

Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC

ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



PCH CELSO RAMOS

Instrumento Contratual nº 4600006090

DEZEMBRO/2022

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	ISB-6090-UCR-009-01.docx			
Título do Documento:	Relatório de Atualização do Plano de Ação de Emergência – PCH Celso Ramos			
Elaboração:	Eng. Civil Lucas Rangel Martins, CREA: RS214.787 Eng. Civil Gustavo Boff Klaus, CREA: RS216.186 Eng. Civil Fabrício Fernandes Vieira: CREA:506224839-9/D-SP			
Aprovador:	Eng. Civil Fabrício Fernandes Vieira			
Data da Aprovação:	13/12/2022			
Controle de Revisões				
Nº da Revisão	Natureza/Justificativa	Aprovação		
		Data	Responsável	Rubrica
00	Emissão Inicial	06/08/2022	F. F. V.	
00	Revisão 01	13/12/2022	F. F. V.	

DocuSigned by:
GUSTAVO BOFF KLAUS
9E2EE810F21C4E1...

DocuSigned by:
Lucas Rangel Martins
6DAAE16514514A5...

DocuSigned by:
F.F.V.
CF4D05CE050C40C...

DocuSigned by:
Silvio José dos Santos
757D3D7D0E5E455...

DocuSigned by:
Cleicio Poletto Martins
27E83838FB6A4C3...

DocuSigned by:
José Carlos Ferreira Junior
95274FBE5209434...

SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM – PCH CELSO RAMOS

RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA DA PCH CELSO RAMOS

Equipe Técnica

Fabício Fernandes Vieira

Engenheiro Civil, Especialista em
Segurança de Barragens

Lucas Camargo da Silva Tassinari

Engenheiro Civil, Doutor em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Lucas Rangel Martins

Engenheiro Civil, Mestre em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Gustavo Boff Klaus

Engenheiro Civil, Especialista em
Gestão de Projetos

Arthur da Fontoura Tschiedel

Engenheiro Ambiental, Doutor em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Bruno Takeo Yoshida

Engenheiro Civil, Especialista em
Segurança de Barragens

Marcele Nonnenmacher Colferai

Engenheira Ambiental

Robert de Oliveira

Engenheiro Civil

Nederson da Silva Koehler

Engenheiro Mecânico, Mestre em
Engenharia Mecânica

Pedro Meirelles Leite

Geólogo

Jéssica Ribeiro Fontoura

Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestre
em Engenharia Civil

Bibiana Niederauer Soares

Engenheira Civil

Pedro L. C. Ferreira

Engenheiro Civil, Mestre em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Igor Augusto Barcelos da Silva

Assistente Técnico

Caroline Sperandio

Assistente Técnica

Maria Cecília Guazzelli

Eng. Civil, Mestre em Engenharia de
Solos

DS
SJS

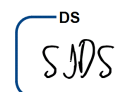
SUMÁRIO

1.	IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS.....	11
2.	INTRODUÇÃO.....	12
3.	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	14
4.	LISTA DE CONTATOS DO PAE.....	14
5.	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	17
5.1.	BARRAGEM.....	18
5.2.	VERTEDOURO.....	24
5.3.	CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE ADUÇÃO	26
5.3.1.	CASAS DE FORÇA.....	28
5.4.	EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS.....	30
6.	ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADES NO PAE.....	31
6.1.	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	31
6.1.1.	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE.....	32
6.1.2.	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE TÉCNICA	33
6.2.	ENTIDADE FISCALIZADORA	34
6.3.	SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	34
7.	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE RISCO E EMERGÊNCIA	37
7.1.	CAUSAS DE DEFEITOS EM BARRAGENS.....	37
7.2.	IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO	38
7.3.	IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA	38
7.4.	NÍVEIS DE RESPOSTA.....	39
7.5.	AÇÕES A IMPLEMENTAR	50

7.6.	PLANO DE AÇÕES ESPECÍFICAS PARA CONTINGÊNCIAS.....	59
8.	ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO	61
8.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	61
8.1.1.	GALGAMENTO (OVERTOPPING)	61
8.1.2.	EROSÃO INTERNA (PIPING).....	62
8.1.3.	FALHA ESTRUTURAL.....	63
8.2.	METODOLOGIA.....	63
8.3.	CENÁRIOS SIMULADOS.....	64
8.3.1.	CENÁRIOS 1, 2 E 3 – CHEIAS SEM ROMPIMENTO – TR 10, 100 E 1.000 ANOS	64
8.3.2.	CENÁRIO 4 - ROMPIMENTO COM VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA NORMAL – “SUNNY DAY”	64
8.3.3.	CENÁRIO 5 - ROMPIMENTO – CHEIA COM TR 10 ANOS	65
8.3.4.	CENÁRIO 6 - ROMPIMENTO – CHEIA COM TR 100 ANOS	65
8.3.5.	CENÁRIO 7 - ROMPIMENTO – CHEIA COM TR 1.000 ANOS	65
8.4.	DADOS DE ENTRADA.....	66
8.4.1.	TOPOGRAFIA	66
8.4.2.	COEFICIENTE DE MANNING	67
8.4.3.	PARÂMETROS DE FORMAÇÃO DA BRECHA	67
8.4.4.	CURVA COTA X ÁREA X VOLUME E HIDROGRAMAS AFLUENTES.....	67
8.4.5.	CONDIÇÕES DE CONTORNO	68
8.5.	PONTOS NOTÁVEIS E ÁREAS DE INTERESSE	68
8.6.	MANCHAS DE INUNDAÇÃO	69
8.7.	ALTURAS DE LÂMINA D'ÁGUA MÁXIMA	70
8.8.	TEMPO DE CHEGADA DE ONDA DE CHEIA.....	71

8.9. ZONA DE AUTO SALVAMENTO (ZAS) E ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)	72
8.10. CONCLUSÕES DO ESTUDO DE RUPTURA	75
9. NOTIFICAÇÃO E SISTEMAS DE ALERTA	77
9.1. MEIOS DE DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO	77
9.2. ALERTA SONORO	79
9.3. PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA	79
9.4. SIMULAÇÕES E TREINAMENTOS	82
10. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS	84
11. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE	86
12. REFERÊNCIAS	87
13. ANEXOS	91
ANEXO I – Ficha de Notificação de Mau Funcionamento	91
ANEXO II – Ficha de Notificação de Condição Potencial de Ruptura	92
ANEXO III – Declaração de Início de Situação de Alerta ou Emergência	93
ANEXO IV – Declaração de Término de Situação de Alerta ou Emergência	94
ANEXO V – Planos de Ações Específicas para Contingências	95
V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO	95
V.2 RUPTURA IMINENTE	95
V.3 FALHA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL	96
V.4 ABALO SÍSMICO	96
V.5 ENCHENTE	97
V.6 INFILTRAÇÕES, CHARCOS, AUMENTO DE FLUXO OU SUMIDOUROS	97
V.7 DESLIZAMENTOS	98
V.8 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA	99

V.9 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS	99
V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO.....	100
V.11 EROSÃO REGRESSIVA (PIPING) NO ATERRO, FUNDAÇÃO OU OMBREIRAS.....	100
V.12 FALHA NO VERTEDOURO	101
V.13 PERDA DE SUPORTE DAS OMBREIRAS OU TRINCAMENTO EXCESSIVO EM BARRAGEM/OBRA DE CONCRETO	101
V.14 INVASÃO DA ÁREA DA BARRAGEM.....	102
V.15 PÓS EVENTO	102
V.16 RISCO DE ALAGAMENTO A JUSANTE POR OPERAÇÃO DE DESCARGA.....	103
ANEXO VI – Mapa das Manchas de Inundação	104
ANEXO VII – Mapa da ZAS e ZSS	105
ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica	106



DS
SJS

LISTA DE FIGURAS

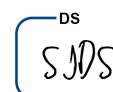
Figura 1 - Localização da PCH Celso Ramos	17
Figura 2 – Vista da Barragem da PCH Celso Ramos.....	18
Figura 3 - Vista superior da área da PCH Celso Ramos.....	19
Figura 4 – Seção da Margem Direita do Barramento da PCH Celso Ramos.....	20
Figura 5 - Seção da Margem Esquerda do Barramento da PCH Celso Ramos	21
Figura 6 – Arranjo geral da PCH Celso Ramos.....	22
Figura 7 – Modelagem tridimensional da Ombreira Esquerda.....	23
Figura 8 – Modelagem tridimensional da Ombreira Direita.....	23
Figura 9 –Seção típica do vertedouro da barragem da PCH Celso Ramos.....	24
Figura 10 - Curva de Descarga do vertedouro da PCH Celso Ramos.....	25
Figura 11 - Conduto forçado das unidades 1 e 3 – Casa de Força 01.....	27
Figura 12 - Conduto forçado das unidades 3 e 4 e Casa de Força 02.....	27
Figura 13 - Casa de Força 01 - Levantamento Cadastral	28
Figura 14 - Casa de Força 01.....	29
Figura 15 - Casa de Força 02.....	29
Figura 16 - Fluxograma de Ações a Implementar pelo Coordenador do PAE	33
Figura 17 - Organização Esquemática do SINPDEC	35
Figura 18 - Gráfico: Carta da Risco da PCH Celso Ramos.....	49
Figura 19 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança	60
Figura 20 - Processo de ruptura por galgamento em barragem	62
Figura 21 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem	63
Figura 22 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento	66
Figura 23 - Hidrogramas Afluentes Naturais.....	68
Figura 24 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis e seções de interesse	69
Figura 25 - Manchas de inundação resultantes dos cenários simulados para PCH Celso Ramos	70
Figura 26 - Perfil da elevação máxima do nível d'água ao longo do trecho estudado.....	71
Figura 27 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário 7	72
Figura 28 - ZAS e ZSS da PCH Celso Ramos	73
Figura 29 – Aproximação das APVs 01, 02 e 03.....	74
Figura 30 – Aproximação das APV 05.....	75
Figura 31 - Fluxograma de Notificação.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de Contatos do PAE – PCH Celso Ramos	14
Quadro 2 - Curva de Descarga tabelada do vertedouro da PCH Celso Ramos.	25
Quadro 3 – Dados das turbinas da PCH Celso Ramos.....	30
Quadro 4 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas	40
Quadro 5 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala	42
Quadro 6 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual	44
Quadro 7 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela instrumentação de auscultação	47
Quadro 8 - Carta de Risco da PCH Celso Ramos.....	48
Quadro 9 - Nível de resposta verde: ações a implementar	50
Quadro 10 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar	52
Quadro 11 - Nível de resposta laranja: ações a implementar	54
Quadro 12 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar	57
Quadro 13 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da PCH Celso Ramos	66
Quadro 14 - Áreas Potencialmente Vulneráveis.....	69
Quadro 15. Resumo: tempo de chegada de onda e elevação do NA nas seções de estudo	72
Quadro 16 - Pontos de Encontro - ZAS PCH Celso Ramos.....	80
Quadro 17 - Treinamentos do PAE.....	83
Quadro 18 - Recursos disponíveis para respostas à emergências	84
Quadro 19 - Responsáveis Técnicos pela atualização do PAE	86

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISE	Inspeção de Segurança Especial
ISR	Inspeção de Segurança Regular
PSB	Plano de Segurança de Barragem
PAE	Plano de Ações de Emergência
PZA	Piezômetro de Tubo Aberto
MNA	Medidor de nível d'água
NR	Norma Regulamentadora
NBR	Norma Brasileira
RPSB	Revisão Periódica de Segurança de Barragem
RN	Referência de Nível
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
ZAS	Zona de Auto Salvamento
ZSS	Zona de Segurança Secundária



DS
SJS

1. IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

O presente trabalho decorre do contrato firmado entre a CELESC GERAÇÃO S.A. e a VIEIRA & FERNANDES VIEIRA LTDA., resultante do procedimento de Licitação Eletrônico nº 21/00343, cujo objeto é a contratação de Empresa de Engenharia para a elaboração do primeiro ciclo de Revisão Periódica de Segurança de Barragens (RPS) da Celesc Geração, de acordo com as especificações técnicas, constantes do Projeto Básico/Termo de Referência (Anexo I), do Edital.

Os principais dados, informações e condicionantes administrativos que permitem identificar e caracterizar a contratação de serviços de consultoria técnica multidisciplinar são os seguintes:

- Modalidade da licitação: pregão eletrônico;
- Identificação da licitação: Nº 21/00343;
- Data da ordem de serviço inicial: 16/11/2021;
- Contrato: 4600006090;
- Prazo de vigência do contrato: 04/11/2021 a 03/01/2023;
- Prazo de execução do objeto: 16/11/2021 a 16/11/2022.

DS
SJS

2. INTRODUÇÃO

O Plano de Ação de Emergência – PAE é elaborado com objetivo de atendimento aos dispositivos da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a política nacional de segurança de barragens, alterada pela Lei nº 14.066 de 30 de setembro de 2020, e a Resolução Normativa ANEEL Nº 696, de 15 de dezembro de 2015, que estabelece critérios para classificação, formulação do Plano de Segurança de Barragens – PSB, Plano de Ação de Emergência, bem como da Revisão Periódica de Segurança em barragens fiscalizadas pela ANEEL.

O PAE é um documento que contém procedimentos específicos de resposta às situações emergenciais que eventualmente possam ocorrer nas instalações da PCH Celso Ramos, no sentido de salvaguardar o ambiente e a vida da população que reside a jusante do reservatório da Usina e ainda tem por objetivo alertar quanto aos aspectos de funcionamento, durabilidade e eficiência da estrutura de armazenamento. Além dos procedimentos de emergência, há também as atribuições e responsabilidades dos envolvidos de forma a propiciar as condições necessárias para o pronto atendimento às emergências, por meio do desencadeamento de ações rápidas e seguras.

Da mesma forma, o PAE tem por finalidade integrar as ações de resposta às emergências entre os diversos setores organizacionais do empreendedor e deste com outras instituições, possibilitando assim, o desencadeamento de medidas integradas e coordenadas, de modo que os resultados esperados possam ser alcançados, ou seja, a minimização de danos às pessoas e/ou ao patrimônio e ao meio ambiente.

As revisões do PAE durante os ciclos de Revisão Periódica de Segurança das Barragens ou quando houver modificações nas instalações, processos de operação ou ainda na decorrência de constatações feitas durante a avaliação de situações reais de emergências ou exercícios simulados que possam agregar informações importantes nas ações de resposta previstas neste plano. As novas informações devem ser incluídas e os dados desatualizados e/ou incorretos removidos e as novas cópias devem ser distribuídas para todas as entidades que participem do PAE, de forma que tenham em seu poder uma cópia para uso. Em caso de acionamento do PAE, o seu atendimento terá prioridade sobre as demais atividades relativas à operação da Usina, enquanto perdurar essa situação.

O principal objetivo do Plano de Ação de Emergência é orientar, disciplinar e determinar os procedimentos a serem adotados pelos colaboradores em geral e autoridades durante a ocorrência de situações de emergência na barragem da PCH Celso Ramos, suas estruturas

DS
SJS

auxiliares e entorno, de forma a propiciar as condições necessárias para o pronto atendimento às emergências. O PAE indica procedimentos previstos para:

- a) Identificar situações não usuais e/ou indesejáveis que possam vir a comprometer a segurança da barragem (notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da barragem);
- b) Identificação dos perigos que possam resultar em maiores acidentes;
- c) Definição das atribuições e responsabilidades;
- d) Preservação do patrimônio público e privado, da continuidade operacional da barragem e da integridade física das pessoas;
- e) As ações remediadoras devem ser iniciadas a tempo de prevenir ou minimizar os impactos a jusante pela ocorrência de situações emergenciais;
- f) Síntese do estudo de ruptura, com as metodologias e cenários analisados, com respectivas manchas de inundação associadas;
- g) Indicação da Zona de Autossalvamento (ZAS), Zona de Segurança Secundária (ZSS), pontos de encontro e rotas de fuga, estratégias para a notificação e alertas às comunidades potencialmente afetadas por eventual ruptura da barragem;
- h) Treinamento de pessoal habilitado para operar os equipamentos necessários ao controle das emergências;
- i) Minimização das consequências e impactos associados e estabelecimento das diretrizes básicas, necessárias para atuações emergenciais;
- j) Disponibilizar recursos para o controle das emergências;

No PAE, o termo barragem é utilizado compreendendo todas as estruturas complementares que existam (e.g. tomada de água, vertedouro, canais, etc.), e não apenas as estruturas de barramento. Este documento deverá estar disponível na Usina da PCH Celso Ramos e nas Prefeituras Municipais de Faxinal dos Guedes e Ouro Verde. Também será encaminhada cópia para a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina. O PAE deverá ser mantido atualizado, executando-se as atualizações quando dos ciclos de revisão periódica de segurança das barragens, em conformidade com a periodicidade estabelecida na legislação vigente, ou quando houverem alterações do enquadramento e/ou características do empreendimento, das ocupações a jusante, dos contatos, do coordenador do PAE ou outras que justifiquem a confecção de versão atualizada.

DS
SJS

3. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social:	CELESC Geração S. A.
CNPJ:	08.336.804/0001-78
Categoria:	Sociedade de Economia Mista
Endereço:	Av. Itamarati, 160 – Bloco A2 – Itacorubi - Florianópolis/SC CEP: 88034-900
Contato:	Fone: (48) 3231-5000 0800 048 0196
Representante Legal:	Cleicio Poletto Martins
Contato:	Fone: (48) 3231-5021 presidencia@celesc.com.br

4. LISTA DE CONTATOS DO PAE

A lista de contatos referente do Plano de Ação de Emergência da PCH Celso Ramos, contendo a indicação dos agentes internos do empreendedor, autoridades e demais entidades externas constantes do fluxograma de notificação são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Lista de Contatos do PAE – PCH Celso Ramos

EMPREENDEDOR – CELESC GERAÇÃO S.A.	
Centro de Operação da Geração – COG	Operador do turno (48) 3231-5548 / 5549 / (48) 99978-1638 cog@celesc.com.br
Responsável Técnico das Barragens e Coordenador do PAE:	Sílvia José dos Santos (48) 3231-5594 / (48) 99919-6446 / silviojs@celesc.com.br
Substituto do Coordenador do PAE e chefe do Depto. de Operação e Manutenção	Igor Kursancew Khairalla (48) 3231-5708 / igorkk@celesc.com.br
Divisão de Operação	Tiago Lage Nascimento (48) 3231-5599 / tiagoln@celesc.com.br
Divisão de Manutenção	Rafael Hoffmann Paludo (48) 3231-5598 / rafaelhp@celesc.com.br
PCH Celso Ramos - Equipes Locais: Conservação / Manutenção Eletromecânica / Técnicos Celesc	Casa de força I: (49) 3321-5065 Casa de força II: (49) 3321-5064

ENTIDADE FISCALIZADORA

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica	Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração (61) 2192.8758 / segurancadebarragens@aneel.gov.br
---	--

ENTIDADES DE DEFESA CIVIL E SEGURANÇA PÚBLICA

Prefeitura Municipal de Faxinal dos Guedes/SC	Gabinete do Prefeito (49) 3436-4300
Prefeitura Municipal de Ouro Verde/SC	Gabinete do Prefeito (49) 3447-0007
Secretaria de Estado de Defesa Civil	(48) 3664-7001 / (48) 3664-7002 secretario@sdc.sc.gov.br Emergência: 199
Defesa Civil Municipal Faxina dos Guedes	(49) 3436-4302 Emergência: 199
Coordenadoria Regional da Defesa Civil de Santa Catarina – Xanxerê/SC	(49) 3382-2074 / xanxere@defesacivil.sc.gov.br Emergência: 199
Coordenadoria Regional da Defesa Civil de Santa Catarina – Chapecó/SC	(49) 2049-9709 / chapeco@defesacivil.sc.gov.br Emergência: 199
Governo do Estado de Santa Catarina	Gabinete do Governador (48) 3665-2000
	Secretaria de Estado da Saúde (48) 3664-8847 3664-8848 apoioGabs@saude.sc.gov.br
	Secretaria de Estado da Infraestrutura (48) 3664-2000 gabs@sie.sc.gov.br
Polícia Militar	Comando Geral da Polícia Militar de Santa Catarina (48) 3229-6000 Emergência 190
SAMU	Emergência: 192
Corpo de Bombeiros	Comando Geral do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (48) 3251-9600 Emergência: 193

OUTRAS ENTIDADES

INPE	Nome do contato: Plantonista Fone: (12) 3208-6000
INMET	Nome do contato: Plantonista Fone: (61) 2102-4700
CENAD	Nome do contato: Plantonista Fone: 0800 644 0199 / (61) 2034-4600
CEMADEN	Nome do contato: Plantonista Fone: (12) 3205-0200 / 3205-0201 www.cemaden.gov.br/mapainterativo

BARRAGENS A JUSANTE

PCH SANTA LAURA	Escritório Sede do Empreendedor Fone: (48) 3877-7100
-----------------	---

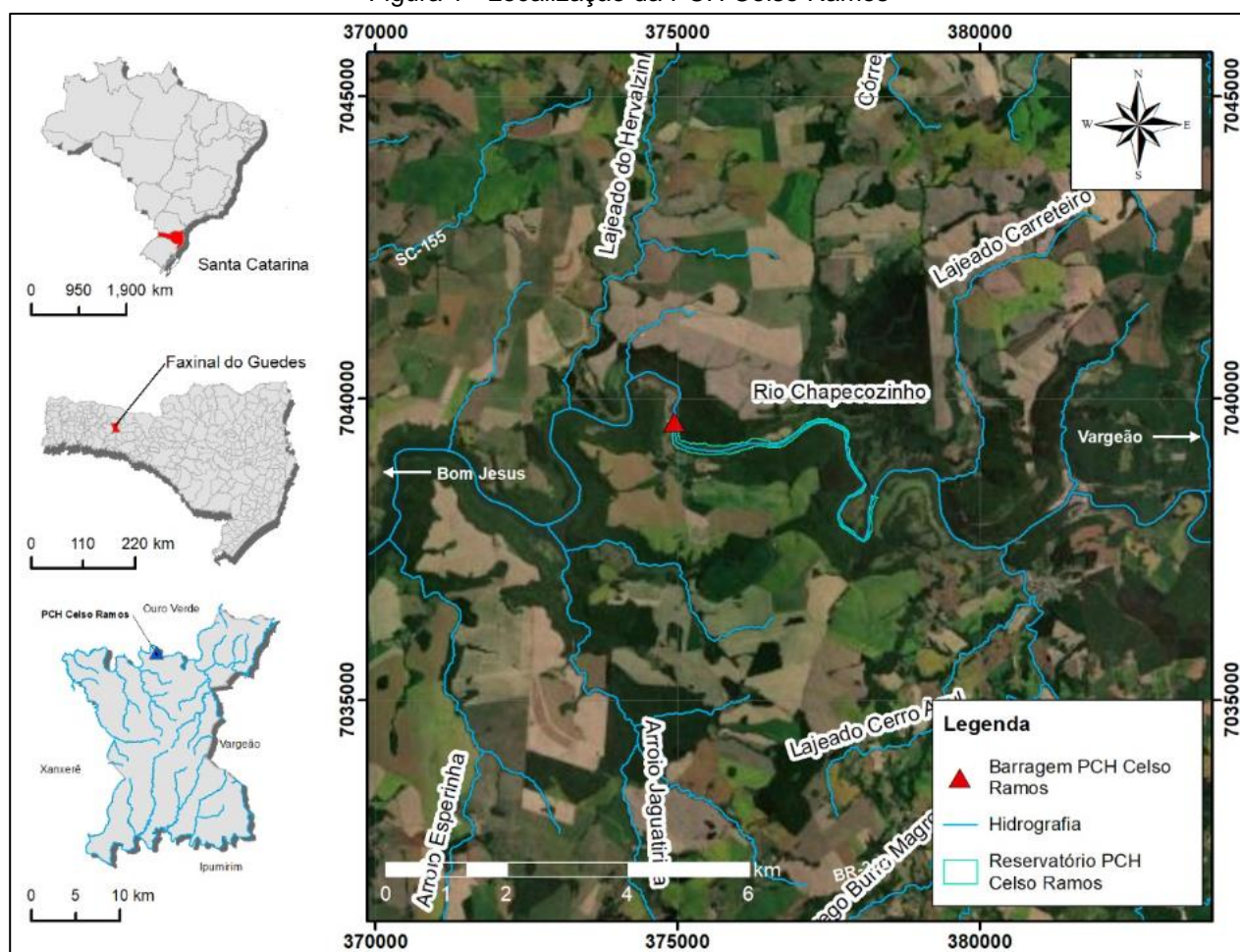
DS
SJS

5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Neste capítulo é apresentado um breve histórico sobre a PCH Celso Ramos, constituído com base na documentação técnica do empreendimento.

A PCH Celso Ramos situa-se no município de Faxinal dos Guedes, no estado de Santa Catarina. O acesso ao local da usina, no Rio Chapecozinho, dá-se através da rodovia federal BR-282 até Faxinal dos Guedes. Desta cidade segue-se até a usina por estrada não pavimentada por cerca de 8 km. A Figura 1 ilustra a localização do empreendimento. Entre 2019 e 2021 foram realizadas na PCH Celso Ramos obras visando a ampliação da capacidade de geração e o alteamento da barragem.

Figura 1 - Localização da PCH Celso Ramos



O aproveitamento hidrelétrico utiliza o Rio Chapecozinho, com uma área de drenagem de 1.046 km² no local do barramento, regularizando os níveis de seu reservatório através de uma barragem de comprimento total de 220,16 m, dotado de vertedouro em soleira livre, com crista de comprimento 82,65 m. Os volumes acumulados até a crista da soleira são desviados para os condutos de tomada d'água, diretamente na estrutura da barragem, que atendem à Casa de Força

ds
SADS

I e para o canal que adução que atende a Casa de Força II. Ainda, salienta-se que a barragem de Celso Ramos se situa entre dois barramentos muito próximos: A barragem Santa Laura, a aproximadamente 9 km a jusante e a barragem Faxinal dos Guedes, a aproximadamente 5 km a montante.

Figura 2 – Vista da Barragem da PCH Celso Ramos

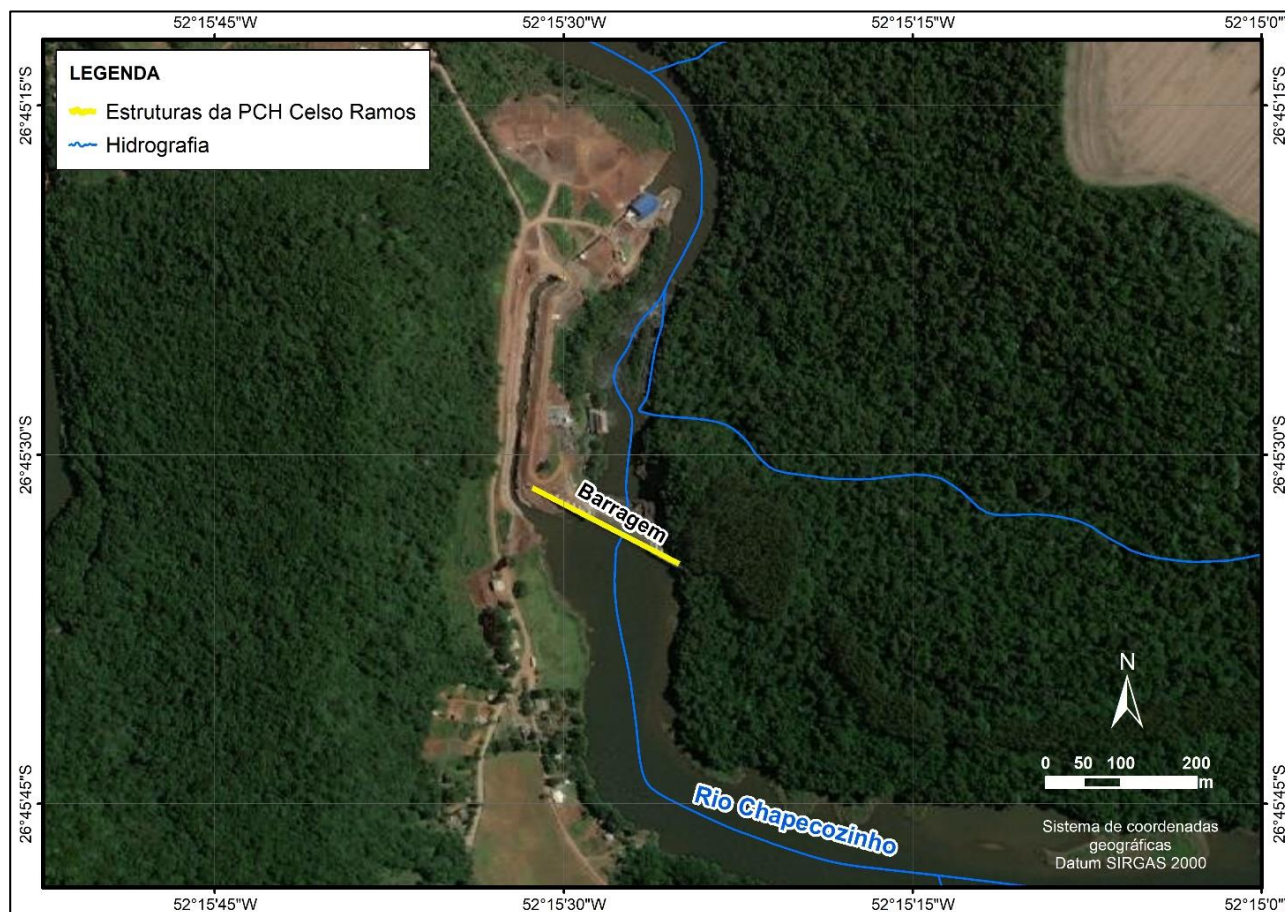


Fonte: CELESC, 2019.

5.1. Barragem

A PCH Celso Ramos possui um barramento de 220,16 m de comprimento, constituída de concreto e de alvenaria de pedra argamassada, instalado em uma seção do Rio Chapecozinho, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Vista superior da área da PCH Celso Ramos.

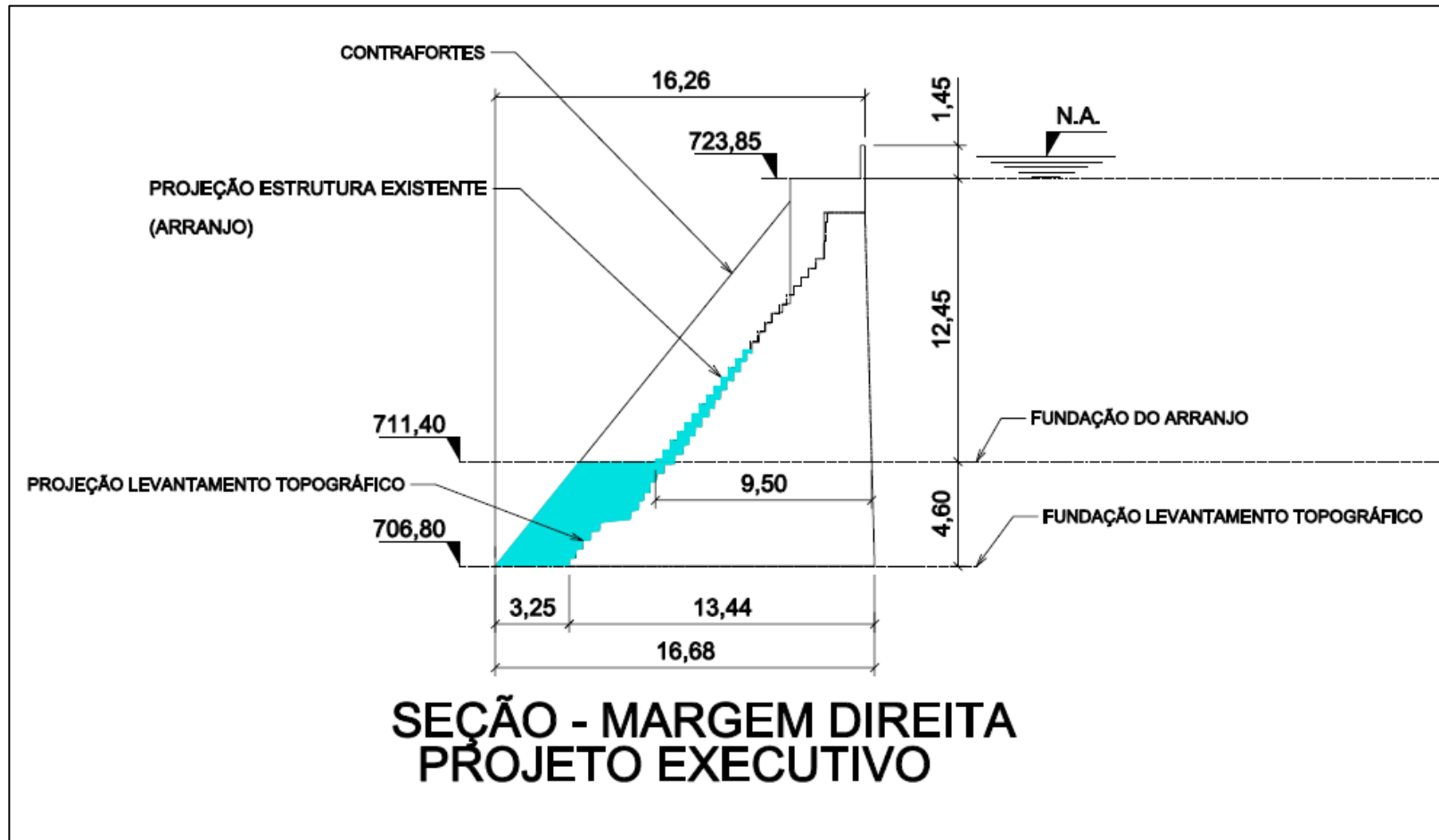


.Nesse sentido, a extensão de 220,16 metros da barragem se divide em:

- 82,65 m correspondentes ao trecho da soleira vertente;
- 78,80 m correspondentes à ombreira esquerda, com altura de 12,65 m até o topo da mureta de proteção que se encontra na elevação 725,30 m. A cota de topo do maciço se encontra na elevação 723,85 m;
- 58,71 m correspondentes à ombreira direita, com altura de 18,50 m até o topo da mureta de proteção que se encontra na elevação 725,30 m. A cota de topo do maciço se encontra na elevação 723,85 m;

O barramento é uma estrutura a gravidade, constituída possivelmente de alma de concreto ciclópico e revestida em alvenaria de pedra argamassada, conforme exposto no documento 8903/00-01-RL-0005-0 (ENGEVIX, 2006). A estrutura não possui instrumentos de auscultação. Na Figura 4 e na Figura 5 são mostradas as seções típicas do barramento na margem direita e margem esquerda, respectivamente.

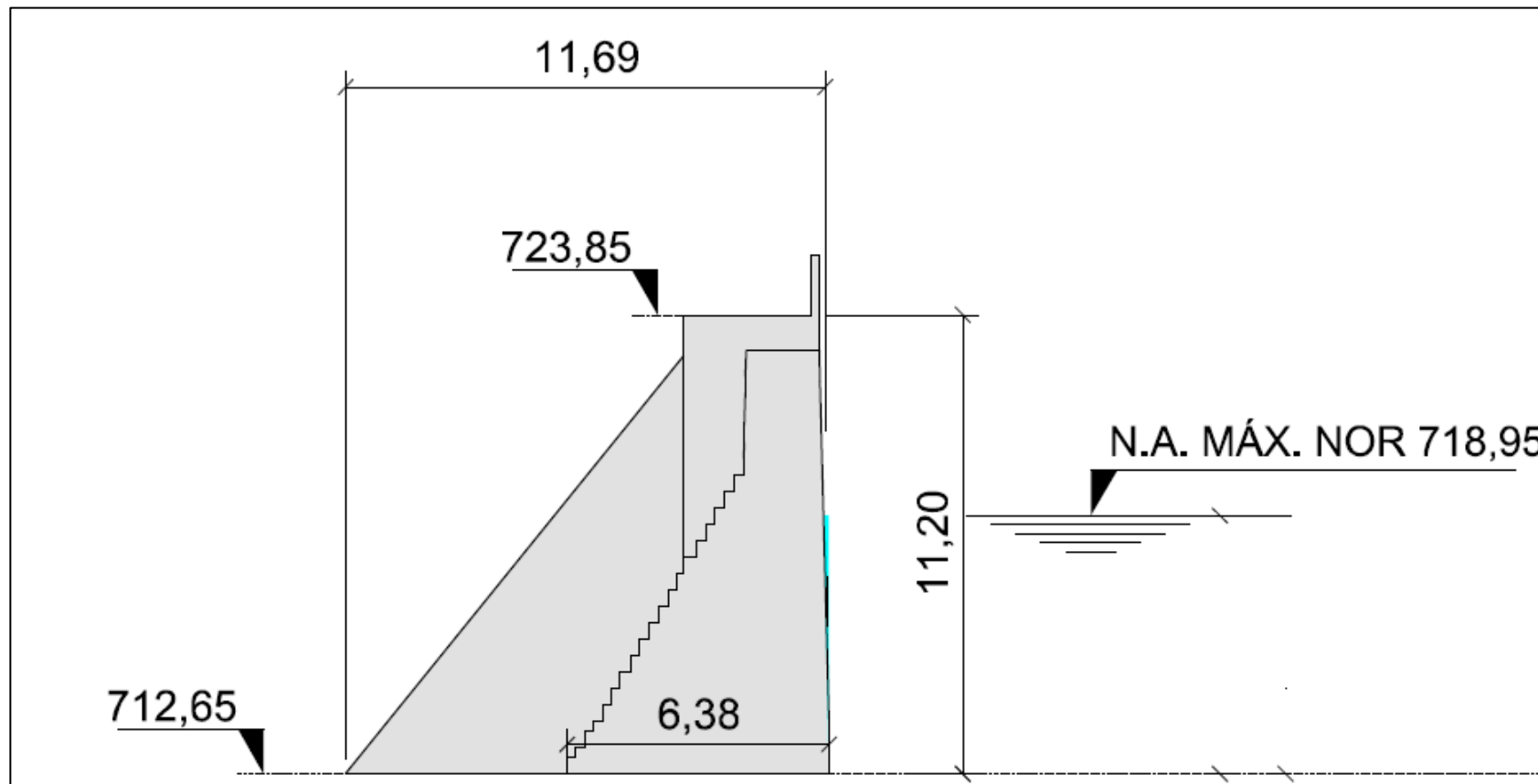
Figura 4 – Seção da Margem Direita do Barramento da PCH Celso Ramos.



Fonte: ENGEVIX, 2019 – documento UCR-EGV-E-BPMC-C02-1001.

DS
SJS

Figura 5 - Seção da Margem Esquerda do Barramento da PCH Celso Ramos



Fonte: ENGEVIX, 2019 – documento UCR-EGV-E-BPMC-C02-1001.

DS
SADS

Como já supracitado, de acordo com a CELESC Geração S.A., recentemente foram realizadas as obras de alteamento da barragem, onde também foi inserido ao empreendimento um Dique do novo canal de adução para a nova Tomada d'Água 02, sendo inseridas mais duas máquinas à central geradora. Desta forma, atualmente a PCH conta com quatro novas estruturas: Dique do novo canal de adução e Tomada d'água 2, conduto forçado e Casa de Força 02. Na estrutura do barramento, além do alteamento, foi realizada a inserção de contrafortes na estrutura.

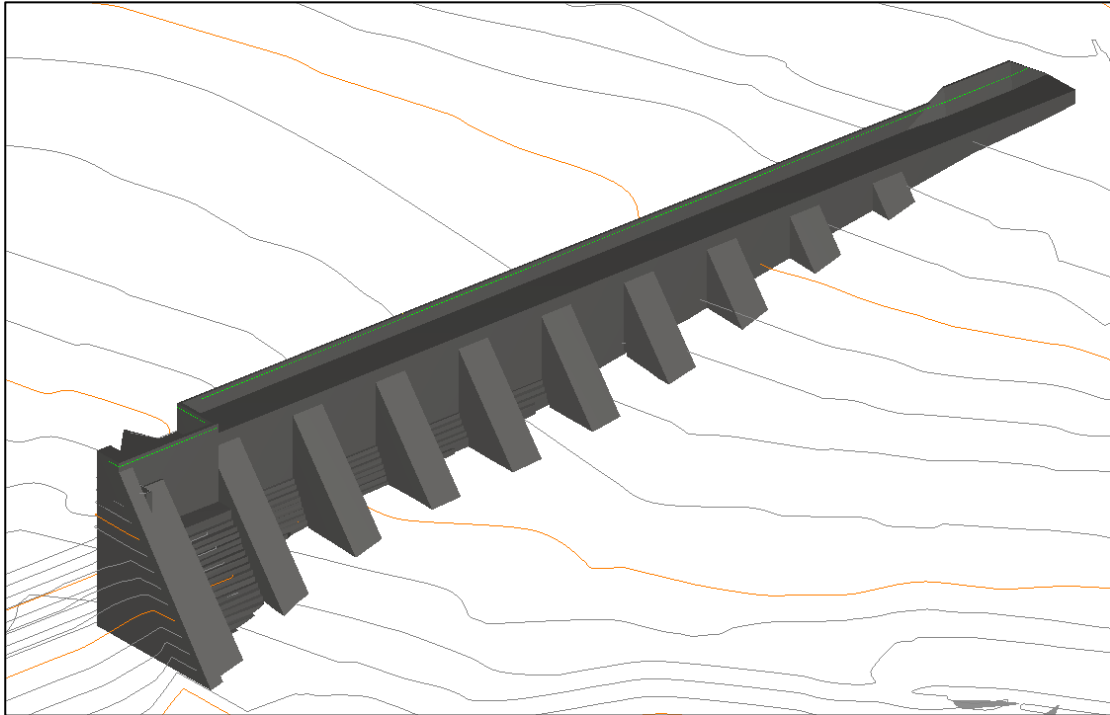
A Figura 6 mostra o arranjo geral da PCH após as obras de ampliação, enquanto a Figura 7 e a Figura 8 trazem o modelo tridimensional das estruturas do barramento na margem esquerda e direita, respectivamente.

Figura 6 – Arranjo geral da PCH Celso Ramos



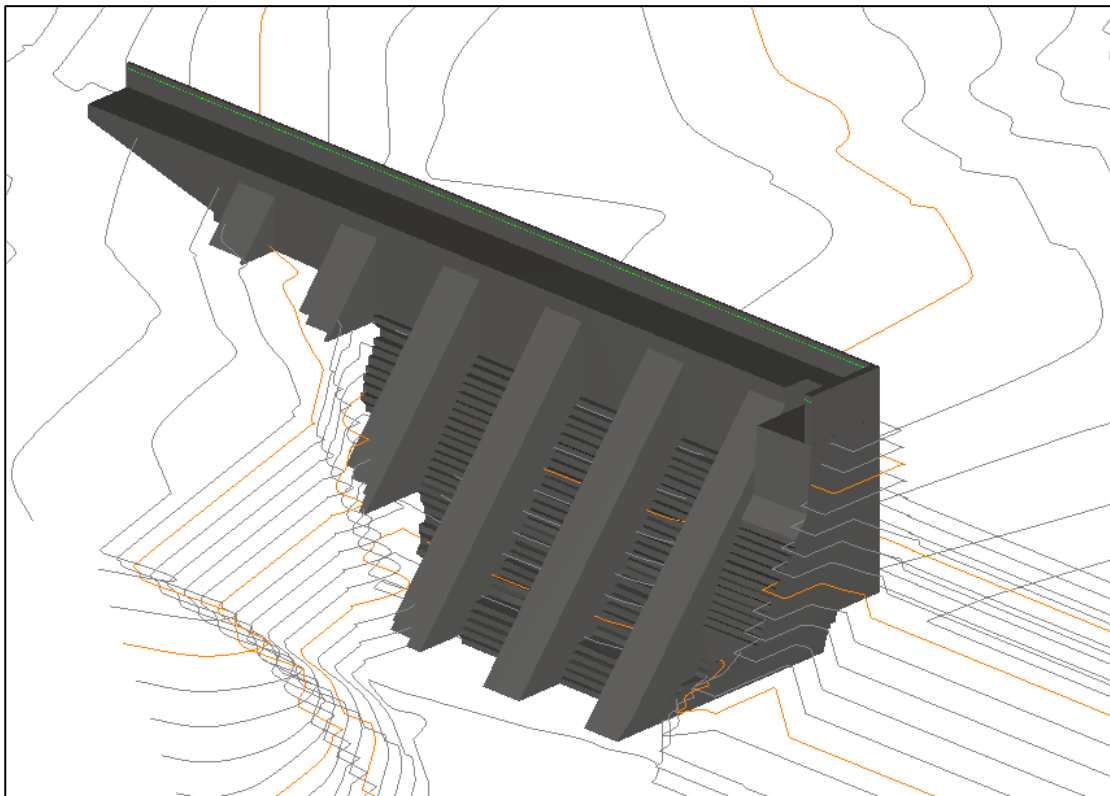
Fonte: CELESC, 2022.

Figura 7 – Modelagem tridimensional da Ombreira Esquerda.



Fonte: ENGEVIX, 2019 – documento EGVP00366/BP-3F-MC-1001-0A.

Figura 8 – Modelagem tridimensional da Ombreira Direita.

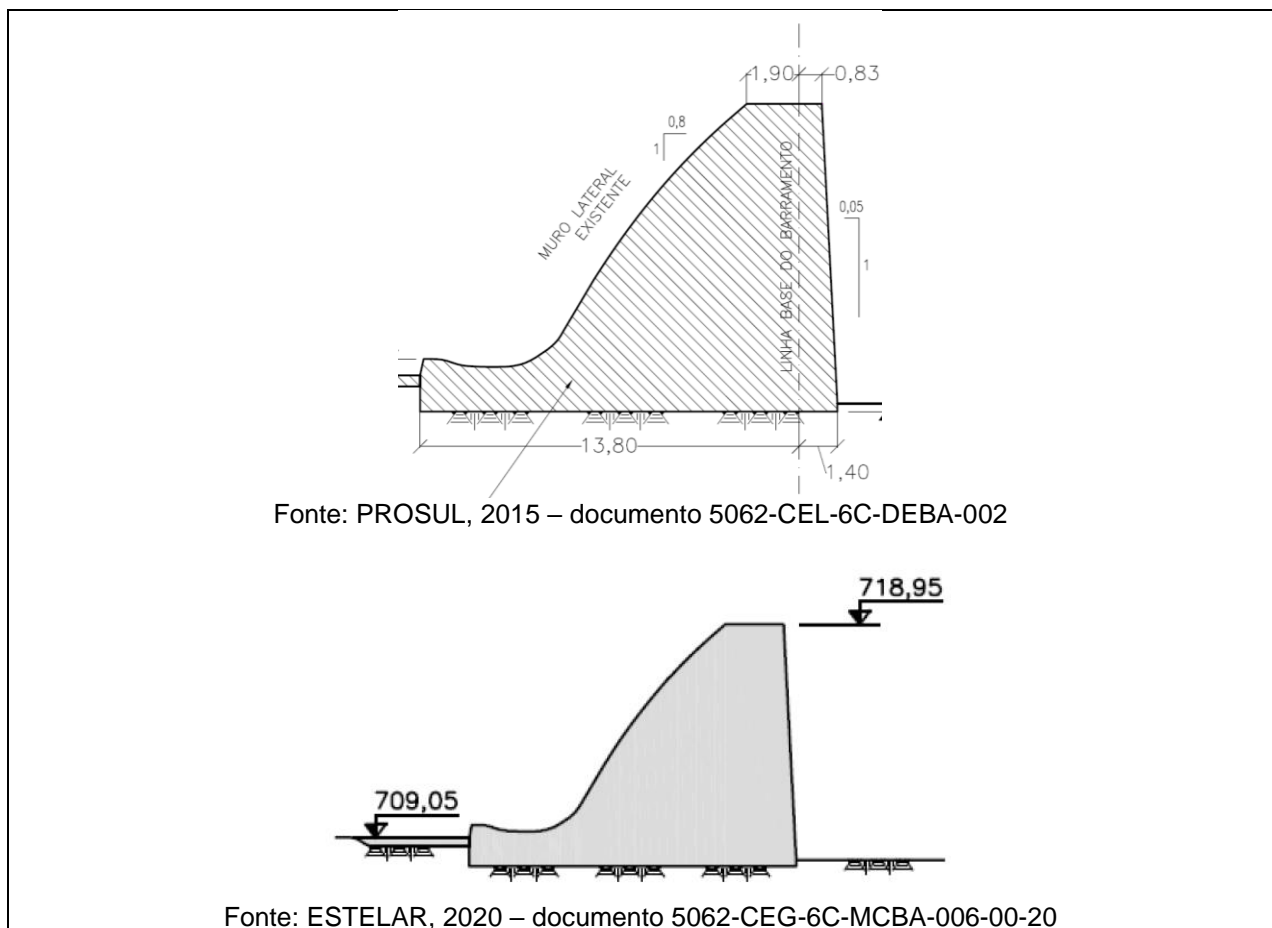


Fonte: ENGEVIX, 2019 – documento EGVP00366/BP-3F-MC-1001-0A.

5.2. Vertedouro

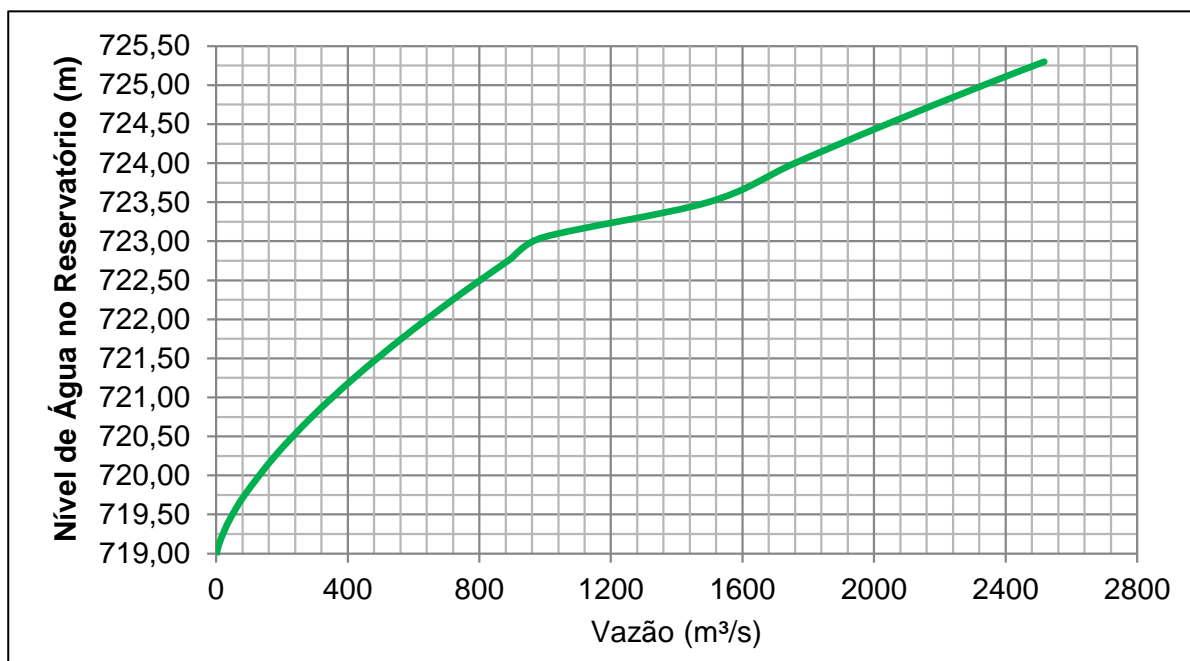
O vertedouro não é controlado por comportas e possui uma soleira plana (sem perfil hidrodinâmico), possui crista na elevação 718,95 m e conta com uma calha lisa, seguida de uma estrutura de dissipação de lançamento, semelhante a um salto esquí. Considerando-se um comprimento igual a 82,65 m, calculou-se um nível máximo maximorum para TR=1.000 anos igual a 723,62 m e para o TR=10.000 anos, 724,37 m. A seção hidráulica do vertedouro é mostrada na figura abaixo.

Figura 9 –Seção típica do vertedouro da barragem da PCH Celso Ramos



O segmento direito da barragem é dotado de um descarregador de fundo constituído por uma estrutura de concreto provida de um vão, cujo fechamento é feito por meio de uma comporta vagão. A comporta é acionada eletricamente por meio de um mecanismo constituído de motor elétrico, redutor, polia e cabo de aço, instalado sobre a estrutura do descarregador, sendo a polia fixada em um pilar de concreto sobre a estrutura. O mecanismo permite também acionamento manual por meio de volante com manivela. A soleira vertente possui uma curva de descarga tabelada e graficada, as quais estão apresentadas na Figura 10 e no Quadro 2.

Figura 10 - Curva de Descarga do vertedouro da PCH Celso Ramos.



Fonte: ISB, 2022 – documento ISB-6090-UCR-005-02.

Quadro 2 - Curva de Descarga tabelada do vertedouro da PCH Celso Ramos.

NA Mont. (m)	Vazão (m³/s)
718,95	0,00
719,01	1,67
719,07	4,85
719,19	14,41
719,43	40,14
719,75	86,30
720,25	178,54
720,75	290,54
721,25	419,15
721,75	562,32
722,25	718,60
722,75	886,88
723,05	993,22
723,50	1494,98
724,00	1758,31
724,50	2037,70
725,00	2332,68
725,30	2516,97

Fonte: ISB, 2022 – documento ISB-6090-UCR-005-02.

5.3. Circuitos Hidráulicos de Adução

A tomada d'água da Casa de Força 01 é incorporada à barragem na ombreira esquerda. A estrutura é dotada de grades metálicas e comportas-vagão metálicas. As comportas são movidas por meio de mecanismos acionados eletricamente, cada um constituído de motor elétrico e cremalheiras. A comporta vagão tem dimensões de 4,50 x 3,60 m.

A tomada d'água da Casa de Força 02, por sua vez, é suprida por um canal de adução na ombreira esquerda, com cerca de 374,65 m de comprimento e 6,00 m de largura e 4,80 m de profundidade em relação ao NA normal de montante, além de dique para proteção de cheias. Nessa estrutura há um conjunto de grades de proteção contra detritos, equipamentos limpa-grades e comporta ensecadeira de 3,30 m de largura por 4,20 m de altura.

O conduto de adução de baixa pressão da casa de Força 01 é constituído de tubulação em aço com revestimento em concreto, de seção circular com diâmetro de 3,60 m, e percorrem cerca de 67 m, superficialmente. Esse conduto direciona os volumes regularizados para dois condutos forçados metálicos, com comprimento de 57 m e de diâmetro de 2,05 m, tendo, na transição, uma chaminé de equilíbrio metálica utilizada para absorver as oscilações de pressão decorrentes de eventos transitórios causados por rejeições de carga ou fechamento abrupto das válvulas hidráulicas de retenção junto à Casa de Força 01. A chaminé de equilíbrio, ao final da tubulação adutora de baixa pressão, é metálica, com um diâmetro de 0,70 m e uma altura de 15 m. Os condutos das unidades 1 e 2 utilizam a mesma chaminé de equilíbrio e possuem diâmetros iguais, de 2,05 m e comprimento total de 46 m.

O conduto forçado da Casa de Força 02 é metálico e ancorado em blocos de concreto, com 3,30 m de diâmetro e se desenvolve a céu aberto em uma extensão de 112,65 m até a bifurcação de derivação das unidades geradoras. Após a bifurcação os condutos apresentam diâmetros de 2,25 m e os segmentos possuem 25,00 m de comprimento cada e contam com válvula borboleta.

As figuras a seguir mostram as instalações dos condutos das tomadas d'água.

Figura 11 - Conduto forçado das unidades 1 e 3 – Casa de Força 01



Figura 12 - Conduto forçado das unidades 3 e 4 e Casa de Força 02.

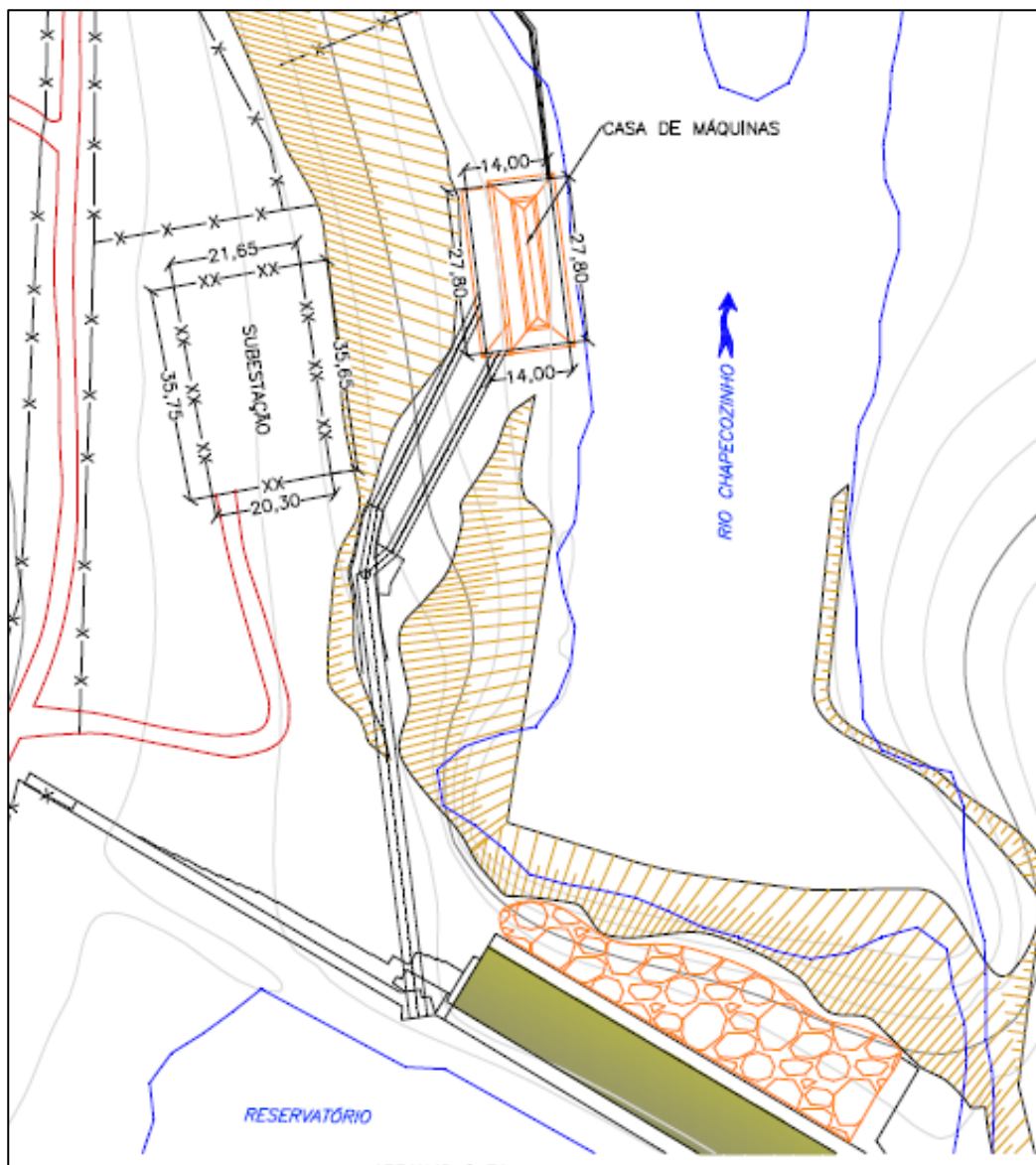


5.3.1. Casas de Força

A Casa de Força 01 compõe-se de estrutura em concreto armado e alvenaria comum, abrigando as 2 (duas) unidades geradoras e todo o sistema auxiliar mecânico e elétrico da usina. O Canal de Fuga restitui as vazões turbinadas ao leito natural do Rio Chapecozinho. A Casa de Força 01 é mostrada na Figura 13 e Figura 14.

A Casa de Força 02, mostrada na Figura 15, foi concluída em 2021 e permitiu a ampliação da capacidade da PCH Celso Ramos de 5,8 MW para 13,9 MW, com a adição de duas novas unidades geradoras.

Figura 13 - Casa de Força 01 - Levantamento Cadastral



Fonte: PROSUL, 2017 – documento 5062-CEL-6C-DECF-001.

DS
SJS

Figura 14 - Casa de Força 01.



Fonte: CELESC, 2019.

Figura 15 - Casa de Força 02.



5.4. Equipamentos Eletromecânicos

As unidades geradoras da PCH Celso Ramos são discriminadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Dados das turbinas da PCH Celso Ramos

Casa de força 01 – unidades 01 e 02	
Quantidade	02 (duas)
Tipo	Francis Horizontal Simples
Potência total instalada	5,615 MW
Queda Bruta Máxima	33,60 m
Casa de Força 02 – unidades 03 e 04	
Quantidade	02 (duas)
Tipo	Kaplan S Horizontal de Montante
Potência total instalada	8,30 MW (4,15 MW/unidade)
Queda Bruta Máxima	33,84 m

Fontes: PROSUL, 2015 – documento 5062-CEL-6C-MPBA-001-01-15

ESTELAR, 2018 – documento 2233-CCR-2G-RTGE-001-01-18

As instalações de geração da PCH Celso Ramos estão conectada ao Sistema Interligado Nacional pela subestação de Faxinal dos Guedes, através de uma linha de 69 kV.

6. ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADES NO PAE

6.1. Responsabilidades do Empreendedor

O Empreendedor é o agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a(as) barragem(ns) e o(s) reservatório(os) ou que explore a(as) barragem(ns) para benefício próprio ou da coletividade. É o responsável por elaborar documentos relativos à segurança da(as) barragem(ns), bem como por implementar as recomendações contidas nesses documentos e atualizar o registro das barragens de sua propriedade, ou sob sua operação, junto às entidades fiscalizadoras.

No âmbito do PAE, cabe ao Empreendedor:

- a) providenciar a elaboração e atualizar o PAE;
- b) promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- c) participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e órgãos de defesa civil;
- d) designar formalmente um coordenador para executar as ações do PAE;
- e) detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de resposta;
- f) declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
- g) executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- h) garantir e implementar o alerta e notificação a população potencialmente afetada na ZAS;
- i) notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;
- j) emitir declaração de encerramento da emergência;
- k) providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência;
- l) em conjunto com as autoridades competentes, tais como o órgão ambiental e a Defesa Civil, o cumprimento de ações, durante situação de emergência, que visem garantir a integridade da população impactada;
- m) informar e sensibilizar os públicos potencialmente afetados pelos possíveis impactos decorrentes da operação de seus empreendimentos;
- n) promover os canais de diálogo com as autoridades e população potencialmente afetada;

^{DS}
SJS

6.1.1. Responsabilidades do Coordenador do PAE

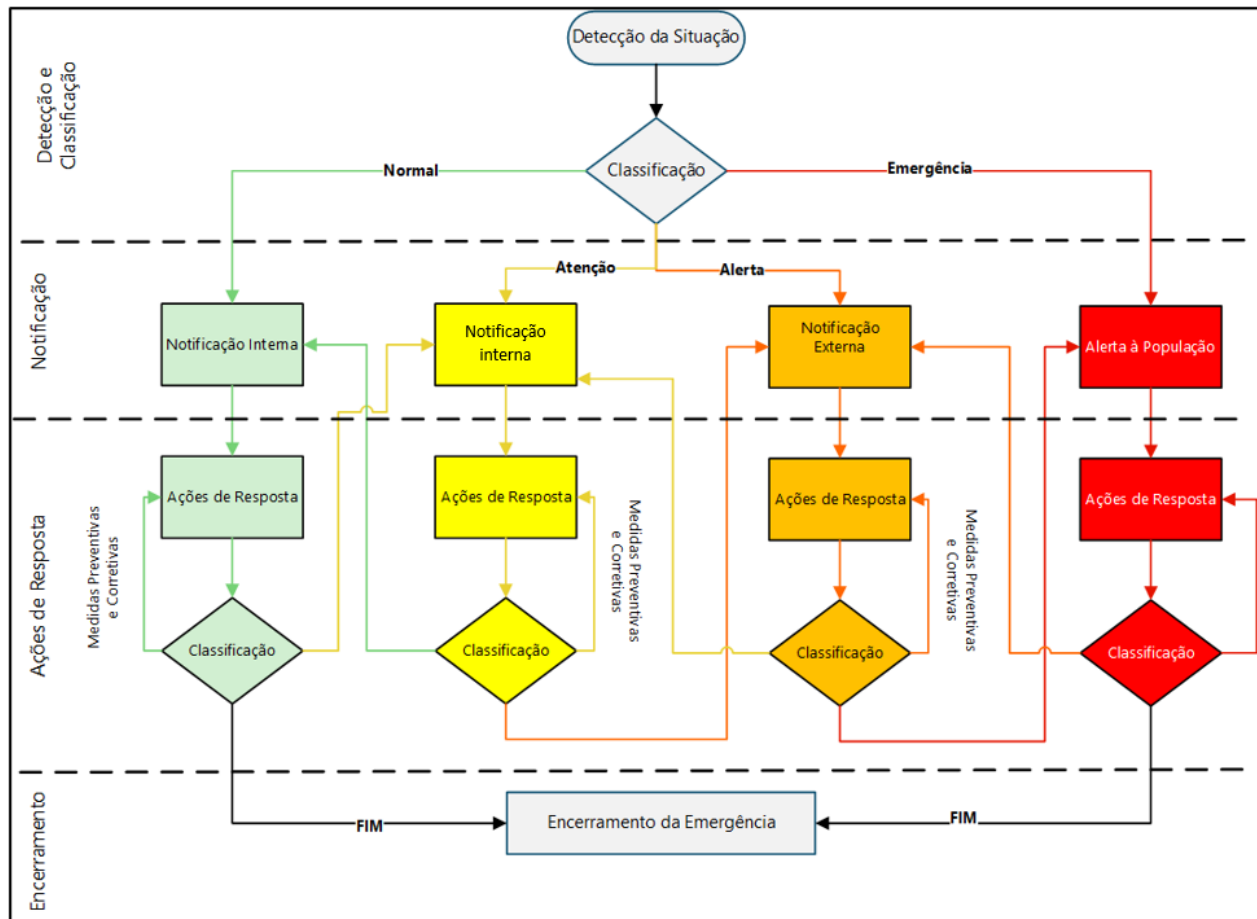
As ações a que se referem os pontos e), f), g), h), i), j) e k) serão delegadas ao Coordenador do PAE, designado pelo responsável legal. O Coordenador do PAE, é, portanto, o responsável por coordenar as ações descritas no PAE, devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência em potencial da barragem.

Em particular, o Coordenador do PAE tem a função de assegurar as quatro etapas de ações após a detecção de uma circunstância excepcional ou situação anômala, a saber:

- detecção e classificação;
- comunicação, notificação e alerta;
- ações de resposta (monitorar a situação, observar a barragem, implementar medidas preventivas e corretivas);
- encerramento.

Em caso de não presença do Coordenador do PAE em uma situação de emergência, o responsável legal do empreendedor designará outra pessoa para o exercício dessa função. As ações que o Coordenador do PAE deve implementar em cada etapa são apresentadas resumidamente na Figura 16.

Figura 16 - Fluxograma de Ações a Implementar pelo Coordenador do PAE



6.1.2. Responsabilidades da Equipe Técnica

É responsabilidade da equipe técnica do Departamento de Operação e Manutenção, designadas nos Planos de Segurança das Barragens da PCH Celso Ramos, a execução de atividades inerentes à operação (inspeções rotineiras, turbinagem, sistema de drenagens, abertura de comportas, nível do reservatório, borda livre) e manutenção das estruturas, de forma a manter as instalações da Usina em condições regulares de operação.

Os operadores devem ainda, quando detectarem situações anômalas, informar o coordenador do PAE para que sejam tomadas providências para avaliação mais aprofundada e, se necessário, tomada de medidas corretivas/preventivas e acionamento das ações previstas no PAE.



6.2. Entidade Fiscalizadora

Para as barragens destinadas a estruturas de aproveitamento hidroelétrico, cabe a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL o papel de órgão fiscalizador. Nesse sentido, a ANEEL deve:

- estabelecer a periodicidade, as qualificações mínimas da equipes técnicas responsáveis, o conteúdo mínimo e o grau de detalhamento dos documentos relativos à segurança de barragens. Atualmente, essas regras estão descritas na Resolução Normativa 696/2015;
- manter o cadastros das barragens sob sua jurisdição, com identificação dos empreendedores, para fins de incorporação ao SNISB – Sistema Nacional de Informação sobre Segurança de Barragens;
- exigir do empreendedor a Anotação de Responsabilidade Técnica, por profissional devidamente habilitado, dos estudos, projetos, construção, inspeções e demais documentos correlatos à legislação vigente acerca da segurança de barragens aplicáveis aos empreendimentos;
- exigir do empreendedor o cadastramento e a atualização das informações relativas à(às) barragem(ns) no SNISB;
- as Entidades fiscalizadoras deverão informar imediatamente à autoridade licenciadora do SISNAMA e aos órgãos de Defesa Civil a ocorrência de acidente ou desastres nas barragens sob sua jurisdição, bem como qualquer incidente que possa colocar em risco a segurança da estrutura;

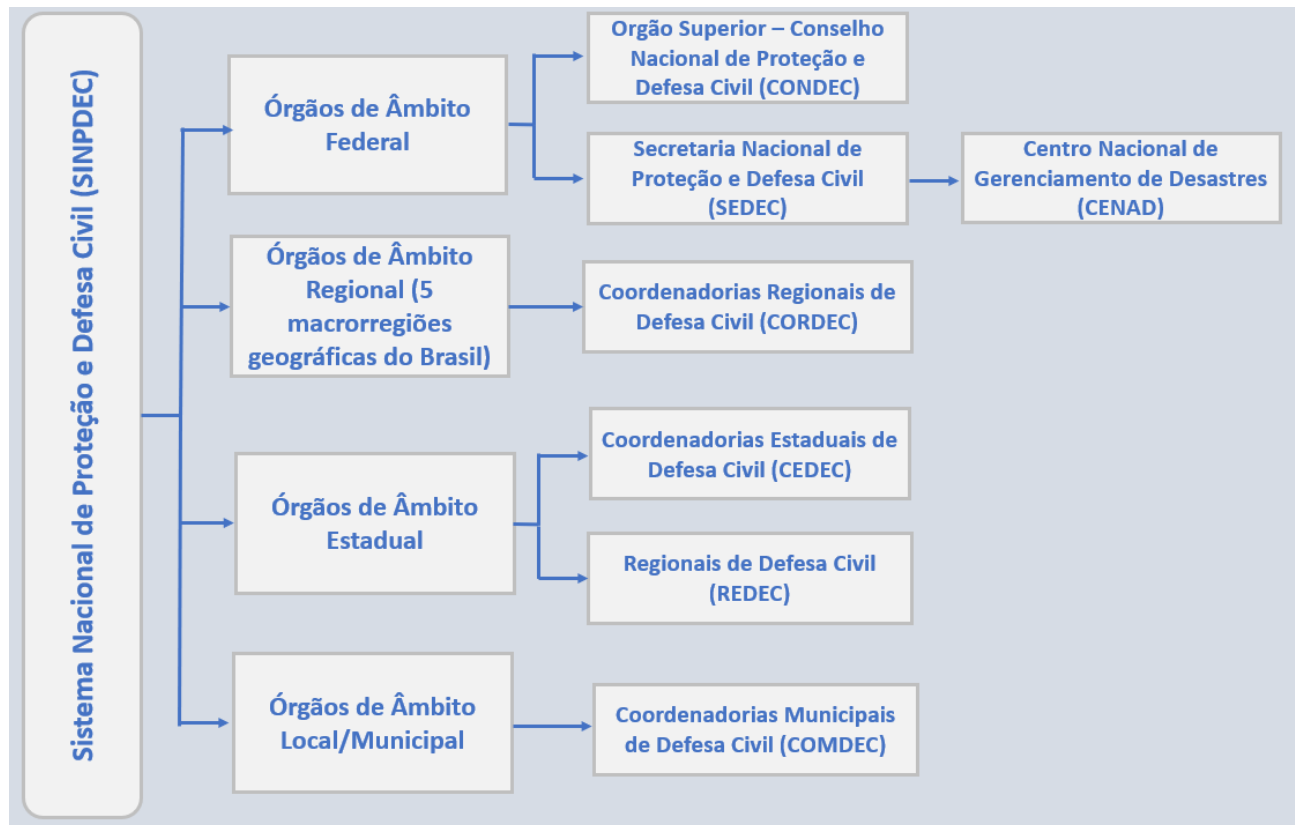
6.3. Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

A gestão do risco, no que diz respeito à população que reside nos vales com barragens, envolve a participação de um maior número de instituições. Tipicamente, as responsabilidades deste sistema relacionam-se com o alerta, a evacuação e a sensibilização e educação das populações no que diz respeito a atuação em emergências.

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), que atua na redução de desastres, é o responsável pelo alerta da população fora das zonas de autossalvamento e pela evacuação da mesma no vale a jusante, bem como pela integração e coordenação com as demais entidades de segurança pública para salvaguarda da população, patrimônio e meio ambiente, e

quando se configurar necessidade. A Figura 17 apresenta a organização esquemática do SINPDEC.

Figura 17 - Organização Esquemática do SINPDEC



As entidades componentes do SINPDEC e de segurança pública são representadas por:

Nível Federal:

- Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONDEC);
- Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC);
- Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD).

Nível Estadual – Santa Catarina:

- Secretaria do Estado de Defesa Civil;
- Secretaria do Estado da Saúde;
- Secretaria de Infraestrutura;
- Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina – IMA;
- Polícia Militar de Santa Catarina – PMSC;
- Corpo de Bombeiro Militar – SC.

Nível Municipal – Faxinal dos Guedes e Ouro Verde

- Prefeituras municipais;
- Secretarias municipais de saúde;
- Corpo de Bombeiros;
- Polícia Civil;
- Postos de Saúde e unidades hospitalares.

^{DS}
SIDS

7. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE RISCO E EMERGÊNCIA

É considerada uma situação de emergência qualquer ocorrência gerada por eventos de origem natural ou antrópica, que, em combinação com a resposta da barragem, pode originar anomalias na estrutura e, nos casos mais extremos, podem ocasionar a ruptura da barragem, levando a liberação súbita do volume de água armazenado.

Em todo tipo de estrutura de barramentos existe o risco de falha que pode caracterizar uma situação de emergência. Anomalias presentes nas estruturas que não são sanadas, equipamentos hidromecânicos em mau funcionamento, dispositivos de descarga de vazão excedente mal dimensionados ou obstruídos, são alguns exemplos destas falhas. A legislação para barragens define nível de emergência quando as anomalias representam risco de ruptura iminente, exigindo então providências para prevenção e mitigação dos danos humanos ou materiais.

7.1. Causas de Defeitos em Barragens

Dentre as principais causas de falhas em barragens, pode-se relacionar as mesmas em virtude de problemas oriundos de:

Projeto

- Subestimação da informação necessária para elaborar os projetos;
- Levantamentos de Campo, hidrológicos, geológicos e topográficos.
- Deficiente avaliação da vazão de projeto;
- Insuficiente capacidade de vazão (dimensionamento inadequado ou solução);
- Deficiente concepção e/ou dimensionamento das estruturas de dissipação de energia (saltos de esqui, bacias de dissipação, condições de restituição) critérios de projeto;
- Critérios de projeto inadequados ou obsoletos;

Implantação do empreendimento

- Deficiência na fiscalização e construção;
- Procedimentos inadequados de execução;

Manutenção e Operação

- Mau funcionamento ou deficiente operação das comportas – falta de Inspeção;
- Envelhecimento dos materiais – falta de Inspeção;
- Deficiências de operação – falta de Inspeção;

DS
SIDS

- Má manutenção das estruturas e equipamentos - falta de Inspeção.

Atualização/ revisões das condições iniciais

- Ocorrência de alterações no regime hidrológico (alterações na bacia hidrográfica, alterações climáticas, vazão de projeto);

7.2. Identificação e notificação de mau funcionamento

Situação caracterizada quando os equipamentos hidromecânicos e estruturas de descarga de vazão excedentes não estiverem funcionando em plenas condições, bem como problemas e falhas na infraestrutura necessária para a operação das barragens, como alimentação de energia elétrica, comunicação, veículos, ferramentas, etc.

Serão consideradas condições de mau funcionamento:

- Falhas no acionamento das comportas e demais hidromecânicos;
- Vazamentos em comportas;
- Falha na leitura de nível dos reservatórios;
- Falta de alimentação de energia para operação dos equipamentos;
- Falta de comunicação entre barragens, casa de força e centro de operação;
- Falta de veículos para acessar as barragens;
- Obstruções, deslizamentos, quedas de barreira nos acessos internos.

Sendo identificado algum dos itens acima ou outros que venham a impedir o pleno funcionamento das barragens, deverá ser emitida notificação para o centro de operação, que encaminhará a mesma para o responsável técnico da barragem. A ficha de notificação de mau funcionamento está apresentada no Anexo I.

7.3. Identificação e notificação de condições potenciais de ruptura

As barragens deverão ser periodicamente verificadas, observando a condição de segurança dentro de sua normalidade e identificando situações que possam colocar a estrutura em condições potenciais de ruptura, quer sejam em virtude de ocorrências de eventos hidrológicos extremos ou em função do desenvolvimento e posterior evolução de outras anomalias nas estruturas do barramento.

As equipes locais de conservação e manutenção, bem como o próprio centro de operação deverão estar atentas para anomalias que possam aparecer na barragem. De acordo com a

anomalia identificada e nível de segurança associado, deverão ser tomadas ações para amenizar e/ou corrigir o problema o mais rápido possível, diminuindo impactos que possam ser gerados.

Estes níveis de segurança podem ocorrer individualmente para cada barragem da usina ou conjuntamente em mais de uma das estruturas. Cabe ao Coordenador do PAE a classificação do nível de segurança. Nos itens a seguir são estabelecidos os níveis de resposta correlatos às situações anômalas e de mau funcionamento, assim como as ações a implementar para cada nível de resposta.

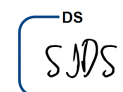
7.4. Níveis de Resposta

A classificação do nível de resposta deve ser feita de acordo com as características gerais de cada situação de emergência em potencial na barragem. O Quadro 4 apresenta a classificação genérica das situações com seus respectivos níveis de resposta.

Quadro 4 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas

Nível de resposta 0	<p>Normal (verde): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem, mas devam ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;</p>
	<p>Caracterização: situações de incidente declarado ou previsível, com as seguintes características:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Serem estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo; b) Situações de mau funcionamento sem comprometimento da operação ou às estruturas; c) Poderem ser controladas pelo Empreendedor; d) Poderem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante. e) Uma potencial situação de ruptura pode estar se desenvolvendo;
Nível de Resposta 1	<p>Atenção (amarelo): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas;</p>
	<p>Caracterização: situações que impõem um estado de atenção na barragem e/ou no vale a jusante. As características principais são:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) A situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; b) Lançamento de vazões elevadas por necessidade excepcional de rebaixamento do nível do nível do reservatório; c) Mau funcionamento das estruturas de descarga que ocasionem restrição na capacidade de extravasamento; d) Existe a convicção de ser possível controlar a situação, embora o coordenador do PAE possa vir a necessitar de assistência especial de entidades externas; e) Existe a possibilidade de a situação se agravar e de se desenvolverem efeitos perigosos no vale a jusante sobre pessoas e bens; f) Uma potencial situação de ruptura está piorando;
Nível de Resposta 2	<p>Alerta (laranja): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, no curto prazo, devendo ser tomadas providencias para a eliminação do problema;</p>
	<p>Caracterização: Situações que impõem um estado de alerta geral na barragem. As características principais deste nível de resposta são as seguintes:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) A situação tende a progredir rapidamente, podendo não existir tempo hábil para a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; b) Admite-se não ser possível controlar o acidente, tornando-se indispensável a intervenção de entidades externas; c) Existe a possibilidade de a situação se agravar com a ocorrência de consequências muito graves no vale a jusante. d) Situação de ruptura iminente;
Nível de Resposta 3	<p>Emergência (vermelho): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem ocasionam a ruptura total ou parcial do barramento, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem.</p>
	<p>Caracterização: Situação de catástrofe inevitável, incluindo o início da ruptura da barragem. Neste nível a ruptura já é visível ou constitui uma realidade a curto prazo.</p>

A classificação do nível de resposta é feita com base na observação ou inspeção aos diferentes componentes das estruturas (que permitem a detecção de “sinais” – indicadores qualitativos – de eventuais anomalias de comportamento) e/ou através da análise dos resultados da exploração da instrumentação existente na barragem (baseando-se na definição de bandas de variação para grandezas observadas consideradas representativas do estado da obra – indicadores quantitativos). O Quadro 5 traz as ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas que podem ocorrer, associadas aos possíveis cenários e níveis de resposta resultantes. Em seguida, o Quadro 6 e o Quadro 7 trazem a classificação do nível de resposta de acordo com indicadores qualitativos detectáveis por inspeção visual.



DS
SJS

Quadro 5 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Cheias	<ul style="list-style-type: none"> Aumento excessivo do nível de água no reservatório Galgamento 	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e escoamento afluente
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura da barragem Inoperacionalidade dos órgãos extravasores Perda de borda livre Trincas e fissuras nas estruturas de concreto Deslizamento nos taludes da barragem Deslizamento de encostas 	<ul style="list-style-type: none"> Quando da ocorrência de sismos (sentidos por pessoas na área da barragem, notificados pela imprensa ou boletins emitidos por observatórios sismológicos da rede sismológica brasileira para a área da barragem) Nível de respostas estabelecido conforme avaliação visual (danos / patologias) das estruturas após a ocorrência do sismos
Falha de órgãos extravasores ou de equipamento de operação	<ul style="list-style-type: none"> Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório Redução da capacidade de vazão Galgamento 	<ul style="list-style-type: none"> Qualquer redução da capacidade extravasora ocasionará alteração para o nível de resposta superior àquele que se encontrar a barragem; Nível de resposta inicial conforme carta de risco – função do NA no reservatório; Vermelho (no caso de ocasionar galgamento)
Falha dos sistemas de notificação e alerta	<ul style="list-style-type: none"> Impossibilidade de notificação 	<ul style="list-style-type: none"> Verde (operação em regime normal, sem tendência de elevação do NA)
	<ul style="list-style-type: none"> Impossibilidade de alerta 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo / Laranja (operação em regime de atenção e/ou com tendência de elevação do NA)
Falha da instrumentação	<ul style="list-style-type: none"> Falta de dados de observação Dificuldade em avaliar a situação da barragem 	<ul style="list-style-type: none"> Verde, se a situação puder ser avaliada por inspeção visual Amarelo, impossibilidade de avaliação visual
Anomalias relacionadas com o comportamento estrutural, a fundação e os materiais	<ul style="list-style-type: none"> Fendilhação, infiltrações no corpo da barragem e fundação e movimentos diferenciais Fenômenos de deterioração no concreto Instabilidade estrutural, risco de ruptura Variação de deslocamentos horizontais e verticais, movimentos de juntas, vazões e subpressões 	<ul style="list-style-type: none"> Deve ser avaliada por especialista Indicadores quantitativos sempre que possível

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Deslizamentos de encostas	• Obstrução dos órgãos extravasores	• Amarelo
	• Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	• Verde / Amarelo
	• Galgamento	• Laranja / Vermelho
Ação criminosa Sabotagem Ameaça de bomba Ato de guerra	<ul style="list-style-type: none"> • Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório • Perda de borda livre e consequente galgamento • Instabilização de taludes • Perigo de instabilidade ou ruptura 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarelo • Laranja • Vermelho
Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da qualidade da água • Poluição do ar ou do solo 	• Verde
Impactos negativos para o ecossistema	• Possibilidade de afetação da qualidade da água	• Verde
Incêndios florestais	• Possibilidade de afetar a funcionalidade da barragem	• Verde
	• Possibilidade de afetar a segurança da barragem	• Amarelo
Fatores de risco na casa de força, sala de emergência e pontos nevrálgicos, acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo	• Danos pessoais	• Verde
	• Danos materiais	
	• Eventual impossibilidade de operar à distância órgãos de manobra	• Verde (pode afetar a funcionalidade)
	• Eventual impossibilidade de notificação e de alerta	• Amarelo (pode afetar a segurança)

Quadro 6 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
RESERVATÓRIO	Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de afetação da qualidade da água Possibilidade de poluição do ar ou do solo 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar a origem do derrame/descarga Determinar a dimensão e natureza da descarga (por exemplo: diesel, óleo, lixos etc.) Avaliar os impactos da descarga Notificação interna para DVMM – Divisão de Meio Ambiente da Geração Estimar o esforço e equipamento necessário para conter os produtos da descarga 	Verde / Amarelo
	Impactos negativos para peixes ou vida selvagem	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de afetação da qualidade da água 	<ul style="list-style-type: none"> Proceder à remoção dos eventuais animais mortos Identificar a origem dos impactos Notificação interna para DVMM – Divisão de Meio Ambiente da Geração 	Verde / Amarelo
	Sedimentos afluentes	<ul style="list-style-type: none"> Obstrução das comportas e tubulações de sucção de água 	<ul style="list-style-type: none"> Desobstrução das comportas Melhorias a nível da conservação do solo da bacia hidrográfica 	Amarelo
	Escorregamento de taludes	<ul style="list-style-type: none"> Geração de ondas que conduzem a potenciais galgamentos da obra Obstrução do vertedouro Obstrução da descarga de fundo/tomada de água 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de estabilização de taludes Rebaixamento do nível de água no reservatório Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos 	Amarelo / laranja

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
CORPO DA BARRAGEM	Subida do nível de água acima do Nível Máx. Maximorum devido a cheias superiores à cheia de projeto	<ul style="list-style-type: none"> Potencial galgamento da obra além dos níveis seguros 	<ul style="list-style-type: none"> Rebaixamento do nível de água no reservatório (operação de órgãos de descarga) Observação constante 	Laranja / Vermelho
	Movimentos, fissuras e trincas Erosões Zonas úmidas e/ou ressurgências nos taludes/paramentos de jusante ou na inserção da barragem na fundação; Patologias nas estruturas de concreto;	<ul style="list-style-type: none"> Perda de borda livre Erosão ou infiltração interna Instabilidade do corpo do maciço Instabilidade global maciço ou interface maciço-fundação; 	<ul style="list-style-type: none"> Rebaixamento do nível de água no reservatório Obras de reabilitação a definir consoante o tipo e magnitude do problema (por exemplo: alteamento da crista, rebaixamento da soleira, execução de bermas estabilizadoras e de drenagem a jusante, obras de impermeabilização a montante etc.) Observação constante 	Verde a Vermelho
OMBREIRAS DA BARRAGEM	Ressurgências nas ombreiras	<ul style="list-style-type: none"> Carreamento de material fino / erosão nas interfaces do maciço com ombreiras, e fundação 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante Observação constante Avaliar conforme planos específicos Anexos V.11 ou V.13 	Verde a Laranja
TOMADA D'ÁGUA E DESCARGAS DE FUNDO	Deterioração das paredes da galeria ou estrutura de suporte dos condutos; Deterioração do conduto; Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água	<ul style="list-style-type: none"> Instabilidade estrutural da galeria ou estrutura de suporte dos condutos Perda de estanqueidade da galeria Erosão interna do aterro Perda da capacidade de descarga 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria Reforço estrutural da galeria Substituição dos trechos de conduto danificados Observação constante 	Verde a vermelho

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
VERTEDOURO	Movimentos, erosões, fissuras, fendas Deposição de materiais/obturação	<ul style="list-style-type: none"> Alterações químicas do concreto Instabilidade estrutural Modificação das condições de escoamento 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de reabilitação Intervenções de limpeza/ reposição das condições de escoamento Reforço estrutural Observação 	Verde a vermelho
	Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação	<ul style="list-style-type: none"> Potencial instabilidade estrutural da bacia Erosão do pé da barragem 	<ul style="list-style-type: none"> Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outro tipo de obras Proteção do pé da barragem Observação 	Amarelo a vermelho
INSTRUMENTAÇÃO	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente da instrumentação	<ul style="list-style-type: none"> Ocorrência de funcionamentos anômalos do corpo da barragem e/ou fundação, associados às grandezas em observação, sem possibilidade de detecção. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de reabilitação e/ou substituição da instrumentação Reforço da atividade de inspeção de segurança 	Verde / amarelo
EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente	<ul style="list-style-type: none"> Prejuízo à operação de aproveitamento hidroelétrico ou à captação d'água 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de reabilitação e/ou substituição de componentes 	Verde / Amarelo

Quadro 7 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela instrumentação de auscultação

Dispositivos	Grandeza	Situação	Cenários possíveis de incidentes/acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Réguas Limnimétricas	Nível do Reservatório	<ul style="list-style-type: none"> Incremento/decaimento importante e/ou inesperado e/ou rápido, não associado às condições pluviométricas e/ou meteorológicas; 	<ul style="list-style-type: none"> Piping na fundação; Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação (bacia de sedimentos de fundo); Instabilização do de estruturas pela redução rápida na parcela de empuxo passivo; 	<ul style="list-style-type: none"> Operação hidráulica do reservatório, aumentando ou diminuindo a vazão captada/efluente, conforme necessidade; Imediata investigação das causas; Obras de reabilitação envolvendo a região da fundação e/ou corpo do barramento; Intensificação da observação; 	Laranja
Marcos superficiais nas estruturas de concreto	Movimentos superficiais	<ul style="list-style-type: none"> Incremento importante dos recalques (comparar com os níveis do reservatório, se ocorrerem variações recentes e a que taxa, analisar níveis piezométricos) Incremento importante dos deslocamentos horizontais (verificar se ocorrerem alterações dos níveis do reservatório e a que taxa) 	<ul style="list-style-type: none"> Erosão ou infiltração interna Degradação das estruturas Instabilidade global do maciço ou interface maciço-fundação Recalques/perda de borda livre Galgamento/erosão externa Abatimentos/perda de borda livre/galgamento/erosão externa 	<ul style="list-style-type: none"> Obras de reabilitação (por exemplo, bermas estabilizadoras, reposição da cota da crista inicial, alteamento da crista etc.) Intensificação da observação 	Amarelo/laranja
Medidores de vazão de percolação	Vazão	<ul style="list-style-type: none"> Incremento importante das vazões totais (comparar com os níveis do reservatório, se ocorrerem variações recentes e a que taxa). Vazões medidas superiores às calculadas no projeto Material fino em suspensão carregados pelas águas de percolação 	<ul style="list-style-type: none"> Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação ou barragem Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos Colmatação de filtros e drenos Erosão interna 	<ul style="list-style-type: none"> Rebaixamento do nível do reservatório Drenagem Obras de reabilitação (por exemplo, reforço dos órgãos de impermeabilização, implementação de obras de drenagem e de proteção etc.) Intensificação da observação 	Amarelo/laranja

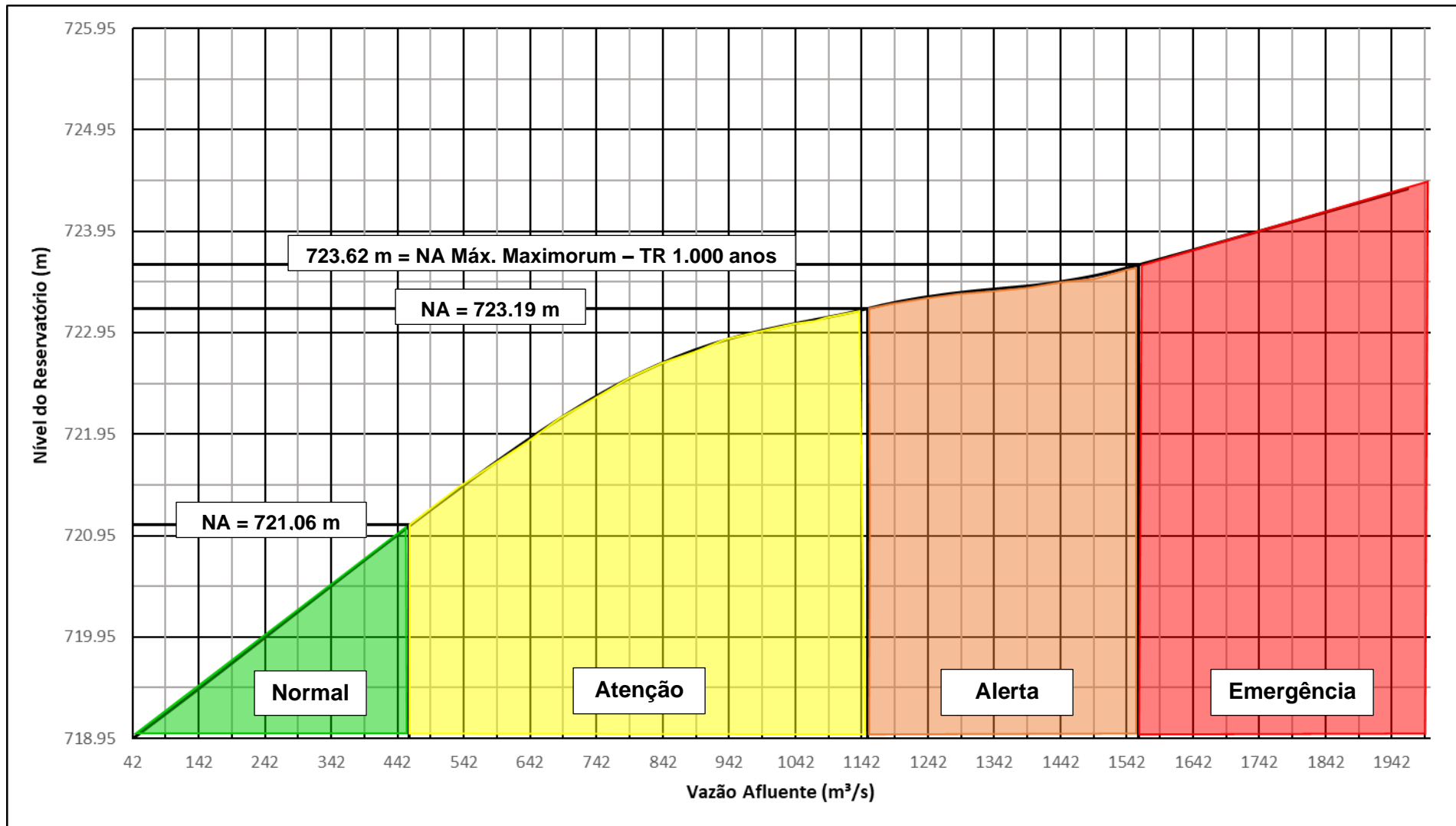
Assim, havendo a situação de cheia excepcional ou alguma anomalia que implique em risco iminente à barragem, o responsável técnico deve avaliar a situação e atribuir o nível de resposta correspondente, desencadeando o fluxograma de notificação e implementando as ações necessárias. Traz-se, no Quadro 8 e na Figura 18, a carta de risco da PCH Celso Ramos, relativa aos estados operacionais conforme condição hidrológica e/ou estrutural.

Quadro 8 - Carta de Risco da PCH Celso Ramos

Estado Operacional	Condições e Situações
0 – Verde (Normal)	<ul style="list-style-type: none"> • NA entre a elevação 718,95 m e 721,06 m • Monitorar a elevação de nível do reservatório e ocorrência de impactos de alagamentos à jusante;
1 – Amarelo (Atenção)	<ul style="list-style-type: none"> • NA entre a elevação 721,06 m e 723,19 m (TR 100 anos); • Monitoramento intenso das vazões afluentes e do NA do reservatório, manter equipes em prontidão; • Observação contínua de possíveis sinais e anomalias correlatas à rompimento estrutural;
2 – Laranja (Alerta)	<ul style="list-style-type: none"> • NA acima da elevação 723,19 m (TR 100 anos) e até 723,62 m (TR 1.000 anos – NA máx. maximorum); • Possíveis consequências graves de alagamentos no vale a jusante; • Intensificar o monitoramento quanto a progressão de possíveis sinais e anomalias ou iminência de rompimento estrutural; • Notificar autoridades e população a jusante e desencadear ações previstas no PAE;
3 – Vermelho (Emergência)	<ul style="list-style-type: none"> • NA subindo acima da elevação 723,62 m (NA máx maximorum), iminência de galgamento e enchentes extremas a jusante; • Ocorrência de ruptura por falha estrutural/anomalias, independentemente do nível do reservatório; • Desencadear ações e comunicações previstas no PAE;
<p>OBSERVAÇÃO: O Estado Operacional “3 – Vermelho” poderá ocorrer em qualquer situação hidrológica, em função de anomalias e situações excepcionais (sismos, desmoronamentos, etc.) e que podem levar ao comprometimentos estrutural das estruturas.</p>	

DS
SMS

Figura 18 - Gráfico: Carta da Risco da PCH Celso Ramos



7.5. Ações a Implementar

Quadro 9 - Nível de resposta verde: ações a implementar

Ação	Quando	Responsável	Como
<ul style="list-style-type: none"> Comunica o COG e coordenador do PAE, acerca da anomalia Registra data e hora do início da ocorrência. 	Assim que verificada a situação	Observador (operador / COG / equipe local)	Telefone e/ou pessoalmente
<ul style="list-style-type: none"> Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência Declara manutenção do nível de resposta Verde 	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Coordenador do PAE	Registro interno (e-mail e/ou planilhas de controle)
<ul style="list-style-type: none"> Notifica os recursos internos no sentido de manterem a normal operação, mas “intensificarem o monitoramento ou a observação” Quando justificável, promove contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas: para coletar informação das afluências, meteorológica ou sísmológica 	Após identificar nível de resposta	Coordenador do PAE	Telefone ou pessoalmente Faz registro formal por e-mail e/ou aplicativo de mensagens
<ul style="list-style-type: none"> Inspeção da barragem; Especifica medidas preventivas e/ou corretivas; Instrui a operação dos reservatórios de modo a manter a sua operação segura. 	Após identificar o nível de resposta	Coordenador do PAE e/ou equipes de operação designadas	Relatórios texto e fotográfico Mensagens operativas Especificações de serviços
<ul style="list-style-type: none"> Intensifica o monitoramento das afluências ou a observação da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários Registra todas as observações e ações 	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a ocorrência	DPOM e Coordenador do PAE	Telefone ou pessoalmente Registro por e-mail e/ou aplicativo de mensagens

Ação	Quando	Responsável	Como
<ul style="list-style-type: none"> • Implementa medidas preventivas e corretivas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ realiza descargas, no caso de cheias; ▪ controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-o de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas; ▪ eventualmente promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências. 	Durante a ocorrência	Chefe do DPOM	Execução das ações por meio de equipe própria e/ou terceirizada
<ul style="list-style-type: none"> • Verifica: <ol style="list-style-type: none"> i) se as medidas implementadas são eficazes ou se a situação deixa de evoluir; ii) se a situação evolui para o nível de resposta Amarelo. 	Após aplicação das medidas	Coordenador do PAE	<ol style="list-style-type: none"> i) Planilha de controle; ii) Aciona o fluxograma de notificação

Quadro 10 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
<ul style="list-style-type: none"> Comunica o COG e coordenador do PAE, acerca da anomalia Registra data e hora do início da ocorrência. 	Assim que verificada a situação.	Telefone ou pessoalmente	Observador (operador / COG / equipe local)
<ul style="list-style-type: none"> Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente Declara nível de resposta Amarelo 	Após detecção da anomalia ou ocorrência	<ul style="list-style-type: none"> E-mail. (registro) Notificação de mau funcionamento ou condição potencial de ruptura 	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Notifica as equipes internas: <ul style="list-style-type: none"> -no caso de cheias ou deslizamento iminente de encostas: notificação de estado de vigilância permanente – 24h/dia; -nos casos restantes: notificação no sentido de “intensificarem o monitoramento ou a observação” Quando justificável, buscar informações com entidades externas com responsabilidades instituídas para informação das afluências, sísmica ou meteorológica 	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente Registro por e-mail	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Implementa o monitoramento contínuo das afluências ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e alerta Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários 	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Telefone; Relatórios; E-mail;	Coordenador do PAE

Ação	Quando	Como	Responsável
<ul style="list-style-type: none"> Inspeção da barragem; Instrui a operação dos reservatórios; Instrui a realização de descargas em casos de cheia; Especifica medidas preventivas e/ou corretivas na estrutura da barragem. Caso necessário, promove o deslocamento de equipe especializada (terceira) para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas. 	Durante a situação	Telefone; Pessoalmente; Relatórios; E-mail;	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Implementa medidas preventivas e corretivas especificadas; 	Durante a situação	Execução das ações por meio de equipe própria e/ou terceirizada	Chefe DPOM
<ul style="list-style-type: none"> Notificação entre barragens a montante (para diminuição de descargas) e a jusante, se existentes; Caso a ocorrência se prolongue, faz o registro da mesma para constar no relatório do próximo ciclo de inspeção regular; 	Durante a situação	Telefone e registro por e-mail	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Verifica se as medidas implementadas são eficazes e se a situação retrocede para o nível de resposta Verde (elaborando o relatório de encerramento de eventos); 	Após aplicação das medidas	Relatório; Declaração de Encerramento; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Verifica se a situação evolui para o nível de resposta Laranja. 	Após aplicação das medidas	Relatório; Telefone; E-mail; Declaração de Início de Situação de Emergência Laranja	Coordenador do PAE

^{DS}
SJS

Quadro 11 - Nível de resposta laranja: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
<ul style="list-style-type: none"> Comunica o COG e coordenador do PAE, acerca da anomalia; Registra data e hora do início da ocorrência. 	Assim que verificada a situação.	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)	Observador (operador / COG / equipe local)
<ul style="list-style-type: none"> Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente Declara nível de resposta Laranja 	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Declaração de início de ocorrência E-mail. (registro)	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Notificas as autoridades de Defesa Civil estadual e municipal, com envio da notificação de início de ocorrência 	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente - 24h/dia Notifica Empreendedor (Responsável Legal) Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas, para informação sobre as afluência, sísmica ou meteorológica; Notifica a entidade fiscalizadora (ANEEL) 	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; Formaliza registro por e-mail	Coordenador do PAE e Chefe do DPOM
<ul style="list-style-type: none"> Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento não necessário para a gestão da emergência; Condiciona o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das afluências ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, gerador, dos Sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários 	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Telefone ou pessoalmente; Registro por e-mail	Chefe do DPOM

Ação	Quando	Como	Responsável
<p>Estabelece os canais de diálogo para:</p> <ul style="list-style-type: none"> informe de potencial risco à população a jusante e ZAS; prestação de informações úteis e auxílio a eventuais afetados pelo incidente; 	Durante e após a situação de alerta	Telefone ou pessoalmente; Registro por e-mail	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento dos níveis; Operação dos dispositivos de descarga; Registra as observações; 	Durante a situação de alerta	Relatório; E-mail; Sistema de monitoramento;	DPOM e COG
<ul style="list-style-type: none"> Instrui a realização de medidas preventivas e corretivas, tais como: <ul style="list-style-type: none"> abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até o limite máximo fisicamente possível, no caso de cheias ou deslizamento de encostas; Manutenção da máxima geração para rebaixamento do nível no caso de cheias e/ou deslizamento de encostas; deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do acidente e propor medidas. 	Durante a situação de alerta	Inspeção Local; Relatório; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Notificação entre entidades aplicáveis: <ul style="list-style-type: none"> Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante, se existentes; Órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros). Mantém o contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente; Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação; 	Durante a situação de alerta	Relatório; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE

DS
SJS

Ação	Quando	Como	Responsável
<ul style="list-style-type: none"> Implementa medidas preventivas e corretivas especificadas; 	Durante a situação	Execução das ações por meio de equipe própria e/ou terceirizada	Chefe DPOM
<ul style="list-style-type: none"> Aciona o sinal de descarga ou de aviso para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação da população na ZAS 	Durante a situação	Lista de contatos; Telefone; E-mail; Instruções ao COG;	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Avalia a necessidade e toma as medidas necessárias para execução de inspeção especial, conforme Resol. ANEL 696/2015; 	Durante e após a situação	Inspeção local; Equipes especializadas; Relatório;	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Verifica se as medidas implementadas são eficazes e se a situação retrocede para os níveis de resposta Verde ou Amarelo (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência); 	Após aplicação das medidas	Relatório; Declaração de Término de Situação de Alerta Reclassifica a situação; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Verifica se a situação evolui para nível de resposta Vermelho. 	Após aplicação das medidas	Relatório; Declaração de Início de Situação de Emergência Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE

Quadro 12 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
<ul style="list-style-type: none"> Comunica o coordenador do PAE e o COG acerca da situação. Registra data e hora do início da ocorrência. 	Assim que verificada a situação.	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)	Observador (operador / COG / equipe local)
<ul style="list-style-type: none"> Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente Declara nível de resposta Vermelho 	Após detecção da anomalia ou ocorrência	E-mail / registro formal	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Notificas as autoridades de Defesa Civil estadual e municipal, com envio da notificação de início de situação de emergência 	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; Registro oficial por e-mail	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente - 24h/dia Notifica Empreendedor (Responsável Legal) Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas, para informação sobre as afluições, sísmica ou meteorológica; Notifica a entidade fiscalizadora (ANEEL) 	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; Formaliza registro por e-mail	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento a não ser o estritamente fundamental para a gestão da emergência Veda o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem; Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, geradores, dos sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos (os estritamente fundamentais), bem como os recursos materiais e logísticos considerados necessários 	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de emergência	Telefone ou pessoalmente; Formaliza registro por e-mail	Coordenador do PAE e Chefe do DPOM

DS
SJS

Ação	Quando	Como	Responsável
<ul style="list-style-type: none"> Aciona os sistemas de notificação e alerta, desencadeando os fluxos de informações previstos para evacuação da população na ZAS e estruturas a jusante 	Durante a situação de emergência	Lista de contatos do PAE; Telefone; Sistemas de notificação; Registro por e-mail.	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento dos níveis; Operação dos dispositivos de descarga; Registra as observações; 	Durante a situação de emergência	Relatório; E-mail; Sistema de monitoramento;	DPOM e COG
<ul style="list-style-type: none"> Implementa medidas preventivas e corretivas: <ul style="list-style-type: none"> Procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso de cheias e deslizamento de encostas; Procede a parada total das casas de força e abertura dos poços de drenagem; Reduz o armazenamento ou esvazia o reservatório, no caso de sismos, anomalia do comportamento estrutural ou atos de guerra; Outras que se fizerem necessária; 	Durante a situação de emergência	Telefone ou pessoalmente; Instruções ao COG; Registro por e-mail.	Coordenador do PAE e Chefe do DPOM
<ul style="list-style-type: none"> Notificação entre entidades: <ul style="list-style-type: none"> Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante, se existentes; Órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros). Mantém o contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente; Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação; 	Durante a situação de emergência	Relatório; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Avalia a necessidade e toma as medidas necessárias para execução de inspeção especial, conforme Resol. ANEL 696/2015; 	Durante e após a situação	Inspeção local; Equipes especializadas; Relatório;	Coordenador do PAE

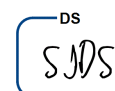
DS
SJS

Ação	Quando	Como	Responsável
<ul style="list-style-type: none"> Verifica se as medidas implementadas são eficazes e se a situação retrocede para o nível de resposta Laranja, Amarelo ou Verde; 	Após aplicação das medidas	Reclassifica o nível de segurança; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Se ocorre a ruptura e elabora o relatório de encerramento de eventos de emergência e envio às entidades envolvidas 	Após a aplicação das medidas e situação	Relatório Reuniões; E-mail Cartas/Comunicados.	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Emite os comunicados para a população afetada e autoridades, informando extensão e medidas adotadas pelo empreendedor para mitigação/correção dos danos; Operacionaliza os canais de diálogo para auxílio e prestação de informações à população afetada. 	Durante e após a situação de emergência	Relatório; Comunicados oficiais; E-mail;	Coordenador do PAE e Empreendedor

7.6. Plano de Ações Específicas para contingências

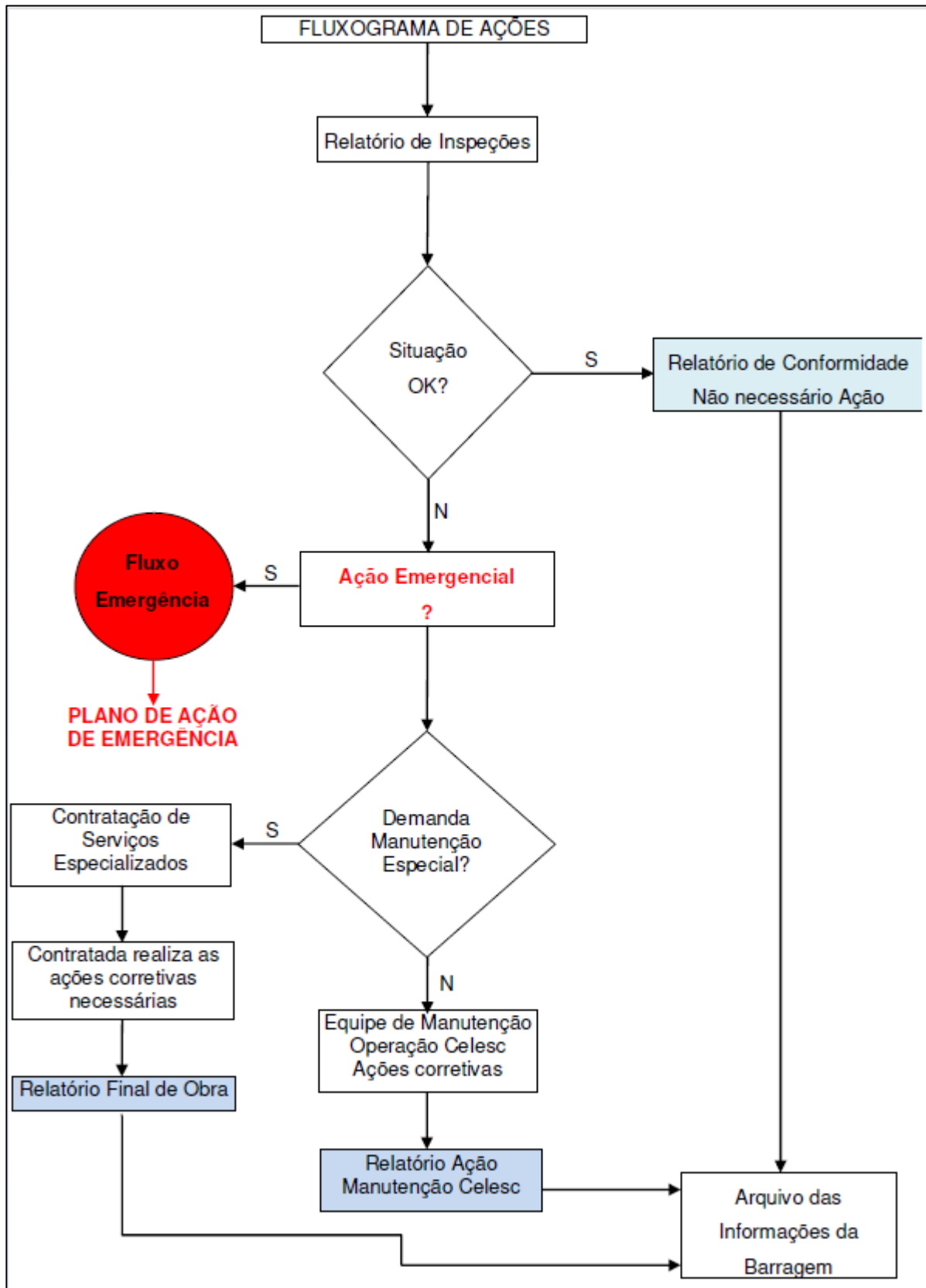
Apresenta-se, no ANEXO V, uma série de situações com as respectivas ações a serem implementadas no caso de sua ocorrência, a fim de prevenir ou retardar a ruptura, reduzir o dano a barragem ou, em último caso, resguardar vidas e propriedades. Algumas destas ações somente devem ser implementadas sob a orientação do Responsável Técnico da Barragem ou de outros profissionais de engenharia devidamente qualificados. Algumas destas situações podem ocorrer concomitantemente.

Com base nos manuais dos roteiros de inspeção e monitoramento da barragem estabelecidos no Plano de Segurança da Barragem da PCH Celso Ramos, a Figura 19 traz um fluxograma sintético do desencadeamento das ações com base nas situações constatadas, de modo que as ações corretivas e preventivas, quando não enquadradas em uma situação emergencial, devem ser endereçadas aos responsáveis técnicos da barragem e do Departamento de Operação e Manutenção (DPOM).



DS
SJS

Figura 19 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança



8. ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO

Relatório de Referência – ISB-6090-UCR-007-01

8.1. Contextualização

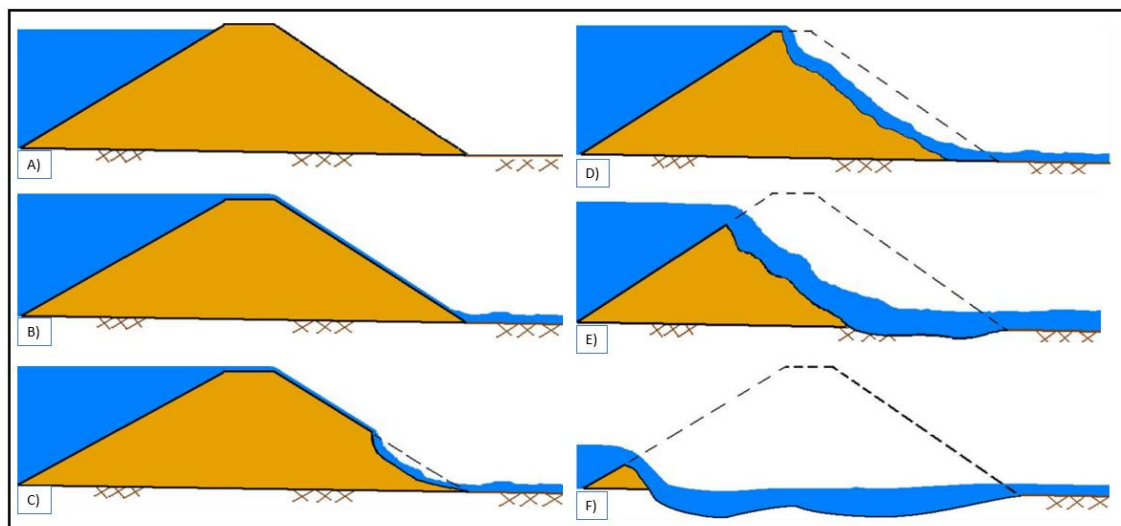
As simulações do estudo de rompimento da barragem da PCH Celso Ramos foram embasadas em manuais e estudos usualmente referenciados em estudos deste tipo. Dentre esses documentos se destaca o Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, especificamente o Volume IV – Guia de orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE (ANA, 2016). Entre outros, esse guia explora os cenários que devem ser considerados em estudos dessa natureza, bem como as principais causas de rupturas de barragens, que são mais bem descritas no próximo item.

Os mecanismos de falha que geram rompimentos de barragens podem ser divididos em diversos grupos. Majoritariamente, para barragens de armazenamento de água, os processos físicos que levam a rompimentos são divididos em galgamento (*overtopping*), erosão interna (*piping*), entre outros motivos possam dar início a um rompimento, como liquefação, falhas estruturais, efeitos sísmicos, ou ações de guerra. Abaixo se discorre sobre alguns desses processos.

8.1.1. Galgamento (overtopping)

Neste processo, ocorre o extravasamento da barragem pela ocorrência de um nível d'água no reservatório o qual supera a elevação do coroamento da barragem. Em geral, está associado a problemas no funcionamento de comportas ou a estimativas equivocadas de vazões de projeto e consequentes erros de dimensionamento de vertedouros, observando-se que a má capacidade de condução de vazões dessa estrutura de segurança está associada a cerca de um terço das ocorrências de galgamento observadas na história (FROEHLICH, 2008). O processo de galgamento pode também estar associado a eventos climáticos excepcionais que geram vazões maiores que as de dimensionamento de vertedouros de barragens, ou também a rupturas de barragens de montante (COSTA, 2019). Quando isso ocorre, em especial para barragens de terra, processos erosivos na estrutura podem começar a ocorrer, potencialmente resultando em perda de material que pode levar à instabilidade estrutural e consequente rompimento. A Figura 20 ilustra as etapas de ocorrência de ruptura ocasionada por galgamento em barragens de terra.

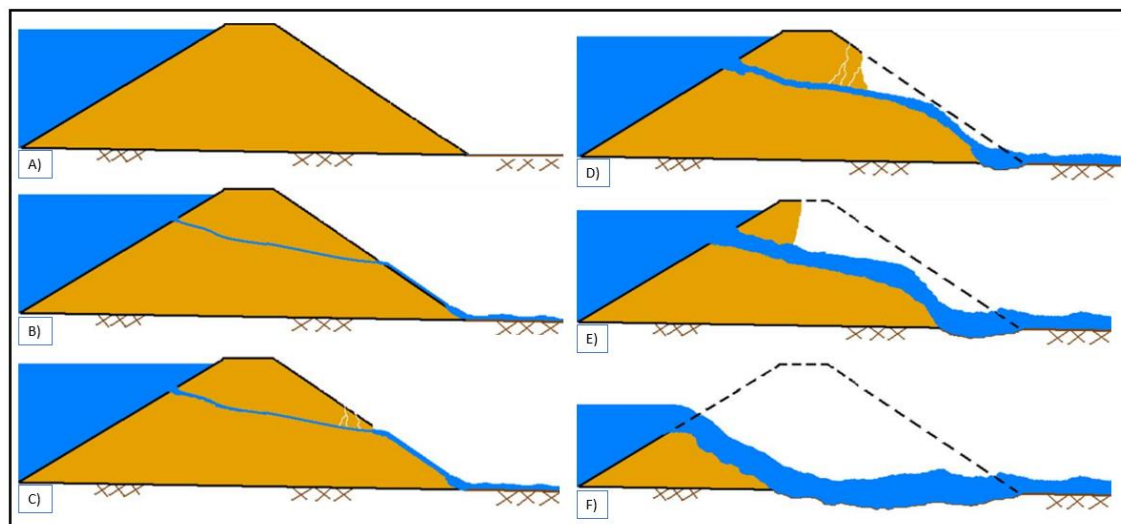
Figura 20 - Processo de ruptura por galgamento em barragem



8.1.2. Erosão interna (piping)

Já o processo de erosão interna tem potencial para ocorrer a qualquer altura do barramento, desde que haja transporte de partículas para jusante através do fluxo de percolação. O início do processo ocorre quando forças resistentes à erosão se tornam menores do que forças de percolação, ocorrendo perda de material de jusante para montante, associado ao fluxo de montante para jusante, conforme apresentado na Figura 21. Ao passo que a água vai se infiltrando internamente dentro o material mal compactado, pode passar a existir o carreamento de material para fora da barragem, dando origem ao primeiro caminho preferencial interno no maciço, que tem fim em um pequeno orifício no talude de jusante. Enquanto o material vai erodindo, orifícios maiores vão se formando a jusante da barragem, devido às velocidades de arraste do fluxo de água no local. Se o orifício de gerado for grande o suficiente, o peso do material acima dele pode ser muito grande para ser mantido, havendo então a queda e conseqüente perda de material no sentido de jusante para montante, o que pode resultar em orifícios ainda maiores, resultando na formação de uma brecha de ruptura

Figura 21 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem



8.1.3. Falha estrutural

Diversas são as estruturas existentes em uma barragem. Dentre elas pode-se citar, além do maciço, o vertedouro, comportas, torre de tomada d'água, galerias de acesso, descarregador de fundo, bacias de dissipação, tuneis de derivação e fundações, entre outros. Dessa forma, rompimentos por falhas estruturais podem estar associadas a diferentes estruturas sendo, em geral, relevantes as relações que estas têm quanto a aspectos geológicos e geotécnicos (PEREIRA, 2017). Além disso, observa-se que falhas estruturais também podem ocorrer de forma concomitante, ou se tornar em gatilhos para rupturas de outras naturezas como por exemplo galgamento ou erosão interna (SMIRDELE, 2014).

Neste sentido, dimensionamentos equivocados e falta de fiscalização, bem como a ausência de instrumentação e monitoramento de barragens, podem dar origem a recalques diferenciais, tombamentos, deslizamentos, movimentos diferenciais entre blocos, fissuras no concreto, surgências e rachaduras em diferentes estruturas que, por sua vez, podem iniciar a formação de brechas por falhas estruturais (COSTA, 2019; ANA, 2021). Devido às características inerentes à barragens constituídas por maciços de gravidade em concreto ou pedra argamassada, como é o caso da PCH Celso Ramos, as falhas estruturais podem ser consideradas o mecanismo de ruptura dominante e o mais crítico quanto ao danos potenciais;

8.2. Metodologia

As simulações de deslocamento de onda de cheia ao longo do vale de jusante da PCH Celso Ramos foram realizadas a partir do emprego do modelo hidrodinâmico HEC-RAS 6.2, que se configura como sendo um modelo hidráulico/hidrodinâmico amplamente utilizado para gestão

DS
SJS

de recursos hídricos, que permite a realização de simulações de escoamentos em regime permanente, não permanente, unidimensional e ou bidimensional. Adicionalmente, o algoritmo é capaz de resolver regimes subcríticos, supercríticos e mistos (USACE, 2016).

A aplicação desse modelo para estudos de ruptura de barragem prevê a definição de uma série de dados de entrada e condições de contorno, que dependem especificamente dos cenários adotados nas simulações. Dessa forma, os cenários de simulações realizadas para a PCH Celso Ramos, bem como os dados de entrada e premissas adotadas são especificados a seguir.

8.3. Cenários simulados

Todos os cenários foram simulados para um período total de 13 dias e exportados do modelo hidrodinâmico com uma resolução temporal de 5 minutos. Adicionalmente, em todos os cenários, as primeiras 48 horas foram utilizadas para calibração do modelo, mantendo-se uma vazão média afluente ao reservatório da PCH Celso Ramos como única contribuição relevante. Especificamente para os cenários de rompimento, optou-se por utilizar, conservadoramente, a hipótese de rompimento da estrutura no momento de máximo nível decorrente da cheia natural do cenário considerado.

8.3.1. Cenários 1, 2 e 3 – Cheias sem Rompimento – TR 10, 100 e 1.000 anos

Nos cenários 1, 2, 3, hipoteticamente, avaliou-se exclusivamente a propagação do hidrograma com TR=10, 100 e 1.000 anos, respectivamente, afluente do reservatório para jusante, a partir da metodologia anteriormente exposta. Essa premissa parte do pressuposto que a chuva de grande intensidade ocorre apenas na área de drenagem da barragem, o que pode não ter muito sentido físico. Por outro lado, os resultados associados à essa simulação, caso se considerasse vazões de mesmo tempo de retorno em outros trechos de rios da bacia, seriam minimizados uma vez que a inundação observada poderia estar associada a outros cursos hídricos, e não especificamente ao curso hídrico da barragem simulada.

8.3.2. Cenário 4 - Rompimento com Vazão e Nível d'água Normal – “Sunny day”

Neste cenário é simulado o rompimento da barragem em volume mais provável. Isso significa um rompimento considerando vazões e níveis de água normais. Nesse sentido, estipulou-se que a cota da lâmina d'água da barragem se encontra, no início da simulação, igual ao nível máximo normal e que não há nenhum tipo de hidrograma relevante sendo aportado no reservatório, se considerando apenas a vazão média anual entrando no reservatório. Ou seja:

- Hidrograma afluente: Vazão média (igual à 42 m³/s);

- NA na cota da crista do vertedouro (igual à 718,95 m);
- Brecha formada: De formato retangular, iniciando uma hora após o início da simulação.

8.3.3. Cenário 5 - Rompimento – Cheia com TR 10 anos

Neste cenário de ruptura é previsto um rompimento com um hidrograma afluente de 10 anos no barramento. Dessa forma, entende-se que esse é um cenário intermediário, que começa a simulação com a cota da lâmina d'água do reservatório sendo igual à cota da crista do vertedouro. Ou seja:

- Hidrograma afluente da cheia com TR 10 anos;
- NA na cota da crista do vertedouro (igual à 718,95 m);
- Brecha formada: De formato retangular, iniciando quando a vazão associada ao hidrograma natural está no máximo.

8.3.4. Cenário 6 - Rompimento – Cheia com TR 100 anos

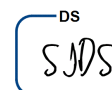
Neste cenário de ruptura é previsto um rompimento com um hidrograma afluente de 100 anos no barramento. Dessa forma, entende-se que esse é um cenário intermediário, mais extremo do que o associado a um TR de 10 anos, que começa a simulação com a cota da lâmina d'água sendo igual à cota do vertedouro. Ou seja:

- Hidrograma afluente da cheia com TR 100 anos;
- NA na cota da crista do vertedouro (igual à 718,95 m);
- Brecha formada: De formato retangular, iniciando quando a vazão associada ao hidrograma natural está no máximo.

8.3.5. Cenário 7 - Rompimento – Cheia com TR 1.000 anos

Neste cenário de ruptura, é previsto um rompimento com um hidrograma afluente de 1.000 anos no barramento. Segundo o Guia do Empreendedor Vol 4 da Agência Nacional de Águas, que disserta a respeito dos cenários adotados em estudos de ruptura, este cenário pode ser considerado como sendo um cenário de “Ruptura Extrema”, que começa a simulação com a cota da lâmina d'água sendo igual à cota da crista do vertedouro. Ou seja:

- Hidrograma afluente da cheia com TR 1000 anos;
- NA na cota da crista do vertedouro (igual à 718,95 m);



DS
SADS

- Brecha formada: De formato retangular, de maior largura que as brechas anteriores, iniciando quando a vazão associada ao hidrograma natural está no máximo.

Quadro 13 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da PCH Celso Ramos

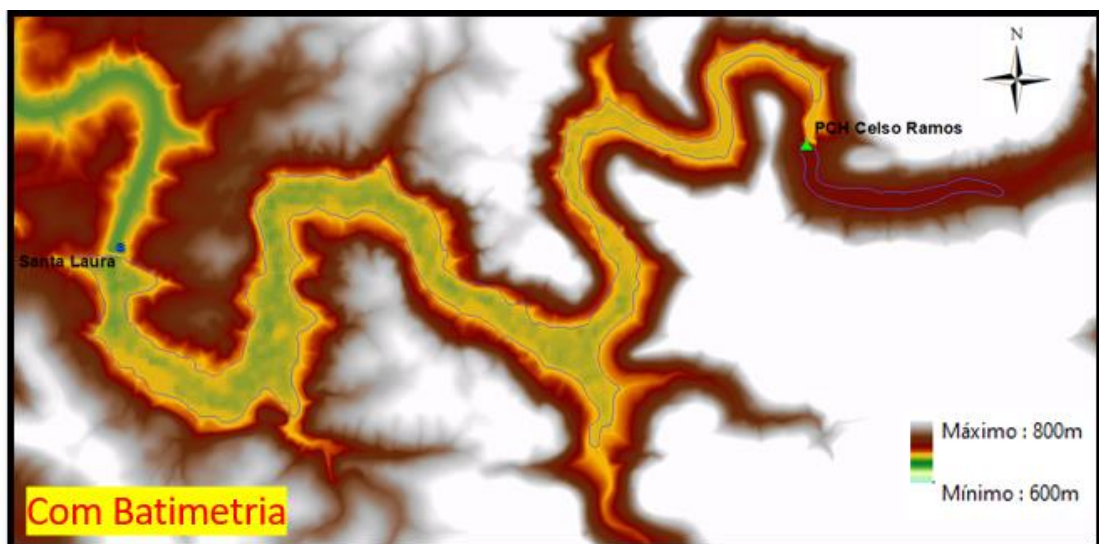
#	Cenário simulado
1	Sem rompimento – TR 10 anos
2	Sem rompimento – TR 100 anos
3	Sem rompimento – TR 1.000 anos
4	Rompimento com vazão e Nível d'água normal – “Sunny day”
5	Rompimento – Cheia com TR 10 anos
6	Rompimento – Cheia com TR 100 anos
7	Rompimento – Cheia com TR 1.000 anos

8.4. Dados de entrada

8.4.1. Topografia

Foram utilizados os modelos digitais de terreno disponíveis do Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina¹, complementando a modelagem dos perfis batimétricos do curso hídrico e reservatório da PCH Santa Laura a jusante da PCH Celso Ramos, com dados da missão global SRTM. A Figura 22 mostra o MDT empregado nos estudos de rompimento.

Figura 22 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento



¹ <http://sigsc.sc.gov.br>

8.4.2. Coeficiente de Manning

O coeficiente de Manning é um parâmetro associado ao grau de rugosidade do fundo do rio e da planície. Normalmente, o coeficiente de Manning é menor em rios e maior em planícies de inundação. Nas simulações realizadas aqui foram adotados os valores $n=0,035$ para áreas cobertas por água na condição normal, como rios e reservatórios, e $n=0,1$ nas demais áreas.

8.4.3. Parâmetros de formação da brecha

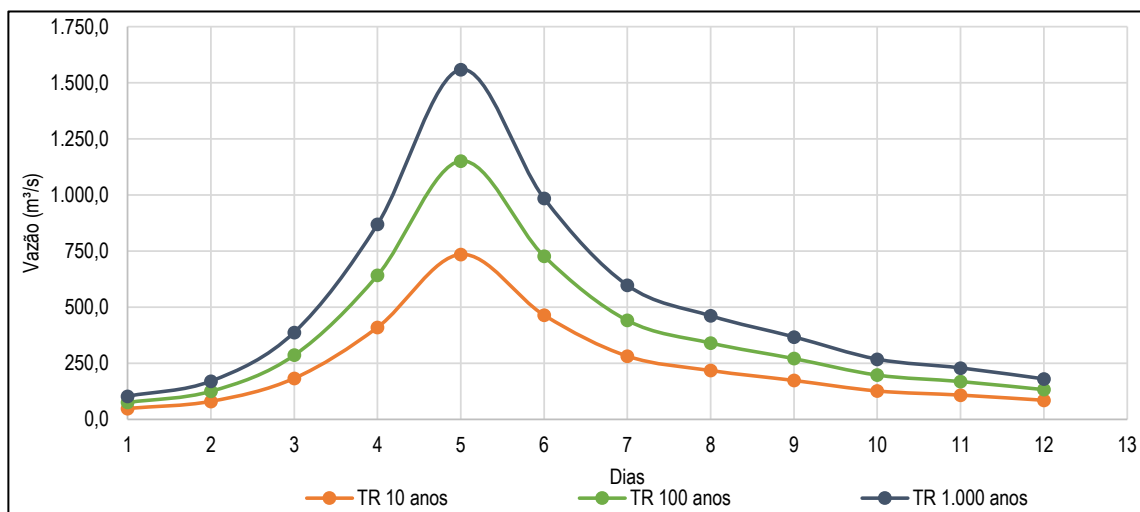
O hidrograma de ruptura está diretamente associado à forma da brecha, o tamanho e o tempo de formação da brecha está diretamente relacionados à forma da barragem, ao tipo de estrutura, à topografia do local de implantação e às características de fundação do barramento, além das propriedades do material de construção e do volume armazenado no momento da ruptura. No estudo em questão foram adotadas as referências fornecidas por Eletrobrás (2003) e USACE (2014) para especificação dos parâmetros de formação da brecha, em função das características da barragem.

Considerando, dessa forma, que a barragem da PCH Celso Ramos é de concreto, adotou-se uma brecha com inclinação vertical, de 0,1 horas de formação. A largura adotada para a brecha consiste na largura de todo o vertedouro, no rompimento para os cenários em Sunny Day e para TR com 10 e 100 anos. Para o cenário aqui considerado como de “Ruptura Extrema”, adota-se uma brecha maior, contemplando todo o vertedor, com comprimento igual a 115 metros, que representa aproximadamente a metade do comprimento da barragem.

8.4.4. Curva Cota x Área x Volume e Hidrogramas afluentes

Empregou-se a CAV do reservatório da PCH Celso Ramos proveniente de uma restituição digital e batimétrica realizada pela Prosul em 2008, para o Projeto Básico de Ampliação da Usina, conforme o Desenho nº CCR-2C-DERE-001. Os hidrogramas afluentes são oriundos da revisão dos estudos hidrológicos e mostrados na Figura 23.

Figura 23 - Hidrogramas Afluentes Naturais.



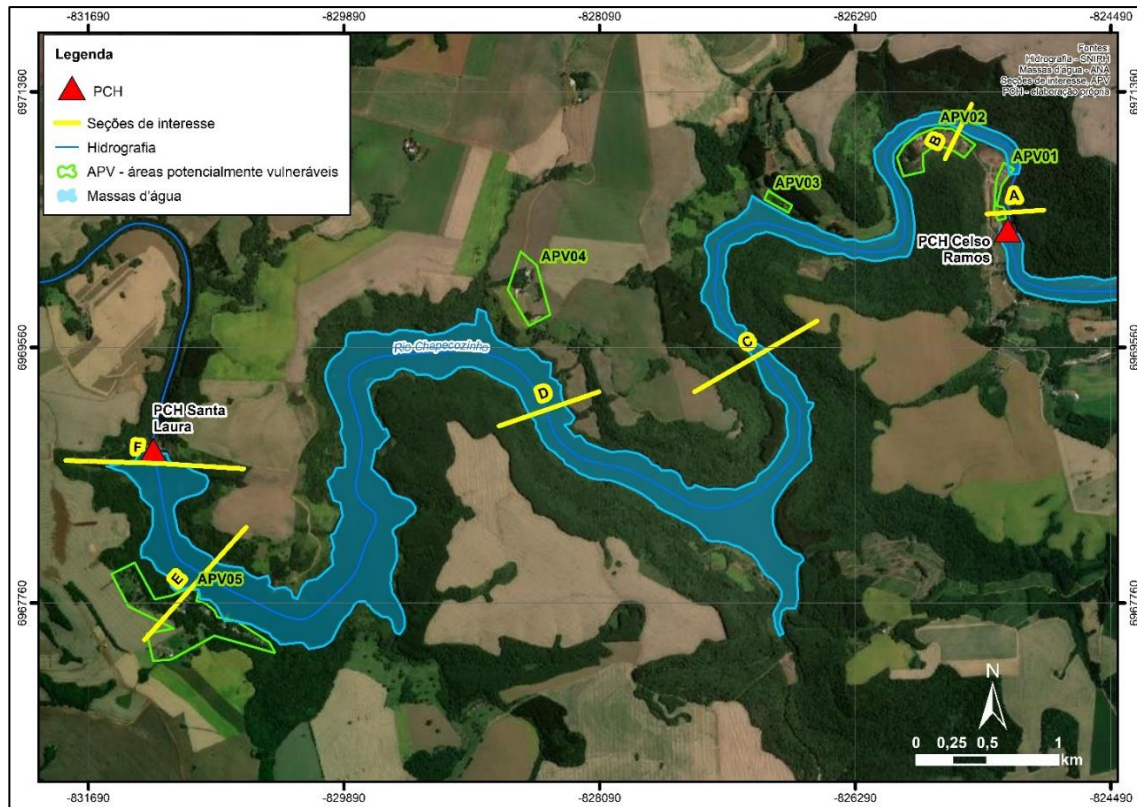
8.4.5. Condições de Contorno

Para a verificação detalhada das demais condições de contorno usadas nas simulações de rompimento, recomenda-se a consulta ao relatório ISB-6090-UCR-007-01.

8.5. Pontos Notáveis e Áreas de Interesse

Para a definição de áreas de interesse foi realizada a identificação de Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV), realizada com base nas imagens do *Google Earth*. Foi avaliado um trecho de aproximadamente 30 km, do leito principal do rio Chapecozinho, e apenas na porção inicial foram encontrados empreendimentos e conjuntos habitacionais próximos ao leito. A Figura 24 apresenta a localização das APV encontradas, enquanto o Quadro 14 apresenta uma legenda para a identificação de cada uma delas. A priori, destacam-se as APVs 01, 02 e 03 pela proximidade com a região logo a jusante do reservatório da PCH Celso Ramos e a APV 05 com a área inundada do reservatório da PCH Santa Laura.

Figura 24 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis e seções de interesse



Quadro 14 - Áreas Potencialmente Vulneráveis

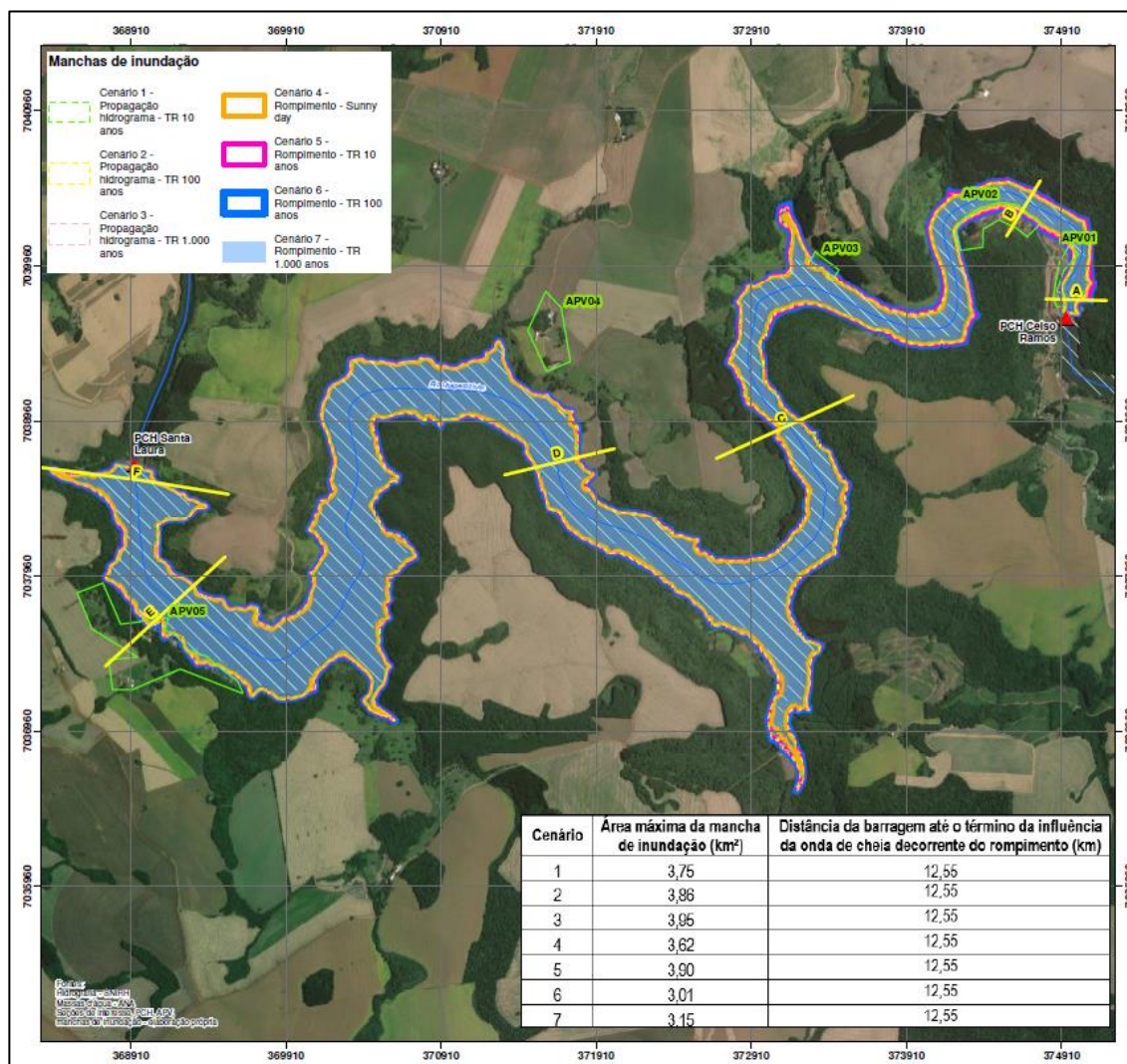
APV	Descrição	Distância reservatório de Celso Ramos (km)	Observações
APV01	Estruturas da PCH	0,1	Cerca de duas construções
APV02	Sítios e/ou residências	0,9	Cerca de 20 construções
APV03	Sítios e/ou residências	3,0	Cerca de duas construções
APV04	Sítios e/ou residências	8,1	Cerca de 5 construções
APV05	Sítios e/ou residências	11,5	Cerca de 30 construções

8.6. Manchas de Inundação

A Figura 25 apresenta as manchas da inundação resultantes para os sete cenários simulados, com as áreas das manchas de inundação e as distâncias da barragem até o término da influência da onda de cheia decorrente do rompimento. Nela, é possível observar que as APVs 01, 02, 03 e 05 são atingidas.

DS
SADS

Figura 25 - Manchas de inundação resultantes dos cenários simulados para PCH Celso Ramos

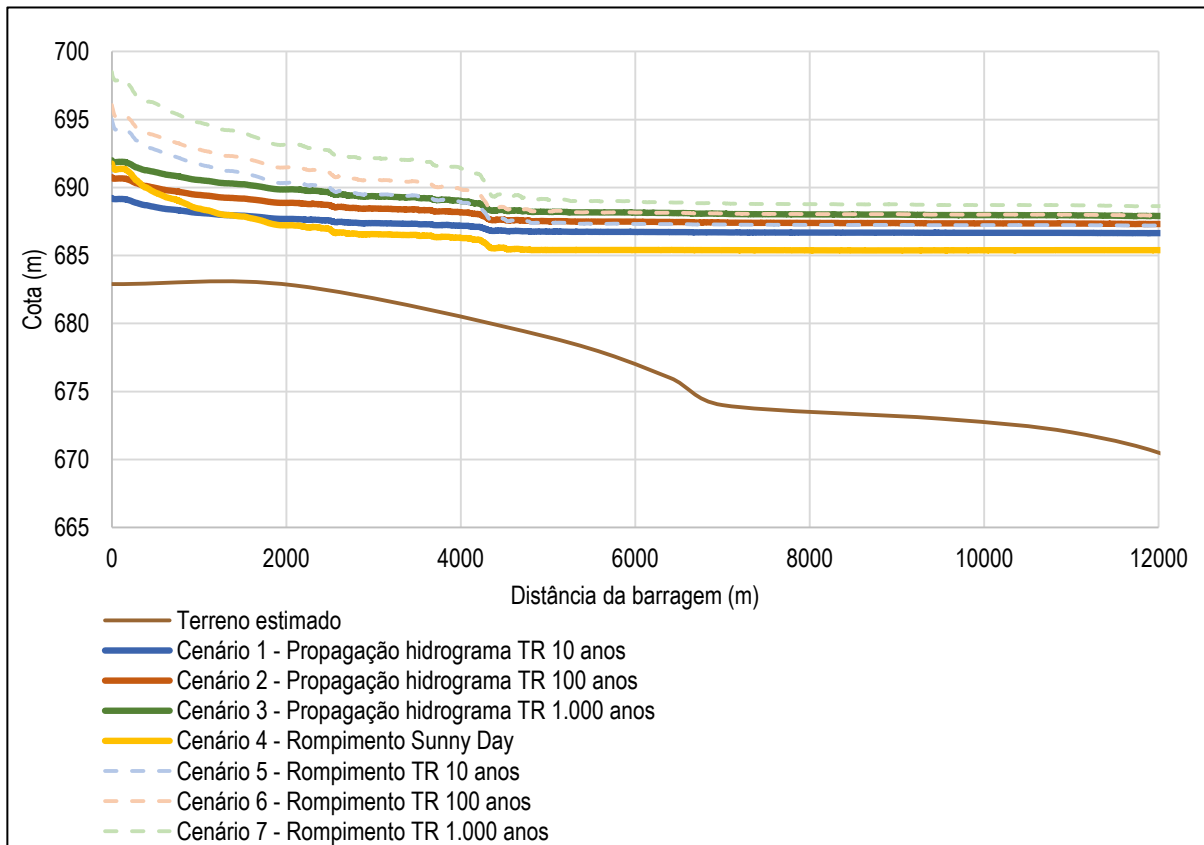


O mapa das manchas de inundação pode ser conferida em maior detalhe, na prancha DES-
ISB-6090-UCR-01-00, a qual consta no ANEXO VI – Mapa das Manchas de Inundação.

8.7. Alturas de lâmina d'água máxima

A Figura 26 apresenta os níveis de água máximos para os cenários de condição de cheia natural e os cenários de ocorrência de rompimento

Figura 26 - Perfil da elevação máxima do nível d'água ao longo do trecho estudado.



8.8. Tempo de chegada de onda de cheia

Na Figura 27 se observa um mapa de tempo de chegada de onda de cheia, representado pelo tempo que demora após o rompimento da barragem da PCH Celso Ramos para que as áreas mapeadas sejam inundadas. Como a PCH Celso Ramos se encontra diretamente a montante do reservatório da PCH Santa Laura, grande parte da área inundada após o rompimento já se encontra inundada no início da simulação. Este mapa foi produzido com os tempos do Cenário 7, considerado o mais extremo.

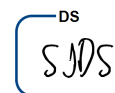
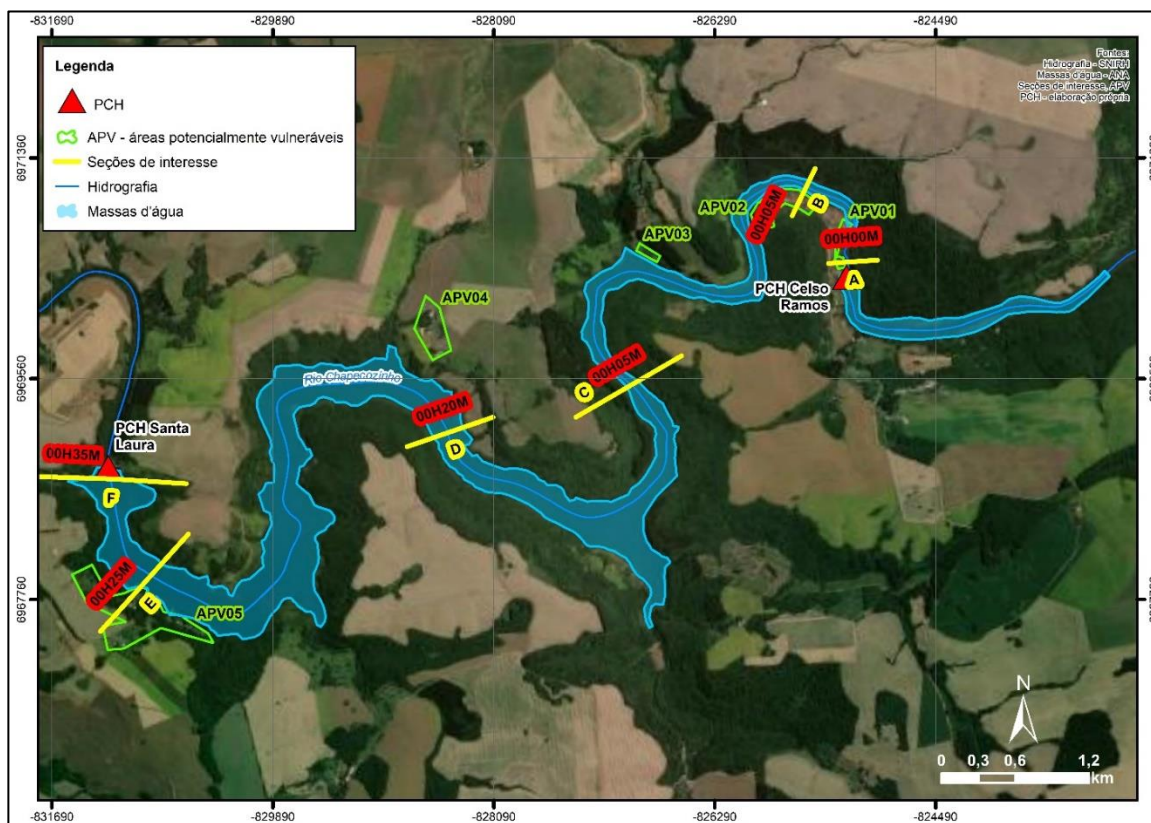


Figura 27 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário 7



O quadro abaixo traz o resumo dos resultados obtidos quanto ao tempo de chegada de onda e elevação máxima do nível d'água nas seções de interesse.

Quadro 15. Resumo: tempo de chegada de onda e elevação do NA nas seções de estudo

Seção	Dist. (km)	Tempo chegada de onda	Elevação máx. NA (m)
A	0,0	00h00min	699,85
B	1,0	00h05min	695,08
C	4,0	00h05min	689,56
D	7,0	00h20min	688,81
E	11,0	00h25min	688,64
F	13,0	00h35min	688,61

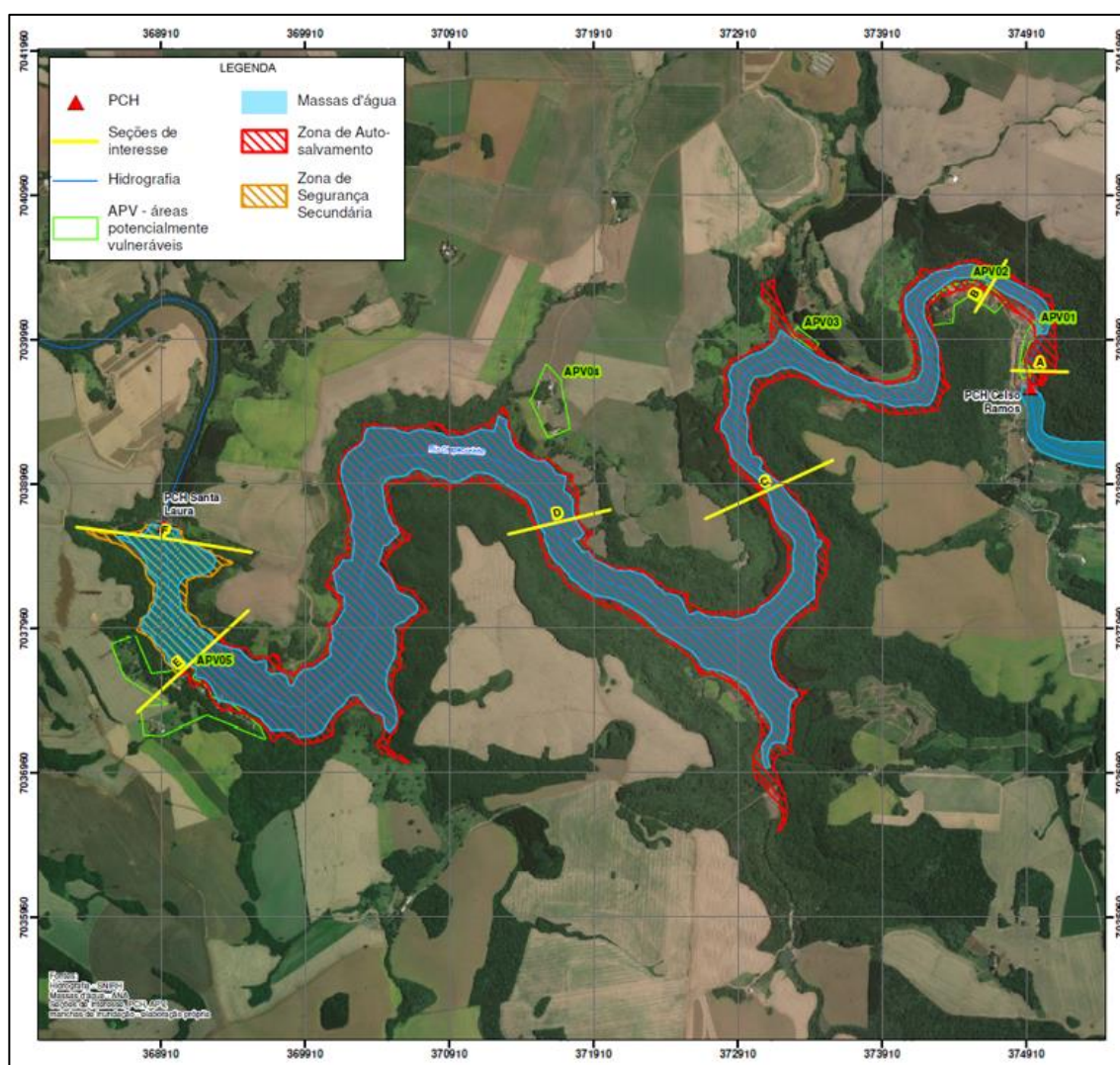
8.9. Zona de Auto Salvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS)

A Zona de Auto Salvamento (ZAS), segundo a Política Nacional de Segurança de barragens (Lei 14.066 de 2020), é definida como aquela região a jusante da barragem em que não há tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. Neste sentido, considera-se (ANA, 2012) que a ZAS é delimitada utilizando-se ou 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. Na Figura 28 é apresentada a ZAS da PCH Celso Ramos, que se configura como sendo praticamente todo o reservatório da PCH Santa Laura. A ZAS da

PCH Celso Ramos foi definida considerando o tempo de chegada da onda de cheia para o cenário mais extremo, ou seja: o cenário 7, e correspondeu à 30 min de propagação da onda de cheia, atingindo cerca de 11 km de extensão.

A zona de segurança secundária (ZSS), segundo a Política Nacional de Segurança de barragens (Lei 14.066 de 2020) consiste em trecho constante do mapa de inundação que não é definido como ZAS (Zona de Auto Salvamento). Dessa forma, entende-se que esta zona seria definida como toda a mancha de inundação mapeada, excetuando a ZAS. Neste caso, ela correspondeu à diferença entre as seções E e F, ocorrendo entre 11 km e 12,5 km a jusante do barramento da PCH Santa Laura.

Figura 28 - ZAS e ZSS da PCH Celso Ramos



DS
SJS

Os mapas de delimitação da ZAS e ZSS, com representação e detalhamentos das APVs, pontos de encontro e rotas de fuga, podem ser conferidos em maior detalhe no ANEXO VII – Mapa da ZAS e ZSS.

As APVs 01, 02, 03 e 05 são atingidas pela onda de cheia. A Figura 29 apresenta uma aproximação do local para melhor visualização das APVs 01, 02 e 03, enquanto a Figura 30 aproxima a APV 05. Conforme a estimativas das simulações, as APVs 01 e 03 apresentam cerca de duas construções, enquanto as APV 02 e 05 correspondem, respectivamente, a cerca de 20 e 30 edificações. A APV 01 engloba as instalações da própria PCH Celso Ramos, enquanto as demais se constituem principalmente de sítios e residências. Ressalta-se que esta análise foi realizada com base nas imagens de satélites da ferramenta *Google Earth* e, portanto, as estimativas, tanto da ocorrência de APVs quanto da quantidade de construções podem estar defasadas.

Figura 29 – Aproximação das APVs 01, 02 e 03



Figura 30 – Aproximação das APV 05



8.10. Conclusões do Estudo de Ruptura

As conclusões decorrente dos estudos de rompimento empreendidos para a barragem da PCH Celso Ramos são elencadas a seguir:

- Os níveis de água no vertedouro da barragem da PCH Santa Laura não incorrem em galgamentos, de forma que, para as condições de contorno estipuladas nas simulações e hipóteses aqui adotadas, o rompimento da barragem de Celso Ramos, a princípio, não apresenta risco potencial de rompimento em cascata da barragem de Santa Laura, considerando o vertedouro da PCH Santa Laura em perfeito funcionamento, para todos os cenários simulados;
- O tempo de chegada da onda de cheia decorrente da ruptura da PCH Celso Ramos no vertedouro da barragem de Santa Laura é de aproximadamente 0,5 horas em todos os cenários de rompimento;
- No cenário mais extremo, de rompimento com propagação do hidrograma de tempo de retorno de 1.000 anos, a distância percorrida pela onda de cheia em torno de 0,5 horas foi de cerca de 11 km, coincidindo com a seção de interesse E, que está a cerca de 1,5 km da barragem Santa Laura; Isto posto, a ZAS para a PCH Celso Ramos foi estabelecida abrangendo a mancha de inundação do cenário 7 até esta seção. A ZSS, então, corresponde à área compreendida entre as seções E (11 km a jusante da PCH Celso Ramos) e F (barramento da PCH Santa Laura);

- A análise das manchas de inundação versus as áreas listadas como potencialmente vulneráveis resultou no atingimento de partes das áreas 01, 02, 03 e 05, que são caracterizadas principalmente por edificações residenciais e, no caso da APV 01, as instalações da própria PCH Celso Ramos;
- As velocidades de propagação da onda de cheia em todos os cenários apresentam redução mais acentuadas a partir da seção C, a 4,36 km da PCH Celso Ramos. Isto decorre, provavelmente, da chegada da onda em uma região já inundada pelo reservatório da PCH Santa Laura, havendo espalhamento horizontal da onda e reduzindo as velocidades médias de deslocamento da água. O mesmo fenômeno é observado nas vazões máximas e nas elevações máximas dos níveis de água;
- Nos três primeiros cenários, de propagação sem rompimento, as velocidades até a seção C estão na casa dos 3 m/s e, após, de 0,5 m/s, enquanto nos cenários que consideram o rompimento da barragem entre 4,6 e 6,4 m/s, com redução para entre 0,6 e 1,7 m/s após esta seção. Ressalta-se que estas são as velocidades máximas. Assim, nos casos sem rompimento, elas são atingidas mais de 4 dias após o início da simulação, com a chegada dos picos das cheias propagadas que por sua vez demoram da ordem de 4 dias para sair do início e chegar ao máximo. Já nos cenários de rompimento, estas velocidades são atingidas minutos após o rompimento, que foi simulado para coincidir com o pico das cheias (de 4 dias de propagação), gerando um cenário de vazões bastante elevadas no local;
- Situação semelhante ocorre com relação às profundidades, que atingem níveis muito mais elevados nos cenários com rompimento, pela coincidência dos picos das vazões simuladas com o volume reservado rompido. O nível máximo atingido é associado ao cenário 07 logo a jusante do barramento, ocasionando-se profundidades da ordem de 15 metros, considerando o fundo do rio;



DS
SJS

9. NOTIFICAÇÃO E SISTEMAS DE ALERTA

O sistema de notificação e alerta tem como objetivo avisar os intervenientes e decisores principais das ações de emergência e, quando necessário, alertar a população em risco pela ruptura hipotética da(as) barragem(ens). É necessária a especificação dos indivíduos e entidades a que se deve notificar em caso de necessidade, os quais se encontram no Quadro 1, já apresentado anteriormente, e a definição de um conjunto de meios de comunicação que estejam sempre em condições confiáveis e eficazes de uso.

9.1. Meios de divulgação e Comunicação

O PAE deverá estar disponível para consulta, sempre na sua versão atualizada, minimamente nos seguintes locais:

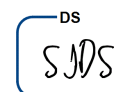
- Prefeitura Municipal de Faxinal do Guedes e Ouro Verde;
- Defesa Civil do Estado de Santa Catarina e coordenadorias regionais de abrangência;
- Casas de Força da PCH Celso Ramos;
- Escritório Sede da Celesc Geração;

A lista de contatos do PAE deverá estar sempre atualizada, evitando falhas de comunicação e diminuindo o tempo de resposta à situações de emergência. Em uma situação de emergência, classificada como nível de segurança 3 (laranja) ou 4 (vermelho), o coordenador do PAE comunicará imediatamente via telefone, as seguintes entidades:

- Defesas Cíveis municipais;
- Defesa Civil Estadual e Coordenadorias Regionais de abrangência;
- COG – Centro de Operação da Geração;
- Responsável Legal da Celesc Geração.

Conforme definição dos órgãos externos de defesa civil, poderão ser utilizados outros meios externos para sistema de alerta, de forma a promover a exaustiva comunicação aos agentes envolvidos, sempre partindo do comunicado de situação de emergência emitido pelo coordenador do PAE, tais como:

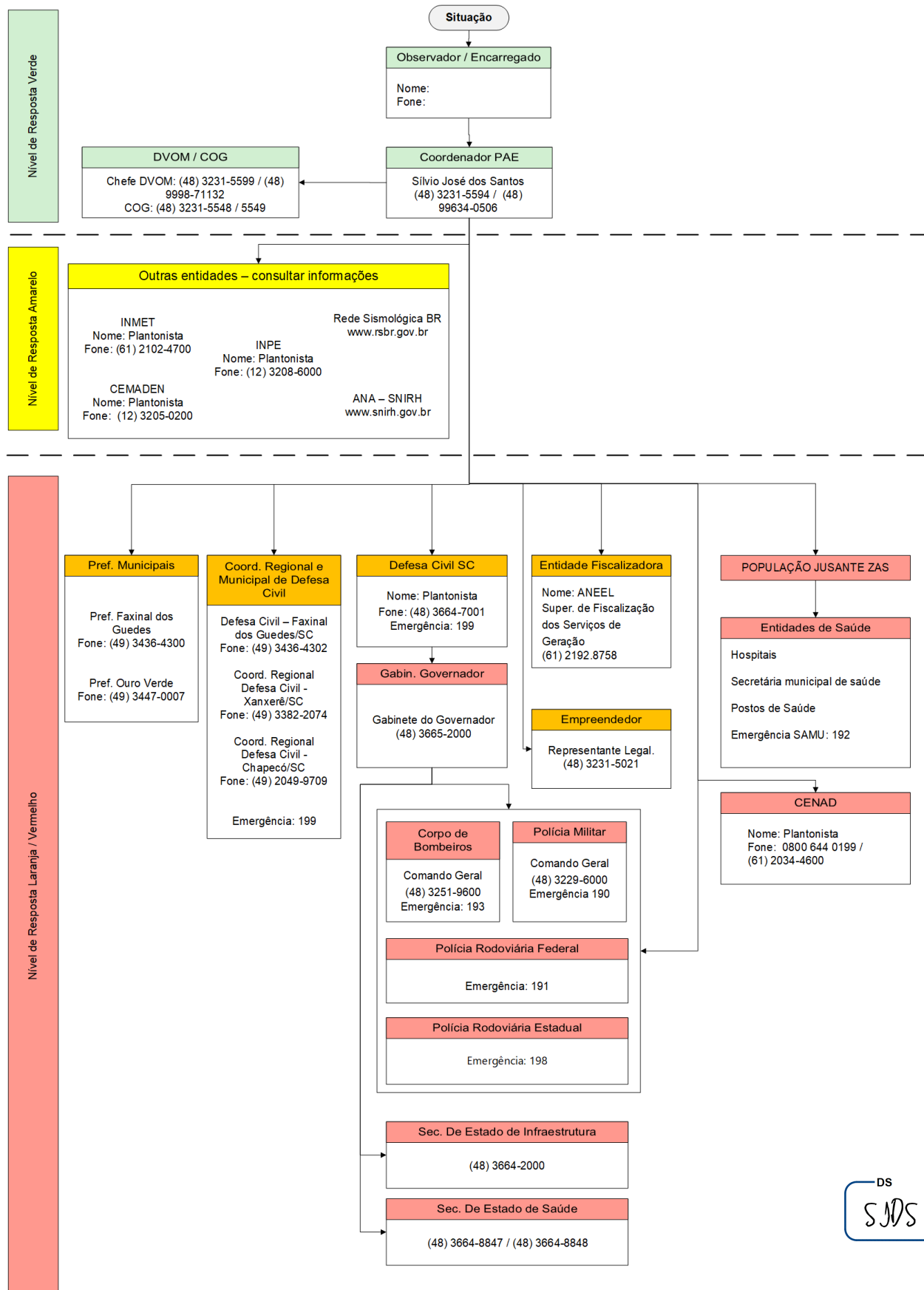
- Meios de comunicação social (rádio e televisão);
- Afixação de comunicados de alerta;
- Sistemas de mensagens do sistema de telefonia (SMS);
- E-mails / websites institucionais;



DS
SIDS

O fluxograma de notificações é apresentado na Figura 31.

Figura 31 - Fluxograma de Notificação



DS
SIDS

9.2. Alerta sonoro

Na ocorrência de situações de emergência em que se faça necessária a evacuação de funcionários na área da usina ou população residente/transeuntes a jusante dos barramentos, o alerta primário deverá se dar por meio de sinal sonoro com alcance em toda a ZAS, devendo as pessoas serem instruídas a se evadirem para os pontos de segurança especificados e afastar-se das margens do rio e áreas mapeadas que serão atingidas pela mancha de inundação, deslocando-se para pontos seguros, tais como os acessos e zonas onde o terreno seja mais elevado.

É de responsabilidade do empreendedor a implementação dos meios de alerta à população, que poderá optar por um sistema de sirenes ou adoção de alerta sonoro por viaturas móveis nas áreas afetadas, pois na ZAS o tempo disponível para os agentes de defesa civil atuarem é escasso. Independentemente da solução adotada, o sistema deverá ser periodicamente testado.

9.3. Pontos de Encontro e Rotas de Fuga

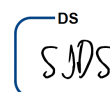
Os pontos de encontro são os locais para quais os moradores das áreas afetadas pelos incidentes de emergências que ocorrerem na barragem devem se direcionar e aguardar instruções. Os locais de encontro foram mapeados em função do estudo de ruptura e do mapa de inundação, definindo locais apropriados para o direcionamento da população e transeuntes das Áreas Potencialmente Vulneráveis.

Os pontos de encontro foram estabelecidos considerando locais fora da mancha de inundação para convergência da população afetada, tais como intersecções de estradas, centros comunitários, igrejas e outros locais de acesso público, nos quais podem a população poderá se concentrar para receber o acolhimento e orientações das autoridades de Defesa Civil.

No caso dos pontos de encontro associados à ZAS, visto que não há tempo hábil de ação das autoridades e que a população deve providenciar o seu salvamento, os pontos indicados são sugestivos, de modo que a premissa principal seja que a população se desloque para fora dos limites da área da mancha e ir para uma zona segura por conta própria, independentemente de ser um ponto de encontro ou não. Os pontos de encontro são indicados no Quadro 16 e juntamente com os trajetos de fuga sugeridos na prancha DES-ISB-6090-UCR-03-00, mostrada na sequência e também no ANEXO VII – Mapa da ZAS e ZSS. A população de cada APV deve conhecer os limites das mancha de inundação, deslocando-se primeiramente para fora dos limites das áreas afetadas e pelas rotas de fuga buscar os pontos de encontro estabelecidos.

Quadro 16 - Pontos de Encontro - ZAS PCH Celso Ramos

Nº	Zona / Barragem	Descrição	Coordenadas
PE01	ZAS - Celso Ramos	Estrada Linha Esperinha, local de acesso à instalação da Usina, Salvaguarda da APV 01.	-26.755660312° S -52.258735062° O
PE02	ZAS - Celso Ramos	Igreja comunitária, na Estrada Linha Esperinha, em cruzamento com estradas vicinal a montante da barragem. Local de redirecionamento para os afetados na APV 01 e APV 02.	-26.760848742° S -52.258715315° O
PE03	ZAS - Celso Ramos	Local elevado, em via secundária, junto à APV 02.	-26.7516485025999°S -52.2736894937999° O
PE04	ZAS - Celso Ramos	Ponto em estrada vicinal, em área elevada, definido para encontro dos afetados na APV 03	-26.7574033082999°S -52.2912653667° O
PE05	ZAS - Celso Ramos	Ponto em estrada vicinal, área afastada da mancha de inundação, definido para encontro dos afetados na APV 04	-26.7790278499° S -52.3231311085° O
PE06	ZAS - Celso Ramos	Estrada vicinal da Linha Santa Laura - Faxinal dos Guedes/SC, local definido para encontro dos afetados na APV 06.	-26.7531799319999° S -52.2619144869999° O



DS
SND

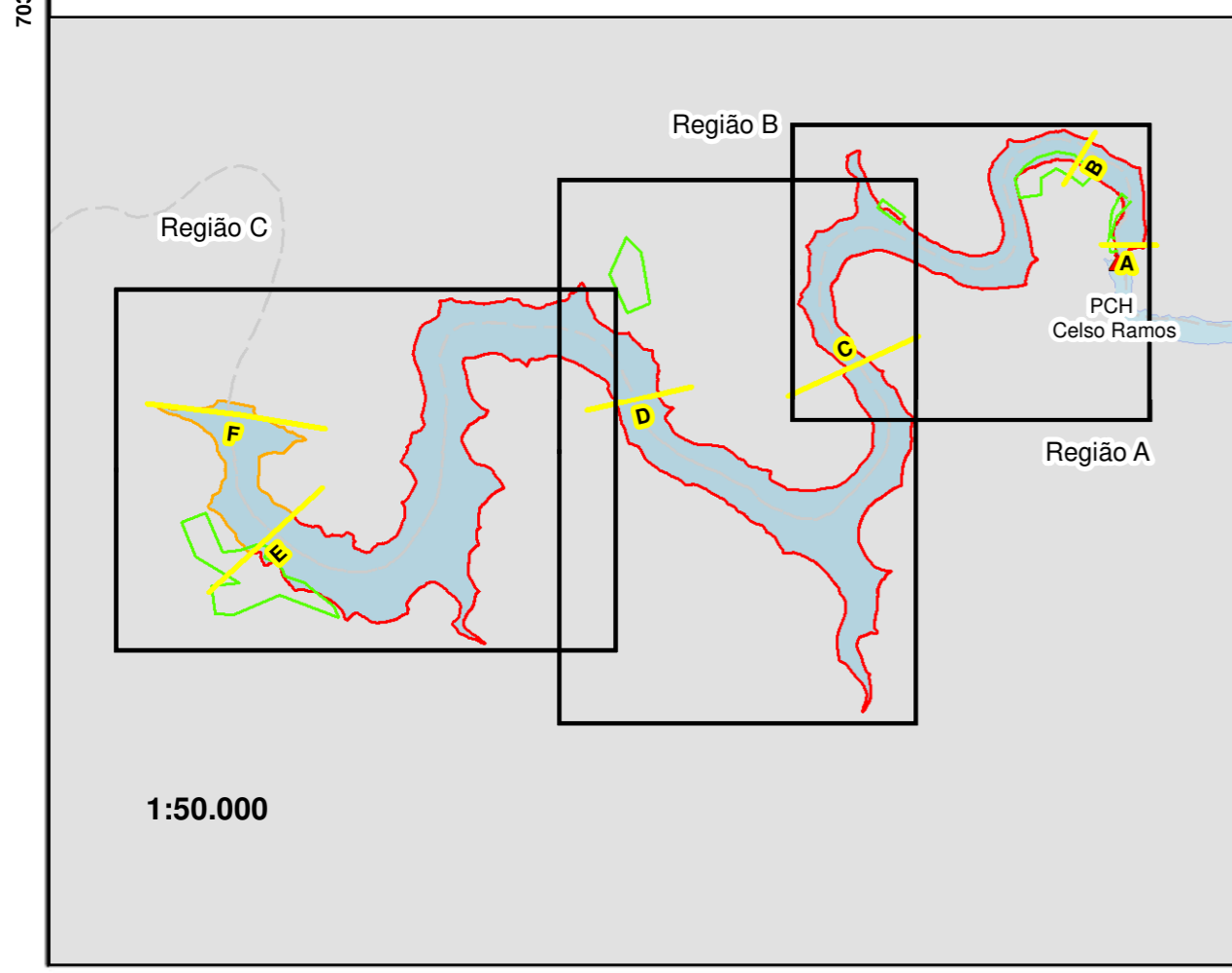
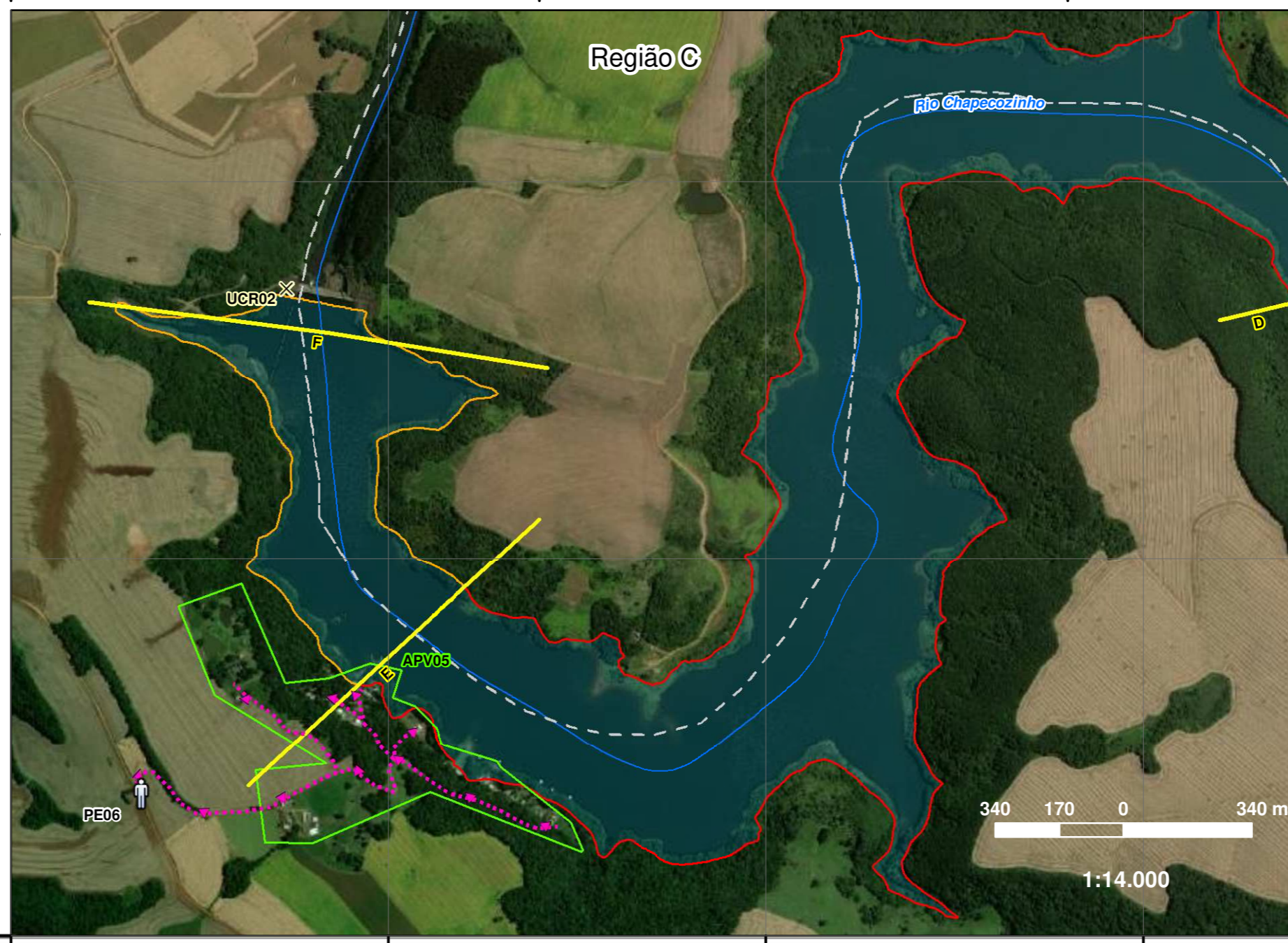
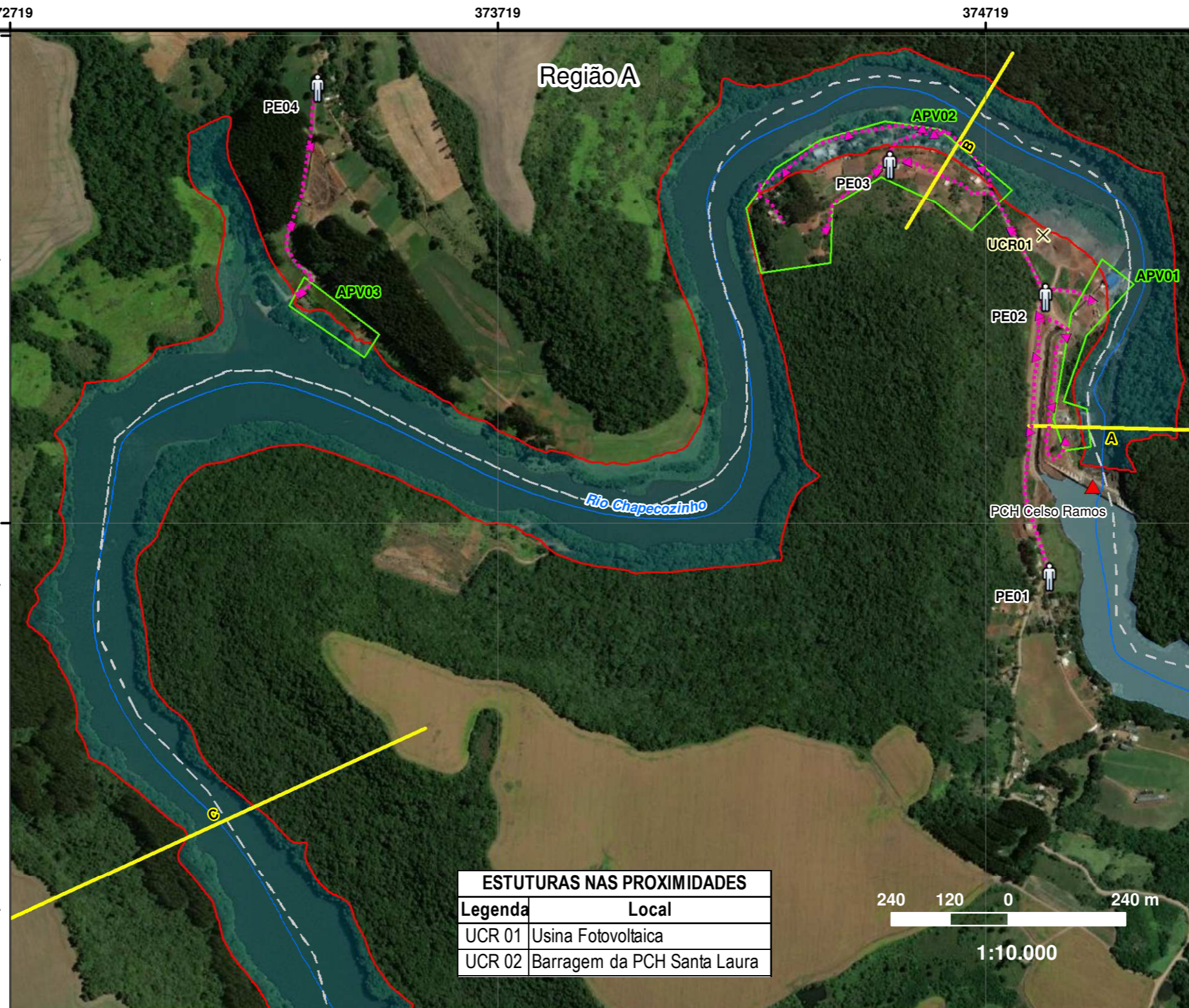
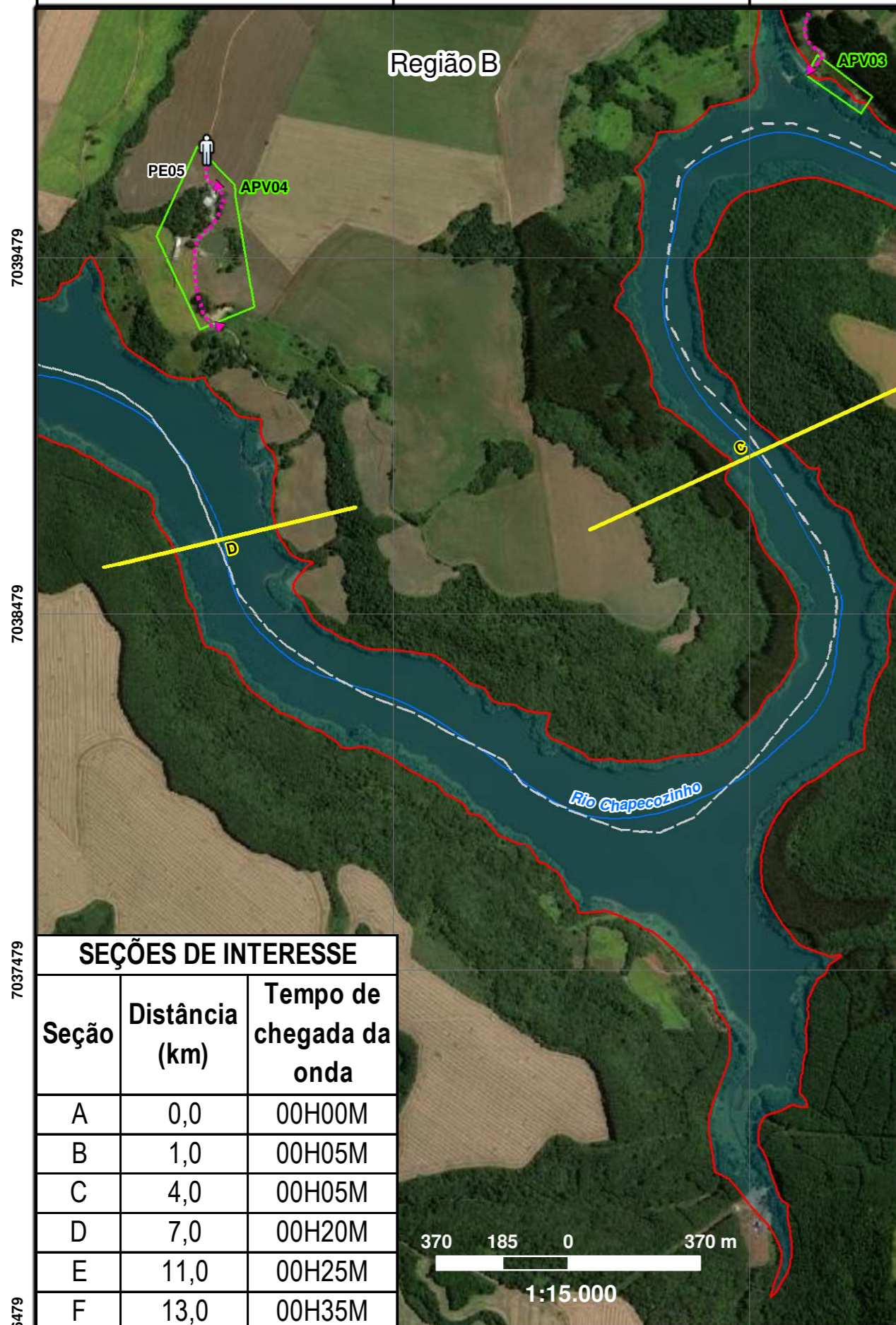
E

F

G

H

371133 372133 373133 374133 375133 376133



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM)
 ZONA 22S

LEGENDA

- Sede municipal
- ▲ Barragem
- ✕ Estruturas nas proximidades
- 👤 Pontos de encontro
- Seções de interesse
- Hidrografia
- Logradouros
- ⋯ Rotas de fuga
- ⬭ Limite municipal
- 🌊 Reservatório
- 🟩 APV - áreas potencialmente vulneráveis
- 🔴 Zona de Auto-salvamento (ZAS)
- 🟡 Zona de Segurança Secundária (ZSS)
- 🟦 Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO

Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE1	ZAS - Celso Ramos	Estrada Linha Esperinha, local de acesso às instalação da Usina, Salvaguarda da APV 01.
PE2	ZAS - Celso Ramos	Igreja comunitária, na Estrada Linha Esperinha, em cruzamento com estradas vicinal a montante da barragem. Local de redirecionamento para os afetados na APV 01 e APV 02.
PE3	ZAS - Celso Ramos	Local elevado, em via secundária, junto à APV 02.
PE4	ZAS - Celso Ramos	Ponto em estrada vicinal, em área elevada, definido para encontro dos afetados na APV 03.
PE5	ZAS - Celso Ramos	Ponto em estrada vicinal, área afastada da mancha de inundação, definido para encontro dos afetados na APV 04
PE6	ZAS - Celso Ramos	Estrada vicinal da Linha Santa Laura - Faxinal dos Guedes/SC, local definido para encontro dos afetados na APV 06.



Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22s

00	ORIGINAL	05/12/2022	ARTHUR T.	LUCAS T.	FABRÍCIO V.
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.

Vieira & Fernandes Vieira Ltda. - Contrato: 46000006090
 Resp. Técnico: Fabrício Vieira - CREA: 506.224.839-9/SP

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

PROGRAMA: SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA PCH CELSO RAMOS

ÁREA:

II ULC: Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem da PCH Celso Ramos

PRCJ. ARTHUR T.	EXEC. ARTHUR T.	VERIF. LUCAS T.	APROV. FABRÍCIO F.
MPRCV. MARCELE C.	ESCALA		FO_HA: 1 de 1

DATA: 05/12/2022	Nº: DES-ISB-6090-UCR-03-00	DS S.M.S.
------------------	----------------------------	-----------

9.4. Simulações e treinamentos

Conforme definição entre os entes envolvidos, poderão ser realizadas simulações de situações de emergência para verificar a aplicabilidade do PAE. Poderão ser realizadas simulações de âmbito interno (table tops), onde toda a documentação e notificações são efetuadas entre os órgãos envolvidos, mas não se aplicando à comunidade. Neste caso, são testados basicamente os meios de comunicação entre as partes, verificando o tempo de resposta e fluxograma da informação.

Conjuntamente, também poderão ser simuladas as situações de forma completa (exercícios de campo), envolvendo não somente as entidades de defesa civil e prefeitura, mas também a comunidade afetada e demais órgãos de apoio, como corpo de bombeiros, polícia civil e militar, meios de comunicação, etc. Cabe ressaltar todo o cuidado necessário ao se planejar uma simulação de emergência, a fim de evitar erros de comunicação, pânico de público não avisado e até acidentes durante o exercício. Todo documento deve conter a clara identificação em marca d'água e título destacando em negrito se tratar de “exercício de simulação”.

Os exercícios e simulados devem abordar, minimamente:

- As diversas situações emergências passíveis de ocorrência e suas consequências, com respectivos níveis de resposta;
- As formas de detecção, avaliação e ações de resposta a implantar;
- O fluxograma de notificações e as responsabilidades atribuídas aos agentes envolvidos;
- As medidas específicas para salvaguarda da vida humana, meio ambiente e bens materiais, bem como para prevenção e mitigação das situações adversas;
- O estudo de ruptura hipotética de rompimento da(as) barragem(ens), quando aplicável, com indicação dos cenários mais crítico, e respectiva manchas de inundação decorrente, ZAS, ZSS, rotas de fuga e pontos de encontro.
- Testes do sistemas de notificação e alerta;

As periodicidades recomendadas para os diferentes tipos de treinamentos e simulados são expostas no quadro abaixo.

Quadro 17 - Treinamentos do PAE

Tipo de Treinamento	Público-Alvo	Periodicidade
Informações Gerais – PAE	Funcionários, Órgão públicos, comunidade	Máximo a cada 5 anos
Exercício Simulado (table top)	Funcionários, Órgãos públicos	Máximo a cada 5 anos
Exercício Simulado (campo)	Funcionários, Órgão públicos, comunidade	Máximo a cada 5 anos

^{DS}
SADS

10. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS

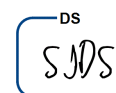
Uma vez analisados os cenários e possibilidades de ocorrências nas barragens da PCH Celso Ramos, o empreendedor deve disponibilizar os seus recursos humanos, materiais e logísticos para as ações de resposta à emergências. São recursos da Celesc Geração que deverão estar à disposição da usina.

Quadro 18 - Recursos disponíveis para respostas à emergências

Tipo de Recurso	Descrição
Pessoal	Equipe de conservação e roçada, trabalhando em horário comercial.
Pessoal	Operação remota - COG, trabalhando em turnos de revezamento 24 horas/dia 7 dias por semana
Pessoal	Equipe de manutenção da Celesc Geração. Horário comercial. Sobreaviso aos finais de semana.
Pessoal	Equipe de manutenção terceirizada, com posto de trabalho na Usina, Horário comercial. Sobreaviso aos finais de semana.
Pessoal	Equipe técnica para inspeção civil das estruturas, localizada em Florianópolis. Horário Comercial.
Suprimentos/Insumos	Material de consumo/reposição imediata, como lâmpadas, cabos, correntes, graxas, óleos, combustível, etc.
Ferramentas	Motosserra, roçadeiras, enxadas, pás, rastelos, etc. Ferramentaria para a execução das manutenções.
Sobressalentes	Sensores, conectores, componentes elétricos, eletrônicos e de automação da usina.
Suprimentos/Insumos	Cascalho, saco de areia, saibro e pedregulhos, possível retirada nas áreas internas da usina.
Recursos logísticos	Veículos de apoio e de serviço das equipes de manutenção próprias e terceirizadas

Além dos recursos humanos, materiais e equipamentos de propriedade da CELESC Geração S.A., o empreendedor poderá buscar empresas prestadoras de serviços e fornecedores de materiais e insumos às quais se possa recorrer na região de abrangência dos empreendimentos quando da ocorrência de condição de emergência, tais como empresas de terraplanagem, construtoras, fornecedores de materiais de construção e locações de equipamentos. Dentre os recursos básicos emergenciais a serem contratados, podem-se citar:

- Geradores de energia;



- Refletores e torres de iluminação;
- Materiais de sinalização e isolamento (cavaletes, fitas, cones, telas, placas etc.);
- Provisão de água potável em caminhões pipa;
- Materiais de primeiros socorros e higiene pessoal;
- Radiocomunicadores e equipamentos de comunicação;
- Veículos para carga e transportes de materiais;
- Veículos para transporte de pessoas;

No Centro de Operação da Geração – COG, localizado em Florianópolis, a comunicação via fibra óptica permite acesso à operação e supervisão da usina. AS INFORMAÇÕES DEVEM SER CENTRALIZADAS NO COG, tanto em operação normal quanto em situações atenção e de emergência. Na impossibilidade deste canal de comunicação, deve-se recorrer aos contatos do coordenador do PAE.



DS
SJS

11. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE

Quadro 19 - Responsáveis Técnicos pela atualização do PAE

Nome	Qualificação	Nº CREA
Fabricio Fernandes Vieira	Engenheiro Civil Especialista em Segurança de Barragens	CREA – SP 5062248399
Lucas Camargo da Silva Tassinari	Engenheiro Civil, Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	CREA - RS 205.394
Lucas Rangel Martins	Engenheiro Civil, Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	CREA – RS 214.787
Gustavo Boff Klaus	Engenheiro Civil Especialista em Gestão de Projetos	CREA – RS 216.186
Arthur da Fontoura Tschiedel	Engenheiro Ambiental, Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	CREA – RS 200.107
Marcele Nonnenmacher Colferai	Engenheira Ambiental	CREA – RS 230.383
Nederson da Silva Koehler	Engenheiro Mecânico, Mestre em Engenharia Mecânica	CREA – RS 089.528
Pedro Meirelles Leite	Geólogo	CREA – RS 215.029
Bibiana Niederauer Soares	Engenheira Civil	CREA – RS 242.229
Pedro L. C. Ferreira	Engenheiro Civil, Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, PMP	CREA – RS 156.103
Robert de Oliveira	Engenheiro Civil	CREA – SP 5070711265
Bruno Takeo Yoshida	Engenheiro Civil, Especialista em Segurança de Barragens	CREA – SP 5063594653
Antúlio Alves Júnior	Engenheiro Eletricista	CREA – SP 5063071777
Maria Cecília Guazzelli	Engenheira Civil, Mestre em Engenharia de Solos	CREA – SP 0682570320

12. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Manual do empreendedor sobre segurança de barragens: guia de orientação e formulários do Plano de Ação Emergencial - PAE. Brasília, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Manual do empreendedor sobre segurança de barragens: diretrizes para elaboração do projeto de barragens. Brasília, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Manual do empreendedor sobre segurança de barragens: guia de revisão periódica de segurança de barragens. Brasília, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Resolução nº. 132 de 22 de fevereiro de 2016. Estabelece critérios complementares de classificação de barragens reguladas pela Agência Nacional de Águas - ANA, quanto ao Dano Potencial Associado - DPA, com fundamento no art. 5º, §3º, da Resolução CNRH nº 143, de 2012, e art. 7º da Lei nº 12.334, de 2010. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 de fev. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Constituição (2015). Resolução Normativa Nº 696, de 15 de dezembro de 2015. 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. BRASIL.

BRASIL – Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010. Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB, 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 14.066 de 20 de setembro de 2020, que altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Diário Oficial da União. 2020.

BRASIL, 2020. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base Cartográfica Contínua do Estado de Santa Catarina, escala 1:25.000 - SC25, versão 2020. Disponível em:

<https://dados.gov.br/dataset/base-cartografica-continua-do-estado-de-santa-catarina-escala-1-25-000-sc25-versao-2020>, acesso em 28/04/2022.

CBDB. Comitê Brasileiro de Barragens. Boletim Técnico 003. A prática brasileira de projeto e operação de vertedouros: análise crítica e recomendações para seu aperfeiçoamento. Org. Diego David Baptista de Souza et al. – Rio de Janeiro: Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB, 2021.

Eletrobras. Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas. 2003.

Eletrobras. Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas. 2000.

FRAGA ENGENHARIA E NOVA ENGEVIX ENGENHARIA E PROJETO, 2019. Ampliação da PCH Celso Ramos – Projeto Executivo: Barragem – Análise de Estabilidade – Memorial de Cálculo. Documento nº UCR-EGV-E-BPMC-C02-1001.

Freitas, Marcos A., Org. Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina - Projeto Oeste de Santa Catarina / Organizado por Marcos A. de Freitas; Bráulio R. Caye; José L. F. Machado. Porto Alegre: CPRM/ SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2002

Freitas, Marcos A., Org. Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina – Mapas Geológicos das Folhas Pato Branco (SG22-Y-A) Folha Clevelândia (SG-22-Y-B) Folha Chapecó (SG-Y-C) Folha Erechim (SG-22-Y-D). Porto Alegre: CPRM/ SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2002

FROEHLICH, David. Embankment dam breach parameters and their uncertainties. Journal of Hydraulic Engineering, v. 134, p. 1708-1721, 2008.

FROEHLICH, David C. Predicting Peak Discharge from Gradually Breached Embankment Dam. Journal of Hydrologic Engineering, v. 21, p. 15, 2016

HARTMANN, L. A. Petrogênese dos Granulitos e Ultramafitos de Luís Alves, SC. 1981. 104 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1981.

Iglesias, Carlos Moacyr da Fontoura Geologia e recursos minerais da Folha Joinville - SH. 22-Z-B, Escala 1:250.000, Estado de Santa Catarina / Carlos Moacyr da Fontoura; Henrique Zerfass; Marco Aurélio Schneiders da Silva; Carla Klein. -- Porto Alegre: CPRM, 2011

NARDY, A.J.R., MACHADO, F.B.; OLIVEIRA, M.A.F. (2001). Litoestratigrafia da Formação Serra Geral. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, Boletim de Resumos. Rio de Janeiro, SBG, 2001. p. 77.

PROSUL PROJETOS SUPERVISÃO E PLANEJAMENTO LTDA. (Santa Catarina). PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM PCH CELSO RAMOS. 2015. Código nº: 5062-CEL-6C-MPBA-001-01-15.

PROSUL PROJETOS SUPERVISÃO E PLANEJAMENTO LTDA (Santa Catarina). PCH CELSO RAMOS PARTE III - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS - PAE. 2015. Código nº: 5062-CEL-6C-MPBA-002-01-15.

RIBAS, S. M. O complexo máfico-ultramáfico de Tijucas do Sul, correlação com o Complexo de Pien, PR e considerações metalogenéticas. 1993. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Campinas. Campinas, 1993. 1 CD ROM.

ROISENBERG, A. (1989) Petrologia e geoquímica do vulcanismo ácido Mesozóico da província meridional da bacia do Paraná. 1989. 285p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

Silva, Marco Aurélio Schneiders; Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Criciúma, Folha SH.22-X-B. Estado de Santa Catarina. Escala 1:250.000; Brasília: CPRM, 2000.

SILVA, L. C. da. Geologia do Pré-Cambriano/Eo-Paleozóico de Santa Catarina. In: SILVA, L. C. da; BORTOLUZZI, C. A. (Eds.) Texto explicativo para o mapa geológico do Estado de Santa Catarina, escala 1:500.000. Florianópolis: DNPM/Secr. Ciênc. Tecnol. Minas e Energ., 1987. p.11-90. (Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina, 2).

SMIDERLE, Camila de Souza Dahm. Segurança de Barragens: Análise da Instrumentação da Barragem de Itaúba. 2014. Diss. Dissertação (Mestrado em Engenharia)–Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SOARES, R. M. C. Petrologia do complexo máfico-ultramáfico de Barra Velha, SC. 1975. 79 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1975.

TUCCI, C.E. M. (coord.). Regionalização de Vazões no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 1991.

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. BUREAU OF RECLAMATION. Design of Small Dams. 3ª ed. 1987.

Wilson Wildner, Reinaldo Santana Correia de Brito, Otavio Augusto; Boni Licht e Edir Edemir Arioli (Coordenadores) - Geologia e Recursos Minerais do Estado do Paraná; - Escala 1:200.000, Brasília: CPRM, 2006. (Convênio CPRM/MINEROPAR).: 95 pgs. il.+ mapas.

WILDNER, W. (2004). Estratigrafia do magmatismo Serra Geral na Bacia do Paraná – Conceitos básicos e divisão faciológica. In Reunião Aberta da Comissão Brasileira de Estratigrafia / SBG / Porto Alegre / 2004.

WILDNER, W. - Coordenador (2004). Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina, Porto Alegre; CPRM; 2014.

Zanini, Luiz Fernando Pardi; Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – Folha Florianópolis (SG 22 Z D – V) e Lagoa (SG 22 Z D – VI) – Escala 1:100.00 – Brasília, CPRM;1997.

13. ANEXOS

ANEXO I – Ficha de Notificação de Mau Funcionamento

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

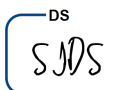
Eu, _____(nome e cargo), na
condição de _____ da **PCH
CELSO RAMOS** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o
Registro de **Notificação de Mau Funcionamento** para a Barragem
_____ a partir das _____ (horário) do dia
____/____/____, em função de:

_____, _____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

(cargo e RG)



DS
SJS

ANEXO II – Ficha de Notificação de Condição Potencial de Ruptura

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

Eu, _____(nome e cargo), na
condição de _____ da **PCH
CELSO RAMOS** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o
Registro de **Notificação de Condição Potencial de Ruptura** para a Barragem
_____ a partir das _____ (horário) do dia
____/____/____, em função de:

_____, ____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

^{DS}
SJS

ANEXO III – Declaração de Início de Situação de Alerta ou Emergência

URGENTE

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

Eu, _____(nome e cargo), na
condição de _____ da **PCH
CELSO RAMOS** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o
Registro de **Declaração de Início de () ALERTA / () EMERGÊNCIA**, a partir das
_____ (horário) do dia ____/____/____, em função da ocorrência de:

_____.

_____, ____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

(cargo e RG)

^{DS}
SADS

ANEXO IV – Declaração de Término de Situação de Alerta ou Emergência

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

Eu, _____(nome e cargo), na condição de _____ da **PCH CELSO RAMOS** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o Registro de **Declaração de Encerramento de () ALERTA / () EMERGÊNCIA**, a partir das _____ (horário) do dia ____/____/____, em função da recuperação das condições adequadas de Segurança da Barragem e eliminação do Risco de Ruptura:

Medidas adotadas: _____

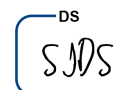
_____.

_____, ____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

(cargo e RG)



DS
SJS

ANEXO V – Planos de Ações Específicas para Contingências

V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO

Descrição:	A ruptura de qualquer uma das estruturas de contenção iniciou, seja o maciço, estruturas em concreto ou equipamentos de controle. A barragem não possui mais condições de conter o volume do reservatório.
Ações:	Evacuar a área da barragem. Coordenar esforços para redução da onda de cheia. Se for possível e houver segurança para tal, descarregar por tomada de fundo parte da vazão. Reduzir o nível das barragens de elevação a jusante, se existentes. Demais ações associadas ao nível de resposta correspondente.
Nível de resposta:	VERMELHO
ACIONAR	
Quando:	Imediatamente
Responsável por:	Operador, Engenheiro Responsável, Equipe de Inspeção regular (caso estejam no local)
Quem:	Notificar residentes/ocupantes das áreas a jusante. Defesa Civil e Corpo de Bombeiros, Órgão Fiscalizador e demais agentes do fluxograma de notificação.
Como:	Através de telefone e acionar sistema de alerta

V.2 RUPTURA IMINENTE

Descrição:	A ruptura de qualquer uma das estruturas de contenção ainda não iniciaram, mas é iminente.
Ações:	Evacuar a área da barragem. Coordenar esforços para redução da onda de cheia. Implementar ações preventivas. Se for possível e houver segurança para tal, descarregar por tomada de fundo parte da vazão. Reduzir o nível das barragens de elevação a jusante.
Nível de resposta:	LARANJA
ACIONAR	
Quando:	Imediatamente
Responsável por:	Operador, Engenheiro Responsável, Equipe de Inspeção regular (caso estejam no local)
Quem:	Notificar residentes/ocupantes das áreas a jusante. Defesa Civil e Corpo de Bombeiros, Órgão Fiscalizador e demais agentes do fluxograma de notificação.
Como:	Através de telefone

DS
SJS

V.3 FALHA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL

Descrição:	O processo de falha está em desenvolvimento lento ou alguma situação não usual ocorreu que possa levar futuramente a ruptura da barragem.
Ações:	Contatar Engenheiro Responsável que deverá realizar inspeção na barragem. Caso seja apropriado deverá acionar inspeção especial ou emergencial. Manter prontidão, pois esta condição pode evoluir rapidamente para outra mais crítica.
Nível de resposta:	AMARELO
ACIONAR	
Quando:	Mesmo dia em que esta condição for observada.
Responsável por:	Operador, Engenheiro Responsável, Equipe de Inspeção regular (caso estejam no local)
Quem:	Engenheiro Responsável
Como:	Através de telefone ou contato pessoal

V.4 ABALO SÍSMICO

Descrição:	Abalo superior a grau 5 na escala Richter (Descrição: É sentido por todos. Pessoas caminham sem equilíbrio. Janelas e objetos de vidro são quebrados. Objetos e livros caem de estantes. Móveis movem-se ou tombam. Alvenarias e rebocos racham. Árvores balançam visivelmente ou ouve-se ruído.) que seja anunciado nas proximidades, ou o indivíduo responsável pela barragem tenha sentido tremores.
Ações:	Efetuar imediatamente uma inspeção visual em toda a barragem e estruturas complementares. Caso tenham ocorrido danos visíveis ou ocultos implementar alguma ação descrita de acordo com a gravidade e os itens descritos acima. Registrar incidente.
Nível de resposta:	AMARELO
ACIONAR	
Quando:	De acordo com a gravidade dos danos.
Responsável por:	Operador e Engenheiro Responsável.
Quem:	Engenheiro responsável ou de acordo com a gravidade dos danos.
Como:	De acordo com a gravidade dos danos.

V.5 ENCHENTE

Descrição:	O vertedouro da barragem é dimensionado para suportar uma cheia de projeto, sendo essa cheia associada a um nível. Caso este nível seja extrapolado, deve-se realizar procedimentos para assegurar as vidas e propriedades a jusante.
Ações:	O Operador residente deverá notificar o Engenheiro Responsável caso o nível 721,06 metros for atingido, com as seguintes informações: <ul style="list-style-type: none"> - Elevação atual do nível do reservatório e borda livre; - Taxa de elevação do nível do reservatório (cm/hora, cm/min...); - Condições climáticas; - Condições de descarga dos canais e rios de jusante; - Vazão nos drenos (se existentes) Caso o nível continuar a subir se aproximando do nível de alerta, o Operador residente deverá notificar o Engenheiro Responsável com as informações citadas acima e aplicar as mesmas do nível de resposta laranja.
Nível de resposta:	AMARELO
ACIONAR	
Quando:	Assim que a condição descrita ocorrer.
Responsável por:	Operador, Engenheiro Responsável, Equipe de Inspeção regular (caso no local)
Quem:	Notificar residentes/ocupantes das áreas a jusante, de acordo com LISTA DE NOTIFICAÇÃO e MAPA DE INUNDAÇÃO. (se existente), Defesa Civil e Corpo de Bombeiros.
Como:	Através de telefone

V.6 INFILTRAÇÕES, CHARCOS, AUMENTO DE FLUXO OU SUMIDOUROS

Descrição:	Fluxos anormais ocorreram através dos maciços das barragens
Ações:	Caso ocorra um rápido aumento em antigas infiltrações, um aumento de fluxo no dreno de pé ou aparecimento de novas fontes, infiltrações ou zonas úmidas, então devem ser determinadas a sua localização, extensão da área afetada, descarga estimada, aspecto da água de descarga e as elevações de água no reservatório e na região a jusante. Um desenho da área pode ser útil para ilustrar. Se uma ruptura parecer provável, implementar imediatamente os procedimentos de Ruptura Iminente, caso contrário, reportar todas as observações para o Engenheiro Responsável e aguardar por melhores instruções.
Nível de resposta:	AMARELO – RUPTURA NÃO IMINENTE
	LARANJA – RUPTURA IMINENTE
ACIONAR	
Quando:	Mesmo dia em que esta condição for observada ou de acordo com gravidade da situação.

Responsável por:	Operador (residente) e Engenheiro Responsável
Quem:	Engenheiro responsável ou de acordo com a gravidade dos danos.
Como:	Através de telefone, documentar ocorrido.

V.7 DESLIZAMENTOS

Descrição:	Todo deslizamento na região de montante que tenha potencial para deslocar rapidamente grandes volumes pode gerar grandes ondas no reservatório ou sangradouro. Deslizamentos na região de jusante que possam impedir o fluxo de água normal também são relevantes.
Ações:	Todos os deslizamentos devem ser relatados ao Engenheiro Responsável. Entretanto, antes, é importante determinar a localização, extensão, causa provável, grau de efeito na operação, probabilidade de movimentos adicionais da área afetada e outras áreas de deslizamento, desenvolvimentos de novas áreas e outros fatores considerados relevantes.
Nível de resposta:	Avaliar conforme magnitude do deslizamento e outras condicionantes
ACIONAR	
Quando:	Mesmo dia em que esta condição for observada ou de acordo com gravidade da situação.
Responsável por:	Operador (residente) e Engenheiro Responsável
Quem:	Engenheiro responsável.
Como:	Através de telefone, documentar ocorrido.

V.8 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA

Descrição:	Descargas súbitas e significativas através dos vertedouros ou válvula de descarga de fundo podem gerar ondas não esperadas que atingem a população a jusante.
Ações:	Notificar atingidos a jusante.
Nível de resposta:	AMARELO
ACIONAR	
Quando:	Imediatamente
Responsável por:	Operador (residente) e Engenheiro Responsável
Quem:	Conforme fluxograma de notificações.
Como:	Através de telefone

V.9 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS

Descrição:	Após a obtenção de toda leitura de instrumentação da barragem, os valores obtidos devem ser comparados com os das leituras anteriores para o mesmo nível de água no reservatório.
Ações:	Caso a leitura pareça anormal, o Operador Residente é responsável por: 1) Determinação de: alterações das leituras normais; níveis de água no reservatório e na região a jusante; condições climáticas; outros fatores pertinentes. 2) Contatar o Engenheiro Responsável.
Nível de resposta:	AVALIAR DETALHADAMENTE
ACIONAR	
Quando:	Caso a leitura ocorrida seja espúria, relatar ao Engenheiro Responsável na próxima inspeção regular. Caso as leituras continuem a apresentar um comportamento anormal relatar ao Engenheiro Responsável assim que detectado.
Responsável por:	Operador (residente) e Leiturista da instrumentação
Quem:	Engenheiro Responsável
Como:	Relatar na inspeção regular ou por telefone.

V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

Descrição:	O nível do reservatório está elevado de forma a atingir ou quase atingir a cota de coroamento da barragem;
Ações:	a) abrir os dispositivos de descarga gradualmente até o seu limite máximo de segurança; b) posicionar sacos de areia ao longo da crista da barragem para aumentar a borda livre e forçar um maior fluxo pelo vertedouro e dispositivos de descarga; c) providenciar proteção no talude de jusante, se este for em aterro, instalando lonas plásticas ou outros materiais resistentes a erosão; d) derivar, se possível, parte da vazão afluyente na região do reservatório; e) aumentar a descarga de sangria, efetuando aberturas em pequenos aterros, diques ou barragens auxiliares, onde os materiais de fundação forem mais resistentes à erosão. CUIDADO: Executar esta ação somente em último caso. Contatar o PROPRIETÁRIO DA BARRAGEM antes de tentar executar uma abertura controlada em um aterro.
Nível de resposta:	LARANJA
ACIONAR	
Quando:	Imediatamente.
Responsável por:	DPOM, Engenheiro Responsável
Quem:	Engenheiro Responsável
Como:	Por telefone.

V.11 EROSÃO REGRESSIVA (PIPING) NO ATERRO, FUNDAÇÃO OU OMBREIRAS

Descrição:	Material fino está sendo transportado hidraulicamente através do maciço, fundação ou ombreiras.
Ações:	a) estancar o fluxo com qualquer material disponível (e.g. bentonita, lona plástica etc.), caso a entrada de fluxo esteja no reservatório; b) rebaixar o nível do reservatório até a redução do fluxo a uma velocidade não-erosiva; c) posicionar um filtro com areia e brita sobre a área de saída do fluxo para evitar o carreamento de material pelo fluxo; d) continuar o rebaixamento do nível do reservatório até que uma cota segura seja atingida; e) manter baixo o nível do reservatório até que os reparos sejam concluídos.
Nível de resposta:	AMARELO
ACIONAR	
Quando:	Dependendo do nível previsto e progressão da erosão para o reservatório nas próximas semanas. Épocas de níveis reduzidos podem permitir mais tempo para reparos. Prever tempo suficiente para realização dos reparos.
Responsável por:	Operador (residente), Engenheiro Responsável
Quem:	Engenheiro Responsável
Como:	Por telefone.

V.12 FALHA NO VERTEDOURO

Descrição:	A estrutura do vertedouro, bacia de amortecimento, canal rápido ou bacia de dissipação foi danificada e não permitirá vertimento de vazões de forma segura.
Ações:	a) implementar medidas temporárias para proteger a estrutura danificada b) utilizar profissionais experientes para verificar o problema e, se necessário, efetuar reparos; c) rebaixar o nível do reservatório até uma cota segura através da operação das comportas ou descarregadores de fundo (se houverem); d) Caso a tomada d'água esteja inoperante, a instalação de motobombas, sifões ou abertura controlada do maciço (em último caso) pode ser necessária.
Nível de resposta:	AMARELO
ACIONAR	
Quando:	Dependendo do nível previsto para o reservatório nas próximas semanas. Épocas de níveis reduzidos podem permitir mais tempo para reparos. Prever tempo suficiente para realização dos reparos.
Responsável por:	Operador (residente), Engenheiro Responsável
Quem:	Engenheiro Responsável
Como:	Por telefone.

V.13 PERDA DE SUPORTE DAS OMBREIRAS OU TRINCAMENTO EXCESSIVO EM BARRAGEM/OBRA DE CONCRETO

Descrição:	Ocorreu falha em obra de concreto crítica para o sistema (maciço, galeria, vertedouro)
Ações:	a) rebaixar o nível do reservatório pela liberação de maior vazão pelos dispositivos de descarga; b) Acionar o fluxograma de notificação; c) tentar impedir o fluxo de água através da barragem ou ombreiras instalando lonas plásticas; d) rebaixar o nível do reservatório até uma cota segura; e) se uma ruptura parecer provável, implementar imediatamente os procedimentos de Ruptura Iminente, caso contrário, reportar todas as observações para o Engenheiro Responsável e aguardar por melhores instruções.
Nível de resposta:	AMARELO – RUPTURA NÃO IMINENTE LARANJA – RUPTURA IMINENTE
ACIONAR	
Quando:	Imediatamente
Responsável por:	Operador (residente), Engenheiro Responsável
Quem:	Engenheiro Responsável, Lista de Notificação
Como:	Por telefone.

DS
SJS

V.14 INVASÃO DA ÁREA DA BARRAGEM

Descrição:	Pessoal alheio às atividades da barragem acessou ou está acessando a área da barragem sem autorização. Desconhecidas suas intenções, deve-se considerar que esta área é alta periculosidade para pessoas que não tenham conhecimento de seu funcionamento (estruturas com grandes desníveis, altas velocidades e pressões, equipamento pesados, etc.) e que a interferência na operação da barragem pode gerar risco a vidas humanas e propriedade a jusante da obra.
Ações:	Acompanhar as movimentações, notificar os intrusos sobre a restrição sobre esta área. Acionar iluminação para reduzir chance de acidentes. Notificar a Polícia.
Nível de resposta:	VERDE
ACIONAR	
Quando:	Imediatamente
Responsável por:	Operador (residente)
Quem:	Polícia Civil ou Polícia Militar
Como:	Por telefone.

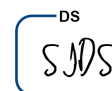
V.15 PÓS EVENTO

Descrição:	Após qualquer um dos eventos listados anteriormente, quando em situação regularizada.
Ações:	Registrar todos os eventos ocorridos com detalhes precisos (data e sequência de eventos, magnitudes, ações realizadas e consequências). O registro deve ser feito de forma colaborativa entre os envolvidos de modo a ser o mais fiel possível à realidade. Estes registros devem ficar disponíveis para subsidiar a revisão do Plano de Segurança.
Nível de resposta:	VERDE
ACIONAR	
Quando:	Quando em situação regularizada, o mais breve possível.
Responsável por:	Engenheiro Responsável
Quem:	Engenheiro Responsável é encarregado de agregar estes relatos e arquivar versão final.
Como:	Produto colaborativo entre envolvidos.

DS
SIDS

V.16 RISCO DE ALAGAMENTO A JUSANTE POR OPERAÇÃO DE DESCARGA

Descrição:	Situações em que há susceptibilidade de ocorrência de alagamentos a jusante pelo lançamento de vazões efluentes acima das consideradas normais, sem ocorrência de situação potencial de ruptura, em virtude de operação de descarga na usina, tais como: - necessidade de rebaixamento do reservatório; - manutenções em vertedouros, comportas, descarregadores de fundo ou tomada d'água; - problemas de funcionamento em estruturas de descarga sem ocorrência de cheia afluente;		
Nível de resposta:	AMARELO		
Quem faz	O que faz	Quando faz	Como fazer
Operador/COG	Comunica o chefe DVOP e Coordenador PAE. Registra data e hora do início da ocorrência.	Assim que verificada a situação.	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)
Chefe DVOP	Comunica o chefe de departamento e responsável técnico da barragem.	Assim que for notificado	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)
Coordenador PAE	Informa ao COG os procedimentos a seguir durante a ocorrência	Após reunião com DVOP/DPOM	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)
Operador/COG	Acompanha situação dos reservatórios; Operação do reservatório por despacho de geração	Durante a ocorrência	Via sistema supervisório ou localmente nas réguas de nível das barragens
Operador/COG	Repassa a situação para a equipe de manutenção	Caso não seja possível a operação (falha)	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)
Equipe de Manutenção	Instala equipamentos suplementares de drenagem e controla os níveis dos poços de drenagem	Durante a ocorrência	Localmente
Operador/COG	Repassa o resumo da ocorrência para chefe DVOP, DPOM e responsável técnico da barragem	Após normalização dos níveis.	E-mail
Responsável Técnico da Barragem	Relatório da ocorrência (para arquivo na pasta do PSB/PAE)	Após recebimento do resumo da ocorrência	Relatório Texto e/ou fotográfico.



ANEXO VI – Mapa das Manchas de Inundação

^{DS}
SJS

ANEXO VII – Mapa da ZAS e ZSS

^{DS}
S.D.S

ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica

^{DS}
SJS