Folha (A3): 4/6



Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte

- 0
0,5
1 km
- 
- Mapa Natural - TR 1.000 anos
 - Mapa Rompimento - TR 1.000 anos
 - Edificações
 - Seções Interesse
 - Limite ZAS
 - Limite ZSS

Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE <small>projetos e engenharia</small>	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Mapa Inundação RDC1 - TR 1.000 anos Natural e Dam Break		Data: Jul/24	Número: ROB-C-MPI-001-00-24
		Escala: 1:15.000 Sirgas 2000 22S	Folha (A3): 5/6

346000

347000

348000

349000

350000

6988000

6988000

6987000

6987000

6986000

6986000

346000

347000

348000

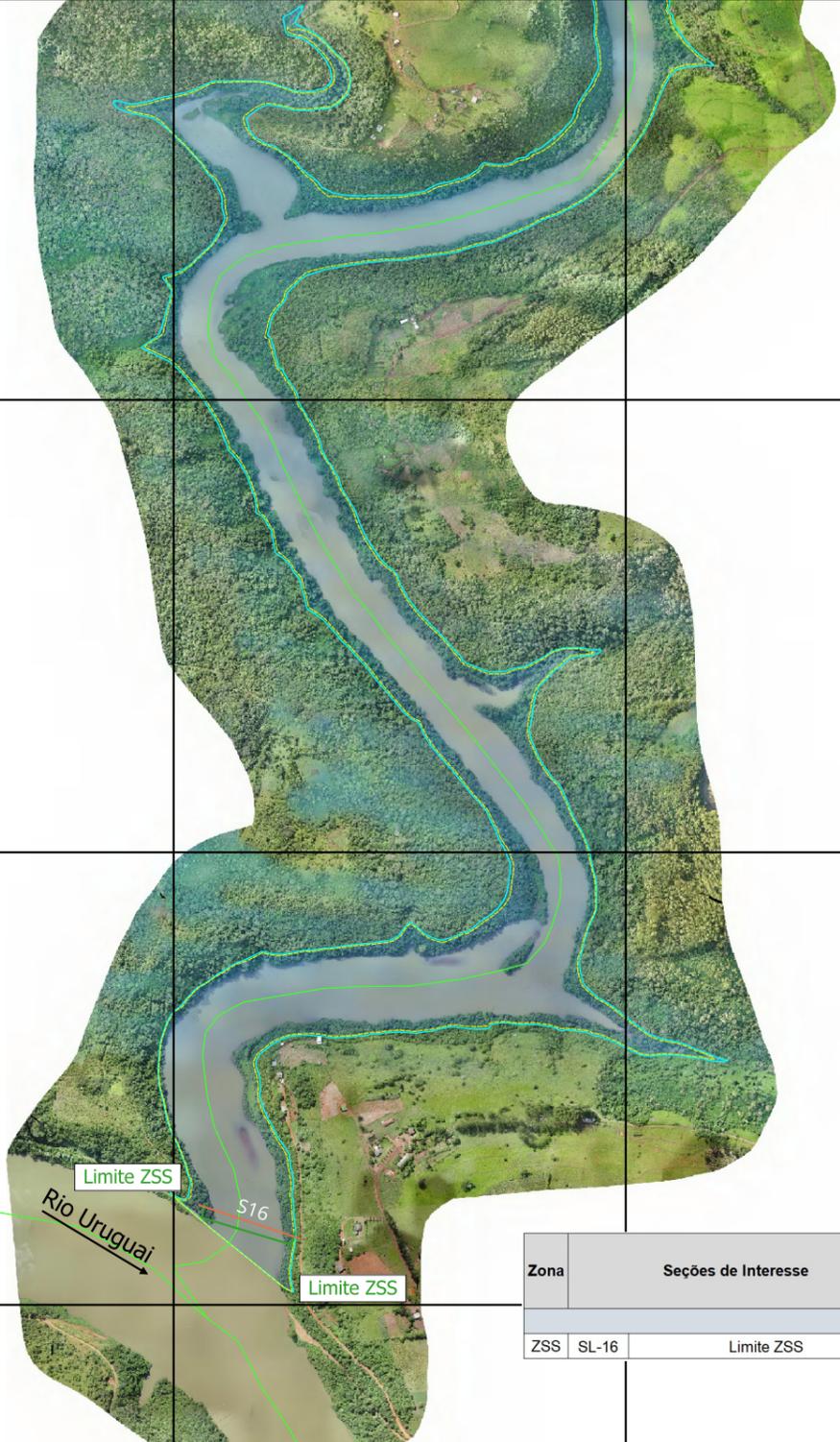
349000

350000



Chapecó

Paial



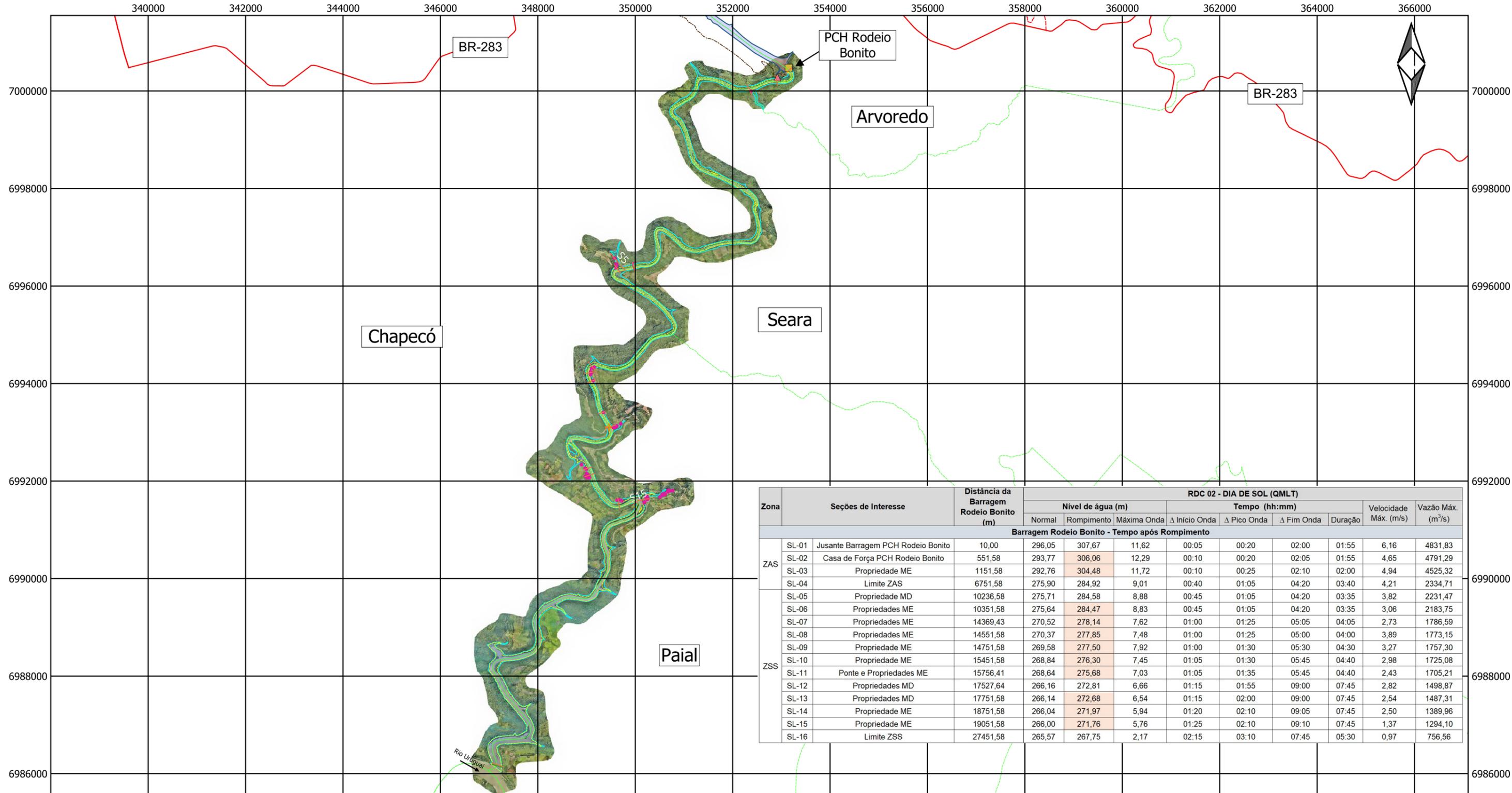
Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC01 - TR 1.000 ANOS								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)						
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZSS	SL-16	Limite ZSS	27451,58	271,23	272,72	1,49	01:15	01:55	03:20	02:05	2,36	4309,83

Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estrada
- Acesso
- Reservatório
- Ponte

- 0 0,5 1 km
- Mapa Natural - TR 1.000 anos
- Mapa Rompimento - TR 1.000 anos
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS

Cliente:			Elaborado:		
Projeto:	PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico:	Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	
Título:	Mapa Inundação RDC1 - TR 1.000 anos Natural e Dam Break		Data:	Escala:	Número:
			Jul/24	1:15.000	ROB-C-MPI-001-00-24
			Sirgas 2000 22S	Folha (A3): 6/6	



Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC 02 - DIA DE SOL (QMLT)									
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)		
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda			Duração	
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZAS	SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10,00	296,05	307,67	11,62	00:05	00:20	02:00	01:55	6,16	4831,83
	SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	551,58	293,77	306,06	12,29	00:10	00:20	02:05	01:55	4,65	4791,29
	SL-03	Propriedade ME	1151,58	292,76	304,48	11,72	00:10	00:25	02:10	02:00	4,94	4525,32
	SL-04	Limite ZAS	6751,58	275,90	284,92	9,01	00:40	01:05	04:20	03:40	4,21	2334,71
	SL-05	Propriedades MD	10236,58	275,71	284,58	8,88	00:45	01:05	04:20	03:35	3,82	2231,47
ZSS	SL-06	Propriedades ME	10351,58	275,64	284,47	8,83	00:45	01:05	04:20	03:35	3,06	2183,75
	SL-07	Propriedades ME	14369,43	270,52	278,14	7,62	01:00	01:25	05:05	04:05	2,73	1786,59
	SL-08	Propriedades ME	14551,58	270,37	277,85	7,48	01:00	01:25	05:00	04:00	3,89	1773,15
	SL-09	Propriedade ME	14751,58	269,58	277,50	7,92	01:00	01:30	05:30	04:30	3,27	1757,30
	SL-10	Propriedade ME	15451,58	268,84	276,30	7,45	01:05	01:30	05:45	04:40	2,98	1725,08
	SL-11	Ponte e Propriedades ME	15756,41	268,64	275,68	7,03	01:05	01:35	05:45	04:40	2,43	1705,21
	SL-12	Propriedades MD	17527,64	266,16	272,81	6,66	01:15	01:55	09:00	07:45	2,82	1498,87
	SL-13	Propriedades MD	17751,58	266,14	272,68	6,54	01:15	02:00	09:00	07:45	2,54	1487,31
	SL-14	Propriedade ME	18751,58	266,04	271,97	5,94	01:20	02:10	09:05	07:45	2,50	1389,96
	SL-15	Propriedade ME	19051,58	266,00	271,76	5,76	01:25	02:10	09:10	07:45	1,37	1294,10
	SL-16	Limite ZSS	27451,58	265,57	267,75	2,17	02:15	03:10	07:45	05:30	0,97	756,56

Legenda:

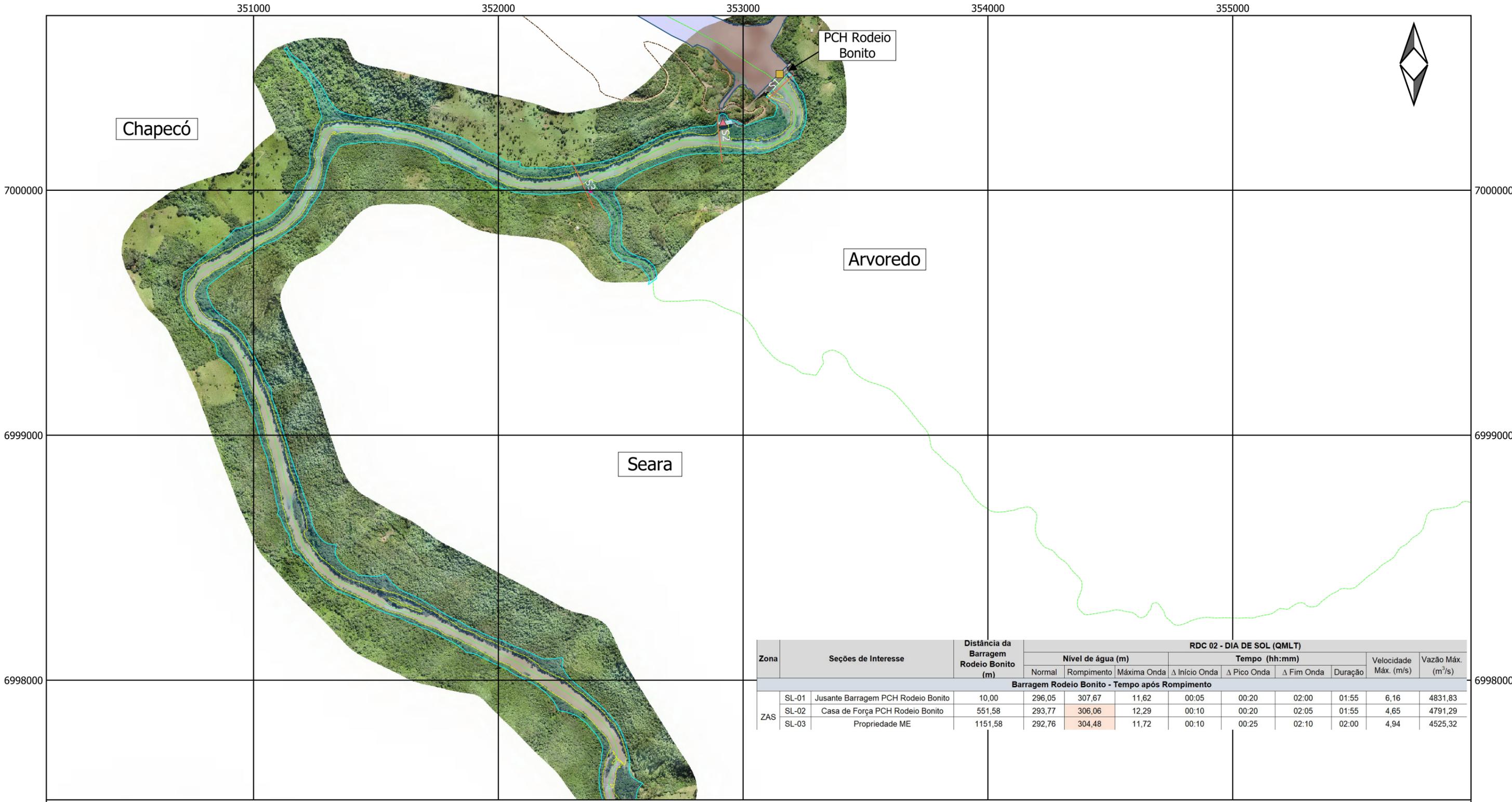
- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte
- Mapa Natural - QMLT
- Mapa Rompimento - QMLT
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 2,5 5 km

Cliente:

Elaborado:

Projeto: PCH Rodeio Bonito	Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Geral- Mapa Inundação RDC2 - Dia de Sol - QMLT Natural e Dam Break	Data: Jul/24	Escala: 1:75.000
	Sirgas 2000 22S	Número: ROB-C-MPI-002-00-24
		Folha (A3): 1/6



Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC 02 - DIA DE SOL (QMLT)									
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m ³ /s)	
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZAS	SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10,00	296,05	307,67	11,62	00:05	00:20	01:55	6,16	4831,83	
	SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	551,58	293,77	306,06	12,29	00:10	00:20	02:05	01:55	4,65	4791,29
	SL-03	Propriedade ME	1151,58	292,76	304,48	11,72	00:10	00:25	02:10	02:00	4,94	4525,32

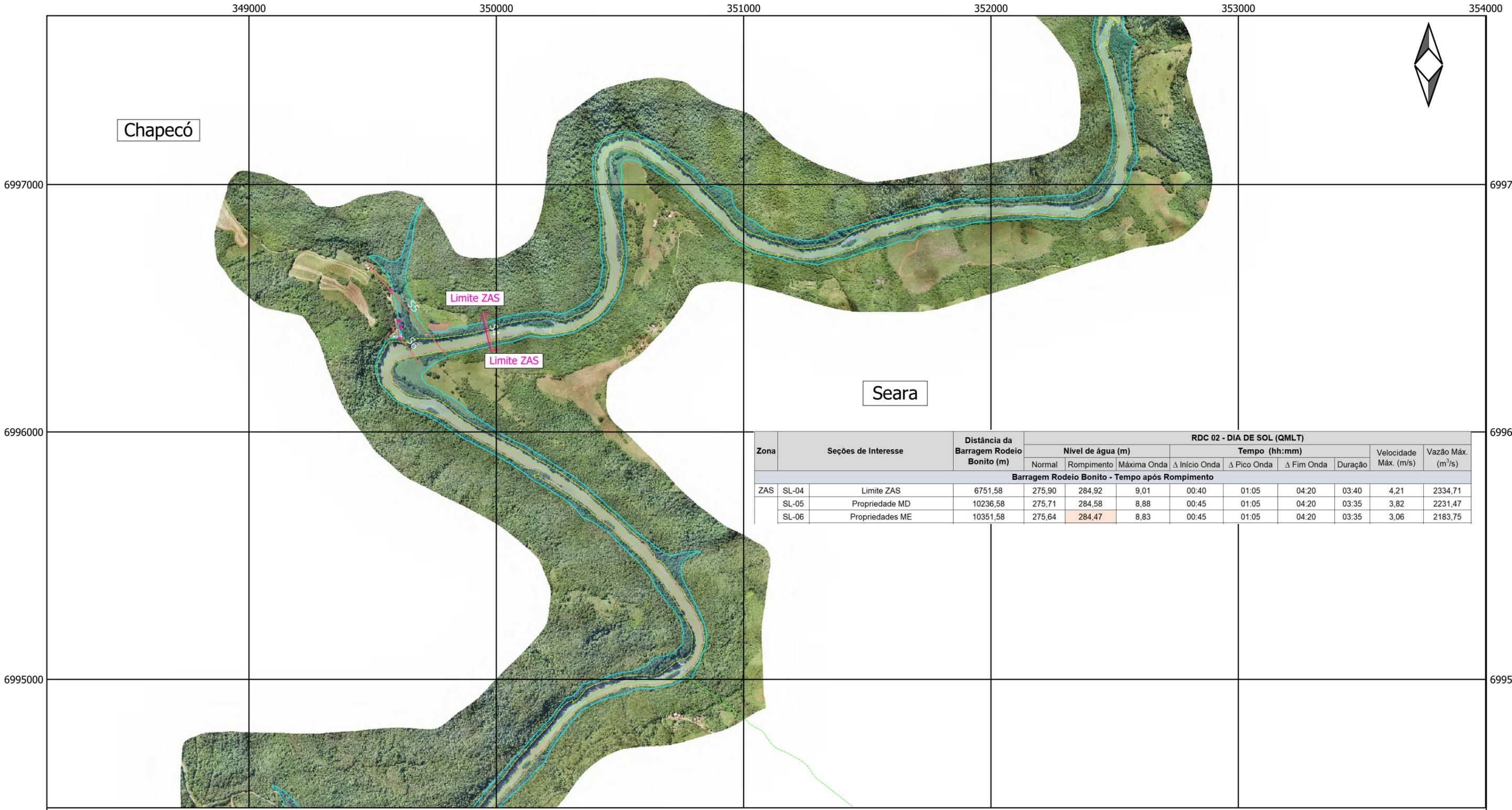
Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- - - Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte
- Mapa Natural - QMLT
- Mapa Rompimento - QMLT
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,5 1 km

Cliente: **VELCAN Energy** Elaborado: **PROSENGE**
projetos e engenharia

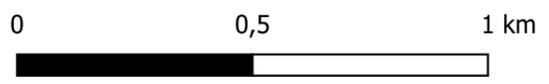
Projeto: PCH Rodeio Bonito	Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Mapa Inundação RDC2 - Dia de Sol - QMLT Natural e Dam Break	Data: Jul/24	Escala: 1:15.000
		Sirgas 2000 22S
		Número: ROB-C-MPI-002-00-24
		Folha (A3) 2/6



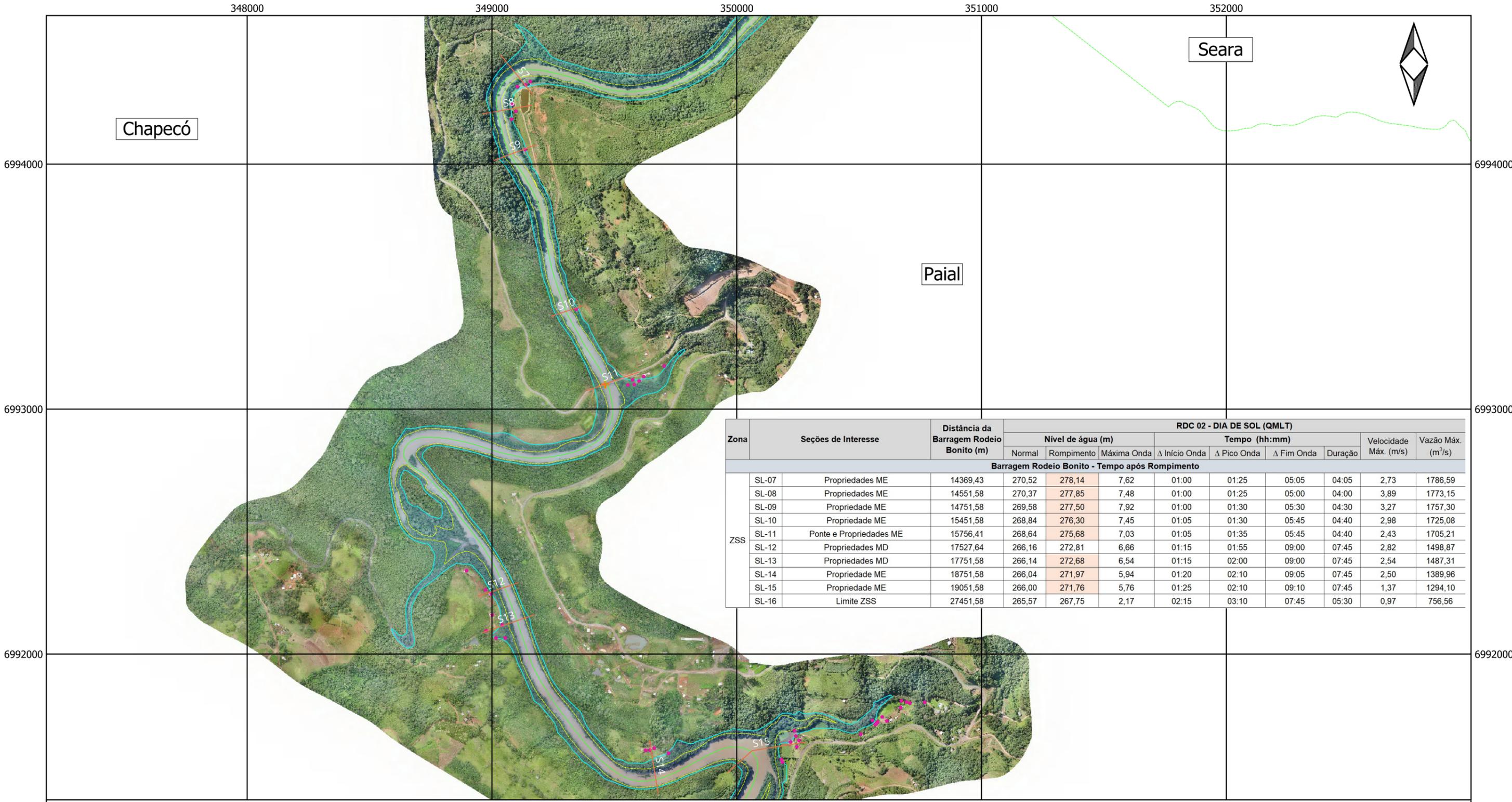
Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC 02 - DIA DE SOL (QMLT)								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Duração			
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda				
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZAS	SL-04	Limite ZAS	6751,58	275,90	284,92	9,01	00:40	01:05	04:20	03:40	4,21	2334,71
	SL-05	Propriedade MD	10236,58	275,71	284,58	8,88	00:45	01:05	04:20	03:35	3,82	2231,47
	SL-06	Propriedades ME	10351,58	275,64	284,47	8,83	00:45	01:05	04:20	03:35	3,06	2183,75

Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte
- Mapa Natural - QMLT
- Mapa Rompimento - QMLT
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS



Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE <small>projetos e engenharia</small>	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Mapa Inundação RDC2 - Dia de Sol - QMLT Natural e Dam Break		Data: Jul/24	Número: ROB-C-MPI-002-00-24
		Escala: 1:15.000 Sirgas 2000 22S	Folha (A3): 3/6



Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC 02 - DIA DE SOL (QMLT)									
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZSS	SL-07	Propriedades ME	14369,43	270,52	278,14	7,62	01:00	01:25	05:05	04:05	2,73	1786,59
	SL-08	Propriedades ME	14551,58	270,37	277,85	7,48	01:00	01:25	05:00	04:00	3,89	1773,15
	SL-09	Propriedade ME	14751,58	269,58	277,50	7,92	01:00	01:30	05:30	04:30	3,27	1757,30
	SL-10	Propriedade ME	15451,58	268,84	276,30	7,45	01:05	01:30	05:45	04:40	2,98	1725,08
	SL-11	Ponte e Propriedades ME	15756,41	268,64	275,68	7,03	01:05	01:35	05:45	04:40	2,43	1705,21
	SL-12	Propriedades MD	17527,64	266,16	272,81	6,66	01:15	01:55	09:00	07:45	2,82	1498,87
	SL-13	Propriedades MD	17751,58	266,14	272,68	6,54	01:15	02:00	09:00	07:45	2,54	1487,31
	SL-14	Propriedade ME	18751,58	266,04	271,97	5,94	01:20	02:10	09:05	07:45	2,50	1389,96
	SL-15	Propriedade ME	19051,58	266,00	271,76	5,76	01:25	02:10	09:10	07:45	1,37	1294,10
	SL-16	Limite ZSS	27451,58	265,57	267,75	2,17	02:15	03:10	07:45	05:30	0,97	756,56

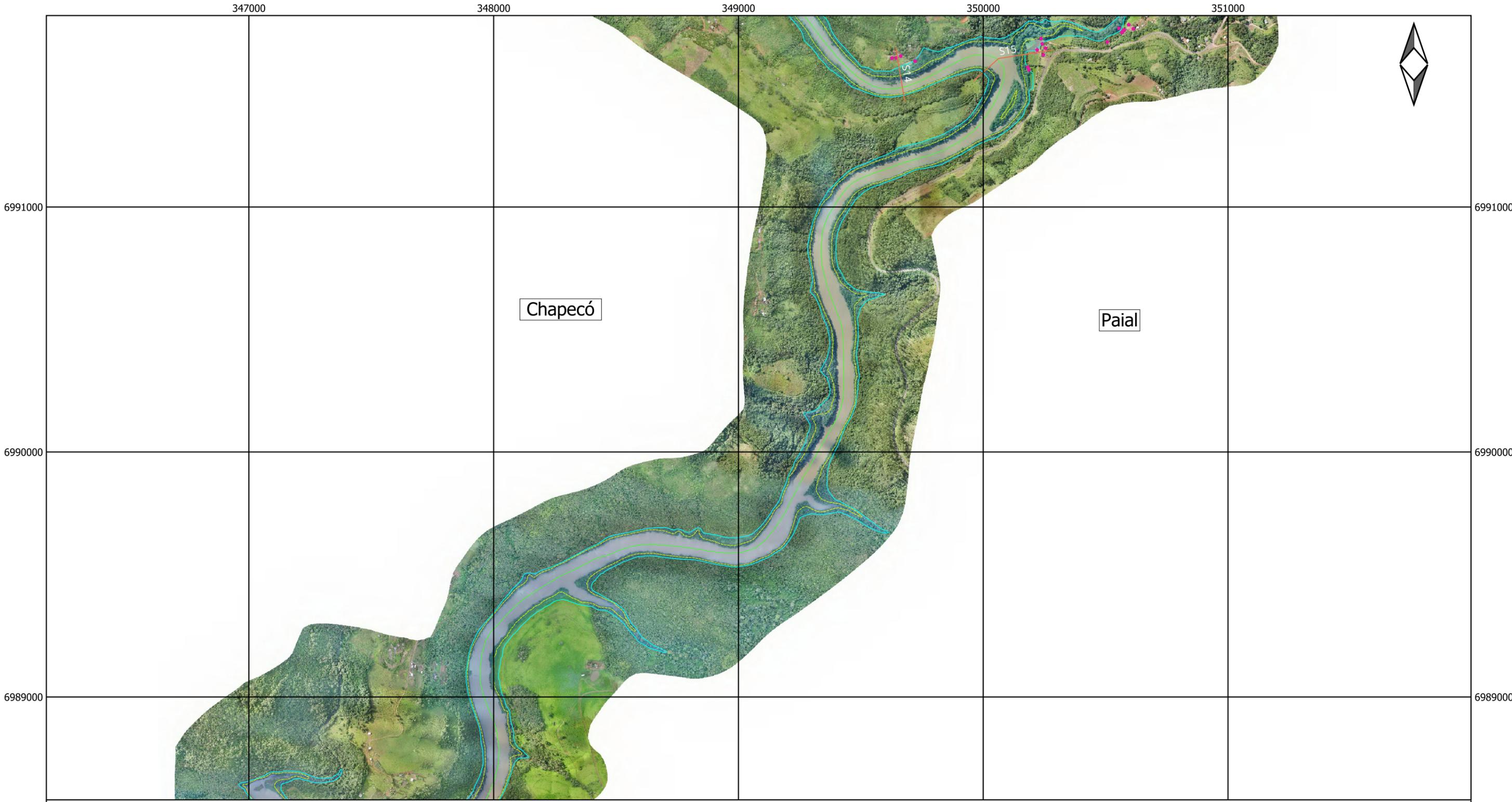
Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte
- Mapa Natural - QMLT
- Mapa Rompimento - QMLT
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,5 1 km

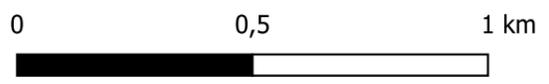
Cliente: **VELCAN Energy**
Elaborado: **PROSENGE**
projetos e engenharia

Projeto:	Responsável Técnico:	Projeto:
PCH Rodeio Bonito	Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	PBE
Título:	Data:	Número:
	Jul/24	ROB-C-MPI-002-00-24
Mapa Inundação RDC2 - Dia de Sol - QMLT Natural e Dam Break	Escala: 1:15.000	Folha (A3): 4/6
	Sirgas 2000 22S	



Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
 - ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
 - Divisa Municipal
 - Rodovia Federal
 - Rodovia Estadual
 - - - Estrada
 - - - Acesso
 - Reservatório
 - + Ponte
- Mapa Natural - QMLT
 - Mapa Rompimento - QMLT
 - Edificações
 - Seções Interesse
 - Limite ZAS
 - Limite ZSS



Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE <small>projetos e engenharia</small>	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Mapa Inundação RDC2 - Dia de Sol - QMLT Natural e Dam Break		Data: Jul/24	Número: ROB-C-MPI-002-00-24
		Escala: 1:15.000 Sirgas 2000 22S	Folha (A3): 5/6

346000

347000

348000

349000

350000



6988000

6988000

6987000

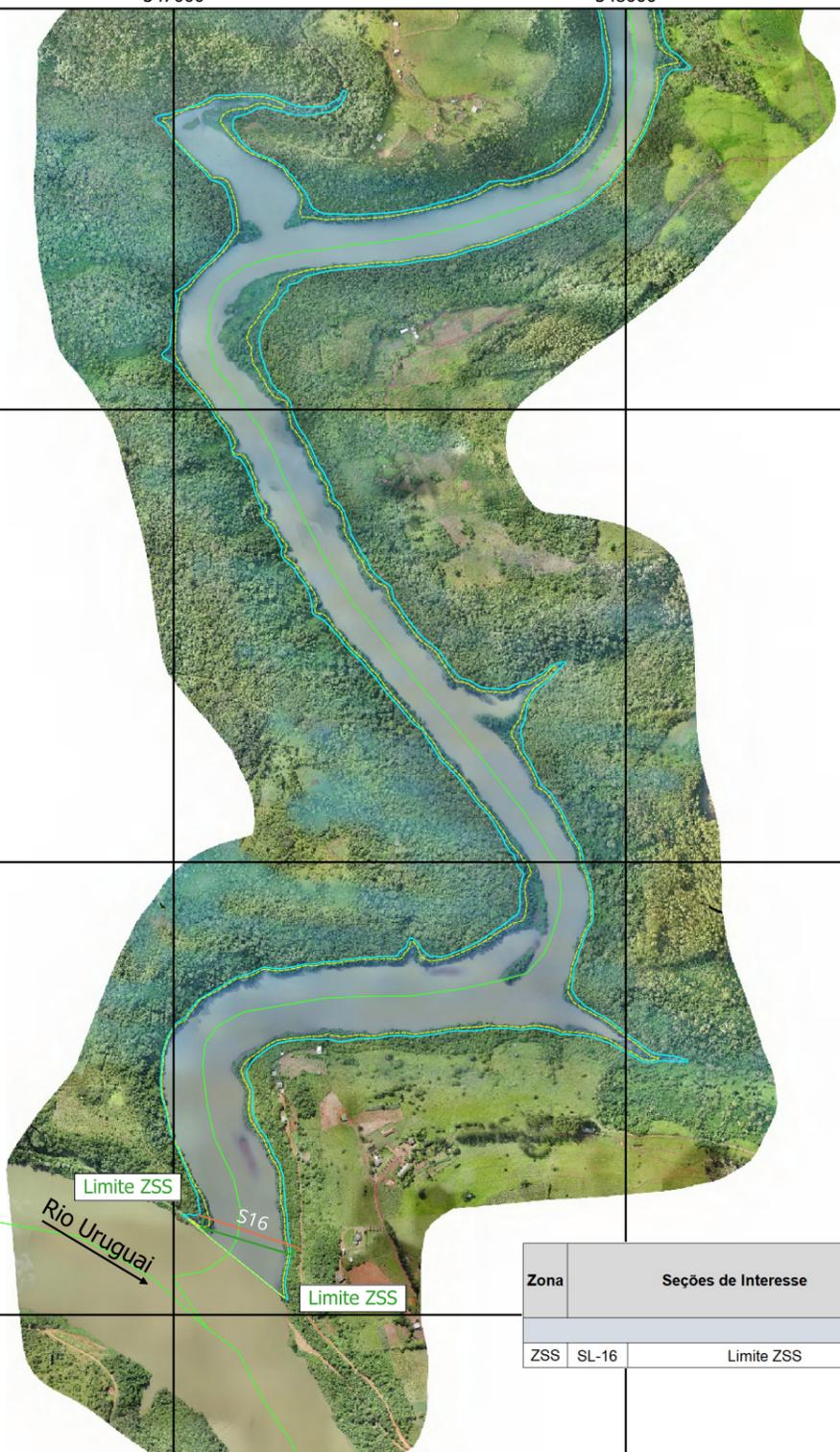
6987000

6986000

6986000

Chapecó

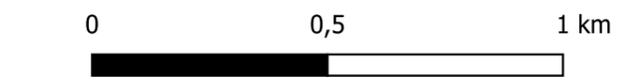
Paial



Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC 02 - DIA DE SOL (QMLT)								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)						
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZSS	SL-16	Limite ZSS	27451,58	265,57	267,75	2,17	02:15	03:10	07:45	05:30	0,97	756,56

Legenda:

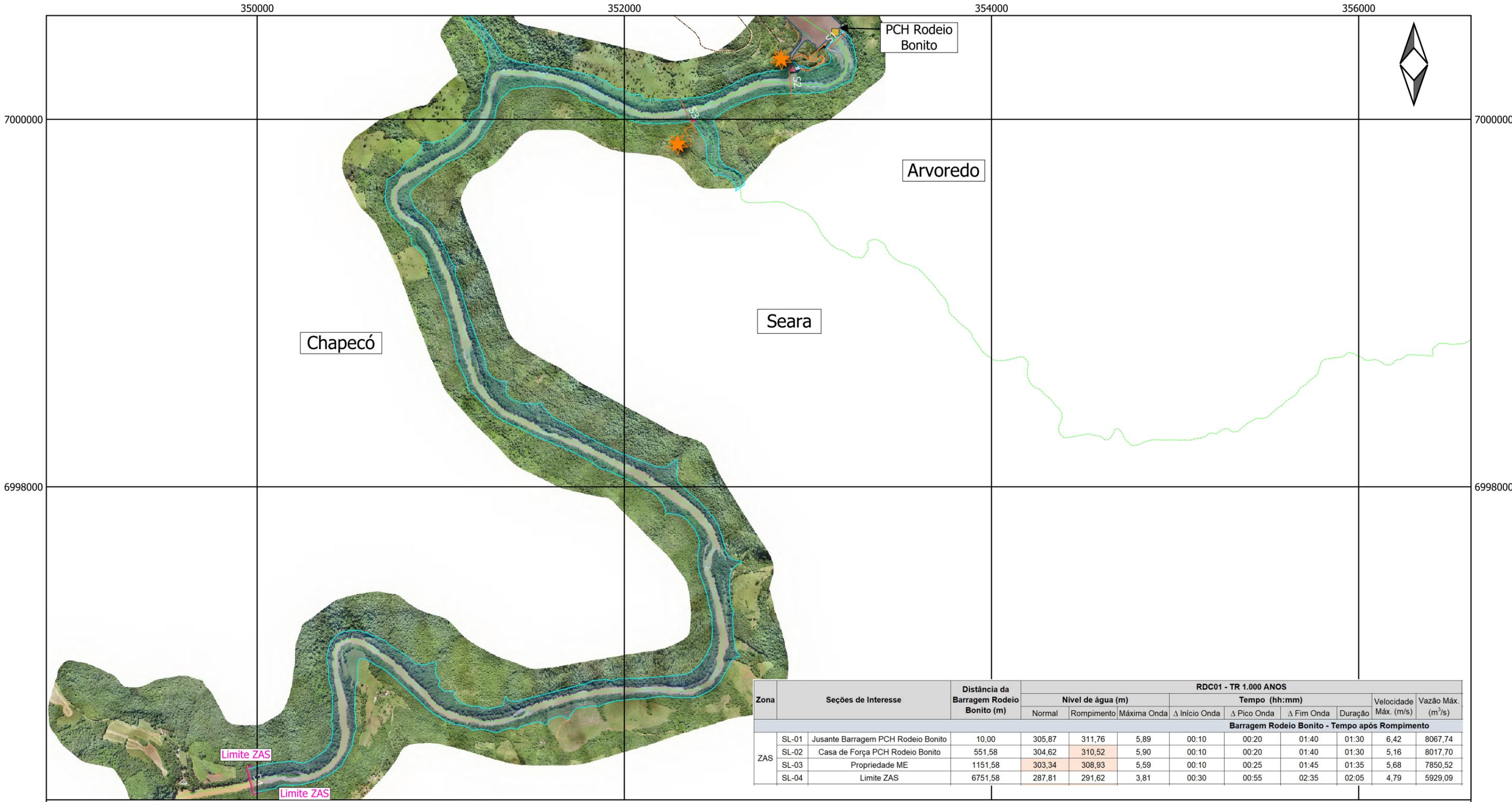
- Barragem PCH Rodeio Bonito
- Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estrada
- Acesso
- Reservatório
- Ponte



- Mapa Natural - QMLT
- Mapa Rompimento - QMLT
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS

Cliente: VELCAN Energy		Elaborado: PROSENGE projetos e engenharia	
Projeto: PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Mapa Inundação RDC2 - Dia de Sol - QMLT Natural e Dam Break		Data: Jul/24	Escala: 1:15.000 Sirgas 2000 22S
			Número: ROB-C-MPI-002-00-24 Folha (A3): 6/6

ANEXO VI – ZONA DE AUTO SALVAMENTO



Zona	Seções de Interesse	Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	RDC01 - TR 1.000 ANOS									
			Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração			
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento												
ZAS	SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10,00	305,87	311,76	5,89	00:10	00:20	01:40	01:30	6,42	8067,74
	SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	551,58	304,62	310,52	5,90	00:10	00:20	01:40	01:30	5,16	8017,70
	SL-03	Propriedade ME	1151,58	303,34	308,93	5,59	00:10	00:25	01:45	01:35	5,68	7850,52
	SL-04	Limite ZAS	6751,58	287,81	291,62	3,81	00:30	00:55	02:35	02:05	4,79	5929,09

Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estrada
- - - Acesso
- Reservatório
- + Ponte

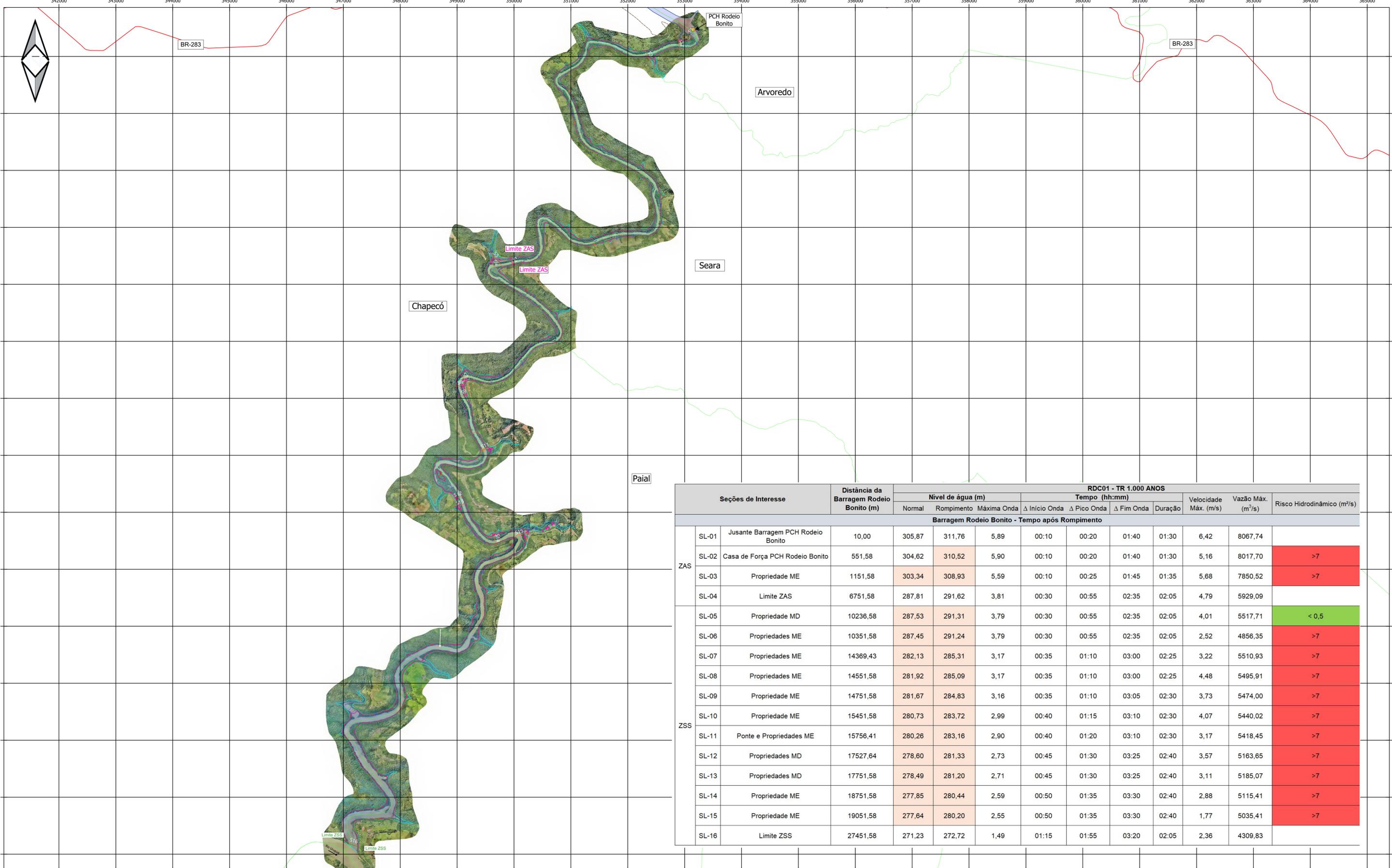
0 0,75 1,5 km

- Mapa Rompimento ZAS - TR 1.000 anos
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS
- - - Rota de Fuga
- ✦ Ponto de Encontro

Cliente: **VELCAN Energy**
Elaborado: **PROSENGE**
projetos e engenharia

Projeto: PCH Rodeio Bonito	Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	Projeto: PBE
Título: Zona de Autosalvamento - TR 1.000 anos Dam Break	Data: Jul/24	Escala: 1:20.000 Sirgas 2000 22S
		Número: ROB-C-ZAS-001-00-24 Folha (A3): 1/1

ANEXO VII – RISCO HIDRODINÂMICO



Seções de Interesse		Distância da Barragem Rodeio Bonito (m)	Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	Risco Hidrodinâmico (m²/s)	
			Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Fim Onda	Duração				
Barragem Rodeio Bonito - Tempo após Rompimento													
ZAS	SL-01	Jusante Barragem PCH Rodeio Bonito	10,00	305,87	311,76	5,89	00:10	00:20	01:40	01:30	6,42	8067,74	
	SL-02	Casa de Força PCH Rodeio Bonito	551,58	304,62	310,52	5,90	00:10	00:20	01:40	01:30	5,16	8017,70	>7
	SL-03	Propriedade ME	1151,58	303,34	308,93	5,59	00:10	00:25	01:45	01:35	5,68	7850,52	>7
	SL-04	Limite ZAS	6751,58	287,81	291,62	3,81	00:30	00:55	02:35	02:05	4,79	5929,09	
ZSS	SL-05	Propriedade MD	10236,58	287,53	291,31	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	4,01	5517,71	< 0,5
	SL-06	Propriedades ME	10351,58	287,45	291,24	3,79	00:30	00:55	02:35	02:05	2,52	4856,35	>7
	SL-07	Propriedades ME	14369,43	282,13	285,31	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	3,22	5510,93	>7
	SL-08	Propriedades ME	14551,58	281,92	285,09	3,17	00:35	01:10	03:00	02:25	4,48	5495,91	>7
	SL-09	Propriedade ME	14751,58	281,67	284,83	3,16	00:35	01:10	03:05	02:30	3,73	5474,00	>7
	SL-10	Propriedade ME	15451,58	280,73	283,72	2,99	00:40	01:15	03:10	02:30	4,07	5440,02	>7
	SL-11	Ponte e Propriedades ME	15756,41	280,26	283,16	2,90	00:40	01:20	03:10	02:30	3,17	5418,45	>7
	SL-12	Propriedades MD	17527,64	278,60	281,33	2,73	00:45	01:30	03:25	02:40	3,57	5163,65	>7
	SL-13	Propriedades MD	17751,58	278,49	281,20	2,71	00:45	01:30	03:25	02:40	3,11	5185,07	>7
	SL-14	Propriedade ME	18751,58	277,85	280,44	2,59	00:50	01:35	03:30	02:40	2,88	5115,41	>7
	SL-15	Propriedade ME	19051,58	277,64	280,20	2,55	00:50	01:35	03:30	02:40	1,77	5035,41	>7
	SL-16	Limite ZSS	27451,58	271,23	272,72	1,49	01:15	01:55	03:20	02:05	2,36	4309,83	

- Legenda:
- Barragem PCH Rodeio Bonito
 - ▲ Casa de Força PCH Rodeio Bonito
 - Divisa Municipal
 - Rodovia Federal
 - Rodovia Estadual
 - Estrada
 - Acesso
 - Reservatório
 - + Ponte
 - Mapa Rompimento - TR 1.000 anos
 - Edificações
 - Seções Interesse
 - Limite ZAS
 - Limite ZSS

Risco Hidrodinâmico (m²/s)	Consequências
< 0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 - 1	Adultos são arrastados
1-3	Danos de submersão em edifícios e estruturas em casas fracas
3-7	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
>7	Colapso de certos edifícios



Base Cartográfica: Levantamento da restituição e ortofoto realizada Matrix em 2024 com curvas de 1,0 em 1,0 m georeferenciado IBGE.

Cliente: **VELCAN Energy** Elaborado: **PROSENSE** projetos e engenharia

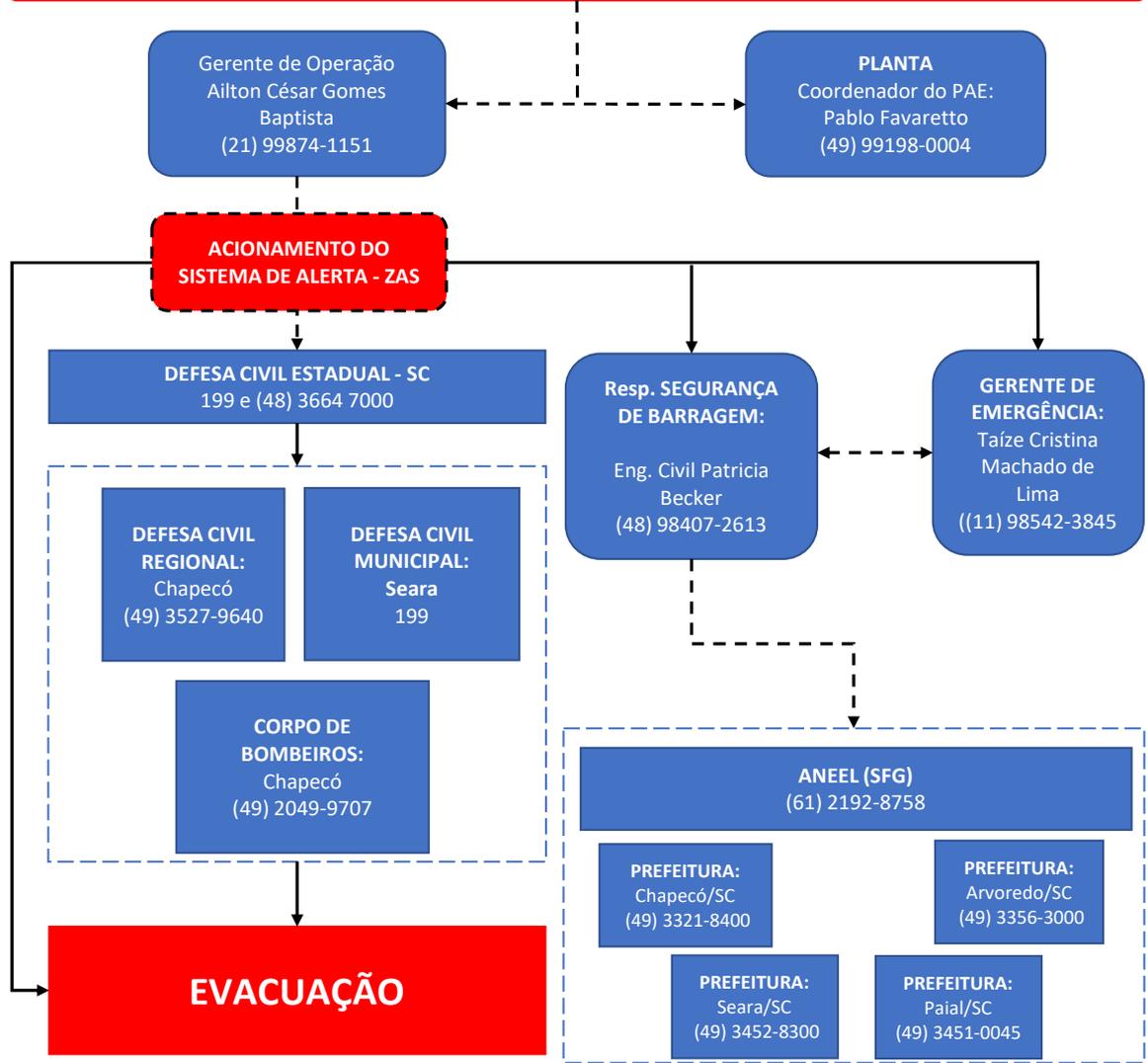
Projeto: PCH Rodeio Bonito Responsável Técnico: Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9 Projeto: PBE

Título: Mapa Risco Hidrodinâmico RDC1 - TR 1.000 anos Rompimento Data: Fev/24 Escala: 1:30.000 Número: ROB-C-RHI-001-00-24

Sirgas 2000 225 Folha (A1): 1/1

ANEXO VIII – FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO

EMERGÊNCIA



LEGENDA:

- Procedimento interno
- Procedimento externo
- Comunicar
- Acionar

PAE DA BARRAGEM RODEIO BONITO		
EMPREENDEDOR	Nome:	Pequena Central Hidrelétrica Rodeio Bonito
	Identificador ANEEL:	PCHPHSC029159-5
	Empreendedor:	Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.
	Diretor	Taíze Cristina Machado de Lima (11) 98542-3845 taize.m.lima@gmail.com
	Responsável Tec. Seg. Barragem:	Eng Civil Patricia Becker (CREA SC 044.186-9) (48) 98407-2613 patricia@prosenge.com
COORDENADOR PAE	Nome:	Líder da Usina: Pablo Favaretto
	Contatos	(49) 99198-0004 pablo.favaretto@steag.com.br
ELABORAÇÃO DO PAE	Nome:	Prosenge Projetos e Engenharia LTDA
	Fone:	(48) 3206-8509
ENCARREGADO ELABORAÇÃO PAE:	Nome:	Eng Civil Patricia Becker (CREA SC 044.186-9)
	Contatos:	(48) 98407-2613 patricia@prosenge.com
FISCALIZADORA	Nome:	Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL
	Contatos:	(61) 2192-8758
BARRAGENS NO CURSO DE ÁGUA	Montante – PCH Arvoredo	Jusante - Sem usina
AUTORIDADES E SISTEMA DE DEFESA CIVIL	Defesa Civil - 199	Estadual Santa Catarina Nome do contato: Coronel Luiz Armando Schroeder Reis Fone: (48) 3664 7000 gabinete@defesacivil.sc.gov.br
		Regional:Chapecó/SC Nome: 1º Sgt BM Vilson Antônio Zamboni (49) 2049-9707 chapeco.coredec@defesacivil.sc.gov.br
		Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC - Seara/SC Coordenador: Carlos Alberto Paludo 199
	Corpo De Bombeiros - 193	Estadual Santa Catarina Nome do contato: Coronel Fabiano de Souza Fone: (48) 3665-8692 gabinete@cbm.sc.gov.br e ajg@cbm.sc.gov.br
		CORPO DE BOMBEIROS MILITAR -6º Batalhão de Bombeiros Militar (49) 2049-7640
	Prefeituras municipais:	Prefeitura: Chapecó/SC Nome: João Rodrigues Fone: (49) 3321-8400
		Prefeitura: Arvoredo/SC Nome: Neuri Meneguzzi Fone: (49) 3356-3000
		Prefeitura: Seara/SC Nome: Kiko Canale Fone: (49) 3452-8300
		Prefeitura: Paial/SC Nome: Nevio Antônio Mortari Fone: (49) 3451-0045
	OUTRAS AGÊNCIAS	POLÍCIA MILITAR - 190
POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL - 191		
INMET		Nome do contato: Instituto nacional de meteorologia Fone: (61) 2102-4700

ANEXO IX – APRESENTAÇÃO PAE

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



ARTICULAÇÃO AGENTES EXTERNOS

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

Responsáveis

EMPRESAS



Nome do Empreendedor: **Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.**

PCH: Rodeio Bonito

CNPJ: 09.127.923/0001-83

Endereço: Rodovia SC 283, Km 77, S/N, Interior, CEP:89801-973, cidade Chapecó, no estado de Santa Catarina

REPRESENTANTE LEGAL

Taíze Cristina Machado de Lima

Telefone: (11) 3125-5657

(49) 3323-0612

taize.m.lima@gmail.com

COORDENADOR DE O&ME COORDENADOR DO PAE

Pablo Favaretto - Iqony Solutions do Brasil

Telefone: (49) 3331-4644

pablo.favaretto@steag.com.br

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA BARRAGEM

Eng. Civil Patricia Becker – PROSENSE Proj. e Eng

Telefone: (48) 98407-2613

patricia@prosenge.com

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

VELCAN Energy FICHA TÉCNICA - PCH RODEIO BONITO

1- PCH Rodeio Bonito



FOTO



IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Nome:	PCH Rodeio Bonito
Municípios:	Arvoredo, Xaxim e Chapecó - SC
Proprietário:	Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.

DATAS

Início da Construção:	2007
Início Operação:	2010
Manutenção Barragem:	-----

BACIA HIDROGRÁFICA

Curso d'Água:	Rio Irani
Bacia (ANEEL):	7-Rio Uruguai
Sub-Bacia (ANEEL):	73

RESERVATÓRIO

Área Drenagem - (km²):	1445,00
Área NA Normal - (km²):	0,84
Volume NA Normal (hm³):	9,06
Vazão Remanescente (m³/s)	3,25
Níveis de Água (m):	Máx. Max.: 326,10
	Normal: 322,00
	Mínimo: 321,00

BARRAGEM

Tipo:	Gravidade Concreto - CCR
Comprimento (m):	223,00
Altura Máxima (m):	32,20
Elevação Crista (m):	327,50 Mureta - 328,60

CASCATA	
Usina Montante:	PCH Arvoredo
Usina Jusante:	UHE Foz do Chapecó-Rio Uruguai

ÓRGÃOS EXTRAVASORES - VERTEDEIRO LIVRE

Tipo:	Soleira Livre
Comprimento (m):	125,00
Cota da Soleira (m):	322,00
Capacidade (m³/s):	2.341,68 TR 1.000 anos

CANAL DE ADUÇÃO

Tipo:	Escavado em rocha e solo
Comprimento Total (m):	135,00
Área da Seção (m²):	68,25
Largura (m):	8,00

TOMADA D'ÁGUA

Tipo:	Gravidade em concreto
Largura:	12
Altura:	16,55
Cota da Crista (m):	328,1
Número Comportas Vagão	3
Dimensões (LxA - m):	3,20 x 3,00

CONDUTOS FORÇADO

Unidades:	3
Diâmetro (m):	2,75
Comprimento Total (m):	36,00

CASA DE FORÇA

Tipo:	Abrigada
Potência Instalada Total (MW)	14,68
Unidades Gerad. Principal (MW):	3 x 4,68 Francis Horiz. Dupla
Unidades Gerad. Mini Central (MW):	2x 0,32 Kaplan Vertical
Vazão Máxima (m³/s):	22,71
Queda Bruta Máxima Principal (m)	26,38
Nível de água jusante (m):	Máx. Max.: 302,42
	Normal: 294,40
	Mínimo:

TURBINAS Potência Nominal

Principal [MW] - 1 a 3	4,68 Unitária
Mini Central [MW] - 4 e 5	0,32 Unitária

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

2. O PORQUÊ DA LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

BARRAGENS → Obras associadas a um elevado potencial de risco → Ruptura

Consequências de rompimento:

- Perda de vidas humanas
- Danos ao meio ambiente
- Catástrofes para as estruturas
- Elevados custos econômicos

Segurança de Barragens:

- Inspeção Civil
- Auscultação da Instrumentação
- Manutenção das estruturas
- Planejamento de ações preventivas e corretivas.



As causas:

- Falhas de projeto
- Falhas de execução
- Falta de manutenção

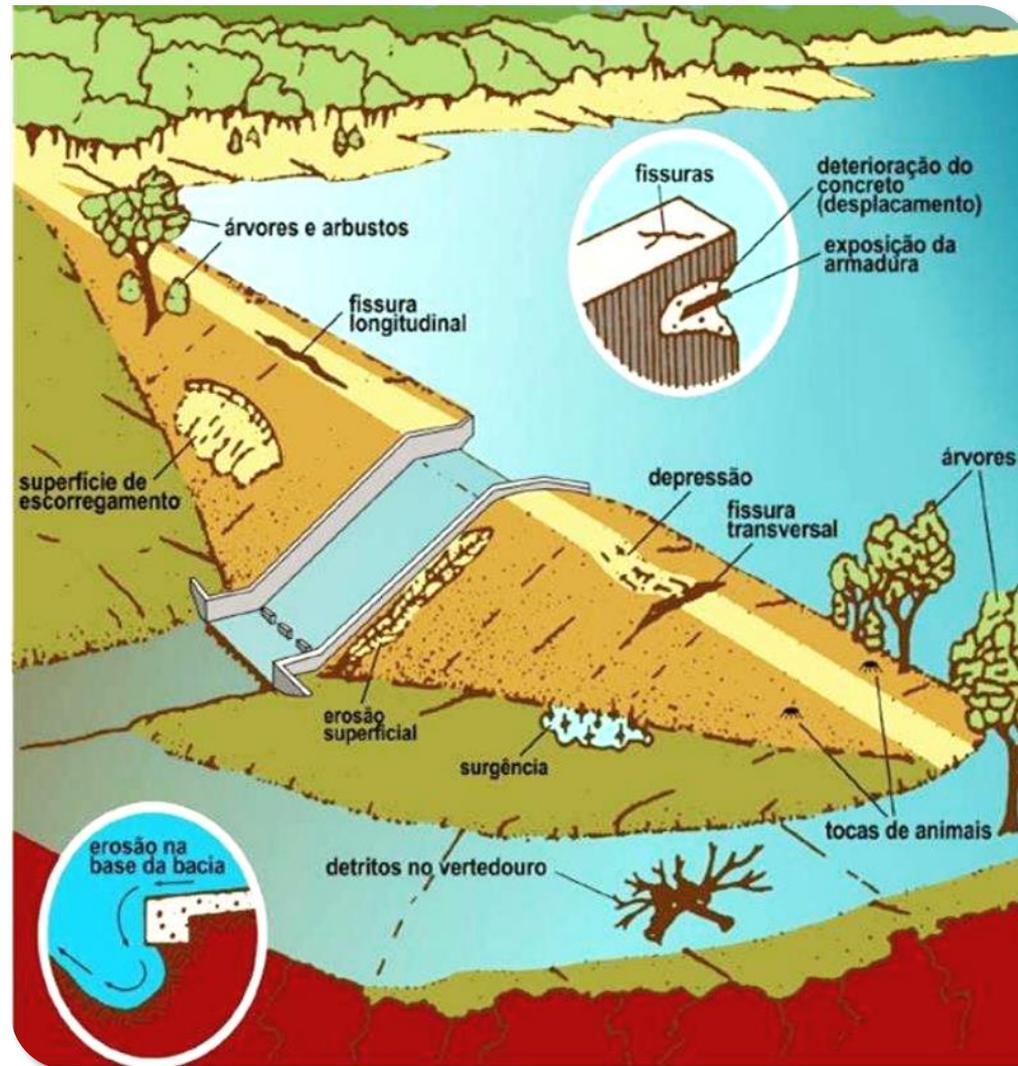


Tipos de Rompimento:

- **Galgamento:** podem ocorrer devido os estudos hidrológico e dimensionamento com graves deficiências.
- **Erosão Interna da barragem (Piping):** procedimentos incorretos de projeto, dimensionamento do filtro e de construção.

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

3. TIPOS DE PATOLOGIAS EM BARRAGENS

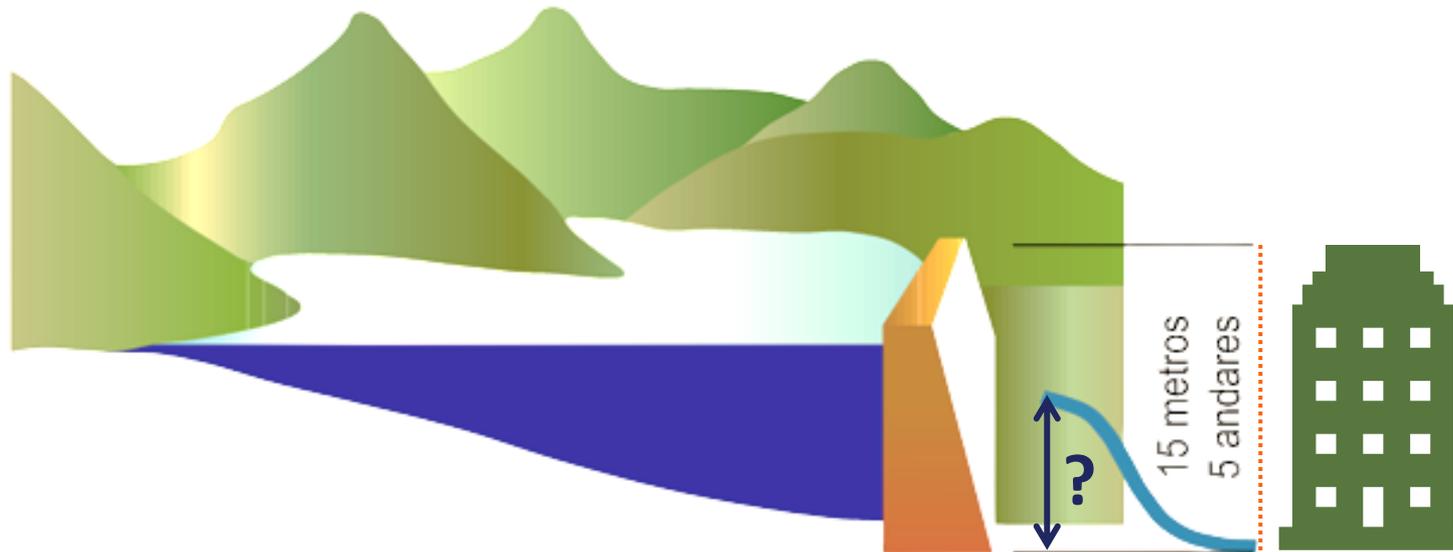


PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

I – Altura da Barragem > 15 m (quinze metros) → PCH Rodeio Bonito = 32,20 m



PCH Rodeio Bonito → Se encaixa na altura da Barragem

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº 12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

II – Volume reservatório > 3.000.000 m³ (3 hm³)

PCH Rodeio Bonito – 9,06hm³

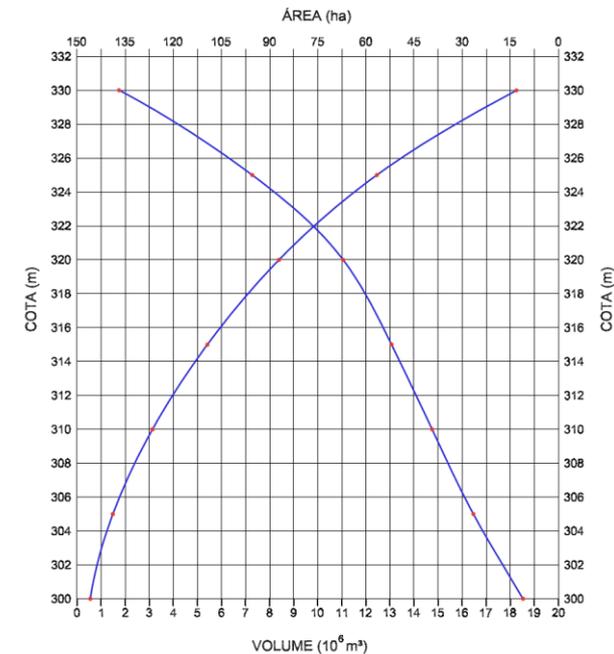


Necessário PSB



Encaixa no Volume Reservatório

PCH RODEIO BONITO - CURVA COTA X ÁREA X VOLUME



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº 12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

III – Reservatório → Resíduos perigosos (NBR 10004:2004 e CONAMA 23/96)



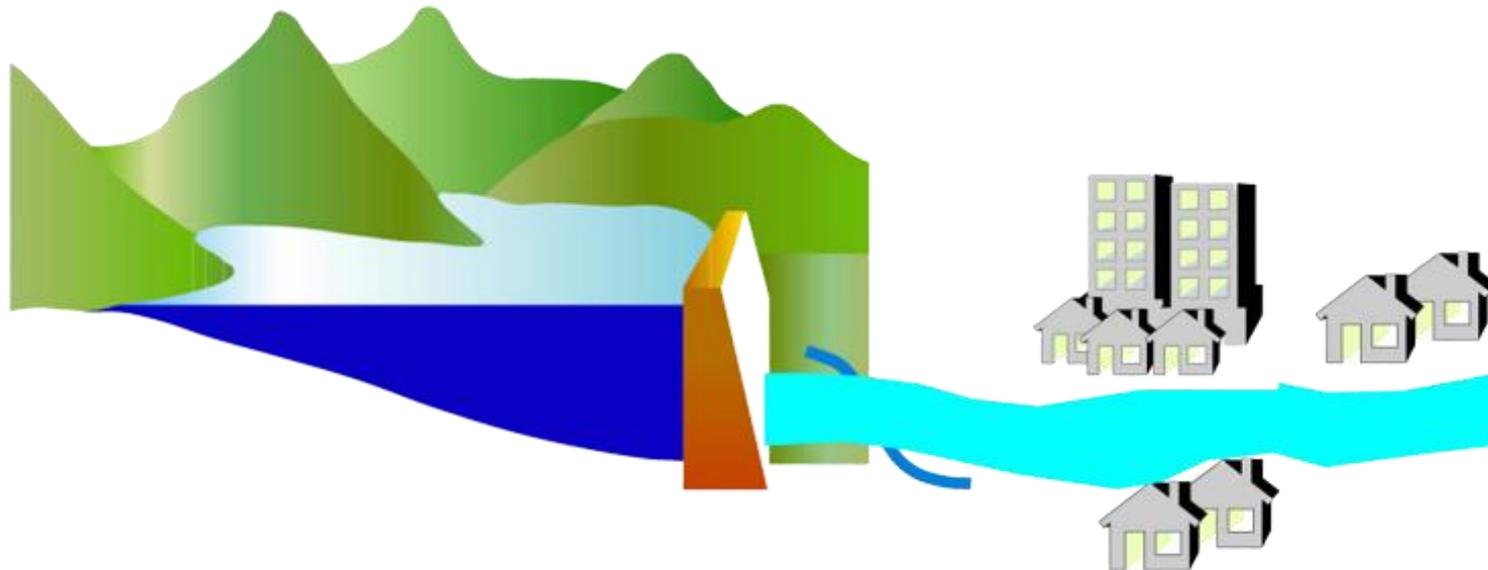
**Barragem de rejeitos industriais ou
mineração**

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº 12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

IV – Dano potencial associado → Termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas →
PCH Rodeio Bonito tem população a jusante → É necessário Plano de Ação de Emergência (PAE)



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº 12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Plano de Segurança da Barragem, deverá conter para a PCHs:



- ✓ Identificação do empreendedor;
- ✓ Dados técnicos empreendimento → necessários para a operação e manutenção da barragem;
- ✓ Estrutura organizacional e qualificação técnica → equipe de segurança da barragem;
- ✓ Manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem;
- ✓ Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem
- ✓ Área a ser resguardada;
- ✓ **Plano de Ação de Emergência → Dano potencial associado alto;**
- ✓ Relatórios das inspeções de segurança;
- ✓ Revisões periódicas de segurança.

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

5. MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO CIVIL



5.1 INSPEÇÕES CIVIL

ROTINEIRAS – MENSAIS (OPERADORES) →

Fichas Inspeções Simplificada e leituras Instrumentação;

REGULARES – ANUAL (ESPECIALISTAS) →

Fichas Inspeções - Detalhada e Recomendações Técnicas;

ESPECIAIS – EMERGÊNCIAS (ESPECIALISTAS) →

Fichas Inspeções - Detalhada e Recomendações Técnicas.

Contato com Responsável Técnico da Barragem

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

6. ESTUDO RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

1. Modelagem Computacional



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

6. ESTUDO RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

3. Resultados – Cotas de Proteção Usina e Ponte



Estrutura	Condição	Cota de Proteção (m)	NA Máximo (m)	
			TR 1.000 anos	QMLT
Barragem PCH Rodeio Bonito	Natural sem rompimento	327,50	327,13	322,13
	Com rompimento barragem		327,13	322,13
Casa de Força PCH Rodeio Bonito	Natural sem rompimento	306,00	304,62	293,77
	Com rompimento barragem		310,52	306,06
Ponte	Natural sem rompimento	280,14	280,26	268,64
	Com rompimento barragem		283,16	275,68

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

6. ESTUDO RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

4. Resultados – Mapa Inundação TR 1.000 anos

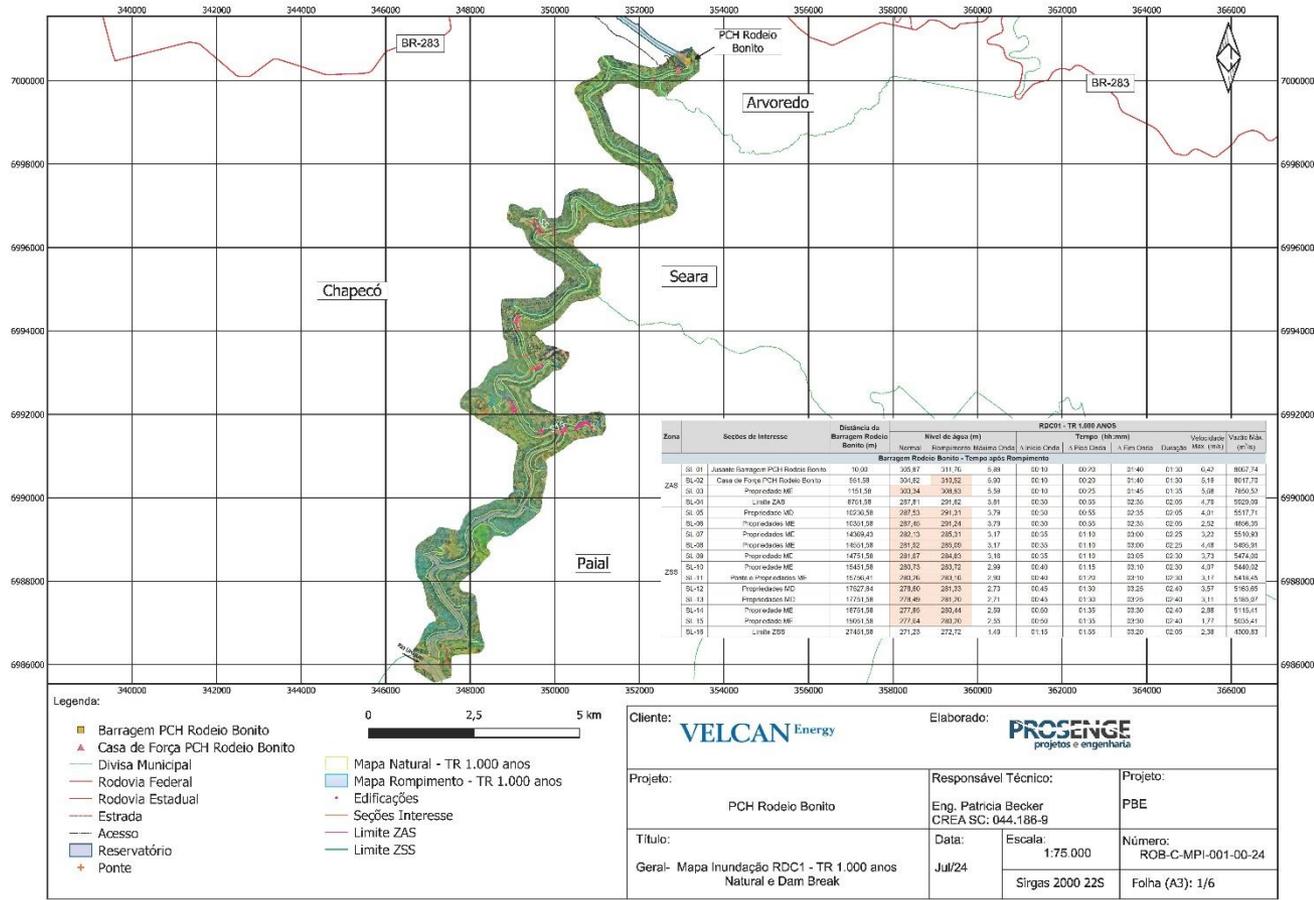


Zona de Autossalvamento (ZAS)

→ 6,75 km a jusante do barramento.

“Zona de Segurança Secundária” (ZSS)

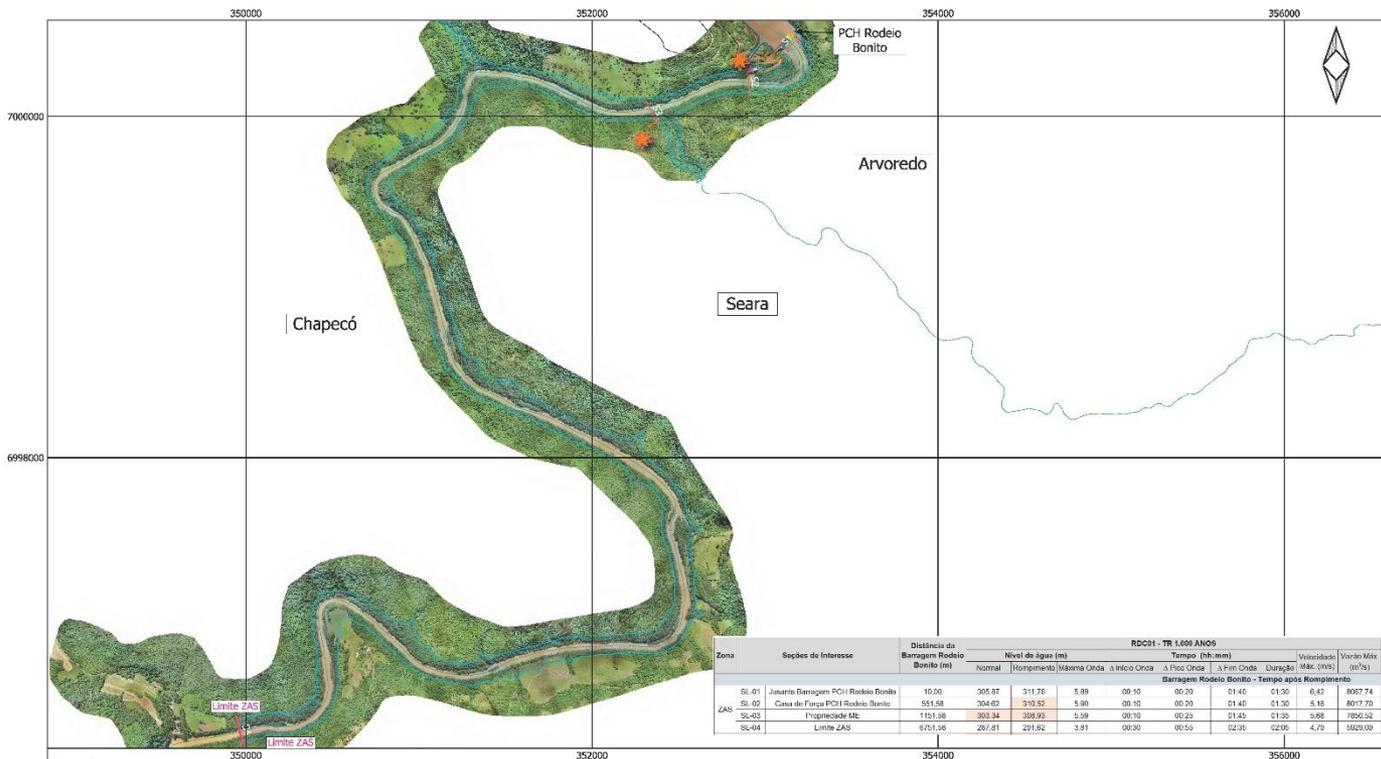
→ 20,7 km, se estendendo desde o final da ZAS até encontro Rio do peixe.



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

6. ESTUDO RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

5. Resultados – ZONA DE AUTOSSALVAMENTO – Atingidos: Somente 1 propriedade lazer



Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estrada
- Acesso
- Reservatório
- Ponte
- Mapa Rompimento ZAS - TR 1.000 anos
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS
- Rota de Fuga
- Ponto de Encontro

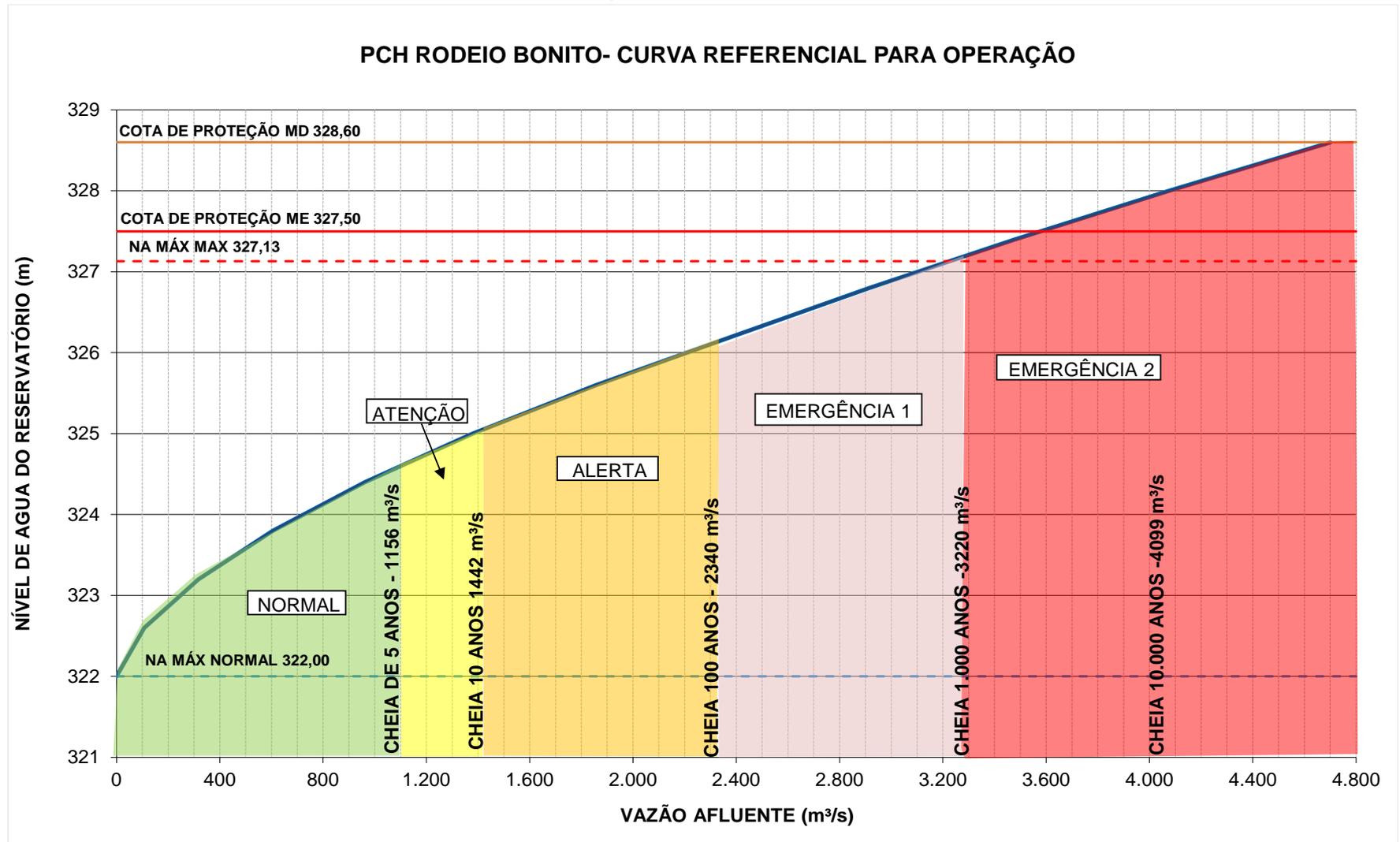
Ciente: **VELCAN Energy** Elaborado: **PROSENCE** projetos e engenharia

Projeto:	PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico:	Projeto:
			Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	PBE
Título:	Zona de Autossalvamento - TR 1.000 anos Dam Break	Data:	Jul/24	Número:
		Escala:	1:20.000	ROB-C-ZAS-001-00-24
			Sirgas 2000 225	Folha (A3): 1/1

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

7. NÍVEIS DE SEGURANÇA

1. Hidrológica



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

7. NÍVEIS DE SEGURANÇA

2. Hidrológica e Estrutural

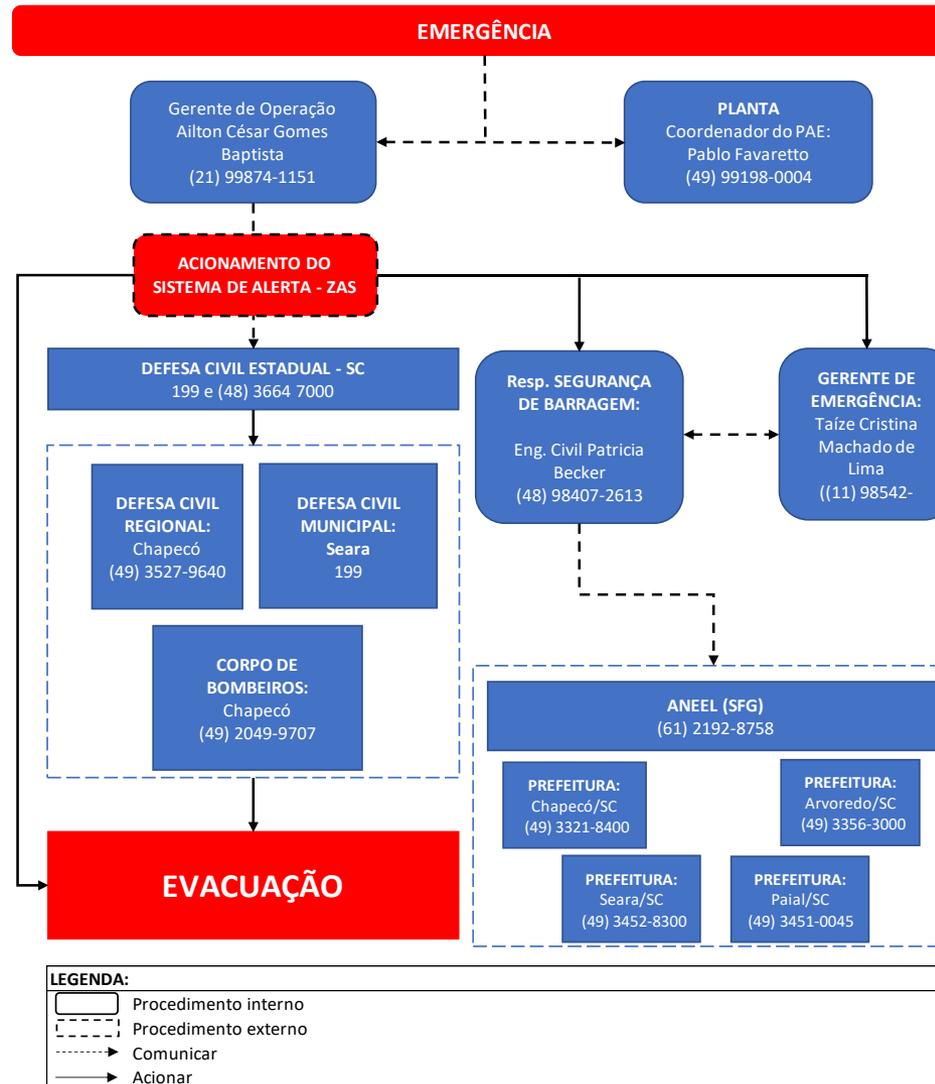
Nível de Segurança	Condições e Situações
<p>Nível Normal (VERDE)</p> <p>a) Operação normal das estruturas de descarga</p>	<p>a) Vertimentos até 1156 m³/s (NA 322,00 a 324,50 m - TR 5 anos) – Realizar o monitoramento das precipitações, deplecionamento controlado e análise das previsões de chuva para controle do nível do reservatório.</p>
<p>Nível Atenção (AMARELO)</p> <p>a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS</p>	<p>a) cheia de 1156 até 1442 m³/s (TR até 10 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com possibilidade de alagamento em localidades do município.</p>
<p>Nível Alerta (LARANJA)</p> <p>a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS</p> <p>b) Início Infiltração na Barragem com qualquer condição hidrológica</p>	<p>a) cheia de 1442 até 2340 m³/s (TR entre 10 e 100 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município;</p> <p>b) manutenção imediata para reduzir a infiltração ou recuperar o sistema de operação do vertedouro;</p>
<p>Nível Emergência 1 (VERMELHO CLARO)</p> <p>a) Localidades <u>com alagamento</u> municípios de jusante, abrir comportas da tomada d'água de modo aumentar capacidade de descarga, NA Máx Max. 300,00 m</p> <p>b) Infiltração sem controle ou nível do reservatório chegando na NA Máx Max com vertedouro sem condições de operação</p>	<p>a) cheia de 2340 até 3220 m³/s (até TR 1.000 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município;</p> <p>b) Infiltração sem controle na barragem/vertedouro → retirar pessoas dos pontos localizados na ZAS e atingidos de jusante;</p>
<p>Nível Emergência 2 (VERMELHO ESCURO)</p> <p>b) Ruptura está prestes a ocorrer, ocorrendo ou acabou de ocorrer com qualquer condição hidrológica.</p>	<p>Rompimento da Barragem com formação da onda de cheia com qualquer condição hidrológica → Aviso aos agentes externos da condição de ruptura iminente ou ocorrida e retirada dos atingidos de jusante localizados na ZAS e atingidos de jusante.</p>

EMERGÊNCIA 2 – A ruptura do barramento pode ocorrer em qualquer condição hidrológica formação de brecha ou em eventos extremos, importante ressaltar que a partir de enches de 280 m³/s já ocorre galgamento da barragem podendo vir ao rompimento. O alerta aos órgãos responsáveis deve ser emitido assim que constatada a impossibilidade de reverter o problema possibilitando a retirada de todos os atingidos a jusante do barramento.

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

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

8. FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

9. ETAPAS CONCLUÍDAS

1. PROTOCOLO PAE AGENTES EXTERNOS – 1º Articulação Agentes Externos

- Defesa Civil SC: Arvoredo, Paial, Seara e Chapecó;
- Corpo de Bombeiros Chapecó;
- Prefeituras: Arvoredo, Paial, Seara e Chapecó



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

9. ETAPAS CONCLUÍDAS

2. CADASTRO ATINGIDOS - Zona de Autossalvamento – ZAS

		Cadastro População - Zona de Autossalvamento		Empresa Impacto Ambiental Data <p style="text-align: right;">23/07/2024</p>			
		Usina <p style="text-align: center;">PCHROB</p>		PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS <p style="text-align: center;">PCH Rodeio Bonito</p>		Equipe	
		Códigos População					
1	Criança	Abaixo de 18 anos					
2	Adulto	de 18 a 60 anos					
3	Idoso	maior 60 anos					
4	Outros	Enfermos, cadeirantes, dificuldade locomoção ou necessidade especiais. Especificar obs o tipo.					

Item	Coordenadas Geográficas		Nome Proprietário	Endereço	Tipo residencia				Moradores (Qtidade)				Grau instrução proprietário				Acesso Internet/telefone		
	Latitude	Longitude			Alvenaria	Madeira	Outros	1	2	3	4	Analfabeto	Educação infantil.	Fundamental	Médio	Superior (Graduação)	Pós-graduação/Mestrado ou Doutorado	Telefone	Internet
1	27° 6'52.73"S	52°29'21.59"O	Sem informações	Rua vicinal, margem esquerda da Barragem Rodeio Bonito, km 1,15		x												sem	sem

Obs.: Identificado casa de lazer/pesca utilizado esporadicamente de acordo com proprietário
 Trata-se de uma casa utilizada apenas para festas de fim de semana, ou seja, não é ocupada em 100% do tempo. A informação foi obtida com vizinhos, visto não ter ninguém no local ontem inclusive.
 O acesso até ela inclusive é só a pé, estrada muito ruim por um lado, e do outro lado o acesso chega em um riacho (devendo-se cruzá-lo a pé para acessar esta casa).

Acesso pela mata

Propriedade - área lazer esporádico

Trecho acesso ao rio

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

10. PRÓXIMAS ETAPAS

1. DEFINIÇÃO DO LOCAL, IMPLANTAÇÃO ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO E CONTATO MORADOR -

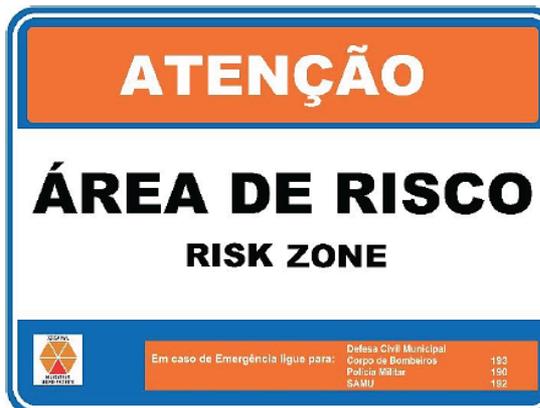
Zona de Autossalvamento – ZAS (Somente Propriedade ME lazer)



Sentido de deslocamento: para direita



Sentido de deslocamento: para esquerda



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

10. PRÓXIMAS ETAPAS

4. DEFINIÇÃO SISTEMA DE ALERTA COM AGENTES –

Zona de Autossalvamento – ZAS



Sistema alerta principal → ligação telefônica/SMS;



Sistema alerta secundário → carro som/megafone;



Sistema terciário → rádio local;

ZAS somente 1 casa de campo (pesca esporádica) → fazer contato direto com proprietário não sendo necessário realização SIMULADO

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

11. PRÓXIMAS ETAPAS

5. ELABORAÇÃO PELAS PREFEITURAS – PLANO DE CONTIGÊNCIAS

Zona de Segurança Secundária – ZSS



Plano de Contingência

O Plano de Contingência (PLANCON) estabelece as ações de proteção e defesa civil. Ele é elaborado a partir de uma determinada hipótese de desastre e organiza as ações de preparação e resposta. Ele funciona como um planejamento da resposta e deve ser elaborado na normalidade, com a definição de procedimentos, ações e decisões que serão tomadas em caso ... Continue lendo



Defesa Civil de SC



<https://www.defesacivil.sc.gov.br/plancon/>

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

OBRIGADA!

Patrícia Becker - Engenheira Civil

E-mail: patricia@prosenge.com

Telefone: (48) 3206-8509 e 98407-2613

www.prosenge.com

Rua Lauro Linhares 2123 sala 204 Bloco B, Trindade Shopping - Florianópolis SC - Cep:
88036-003

ANEXO X – FORMULÁRIOS

DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA URGENTE

Situação: _____

Empreendedor: _____

Barragem: _____

Eu, _____ (nome e cargo) _____, na condição de Coordenador do PAE da Barragem _____ e no uso das atribuições e responsabilidade que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Emergência, na situação de _____, para a barragem _____ a partir das horas e minutos do dia ____/____/____ em função da ocorrência de: _____

_____.
_____. (local) _____, de _____ de _____.

(Nome e assinatura)

(cargo e RG)

DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA URGENTE**SITUAÇÃO:** _____**Empreendedor:** _____**BARRAGEM:** _____

Eu, _____ (nome e cargo)

_____, na condição de coordenador do

PAE da Barragem _____ e no uso das atribuições e

responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de

Encerramento da Emergência, na Situação de _____

_____, a partir das horas e minutos do dia ____/____

/_____, em função da recuperação das condições adequadas de Segurança da

Barragem e eliminação do Risco de Ruptura.

OBS:_____

_____.

_____(local)_____, _____ de _____ de _____.

(Nome e assinatura)_____
(cargo e RG)

MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

Mensagem resultante da aplicação do *Plano de Ação de Emergência - PAE* da **Barragem** _____ em ____/____/_____.
Município:_____ Rio:_____ Bacia Hidrográfica_____

A partir das ____:____h de ____/____/____, está sendo ativado o nível de resposta:

Azul - Normal Verde - Atenção Amarelo – Alerta Emergência -Vermelho

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente:

Empreendedor:

Entidade Fiscalizadora: Agência Nacional de Energia Elétrica

SECRETARIA DO ESTADO DE DEFESA CIVIL – SC

CORPO DE BOMBEIROS – CHAPECÓ/SC

Barragens a montante: PCH Arvoredo

Barragem a jusante: Sem Usina de Jusante

Descrição da situação (causas, evolução)

A causa da Declaração é (descrição mínima da situação, identificação da condição anormal, possíveis danos, risco de ruptura potencial ou real, etc.)

ANEXO XI – ART



1. Responsável Técnico

PATRICIA BECKER

Título Profissional: Engenheira Civil

RNP: 2502534437

Registro: 044186-9-SC

Empresa Contratada: PROSENJE PROJETOS E ENGENHARIA LTDA

Registro: 133378-1-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: RODEIO BONITO HIDRELÉTRICA LTDA.

Endereço: RODOVIA SC-283

Complemento: km 77

Cidade: CHAPECO

Valor: R\$ 142.407,50

Contrato: CPSEG 09/23 Celebrado em: 21/11/2023 Vinculado à ART:

CPF/CNPJ: 09.127.923/0001-83

Nº: s/n

Bairro: ESPLANADA

UF: SC

CEP: 89812-675

Ação Institucional:

Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: RODEIO BONITO HIDRELÉTRICA LTDA.

Endereço: RODOVIA SC-283

Complemento: km 77

Cidade: CHAPECO

Data de Início: 21/11/2023

Previsão de Término: 31/12/2026

Finalidade: Infra-estrutura

CPF/CNPJ: 09.127.923/0001-83

Nº: s/n

Bairro: ESPLANADA

UF: SC

CEP: 89812-675

Coordenadas Geográficas: -27.111111 -52.482222

Código:

4. Atividade Técnica

Inspeção	Análise	Consultoria	Parecer
Segurança de Barragem Regular			
	Dimensão do Trabalho:	3,00	Unidade(s)
Análise	Memorial Descritivo	Consultoria	Parecer
Plano de Ação de Emergencial - PAE para Barragem			
	Dimensão do Trabalho:	150,00	Hora(s)
Análise	Avaliação	Desenvolvimento	Parecer
Plano de Segurança de Barragem			
	Dimensão do Trabalho:	32,20	Metro(s)
Coordenação	Direção		
Coordenação de Serviços			
	Dimensão do Trabalho:	3,00	Ano(s)
Análise	Avaliação	Parecer	Consultoria
Revisão Periódica de Segurança de Barragem			
	Dimensão do Trabalho:	150,00	Hora(s)

5. Observações

Consultoria de acompanhamento e responsabilidade téc da segurança da barragem PCH Rodeio Bonito -14,68 MW: inspeções de segurança da barragem, RPS, PSB, PAE, DB, FSB e apoio fiscalizações de segurança

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 em 02/01/2024: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 262,55 | Data Vencimento: 12/01/2024 | Registrada em:
- Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
- . 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, 02 de Janeiro de 2024

PATRICIA BECKER
004.225.209-18

ANEXO XII – IMPLANTAÇÃO PAE

1- PROTOCOLOS

À DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE ARVOREDO - SC

Assunto: Envio do Plano de Ação de Emergências (PAE)

Empreendimento: PCH Rodeio Bonito

Prezados senhores,

A Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda, inscrita no CNPJ sob o número 09.127.923/0001-83, com sede em Chapecó/SC é a operadora da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Rodeio Bonito.

A PCH Rodeio Bonito possui uma barragem de água para fins de geração de energia elétrica, e com isso ela deve atender à Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 2 de maio de 2023.

Para tanto, encaminhamos o Plano de Ação de Emergências relacionado à barragem da PCH Rodeio Bonito, ROB-C-PAE-001-00-24, para o conhecimento e acompanhamento deste Órgão, na forma abaixo:

- 01 via física

Agradecemos a atenção e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Chapecó, 9 de outubro de 2024

TAIZE CRISTINA
MACHADO DE
LIMA:29825221879

Assinado de forma digital por
TAIZE CRISTINA MACHADO
DE LIMA:29825221879
Dados: 2024.10.09 15:05:28
-03'00'

Taíze Cristina Machado de Lima
Representante legal
Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARVOREDO

EDSON EZEQUIEL BATTISTON
CONTADOR CRC/SC 030.079/O-9

Recebido 22/10/2024

[Handwritten signature]

BRUNO NUNES

Tec. SEC. TRABALHO

MUNICÍPIO DE SERRA

À DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE ARVOREDO - SC

Assunto: Envio do Plano de Ação de Emergências (PAE)

Empreendimento: PCH Rodeio Bonito

Prezados senhores,

A Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda, inscrita no CNPJ sob o número 09.127.923/0001-83, com sede em Chapecó/SC é a operadora da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Rodeio Bonito.

A PCH Rodeio Bonito possui uma barragem de água para fins de geração de energia elétrica, e com isso ela deve atender à Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 2 de maio de 2023.

Para tanto, encaminhamos o Plano de Ação de Emergências relacionado à barragem da PCH Rodeio Bonito, ROB-C-PAE-001-00-24, para o conhecimento e acompanhamento deste Órgão, na forma abaixo:

- 01 via física

Agradecemos a atenção e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Chapecó, 9 de outubro de 2024

TAIZE CRISTINA
MACHADO DE
LIMA:29825221879

Assinado de forma digital por
TAIZE CRISTINA MACHADO
DE LIMA:29825221879
Dados: 2024.10.09 15:05:28
-03'00'

Taíze Cristina Machado de Lima
Representante legal
Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda


FLAVIO SPAGNOLO
Coord. Municipal Defesa Civil
Prefeitura Municipal Arvoredo/SC
Fone: (49) 3356-3040

AO CORPO DE BOMBEIROS DE CHAPECÓ – SC

Assunto: Envio do Plano de Ação de Emergências (PAE)

Empreendimento: PCH Rodeio Bonito

Prezados senhores,

A Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda, inscrita no CNPJ sob o número 09.127.923/0001-83, com sede em Chapecó/SC é a operadora da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Rodeio Bonito.

A PCH Rodeio Bonito possui uma barragem de água para fins de geração de energia elétrica, e com isso ela deve atender à Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 2 de maio de 2023.

Para tanto, encaminhamos o Plano de Ação de Emergências relacionado à barragem da PCH Rodeio Bonito, ROB-C-PAE-001-00-24, para o conhecimento e acompanhamento deste Órgão, na forma abaixo:

- 01 via física
- 01 via digital, contida no pendrive fornecido

Agradecemos a atenção e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Chapecó, 9 de outubro de 2024

TAIZE CRISTINA
MACHADO DE
LIMA:29825221879

Assinado de forma digital por
TAIZE CRISTINA MACHADO DE
LIMA:29825221879
Dados: 2024.10.09 15:06:17
-03'00'

Taíze Cristina Machado de Lima
Representante legal
Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda



À PREFEITURA MUNICIPAL DE CHAPECÓ - SC

Assunto: Envio do Plano de Ação de Emergências (PAE)

Empreendimento: PCH Rodeio Bonito

Prezados senhores,

A Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda, inscrita no CNPJ sob o número 09.127.923/0001-83, com sede em Chapecó/SC é a operadora da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Rodeio Bonito.

A PCH Rodeio Bonito possui uma barragem de água para fins de geração de energia elétrica, e com isso ela deve atender à Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 2 de maio de 2023.

Para tanto, encaminhamos o Plano de Ação de Emergências relacionado à barragem da PCH Rodeio Bonito, ROB-C-PAE-001-00-24, para o conhecimento e acompanhamento deste Órgão, na forma abaixo:

- 01 via física
- 01 via digital, contida no pendrive fornecido

Agradecemos a atenção e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Luis Paulo Lar
Agente de Dados
Matrícula: 79211
Prefeitura de Chapecó

Chapecó, 9 de outubro de 2024

TAIZE CRISTINA
MACHADO DE
LIMA:29825221879

Assinado de forma digital por
TAIZE CRISTINA MACHADO
DE LIMA:29825221879
Dados: 2024.10.09 15:06:41
-03'00'

Taíze Cristina Machado de Lima
Representante legal
Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda

À DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE PAIAL - SC

Assunto: Envio do Plano de Ação de Emergências (PAE)

Empreendimento: PCH Rodeio Bonito

Prezados senhores,

A Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda, inscrita no CNPJ sob o número 09.127.923/0001-83, com sede em Chapecó/SC é a operadora da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Rodeio Bonito.

A PCH Rodeio Bonito possui uma barragem de água para fins de geração de energia elétrica, e com isso ela deve atender à Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 2 de maio de 2023.

Para tanto, encaminhamos o Plano de Ação de Emergências relacionado à barragem da PCH Rodeio Bonito, ROB-C-PAE-001-00-24, para o conhecimento e acompanhamento deste Órgão, na forma abaixo:

- 01 via física

Agradecemos a atenção e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Chapecó, 9 de outubro de 2024

TAIZE CRISTINA
MACHADO DE
LIMA:29825221879

Assinado de forma digital por
TAIZE CRISTINA MACHADO
DE LIMA:29825221879
Dados: 2024.10.09 15:07:06
-03'00'

Taíze Cristina Machado de Lima
Representante legal
Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda

Recibido 02/10/2024
ALEXANDRE MESQUITA
GERENTE TRANSPORTES
893.549.159-49

PCH Rodeio Bonito - Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda.
Caixa Postal 68 – CEP 89801-973 Chapecó SC
CNPJ: 09.127.923/0001-83

À PREFEITURA MUNICIPAL DE PAIAL - SC

Assunto: Envio do Plano de Ação de Emergências (PAE)

Empreendimento: PCH Rodeio Bonito

Prezados senhores,

A Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda, inscrita no CNPJ sob o número 09.127.923/0001-83, com sede em Chapecó/SC é a operadora da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Rodeio Bonito.

A PCH Rodeio Bonito possui uma barragem de água para fins de geração de energia elétrica, e com isso ela deve atender à Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 2 de maio de 2023.

Para tanto, encaminhamos o Plano de Ação de Emergências relacionado à barragem da PCH Rodeio Bonito, ROB-C-PAE-001-00-24, para o conhecimento e acompanhamento deste Órgão, na forma abaixo:

- 01 via física

Agradecemos a atenção e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Chapecó, 9 de outubro de 2024

TAIZE CRISTINA

MACHADO DE

LIMA:29825221879

Assinado de forma digital por

TAIZE CRISTINA MACHADO

DE LIMA:29825221879

Dados: 2024.10.09 15:07:31

-03'00'

Taíze Cristina Machado de Lima

Representante legal

Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda

PREFEITURA MUNICIPAL DE PAIAL

Renan Vizzoto
CPF: 061.419.639-60

27/10/24

Recebido

PCH Rodeio Bonito - Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda.

Caixa Postal 68 – CEP 89801-973 Chapecó SC

CNPJ: 09.127.923/0001-83

À SECRETARIA DE ESTADO DA PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL – SC,
COORDENADORIA REGIONAL DE CHAPECÓ

Assunto: Envio do Plano de Ação de Emergências (PAE)
Empreendimento: PCH Rodeio Bonito

Prezados senhores,

A Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda, inscrita no CNPJ sob o número 09.127.923/0001-83, com sede em Chapecó/SC é a operadora da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Rodeio Bonito.

A PCH Rodeio Bonito possui uma barragem de água para fins de geração de energia elétrica, e com isso ela deve atender à Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 2 de maio de 2023.

Para tanto, encaminhamos o Plano de Ação de Emergências relacionado à barragem da PCH Rodeio Bonito, ROB-C-PAE-001-00-24, para o conhecimento e acompanhamento deste Órgão, na forma abaixo:

- 01 via física
- 01 via digital, contida no pendrive fornecido

Agradecemos a atenção e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Chapecó, 9 de outubro de 2024

TAIZE CRISTINA
MACHADO DE
LIMA:29825221879

Assinado de forma digital por
TAIZE CRISTINA MACHADO DE
LIMA:29825221879
Dados: 2024.10.09 15:07:56
-03'00'

Taíze Cristina Machado de Lima
Representante legal
Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda

Wilson Zamboni
VILSON ANTONIO ZAMBONI
Sgt BM 921551-4

CORDEEC
RECEBIDO EM
21/10/2024

À DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE SEARA - SC

Assunto: Envio do Plano de Ação de Emergências (PAE)

Empreendimento: PCH Rodeio Bonito

Prezados senhores,

A Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda, inscrita no CNPJ sob o número 09.127.923/0001-83, com sede em Chapecó/SC é a operadora da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Rodeio Bonito.

A PCH Rodeio Bonito possui uma barragem de água para fins de geração de energia elétrica, e com isso ela deve atender à Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 2 de maio de 2023.

Para tanto, encaminhamos o Plano de Ação de Emergências relacionado à barragem da PCH Rodeio Bonito, ROB-C-PAE-001-00-24, para o conhecimento e acompanhamento deste Órgão, na forma abaixo:

- 01 via física

Agradecemos a atenção e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Chapecó, 9 de outubro de 2024

TAIZE CRISTINA

MACHADO DE

LIMA:2982522187

9

Assinado de forma digital

por TAIZE CRISTINA

MACHADO DE

LIMA:29825221879

Dados: 2024.10.09 15:08:22

-03'00'

Taíze Cristina Machado de Lima

Representante legal

Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda



BRUNO NUNES

Tec. SEG-TRABALHO

MUNICÍPIO DE SEARA

PCH Rodeio Bonito - Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda.

Caixa Postal 68 – CEP 89801-973 Chapecó SC

CNPJ: 09.127.923/0001-83

Entrega PAE Rodeio Bonito Hidrelétrica

From Juliano BACKER <backer@velcan.lu>
To segurancadotrabalho@sEARA.sc.gov.br
CC Taize MLima<taize.m.lima@gmail.com>, Anna STEIN<stein@velcan.lu>
Date Tuesday, October 29th, 2024 at 12:40 PM

À Defesa Civil Seara - SC

Prezado:

Para facilitar as tratativas, enviamos em link anexo copia digital do documento "Plano de Ação de Emergências (PAE)", relacionado à barragem PCH Rodeio Bonito, idêntica a cópia física entregue em mãos para Bruno Nunes, na data de 22 de outubro de 2024.

Por gentileza, confirmar o recebimento.

<https://drive.google.com/file/d/12kuvf7jQbNeLQmIPvAjfRYEUWhF-Fte0/view?usp=sharing>

Atenciosamente,

Juliano Backer
Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda
Cx Postal 68 Chapecó SC
49 9 8893 8351
49 3331 4644

À PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA - SC

Assunto: Envio do Plano de Ação de Emergências (PAE)

Empreendimento: PCH Rodeio Bonito

Prezados senhores,

A Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda, inscrita no CNPJ sob o número 09.127.923/0001-83, com sede em Chapecó/SC é a operadora da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Rodeio Bonito.

A PCH Rodeio Bonito possui uma barragem de água para fins de geração de energia elétrica, e com isso ela deve atender à Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 2 de maio de 2023.

Para tanto, encaminhamos o Plano de Ação de Emergências relacionado à barragem da PCH Rodeio Bonito, ROB-C-PAE-001-00-24, para o conhecimento e acompanhamento deste Órgão, na forma abaixo:

- 01 via física

Agradecemos a atenção e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Chapecó, 9 de outubro de 2024

TAIZE CRISTINA

MACHADO DE

LIMA:29825221879

Assinado de forma digital por

TAIZE CRISTINA MACHADO

DE LIMA:29825221879

Dados: 2024.10.09 15:08:46

-03'00'

Taíze Cristina Machado de Lima
Representante legal
Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda

Recebido

Andreia S. Jervuck
22/10/24

Entrega PAE - Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda

From Juliano BACKER <backer@velcan.lu>
To gabinete@seara.sc.gov.br
CC Taize MLima<taize.m.lima@gmail.com>, Anna STEIN<stein@velcan.lu>
Date Tuesday, October 29th, 2024 at 12:42 PM

À Prefeitura Municipal de Seara - SC

Prezados (as):

Para facilitar as tratativas, enviamos em link anexo copia digital do documento "Plano de Ação de Emergências (PAE)", relacionado à barragem PCH Rodeio Bonito, idêntica a cópia física entregue em mãos para Andreia Sandra Verruck Machado, na data de 22 de outubro de 2024.

Por gentileza, confirmar o recebimento.

<https://drive.google.com/file/d/12kuvf7jQbNeLQmIPvAjfRYEUWhF-Fte0/view?usp=sharing>

Atenciosamente,

Juliano Backer
Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda
Cx Postal 68 Chapecó SC
49 9 8893 8351
49 3331 4644

2- CADASTRO ZAS

Empresa
Impacto Ambiental
Data 7/23/2024

Usina PCHROB	PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS PCH Rodeio Bonito	Equipe
------------------------	--	--------

Códigos População		
1	Criança	Abaixo de 18 anos
2	Adulto	de 18 a 60 anos
3	Idoso	maior 60 anos
4	Outros	Enfermos, cadeirantes, dificuldade locomoção ou necessidade especiais. Especificar obs o tipo.

Item	Coordenadas Geográficas		Nome Proprietário	Endereço	Tipo residencia			Moradores (Qtidade)				Grau instrução proprietário					Acesso Internet/telefone		
	Latitude	Longitude			Alvenaria	Madeira	Outros	1	2	3	4	Analfabeto	Educação infantil.	Fundamental	Médio	Superior (Graduação)	Pós-graduação/Mestrado ou Doutorado	Telefone	Internet
1	27° 6'52.73"S	52°29'21.59"O	Sem informações	Rua vicinal, margem esquerda da Barragem Rodeio Bonito, km 1,15		x												sem	sem

Obs.: Identificado casa de lazer/pesca utilizado esporadicamente de acordo com proprietário
 Trata-se de uma casa utilizada apenas para festas de fim de semana, ou seja, não é ocupada em 100% do tempo. A informação foi obtida com vizinhos, visto não ter ninguém no local ontem inclusive.
 O acesso até ela inclusive é só a pé, estrada muito ruim por um lado, e do outro lado o acesso chega em um riacho (devendo-se cruzá-lo a pé para acessar esta casa).



Acesso pela mata



Propriedade - área lazer esporádico



Trecho acesso ao rio

3- ARTICULAÇÃO

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



ARTICULAÇÃO AGENTES EXTERNOS

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

Responsáveis

EMPRESAS



Nome do Empreendedor: **Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.**

PCH: Rodeio Bonito

CNPJ: 09.127.923/0001-83

Endereço: Rodovia SC 283, Km 77, S/N, Interior, CEP:89801-973, cidade Chapecó, no estado de Santa Catarina

REPRESENTANTE LEGAL

Taíze Cristina Machado de Lima

Telefone: (11) 3125-5657

(49) 3323-0612

taize.m.lima@gmail.com

COORDENADOR DE O&ME COORDENADOR DO PAE

Pablo Favaretto - Iqony Solutions do Brasil

Telefone: (49) 3331-4644

pablo.favaretto@steag.com.br

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA BARRAGEM

Eng. Civil Patricia Becker – PROSENSE Proj. e Eng

Telefone: (48) 98407-2613

patricia@prosenge.com

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

VELCAN Energy FICHA TÉCNICA - PCH RODEIO BONITO

1- PCH Rodeio Bonito



FOTO



IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Nome:	PCH Rodeio Bonito
Municípios:	Arvoredo, Xaxim e Chapecó - SC
Proprietário:	Rodeio Bonito Hidrelétrica S.A.

DATAS

Início da Construção:	2007
Início Operação:	2010
Manutenção Barragem:	-----

BACIA HIDROGRÁFICA

Curso d'Água:	Rio Irani
Bacia (ANEEL):	7-Rio Uruguai
Sub-Bacia (ANEEL):	73

RESERVATÓRIO

Área Drenagem - (km²):	1445,00
Área NA Normal - (km²):	0,84
Volume NA Normal (hm³):	9,06
Vazão Remanescente (m³/s)	3,25
Níveis de Água (m):	Máx. Max.: 326,10
	Normal: 322,00
	Mínimo: 321,00

BARRAGEM

Tipo:	Gravidade Concreto - CCR
Comprimento (m):	223,00
Altura Máxima (m):	32,20
Elevação Crista (m):	327,50 Mureta - 328,60

CASCATA

Usina Montante:	PCH Arvoredo
Usina Jusante:	UHE Foz do Chapecó-Rio Uruguai

ÓRGÃOS EXTRAVASORES - VERTEDEIRO LIVRE

Tipo:	Soleira Livre
Comprimento (m):	125,00
Cota da Soleira (m):	322,00
Capacidade (m³/s):	2.341,68 TR 1.000 anos

CANAL DE ADUÇÃO

Tipo:	Escavado em rocha e solo
Comprimento Total (m):	135,00
Área da Seção (m²):	68,25
Largura (m):	8,00

TOMADA D'ÁGUA

Tipo:	Gravidade em concreto
Largura:	12
Altura:	16,55
Cota da Crista (m):	328,1
Número Comportas Vagão	3
Dimensões (LxA - m):	3,20 x 3,00

CONDUTOS FORÇADO

Unidades:	3
Diâmetro (m):	2,75
Comprimento Total (m):	36,00

CASA DE FORÇA

Tipo:	Abrigada
Potência Instalada Total (MW)	14,68
Unidades Gerad. Principal (MW):	3 x 4,68 Francis Horiz. Dupla
Unidades Gerad. Mini Central (MW):	2x 0,32 Kaplan Vertical
Vazão Máxima (m³/s):	22,71
Queda Bruta Máxima Principal (m)	26,38
Nível de água jusante (m):	Máx. Max.: 302,42
	Normal: 294,40
	Mínimo:

TURBINAS Potência Nominal

Principal [MW] - 1 a 3	4,68 Unitária
Mini Central [MW] - 4 e 5	0,32 Unitária

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

2. O PORQUÊ DA LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

BARRAGENS → Obras associadas a um elevado potencial de risco → Ruptura

Consequências de rompimento:

- Perda de vidas humanas
- Danos ao meio ambiente
- Catástrofes para as estruturas
- Elevados custos econômicos

Segurança de Barragens:

- Inspeção Civil
- Auscultação da Instrumentação
- Manutenção das estruturas
- Planejamento de ações preventivas e corretivas.



As causas:

- Falhas de projeto
- Falhas de execução
- Falta de manutenção

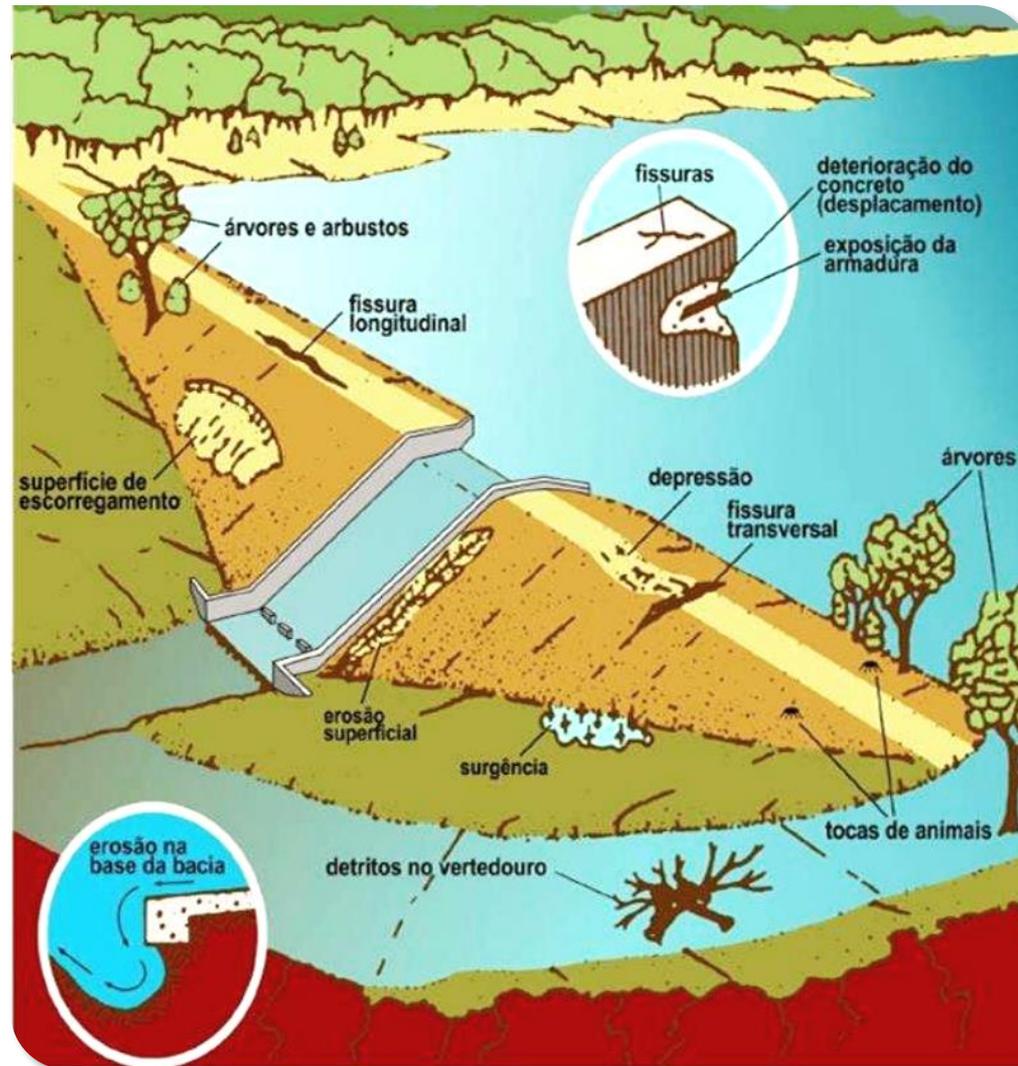


Tipos de Rompimento:

- **Galgamento:** podem ocorrer devido os estudos hidrológico e dimensionamento com graves deficiências.
- **Erosão Interna da barragem (Piping):** procedimentos incorretos de projeto, dimensionamento do filtro e de construção.

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

3. TIPOS DE PATOLOGIAS EM BARRAGENS

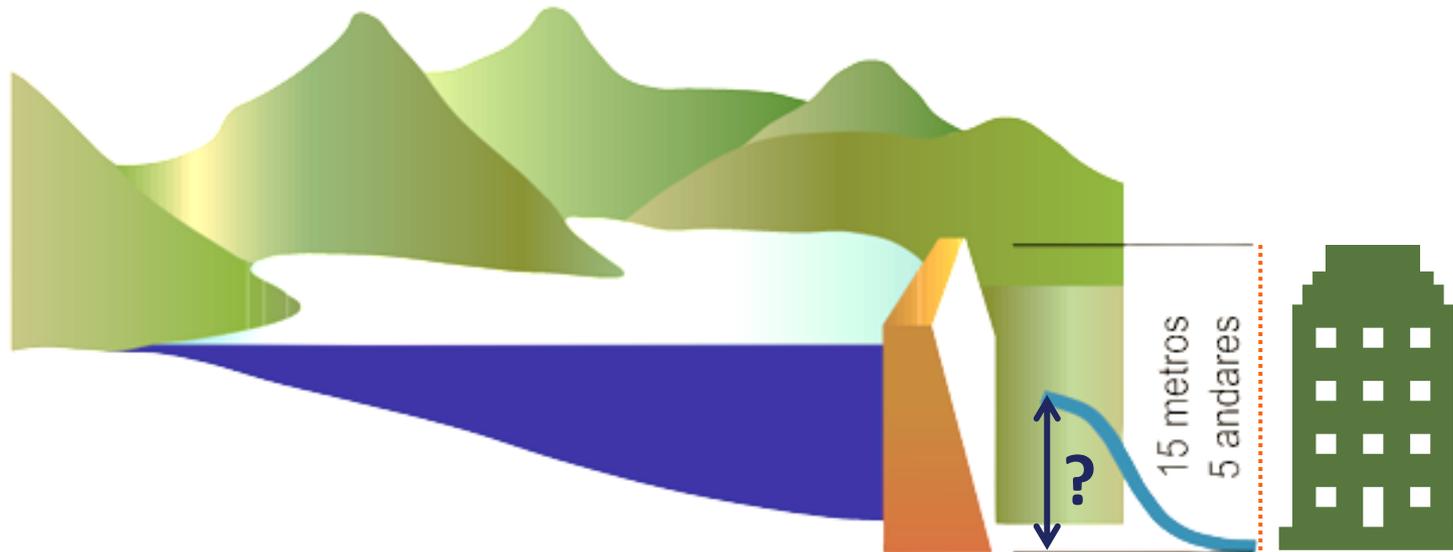


PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

I – Altura da Barragem > 15 m (quinze metros) → PCH Rodeio Bonito = 32,20 m



PCH Rodeio Bonito → Se encaixa na altura da Barragem

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº 12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

II – Volume reservatório > 3.000.000 m³ (3 hm³)

PCH Rodeio Bonito – 9,06hm³

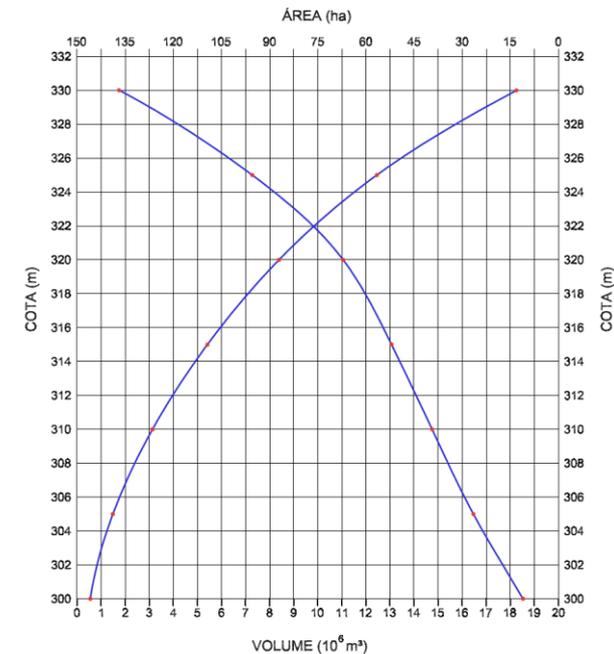


Necessário PSB



Encaixa no Volume Reservatório

PCH RODEIO BONITO - CURVA COTA X ÁREA X VOLUME



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº 12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

III – Reservatório → Resíduos perigosos (NBR 10004:2004 e CONAMA 23/96)

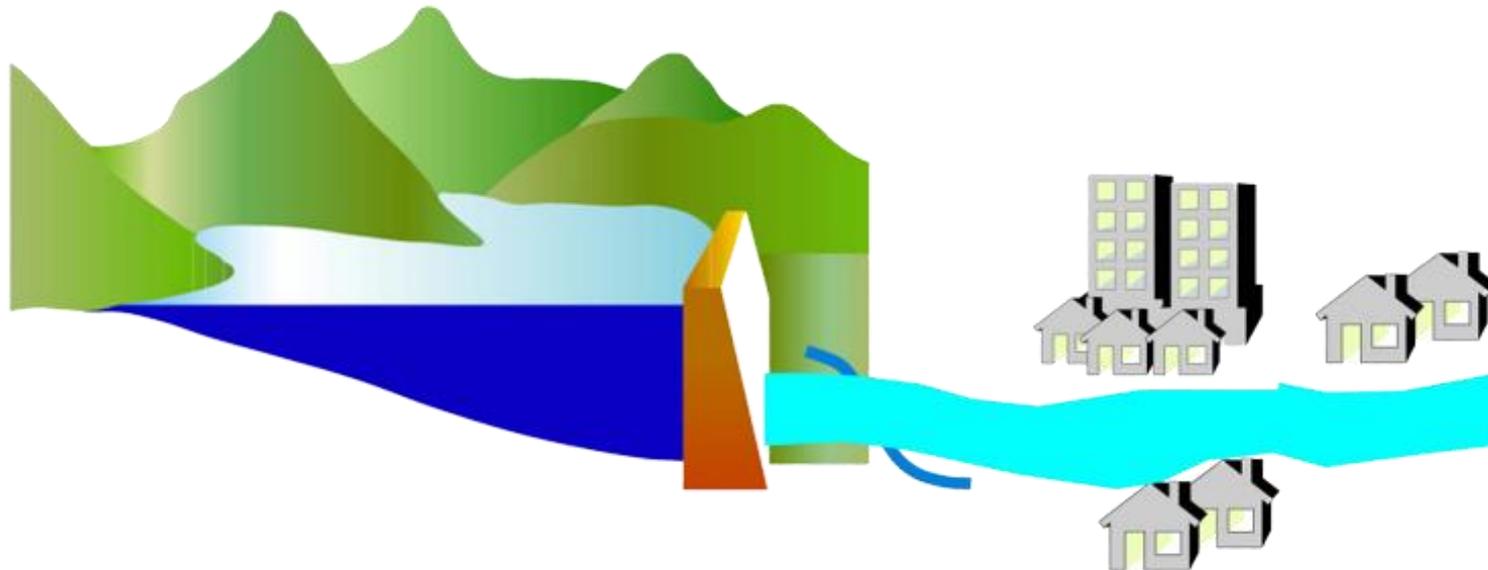


PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº 12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

IV – Dano potencial associado → Termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas →
PCH Rodeio Bonito tem população a jusante → É necessário Plano de Ação de Emergência (PAE)



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

4. LEI Nº 12.334/2010 alt. 14.066/2020 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Plano de Segurança da Barragem, deverá conter para a PCHs:



- ✓ Identificação do empreendedor;
- ✓ Dados técnicos empreendimento → necessários para a operação e manutenção da barragem;
- ✓ Estrutura organizacional e qualificação técnica → equipe de segurança da barragem;
- ✓ Manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem;
- ✓ Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem
- ✓ Área a ser resguardada;
- ✓ **Plano de Ação de Emergência → Dano potencial associado alto;**
- ✓ Relatórios das inspeções de segurança;
- ✓ Revisões periódicas de segurança.

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

5. MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO CIVIL



5.1 INSPEÇÕES CIVIL

ROTINEIRAS – MENSAIS (OPERADORES) →

Fichas Inspeções Simplificada e leituras Instrumentação;

REGULARES – ANUAL (ESPECIALISTAS) →

Fichas Inspeções - Detalhada e Recomendações Técnicas;

ESPECIAIS – EMERGÊNCIAS (ESPECIALISTAS) →

Fichas Inspeções - Detalhada e Recomendações Técnicas.

Contato com Responsável Técnico da Barragem

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

6. ESTUDO RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

1. Modelagem Computacional



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

6. ESTUDO RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

3. Resultados – Cotas de Proteção Usina e Ponte



Estrutura	Condição	Cota de Proteção (m)	NA Máximo (m)	
			TR 1.000 anos	QMLT
Barragem PCH Rodeio Bonito	Natural sem rompimento	327,50	327,13	322,13
	Com rompimento barragem		327,13	322,13
Casa de Força PCH Rodeio Bonito	Natural sem rompimento	306,00	304,62	293,77
	Com rompimento barragem		310,52	306,06
Ponte	Natural sem rompimento	280,14	280,26	268,64
	Com rompimento barragem		283,16	275,68

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

6. ESTUDO RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

4. Resultados – Mapa Inundação TR 1.000 anos

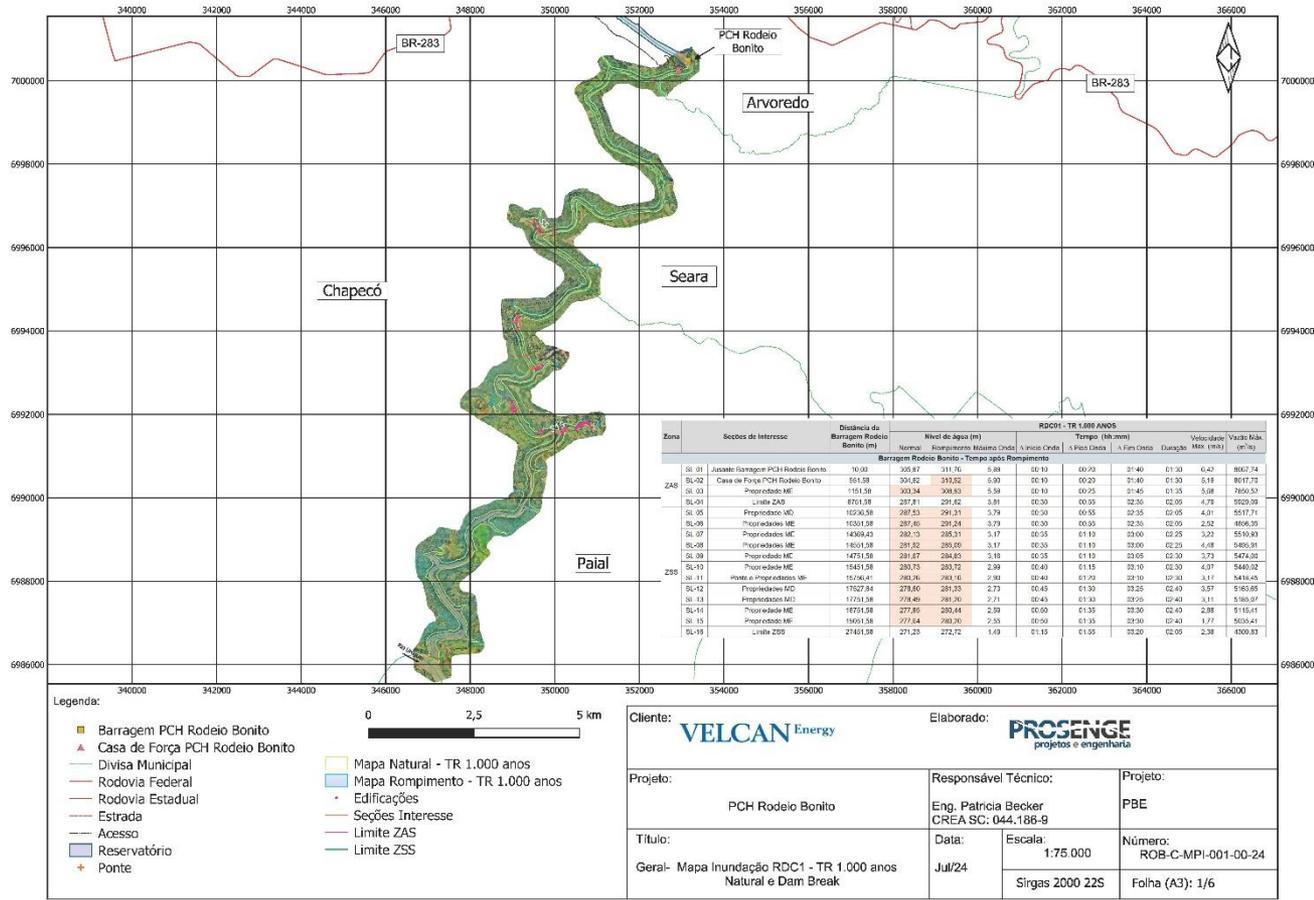


Zona de Autossalvamento (ZAS)

→ 6,75 km a jusante do barramento.

Zona de Segurança Secundária (ZSS)

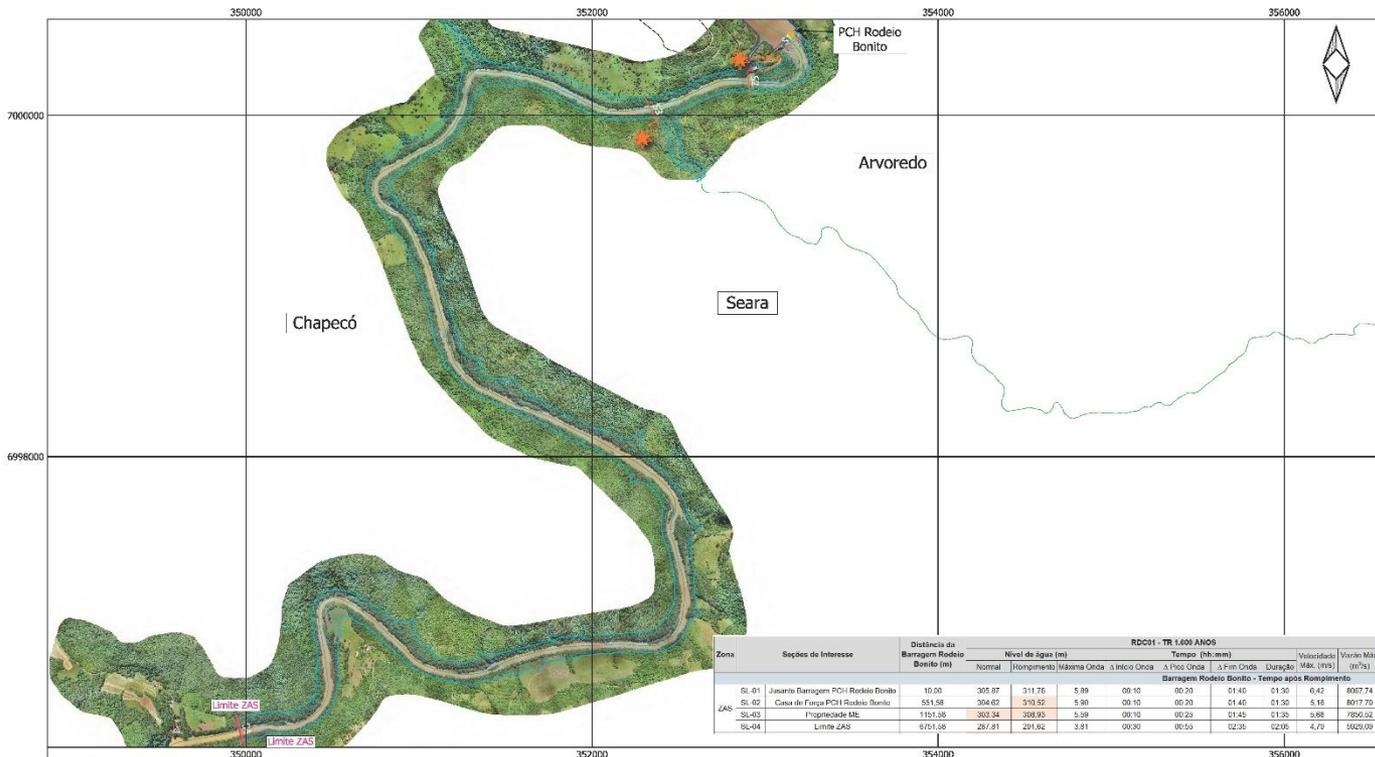
→ 20,7 km, se estendendo desde o final da ZAS até encontro Rio do Uruguai.



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

6. ESTUDO RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

5. Resultados – ZONA DE AUTOSSALVAMENTO – Atingidos: Somente 1 propriedade lazer



Legenda:

- Barragem PCH Rodeio Bonito
- Casa de Força PCH Rodeio Bonito
- Divisa Municipal
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estrada
- Acesso
- Reservatório
- Ponte
- Mapa Rompimento ZAS - TR 1.000 anos
- Edificações
- Seções Interesse
- Limite ZAS
- Limite ZSS
- Rota de Fuga
- Ponto de Encontro

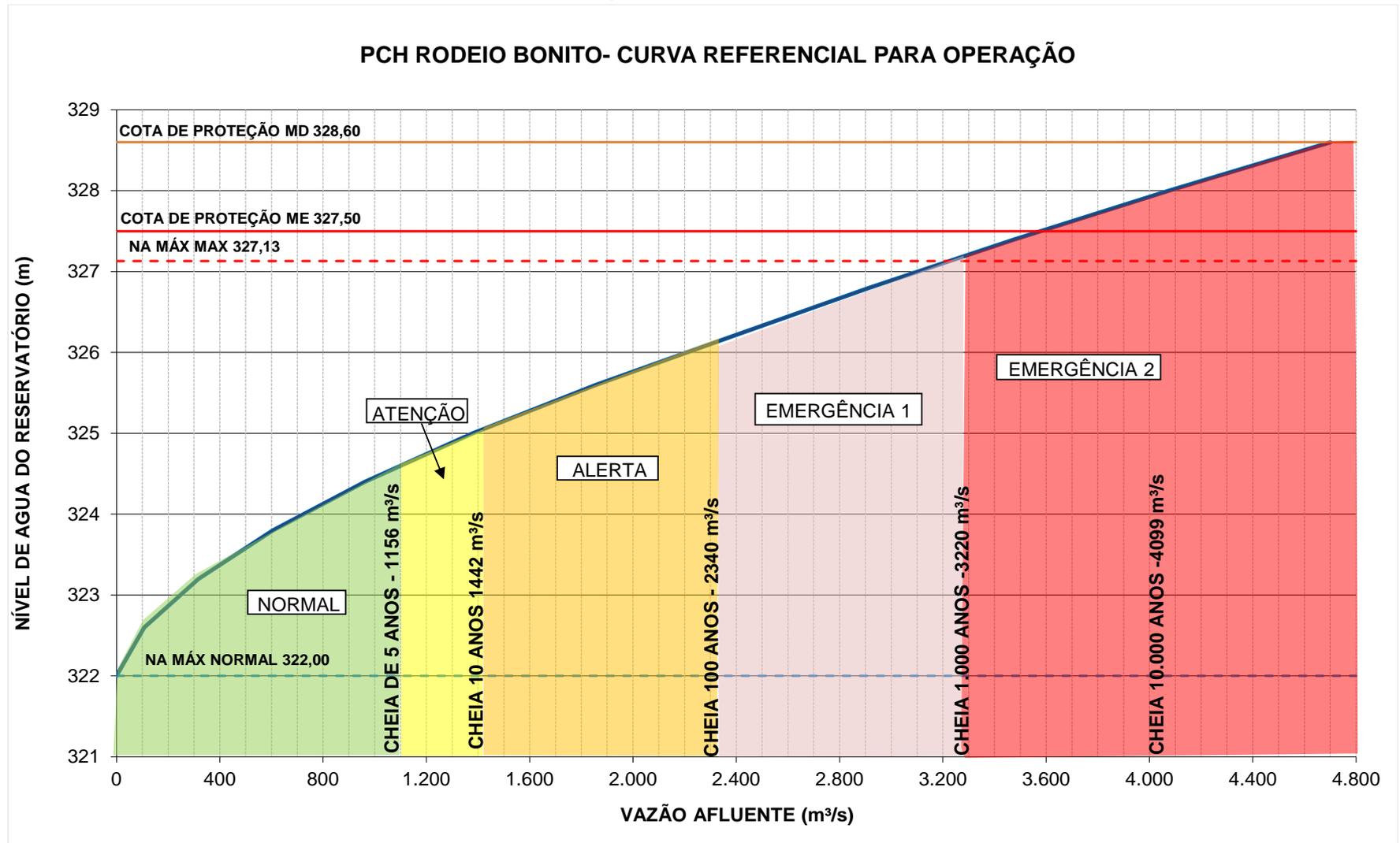
Ciente: **VELCAN Energy** Elaborado: **PROSENCE** projetos e engenharia

Projeto:	PCH Rodeio Bonito		Responsável Técnico:	Projeto:
			Eng. Patricia Becker CREA SC: 044.186-9	PBE
Título:	Zona de Autossalvamento - TR 1.000 anos Dam Break	Data:	Jul/24	Número:
		Escala:	1:20.000	ROB-C-ZAS-001-00-24
			Sirgas 2000 225	Folha (A3): 1/1

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

7. NÍVEIS DE SEGURANÇA

1. Hidrológica



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

7. NÍVEIS DE SEGURANÇA

2. Hidrológica e Estrutural

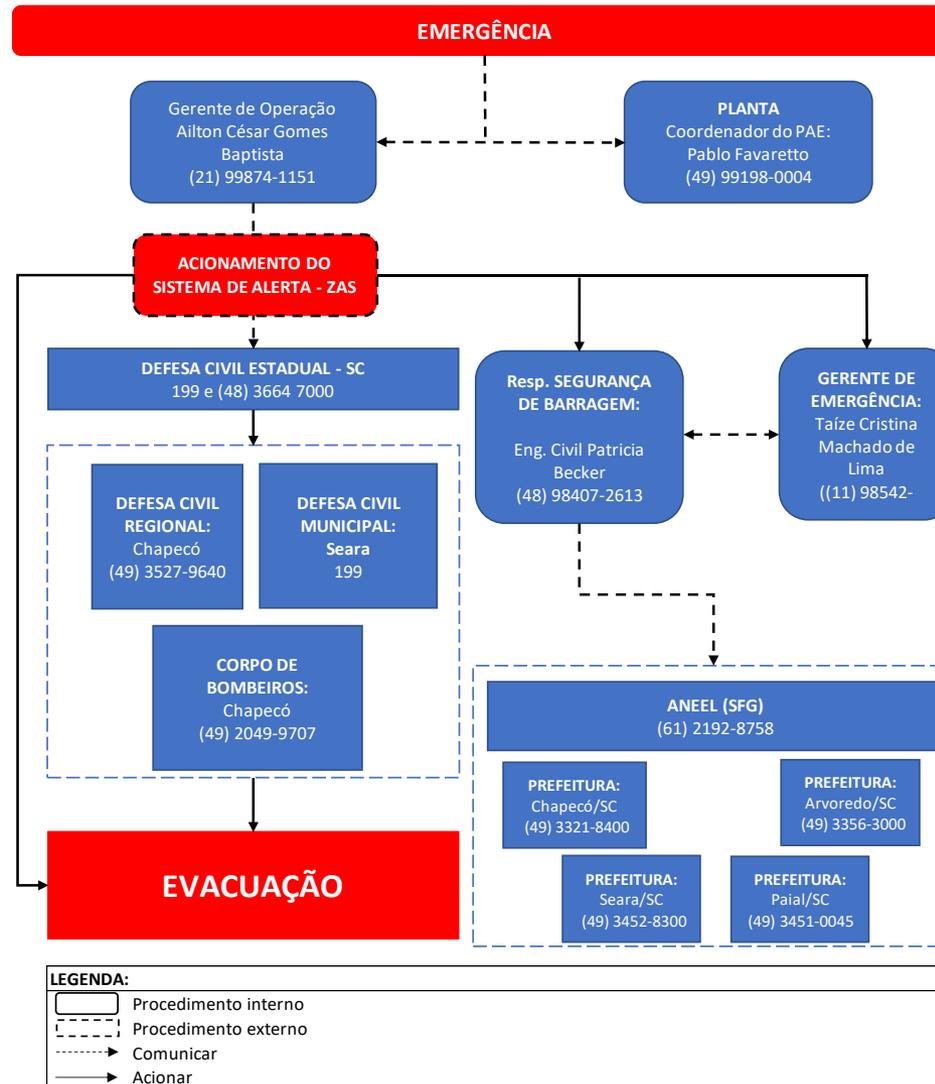
Nível de Segurança	Condições e Situações
<p>Nível Normal (VERDE)</p> <p>a) Operação normal das estruturas de descarga</p>	<p>a) Vertimentos até 1156 m³/s (NA 322,00 a 324,50 m - TR 5 anos) – Realizar o monitoramento das precipitações, deplecionamento controlado e análise das previsões de chuva para controle do nível do reservatório.</p>
<p>Nível Atenção (AMARELO)</p> <p>a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS</p>	<p>a) cheia de 1156 até 1442 m³/s (TR até 10 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com possibilidade de alagamento em localidades do município.</p>
<p>Nível Alerta (LARANJA)</p> <p>a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS</p> <p>b) Início Infiltração na Barragem com qualquer condição hidrológica</p>	<p>a) cheia de 1442 até 2340 m³/s (TR entre 10 e 100 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município;</p> <p>b) manutenção imediata para reduzir a infiltração ou recuperar o sistema de operação do vertedouro;</p>
<p>Nível Emergência 1 (VERMELHO CLARO)</p> <p>a) Localidades <u>com alagamento</u> municípios de jusante, abrir comportas da tomada d'água de modo aumentar capacidade de descarga, NA Máx Max. 300,00 m</p> <p>b) Infiltração sem controle ou nível do reservatório chegando na NA Máx Max com vertedouro sem condições de operação</p>	<p>a) cheia de 2340 até 3220 m³/s (até TR 1.000 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município;</p> <p>b) Infiltração sem controle na barragem/vertedouro → retirar pessoas dos pontos localizados na ZAS e atingidos de jusante;</p>
<p>Nível Emergência 2 (VERMELHO ESCURO)</p> <p>b) Ruptura está prestes a ocorrer, ocorrendo ou acabou de ocorrer com qualquer condição hidrológica.</p>	<p>Rompimento da Barragem com formação da onda de cheia com qualquer condição hidrológica → Aviso aos agentes externos da condição de ruptura iminente ou ocorrida e retirada dos atingidos de jusante localizados na ZAS e atingidos de jusante.</p>

EMERGÊNCIA 2 – A ruptura do barramento pode ocorrer em qualquer condição hidrológica formação de brecha ou em eventos extremos, importante ressaltar que a partir de enchentes de 280 m³/s já ocorre galgamento da barragem podendo vir ao rompimento. O alerta aos órgãos responsáveis deve ser emitido assim que constatada a impossibilidade de reverter o problema possibilitando a retirada de todos os atingidos a jusante do barramento.

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

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

8. FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

9. ETAPAS CONCLUÍDAS

1. PROTOCOLO PAE AGENTES EXTERNOS – 1º Articulação Agentes Externos

- Defesa Civil SC: Arvoredo, Paial, Seara e Chapecó;
- Corpo de Bombeiros Chapecó;
- Prefeituras: Arvoredo, Paial, Seara e Chapecó



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

9. ETAPAS CONCLUÍDAS

2. CADASTRO ATINGIDOS - Zona de Autossalvamento – ZAS

		Cadastro População - Zona de Autossalvamento		Empresa														
				Impacto Ambiental														
				Data 23/07/2024														
Usina PCHROB		PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS PCH Rodeio Bonito				Equipe												
Códigos População																		
1	Criança	Abaixo de 18 anos																
2	Adulto	de 18 a 60 anos																
3	Idoso	maior 60 anos																
4	Outros	Enfermos, cadeirantes, dificuldade locomoção ou necessidade especiais. Especificar obs o tipo.																
Item	Coordenadas Geográficas		Nome Proprietário	Endereço	Tipo residencia				Moradores (Qtidade)				Grau instrução proprietário				Acesso Internet/telefone	
	Latitude	Longitude			Alvenaria	Madeira	Outros	1	2	3	4	Analfabeto	Educação infantil.	Fundamental	Médio	Superior (Graduação)	Pós-graduação/Mestrado ou Doutorado	Telefone
1	27° 6'52.73"S	52°29'21.59"O	Sem informações	Rua vicinal, margem esquerda da Barragem Rodeio Bonito, km 1,15		x											sem	sem
<p>Obs.: Identificado casa de lazer/pesca utilizado esporadicamente de acordo com proprietário</p> <p>Trata-se de uma casa utilizada apenas para festas de fim de semana, ou seja, não é ocupada em 100% do tempo. A informação foi obtida com vizinhos, visto não ter ninguém no local ontem inclusive.</p> <p>O acesso até ela inclusive é só a pé, estrada muito ruim por um lado, e do outro lado o acesso chega em um riacho (devendo-se cruzá-lo a pé para acessar esta casa).</p>																		
																		
Acesso pela mata			Propriedade - área lazer esporádico									Trecho acesso ao rio						

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

10. PRÓXIMAS ETAPAS

1. DEFINIÇÃO DO LOCAL, IMPLANTAÇÃO ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO E CONTATO MORADOR -

Zona de Autossalvamento – ZAS (Somente Propriedade ME lazer)



Sentido de deslocamento: para direita



Sentido de deslocamento: para esquerda



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

10. PRÓXIMAS ETAPAS

4. DEFINIÇÃO SISTEMA DE ALERTA COM AGENTES –

Zona de Autossalvamento – ZAS



Sistema alerta principal → ligação telefônica/SMS;



Sistema alerta secundário → carro som/megafone;



Sistema terciário → rádio local;

ZAS somente 1 casa de campo (pesca esporádica) → fazer contato direto com proprietário não sendo necessário realização SIMULADO

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

11. PRÓXIMAS ETAPAS

5. ELABORAÇÃO PELAS PREFEITURAS – PLANO DE CONTIGÊNCIAS

Zona de Segurança Secundária – ZSS



Plano de Contingência

O Plano de Contingência (PLANCON) estabelece as ações de proteção e defesa civil. Ele é elaborado a partir de uma determinada hipótese de desastre e organiza as ações de preparação e resposta. Ele funciona como um planejamento da resposta e deve ser elaborado na normalidade, com a definição de procedimentos, ações e decisões que serão tomadas em caso ... Continue lendo



Defesa Civil de SC



<https://www.defesacivil.sc.gov.br/plancon/>

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

OBRIGADA!

Patrícia Becker - Engenheira Civil

E-mail: patricia@prosenge.com

Telefone: (48) 3206-8509 e 98407-2613

www.prosenge.com

Rua Lauro Linhares 2123 sala 204 Bloco B, Trindade Shopping - Florianópolis SC - Cep:
88036-003

PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

12. PARTICIPANTES ARTICULAÇÃO

REPRESENTANTES LEGAIS

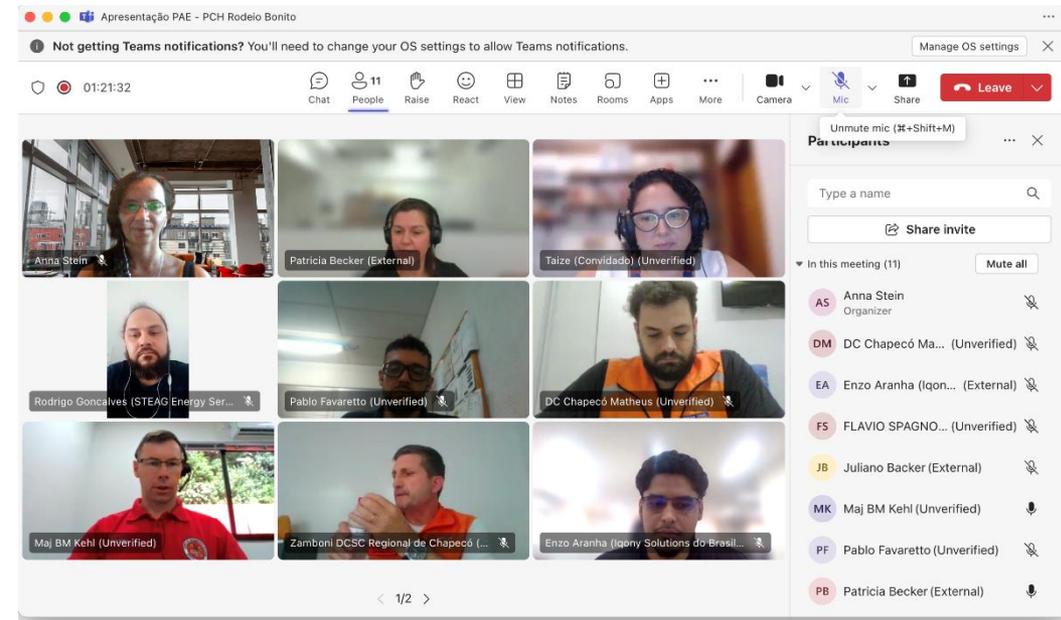
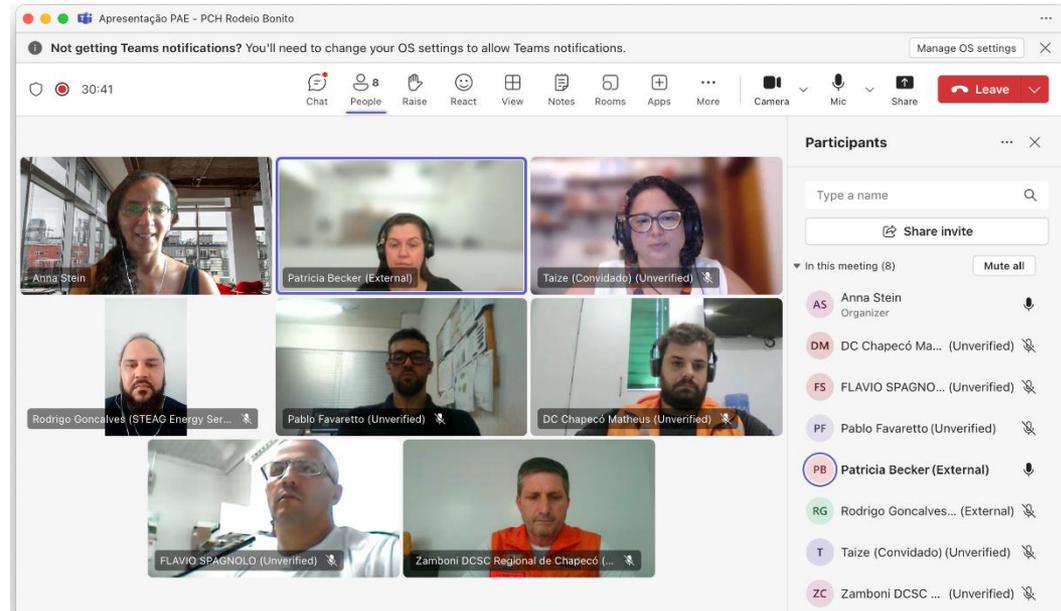
- Taíze C. M. de Lima - Representante legal da PCH Rodeio Bonito
- Patrícia Backer - engenheira responsável pela segurança de barragens

EQUIPE INTERNA SEGURANÇA DA BARRAGEM E OPERAÇÃO USINA

- Anna Stein - colaboradora da administração da Velcan, empresa controladora da PCH Rodeio Bonito
- Juliano Backer - colaborador da administração da Velcan, empresa controladora da PCH Rodeio Bonito
- Pablo Favaretto - chefe de operação da PCH Rodeio Bonito
- Rodrigo Gonçalves - colaborador da operação da PCH Rodeio Bonito
- Enzo Aranha

AGENTES EXTERNOS

- Vilson Zamboni - Coordenador Regional da Defesa Civil de Chapecó
- Major BM Rangel Kehl - Major do Comando Regional do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina
- Flávio Spagnolo - Coordenador da Defesa Civil de Arvoredo
- DC Chapecó— Matheus - colaborador da Defesa Civil de Chapecó



PCH RODEIO BONITO – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

12. PARTICIPANTES ARTICULAÇÃO

Apresentação PAE - PCH Rodeio Bonito

Not getting Teams notifications? You'll need to change your OS settings to allow Teams notifications. [Manage OS settings](#)

01:07:20

Chat People Raise React View Notes Rooms Apps More Camera Mic Share Leave

Participants

Type a name

Share invite

In this meeting (10) Mute all

- AS Anna Stein Organizer
- DM DC Chapecó Ma... (Unverified)
- FS FLAVIO SPAGNO... (Unverified)
- JB Juliano Backer (External)
- MK Maj BM Kehl (Unverified)
- PF Pablo Favaretto (Unverified)
- PB Patricia Becker (External)
- RG Rodrigo Goncalves... (External)

< 1/2 >

4- PLACAS E PONTO DE ENCONTRO

Vistoria da Zona de Autos salvamento S3



Elaboração:



Empreendedor:

**Rodeio Bonito
Hidrelétrica S.A**



O presente relatório busca apresentar de forma simplificada os dados levantados em campo na data de 10 de dezembro de 2024 acerca da instalação de placas indicativas (placas de rota de fuga, siga em frente e placa de ponto de encontro).



Figura 1 – Casa de camping localizada dentro da mancha de alagamento.

Tabela 1 – Pontos e Coordenadas para instalação das placas de indicativas.

Ponto	Longitude	Latitude
Casa de Camping	352379.53 m E	6999995.34 m S
Placa “Siga em frente – 1”	352405.70 m E	6999984.03 m S
Placa “Siga em frente – 2”	352461.55 m E	6999908.42 m S
Placa “Siga em frente – 3”	352327.31 m E	6999940.95 m S
Placa “Siga em frente – 4”	352354.38 m E	6999852.78 m S
Placa “Ponto de encontro”	352290.34 m E	6999860.33 m S



Figura 2 – Vista geral do local (Ponto 1) para a instalação da placa “Rota de Fuga, siga em frente”.



Figura 3 – Vista geral do local (Ponto 2) para a instalação da placa “Rota de Fuga, siga em frente”.



Figura 4 – Vista geral do local (Ponto 3) para a instalação da placa “Rota de Fuga, siga em frente”.



Figura 5 – Vista geral do local (Ponto 4) para a instalação da placa “Rota de Fuga, siga em frente”.



Figura 6 – Vista geral do local (Ponto de encontro) para a instalação da placa “Rota de Fuga, siga em frente”.

Assim sendo, fica sugerido a instalação de quatro placas do tipo “Rota de fuga, siga em frente” ao longo do trecho de aproximadamente 500m entre a casa de camping localizada dentro da mancha de alagamento e o Ponto de Encontro localizado fora da mancha de alague. E uma placa do tipo “Ponto de Encontro”.

5843300.0W

5843200.0W

5843100.0W

5843000.0W

5842900.0W

3137800.0S

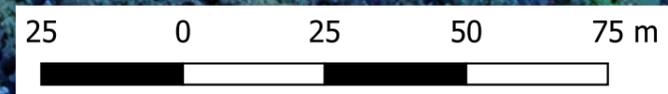
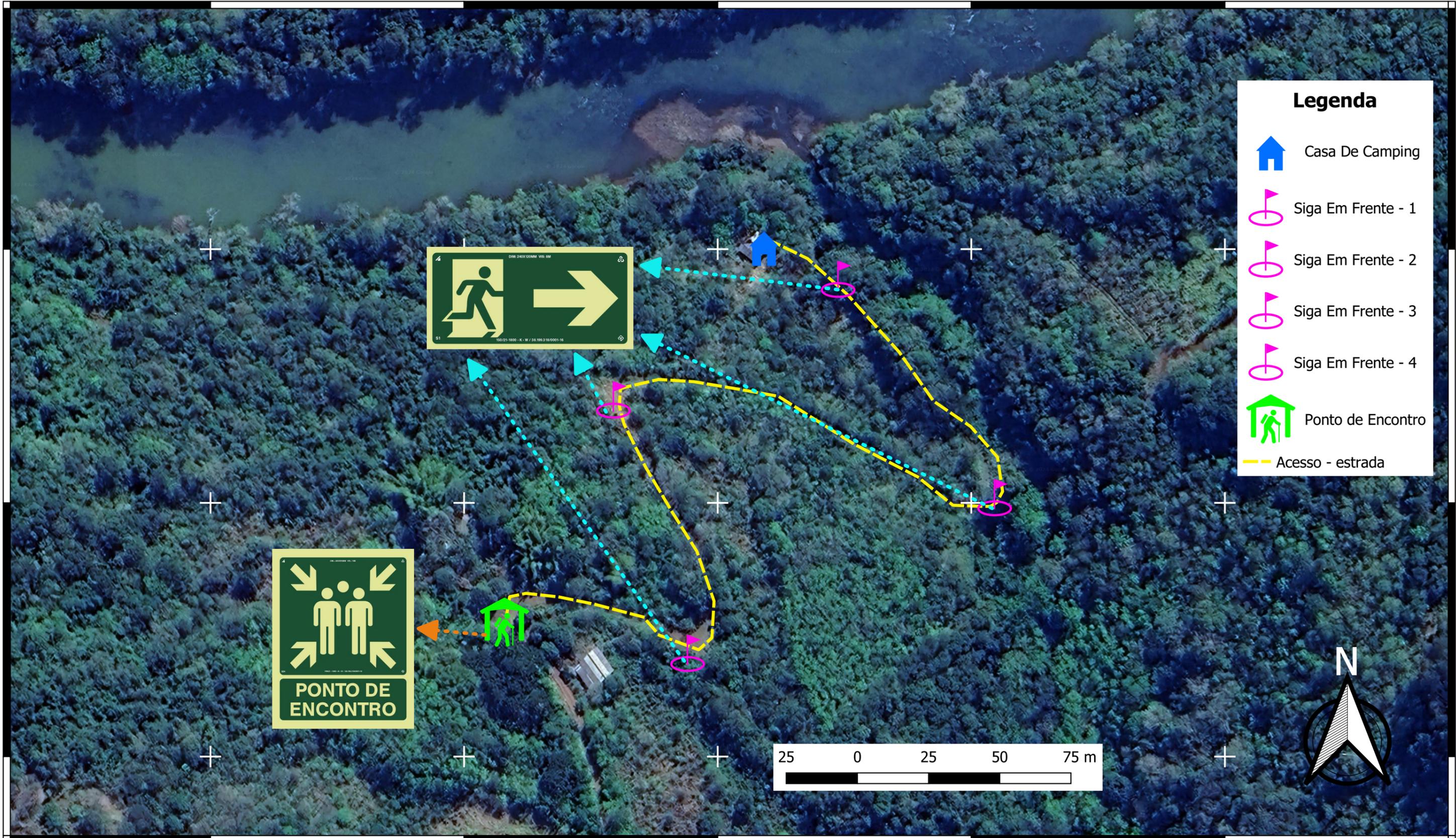
3137900.0S

3138000.0S

3137800.0S

3137900.0S

3138000.0S



5843300.0W

5843200.0W

5843100.0W

5843000.0W

5842900.0W

Escala Gráfica: Indicada	Escala Original: 1 : 1400		Título: ZONAS DE AUTOSALVAMENTO		Responsável Técnico: <i>Diego Bressan</i> Diego Ricardo Bressan Responsável Técnico: CREA/SC: 103576-5	Realização: IMPACTO Assessoria Ambiental		
	Folha: 1/1	Tamanho: A3	Projeto: --	Empreendimento: PCH Rodeio Bonito		IMPACTO ASSESSORIA AMBIENTAL Rua São Francisco D, nº 65, 89.801-453 Bairro Maria Goretti, Chapecó - SC		
Fonte: Google Earth	Projeção: Sirgas 2000 / UTM 22S		Empreendedor: Rodeio Bonito Hidrelétrica Ltda	Localização: Seara - SC	Projeto: Mateus	Visto: Leandro	Revisão: 00	Data: 11/12/2024







5- PLANO DE COMUNICAÇÃO



PLANO DE COMUNICAÇÃO NA ZONA DE AUTOSALVAMENTO (ZAS) - PCH RODEIO BONITO



ROB-C-PLC-001-00-24

DEZEMBRO/2024

APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta os estudos de consultoria de implantação do sistema de comunicação por telefone com única propriedade na zona de auto salvamento para a PCH Rodeio Bonito. Nessa fase foi desenvolvido o Plano de Comunicação da Zona de Auto Salvamento incluindo as informações do sistema de alerta proposto na articulação com agentes externos 03/12/2014, conforme apresentação do Anexo XII – Item 3 do PAE, seguindo as diretrizes da Política Nacional de Segurança de Barragens – Lei Federal nº 12.334/2010 alterada Lei 14.066/2020, a Resolução Normativa – ANEEL - Nº 1064/2023.

SUMÁRIO

1	PLANO DE COMUNICAÇÃO	6
2	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	9
3	EQUIPE TÉCNICA	10

GLOSSÁRIO

Adotam-se nesse documento os seguintes termos. Adicionalmente utiliza-se como referência os termos adotados em:

- Glossário da Lei Federal nº 12.334/2010 – Política Nacional de Segurança da Barragem.
- Glossário da Resolução Normativa nº 1064/2023 ANEEL – Estabelece critérios e ações de segurança de barragens associadas a usinas hidrelétricas fiscalizadas pela ANEEL, de acordo com o que determina a lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

AGENTES – Refere-se as empresas e órgãos governamentais, como ANA, ANEEL, ANM e ONS;

ANA – Agência Nacional de Águas;

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica;

ANOMALIA – deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa vir a afetar a segurança da barragem;

BARRAGEM – obstrução artificial de curso de água que vise à exploração de potencial de energia hidráulica, compreendendo-se do barramento e demais estruturas associadas;

BARRAGENS FISCALIZADAS PELA ANEEL – barragens objeto de outorga para exploração de potencial de energia hidráulica;

DANO POTENCIAL ASSOCIADO À BARRAGEM – dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem;

EMPREENDEDOR – concessionário ou autorizado de uso de bem público responsável pela implantação e exploração das instalações de geração de energia hidráulica de que trata o respectivo ato de outorga, ou detentor de registro para fins de exploração de potencial de energia hidráulica;

GESTÃO DE RISCO – ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos;

ISR – Inspeção de Segurança Regular na BARRAGEM;

ISE – Inspeção de Segurança Especial na BARRAGEM;

O&M – Operação e Manutenção;

PAE – Plano de Ação de Emergências;

PSB – Plano de Segurança da Barragem;

ZAS – Zona de Autossalvamento;

ZSS – Zona de Segurança Secundária;

PNSB – Política Nacional de Segurança de Barragens;

PLC – Plano de Comunicação ZAS

RESERVATÓRIO – acúmulo artificial de água decorrente da construção da barragem;

RESPONSÁVEL TÉCNICO – engenheiro ou equipe multidisciplinar com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA com atribuições profissionais compatíveis com as de projeto, construção, operação ou manutenção de barragens, segundo critérios definidos pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA.

RPS – Revisão Periódica de Segurança;

SEGURANÇA DE BARRAGEM – condição em que se deve manter a integridade estrutural e operacional para a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente no trecho de influência da BARRAGEM;

USINA – Designação do conjunto de instalações relacionadas com empreendimento, compreendendo suas instalações civis, como barragem, casa de força, acessos e demais instalações civis, todos os equipamentos eletromecânicos, incluindo a linha de interligação ao sistema e conexão.

Sigla Usina:

ROB– Pequena Central Hidrelétrica Rodeio Bonito.

1 PLANO DE COMUNICAÇÃO

O plano de comunicação é uma ferramenta do setor de marketing de empresas para definir estratégias e metas para a comunicação de toda uma organização ou produto/projeto específico¹, podendo ser aplicada também no plano de comunicação do sistema de alerta para riscos de inundação, incluindo rompimento, a jusante de barragens.

Um Plano de Comunicação pauta todos os esforços de comunicação durante um projeto. Deve ser atualizado periodicamente à medida que os objetivos ou mesmo o público se alterem.

As principais questões a serem levantadas para elaboração do Plano de Comunicação são:

- Quem são os públicos-alvo?
- Quais as mensagens-chave que se busca transmitir?
- Qual o tempo apropriado de entrega para cada mensagem, incluindo a periodicidade e o momento do dia?
- Quais os resultados que se deseja alcançar?
- Qual o canal e a forma de comunicação adotada para entregar a mensagem (ligação, e-mail, carro de som, sirene etc.)?
- Quem será o remetente, o porta-voz da empresa, que pauta a linguagem e o nível de interesse e entendimento do público?
- Quais são os benefícios esperados?

Após a aplicação do Plano de Comunicação é importante que se faça uma avaliação para analisar se a mensagem foi recebida pelo público-alvo e se o objetivo foi atingido. Essa avaliação poderá ser feita após os simulados do PAE para aperfeiçoamento do Plano de Comunicação. Pesquisas rápidas de feedbacks ajudam a identificar a forma como o público-alvo percebem a mensagem. Não é preciso realizar pesquisas longas e cansativas, questões de verdadeiro/falso ou de múltipla escolha já são suficientes para compreender como o público captou o conteúdo e se realizou as ações esperadas, neste caso evacuação em tempo hábil das áreas potencialmente atingidas pela inundação.

No Plano de Comunicação deverão constar um plano de ação e cronograma de execução, com as atividades que serão desempenhadas (e por quem) para alcançar o objetivo de comunicação. Neste caso, sugere-se que o Plano de Comunicação, além de objetivar alertar a população para

¹ Disponível em: <<https://www.projectbuilder.com.br/blog/o-que-e-plano-de-comunicacao-e-porque-sua-empresa-devia-investir-em-um/>> Acesso em 21/03/2023.

o risco de inundação e/ou rompimento da barragem, inclua um programa de educomunicação² sobre segurança de barragem e plano de ação de emergência a fim de sensibilizar a população para os riscos associados nas áreas a jusante da barragem.

Cabe ressaltar um ponto importante na elaboração do Planos de Comunicação que são as especificidades regionais, é preciso considerar costumes e cultura locais. Assim, para seu planejamento deve estar atento a características locais que determinam, por exemplo, a forma como as pessoas se comunica e se mobilizam, influenciando diretamente nas definições de alerta, alarme e fuga.

De acordo com o Livro Base Plano de Contingência da Defesa Civil³, define-se:

Alerta: tem o objetivo de definir os parâmetros de emissão toda vez que o monitoramento identifica uma situação potencial de desastre, a partir de critérios pré-definidos. Os alertas são comunicações que partem dos órgãos de monitoramento para os órgãos de resposta. O alerta deve ser emitido toda vez que o monitoramento identifica uma situação potencial de desastre, a partir de critérios pré-definidos.

No Plano de Ação de Emergência – PAE estão relacionados os procedimentos de detecção, avaliação, classificação e ações esperados para cada nível de resposta, com objetivo de acionamento do alarme para evacuação da área de risco de inundação.

Alarme: tem o objetivo de definir como será o acionamento de um aviso de ocorrência do evento, que deve se desdobrar em ações práticas por parte de todos os envolvidos no plano de contingência [e/ou PAE] e por parte da população. Pode-se adotar uso de WhatsApp, sirenes, apitos, e-mail, SMS, sinos de igreja, carro de som, sonorizações diversas, dentre outros.

Fuga (evacuação): tem o objetivo planejar a saída segura e rápida da população vulnerável do cenário de risco iminente; definir quais rotas de fuga serão utilizadas pela população em caso de evacuação; as condições de organização no ponto seguro, de encontro ou de apoio. Para tal é imprescindível uma preparação prévia incidindo sobre os seguintes pontos:

- Identificar claramente todas as vias de fuga, principais e alternativas.
- Definir, na própria população residente, equipe responsável por guiar um grupo de pessoas durante a fuga, prevendo inclusive devido treinamento.

² “Educomunicação é tanto uma prática quanto um conceito na interface entre Educação e Comunicação. Como prática, propõe novos tipos de aprendizagem, utilizando recursos tecnológicos e novas relações na comunicação, mais democráticas, igualitárias e menos hierarquizadas”. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Educomunica%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em 21/03/2023.

³ “Adaptado de “Plano de Contingência. <<https://www.defesacivil.rs.gov.br/upload/arquivos/201710/05172056-02-plano-de-contingencia.pdf>> e <<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/II---Plano-de-Contingencia---Livro-Base.pdf>>. Acesso em 21/03/2023.

- Identificar zonas críticas, onde possam ocorrer dificuldades de identificação da via de fuga ou necessidade de apoio.
- Definir pontos de encontro ou reunião para controle da população e identificação de eventuais desaparecidos.
- Promover o conhecimento por toda a população dos procedimentos.
- Propor instruções especiais ou instruções particulares, como por exemplo, fuga de pessoas com necessidades Especiais.

Foi realizado articulação com agentes externos no dia 03/12/2024 (Anexo XII – Item 3) de modo informar que somente existe uma propriedade de lazer utilizado esporadicamente e que o acionamento em casa de emergências será via telefone com proprietário.

O Plano de Comunicação tem por objetivo principal alertar a população para que ela realize a evacuação da área em uma situação de risco de inundação, que será realizada por meio do alarme pré-definido. Dessa forma contém no Plano de Ação de Emergência as rotas de fuga e pontos de encontro para que a população residente na ZAS (Anexo XII – Item 4) se oriente para áreas seguras (pontos de encontro) ao aviso de alarme (evacuação).

O relatório do Cadastro da ZAS está apresentado no Anexo XII – Item 2 realizado pela empresa Impacto. Já os protocolos do PAE com entrega aos agentes externos estão no Anexo XII – Item 1.

2 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi estabelecido o Plano de Comunicação para a PCH Rodeio Bonito. O sistema de alarme proposto principal foi via telefone com proprietário da única edificação entro ZAS. O referido plano foi apresentado no dia 03/12/2024. Logo foi realizado comunicação com proprietário para explicação das rotas de fuga e pontos de encontro implantadas próximos a sua propriedade (Anexo XII – Item 4).

Importante ressaltar que caso não seja possível contato via telefone, será utilizado alerta secundário por meio de carros da usina.

3 EQUIPE TÉCNICA

Nome	Formação	Função
Henrique Yabrudi Vieira	Engenharia Civil	Hidráulica – Segurança de Barragens
Patrícia Becker		Estruturas – Segurança de Barragem

As Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) dos profissionais envolvidos nos trabalhos estão apresentadas no Anexo XI do PAE.