

Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC

ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



CGH CAVEIRAS

Instrumento Contratual nº 4600006090

DEZEMBRO/2022

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	ISB-6090-UCS-009-01			
Título do Documento:	Relatório de Atualização do Plano de Ação de Emergência			
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	03/08/2022	F. F. V.	
01	Revisão 01	13/12/2022	F. F. V.	

DocuSigned by:
GUSTAVO BOFF KLAUS
9E2EE810F21C4E1...

DocuSigned by:
Lucas Rangel Martins
6DAAE16514514A5...

DocuSigned by:
FF
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 – CGH CAVEIRAS

RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA DA CGH CAVEIRAS

Equipe Técnica

Fabrizio 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

Jéssica Ribeiro Fontoura

Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestre em Engenharia Civil

Pedro Meirelles Leite

Geólogo

Pedro L. C. Ferreira

Engenheiro Civil, Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Nederson da Silva Koehler

Engenheiro Mecânico, Mestre em Engenharia Mecânica

Caroline Sperandio

Assistente Técnica

Bibiana Niederauer Soares

Engenheira Civil

Igor Augusto Barcelos da Silva

Assistente Técnico

Maria Cecília Guazzelli

Eng. Civil, Mestre em Engenharia de Solos

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.....	20
5.2.	VERTEDOURO.....	22
5.3.	CIRCUITO HIDRÁULICO DE ADUÇÃO.....	24
5.3.1.	TOMADA DE ÁGUA.....	24
5.3.2.	CONDUTO DE ADUÇÃO – BAIXA PRESSÃO.....	25
5.3.3.	CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO	25
5.3.4.	CONDUTO FORÇADO DE ALTA PRESSÃO	26
5.3.5.	CASA DE FORÇA E EQUIPAMENTOS ELETROMECAÂNICOS	26
6.	ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADES DO PAE.....	28
6.1.	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	28
6.1.1.	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE.....	29
6.1.2.	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE TÉCNICA	30
6.2.	ENTIDADE FISCALIZADORA	31
6.3.	SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL	31
7.	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE RISCO E EMERGÊNCIA	34
7.1.	CAUSAS DE DEFEITOS EM BARRAGENS.....	34
7.2.	IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO	35

7.3. IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA	35
7.4. NÍVEIS DE RESPOSTA.....	36
7.5. AÇÕES A IMPLEMENTAR	47
7.6. PLANO DE AÇÕES ESPECÍFICAS PARA CONTINGÊNCIAS.....	56
8. ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO	58
8.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	58
8.1.1. GALGAMENTO (OVERTOPPING)	58
8.1.2. EROSÃO INTERNA (PIPING)	59
8.1.3. FALHA ESTRUTURAL.....	60
8.2. METODOLOGIA.....	60
8.3. CENÁRIOS SIMULADOS.....	61
8.3.1. CENÁRIOS 1, 2 E 3 – CHEIAS SEM ROMPIMENTO – TR 10, 100 E 1.000 ANOS	61
8.3.2. CENÁRIO 4 – ROMPIMENTO COM VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA NORMAL – “SUNNY DAY”	61
8.3.3. CENÁRIO 5 - ROMPIMENTO – CHEIA COM TR 10 ANOS	62
8.3.4. CENÁRIO 6 - ROMPIMENTO – CHEIA COM TR 100 ANOS	62
8.3.5. CENÁRIO 7 - ROMPIMENTO – CHEIA COM TR 1.000 ANOS	62
8.4. DADOS DE ENTRADA.....	63
8.4.1. TOPOGRAFIA	63
8.4.2. COEFICIENTE DE MANNING.....	64
8.4.3. PARÂMETROS DE FORMAÇÃO DA BRECHA	64
8.4.4. CURVA COTA X ÁREA X VOLUME E HIDROGRAMAS AFLUENTES.....	65

8.4.5.	CONDIÇÕES DE CONTORNO	66
8.5.	PONTOS NOTÁVEIS E ÁREAS DE INTERESSE	67
8.6.	MANCHAS DE INUNDAÇÃO	69
8.7.	NÍVEIS D'ÁGUA MÁXIMOS	69
8.8.	TEMPO DE CHEGADA DE ONDA DE CHEIA.....	70
8.9.	ZONA DE AUTO SALVAMENTO (ZAS) E ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)	71
8.10.	CONCLUSÕES DO ESTUDO DE RUPTURA	77
9.	NOTIFICAÇÃO E SISTEMAS DE ALERTA	80
9.1.	MEIOS DE DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO	80
9.2.	ALERTA SONORO	82
9.3.	PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA	82
9.4.	SIMULAÇÕES E TREINAMENTOS	89
10.	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS.....	91
11.	EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PSB.....	93
12.	REFERÊNCIAS	94
13.	ANEXOS.....	97
	ANEXO I – Ficha de Notificação de Mau Funcionamento	97
	ANEXO II – Ficha de Notificação de Condição Potencial de Ruptura	98
	ANEXO III – Declaração de Início de Situação de Alerta ou Emergência	99
	ANEXO IV – Declaração de Término de Situação de Alerta ou Emergência	100
	ANEXO V – Planos de Ações Específicas para Contingências	101
	V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO.....	101
	V.2 RUPTURA IMINENTE	101

V.3 FALHA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL	102
V.4 ABALO SÍSMICO.....	102
V.5 ENCHENTE	103
V.6 INFILTRAÇÕES, CHARCOS, AUMENTO DE FLUXO OU SUMIDOUROS	103
V.7 DESLIZAMENTOS	104
V.8 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA.....	105
V.9 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS.....	105
V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO	106
V.11 EROSÃO REGRESSIVA (PIPING) NO ATERRO, FUNDAÇÃO OU OMBREIRAS	106
V.12 FALHA NO VERTEDOURO.....	107
V.13 PERDA DE SUPORTE DAS OMBREIRAS OU TRINCAMENTO EXCESSIVO EM BARRAGEM/OBRA DE CONCRETO	107
V.14 INVASÃO DA ÁREA DA BARRAGEM.....	108
V.15 PÓS EVENTO	108
V.16 RISCO DE ALAGAMENTO A JUSANTE POR OPERAÇÃO DE DESCARGA..	109
ANEXO VI – Mapa das Manchas de Inundação	110
ANEXO VII – Mapa da ZAS e ZSS	111
ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da CGH Caveiras	17
Figura 2 – Vista do Arranjo geral do aproveitamento da CGH Caveiras – Barragem Principal	18
Figura 3 - Arranjo geral da Tomada d'água da CGH Caveiras – Planta Baixa	19
Figura 4 - Vista do Arranjo Geral da Tomada d'água da CGH Caveiras	20
Figura 5 – Vista a Jusante do Barramento e Vertedouro da CGH Caveiras.	21
Figura 6 – Vista a Montante do Barramento e Vertedouro da CGH Caveiras.....	21
Figura 7 – Seção típica do barramento à direita do vertedouro da CGH Caveiras.	22
Figura 8 - Curva de Descarga do Vertedouro da CGH Caveiras	23
Figura 9 – Simulação de amortecimento do hidrograma de cheia milenar	24
Figura 10 - Fluxograma de Ações a Implementar pelo Coordenador do PAE	30
Figura 11 - Organização Esquemática do SINPDEC	32
Figura 12 - Gráfico: Carta de Risco da CGH Caveiras.....	46
Figura 13 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança	57
Figura 14 - Processo de ruptura por galgamento em barragem	59
Figura 15 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem	60
Figura 16 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento	64
Figura 17 - Curvas cota-área-volume do reservatório da CGH Caveiras.....	65
Figura 18 - Hidrogramas Afluentes Naturais.....	66
Figura 19 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV) e seções de interesse.....	68
Figura 20 – Composição da Ponte logo a jusante da barragem da CGH Caveiras.	68
Figura 21 - Mapa de Inundação da CGH Caveiras	69
Figura 22 - Perfil da elevação máxima do nível d'água ao longo do trecho estudado.	70
Figura 23 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário 7	71
Figura 24 - Síntese dos resultados para o Cenário 07	71
Figura 25 - ZAS e ZSS – CGH Caveiras	73
Figura 26 – Aproximação da APV 01.....	74
Figura 27 – Aproximação das APV 02 e APV 03.	74
Figura 28 – Aproximação da APV 04.....	75
Figura 29 – Aproximação da APV 06.....	75
Figura 30 – Aproximação da APV 07.....	76
Figura 31 – Aproximação das APVS 07 e 10.	76
Figura 32 – Aproximação da APV 09.....	77
Figura 33 – Aproximação da APV 11.....	77
Figura 34 - Fluxograma de Notificação	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação do empreendedor.	14
Quadro 2 - Lista de Contatos do PAE – CGH Caveiras	14
Quadro 3 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas	37
Quadro 4 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala	39
Quadro 5 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual	41
Quadro 6 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela instrumentação de auscultação	44
Quadro 7 - Carta de Risco da CGH Caveiras	45
Quadro 8 - Nível de resposta verde: ações a implementar	47
Quadro 9 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar	49
Quadro 10 - Nível de resposta laranja: ações a implementar	51
Quadro 11 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar	54
Quadro 12 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da UHE Garcia.....	63
Quadro 13 - Áreas Potencialmente Vulneráveis.....	67
Quadro 14 - Pontos de Encontro na ZAS da CGH Caveiras.....	83
Quadro 15 - Treinamentos do PAE.....	90
Quadro 16 - Recursos disponíveis para respostas à emergências	91
Quadro 17 - Responsáveis Técnicos pela atualização do PAE	93

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

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.

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 CGH Caveiras, no sentido de salvaguardar o ambiente e a vida da população que reside a jusante do reservatório 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 nas barragens da CGH Caveiras, suas estruturas

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 CGH Caveiras e na Prefeitura Municipal de Lages. 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 houver 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.

3. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Quadro 1 – Identificação do empreendedor.

Razão Social:	CELESC Geração S. A.
CNPJ:	08.336.804/0001-78
Endereço:	Avenida Itamarati, 160 – Bloco A2 – Itacorubi - Florianópolis/SC CEP: 88034-900
Contato:	Fone: (48) 3231-5000 0800 048 0196
Representante Legal:	Cleicio Poletto Martins
Contato RL:	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 CGH Caveiras, contendo a indicação dos agentes internos do empreendedor, autoridades e demais entidades externas constantes do fluxograma de notificação são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Lista de Contatos do PAE – CGH Caveiras

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:	Sílvio 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 Hoffman Paludo (48) 3231-5598 / rafaelhp@celesc.com.br
CGH Caveiras- Equipes Locais: Conservação / Manutenção Eletromecânica / Técnicos Celesc	Casa de força: (49) 3221-5151

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 Lages/SC	Gabinete do Prefeito (49) 3019-7411
Secretaria de Estado de Defesa Civil	(48) 3664-7001 / (48) 3664-7002 secretario@sdsc.sc.gov.br Emergência: 199
Coordenação Municipal de Proteção e Defesa Civil – Lages/SC	(49) 3019-7477 / (49) 98406-4037 Emergência: 199 defesacivil@lagos.sc.gov.br
Coordenadoria Regional da Defesa Civil de Santa Catarina – Lages/SC	(49) 3289-6270 / lagos@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 apoioqabs@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

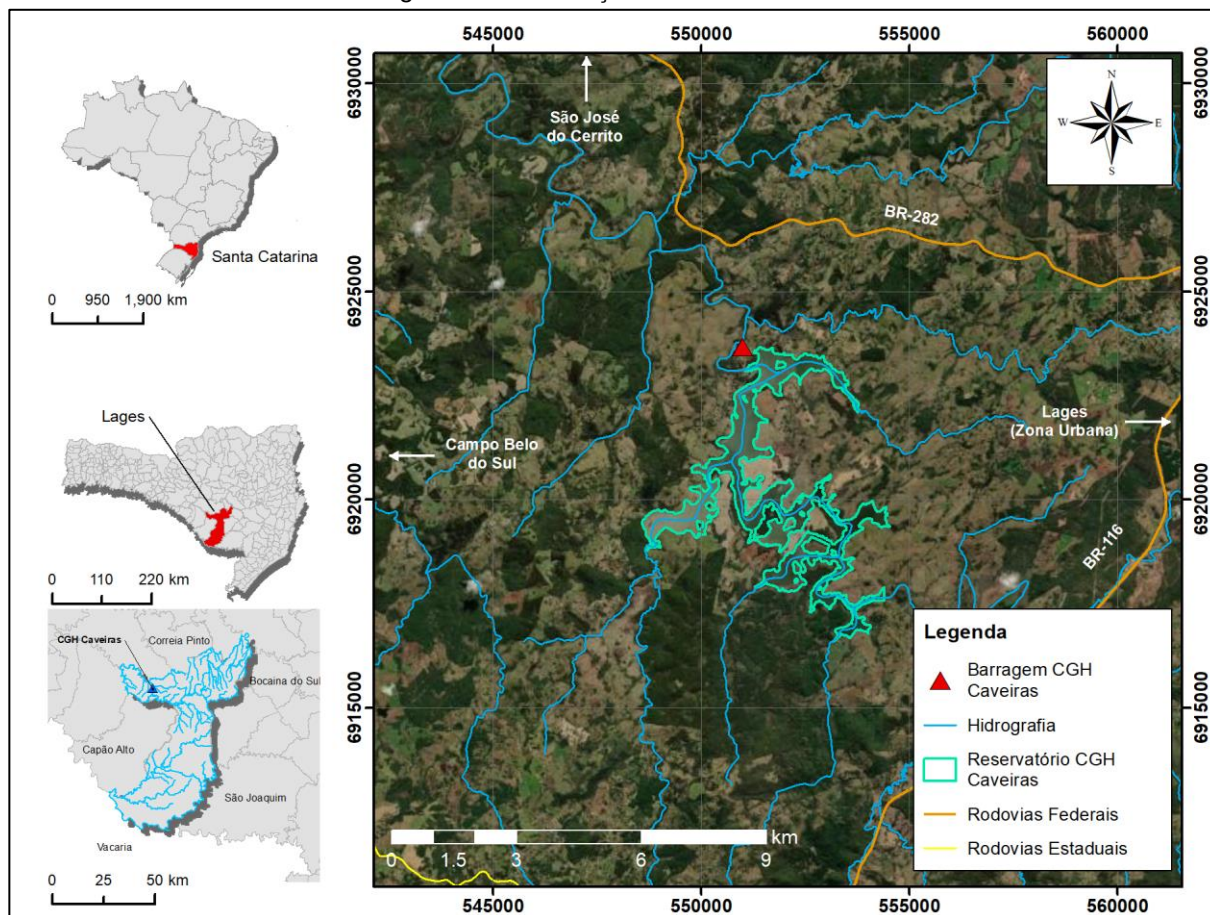
OUTRAS ENTIDADES

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

5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A CGH Caveiras está localizada a cerca de 20 km do centro da cidade de Lages/SC. O acesso à usina se dá pela BR-282, até o trevo de Santa Terezinha do Salto e então seguindo na Av. Lambari até o acesso à CGH Caveiras. O aproveitamento se situa no município de Lages, no Estado de Santa Catarina, nas coordenadas 27° 48' 35,7" de Latitude Sul e 50° 28' 53,1" de Longitude Oeste.

Figura 1 - Localização da CGH Caveiras



O aproveitamento hidrelétrico utiliza um trecho da geomorfologia em alça do Rio Caveiras, com uma área de drenagem de 1.032 km², regularizando os níveis de seu reservatório através de uma barragem de 11,35 m de altura e de 225 m de comprimento. Sua parte central consolida uma soleira vertente livre (sem controle de vazão por comportas), com extensão de 84,85 m. A Figura 2 mostram vista e planta do arranjo geral, na região do barramento principal.

Figura 2 – Vista do Arranjo geral do aproveitamento da CGH Caveiras – Barragem Principal

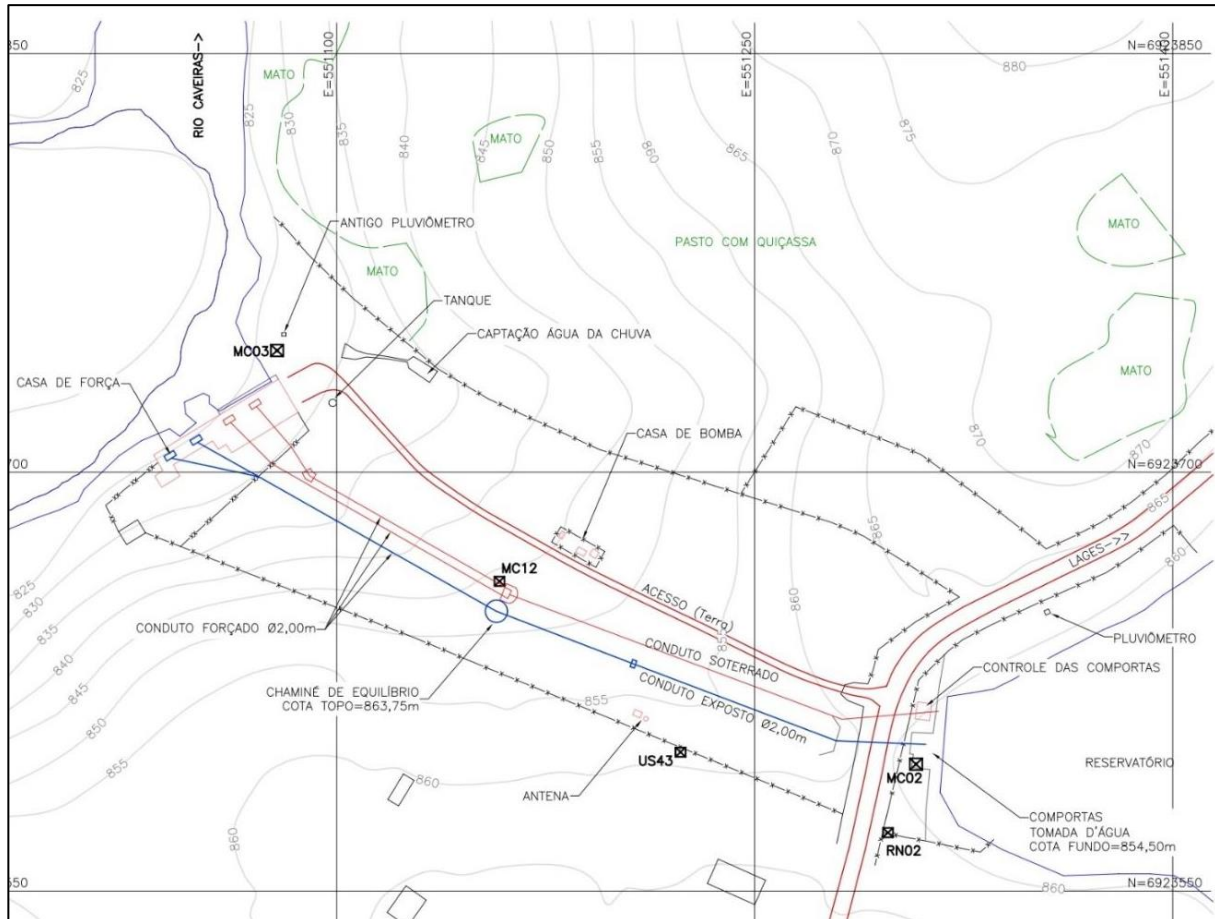


Fonte: CELESC, 2019.

Os volumes acumulados pelo barramento são desviados para uma tomada d'água na margem direita, constituída de uma estrutura de gravidade, construída com pedra argamassada e concreto ciclópico. A partir desta estrutura, derivam dois condutos metálicos de baixa pressão, aduzindo as águas até duas chaminés de equilíbrio. Para as máquinas 1 e 2, a tubulação possui 162,20 m de comprimento e diâmetro de 2,20 m e, para as máquinas 3 e 4, a tubulação possui 162,55 m de comprimento e diâmetro igual a 1,80 m.

Após as chaminés de equilíbrio, as águas são conduzidas por 3 tubulações forçadas, até as turbinas hidráulicas. Os condutos das unidades 1 e 2 utilizam a mesma chaminé de equilíbrio enquanto a tubulação forçada das unidades 3 e 4 utiliza a segunda chaminé de equilíbrio. A Figura 4 e a Figura 5 ilustram as instalações do aproveitamento da CGH Caveiras, na região da tomada d'água e casa de força.

Figura 3 - Arranjo geral da Tomada d'água da CGH Caveiras – Planta Baixa



Fonte: PROSUL, 2015 – Documento 5062-CAV-6C-DEAJ-001.

Figura 4 - Vista do Arranjo Geral da Tomada d'água da CGH Caveiras

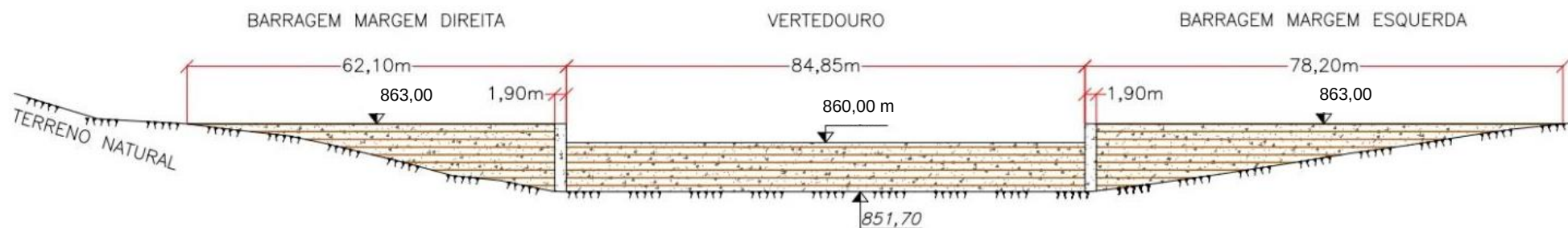


Fonte: CELESC, 2019.

5.1. Barragem

O barramento principal da CGH Caveiras consiste em fechamentos nas ombreiras direita e esquerda com concreto ciclópico revestido externamente com alvenaria de pedra argamassada. Na margem direita a barragem possui 62,10 m de comprimento e na margem esquerda possui 78,20 m, ambas com altura máxima de 11,35 m. A cota da crista da barragem em suas ombreiras se encontra na está na elevação 863,00 m. A figuras abaixo mostra a seção transversal do barramento e longitudinal do barramento.

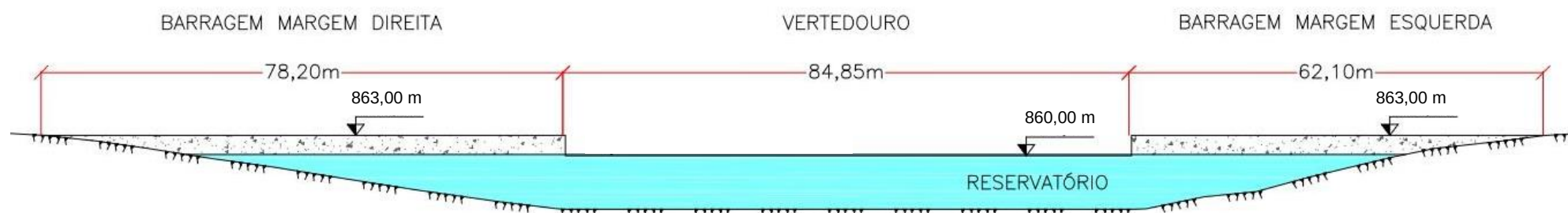
Figura 5 – Vista a Jusante do Barramento e Vertedouro da CGH Caveiras.



VISTA DE JUSANTE – SEÇÃO LONGITUDINAL
ESC. 1:1.000

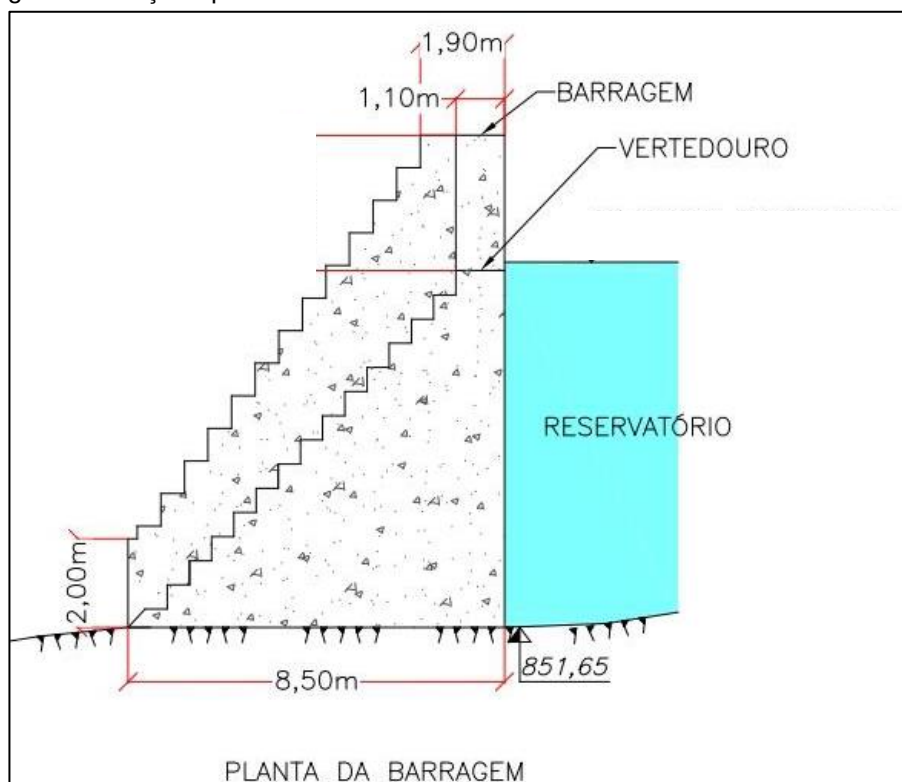
Fonte: Adaptado de PROSUL, 2014 – documento 5062-CAV-6C-DEBA-002.

Figura 6 – Vista a Montante do Barramento e Vertedouro da CGH Caveiras.



Fonte: Adaptado de PROSUL, 2015 – documento 5062-CEL-6C-DEBA-003

Figura 7 – Seção típica do barramento à direita do vertedouro da CGH Caveiras.



Fonte: Adaptado de PROSUL, 2014 – documento 5062-CAV-6C-DEBA-002.

Referente aos valores de borda livre requisitados, após atualização dos estudos hidrológicos, realizados no âmbito do revisão periódica de segurança do empreendimento, foi obtido o NA Máximo Maximorum de 862,50 m (TR 1.000 anos), enquanto a cota da crista da barragem se encontra na elevação de 863,00 m. O referido (documento nº ISB-6090-UCS-005-02) obteve a borda livre mínima necessária calculada como sendo igual a 1,06 m, em virtude do efeito de ondas no reservatório em combinação com o NA Máx. Maximorum. Deste modo é necessário que todos os muros, tomadas d'água e barramentos estejam protegidos até, no mínimo, a cota 863,60 m, impondo a necessidade de altear 0,60 m as estruturas.

5.2. Vertedouro

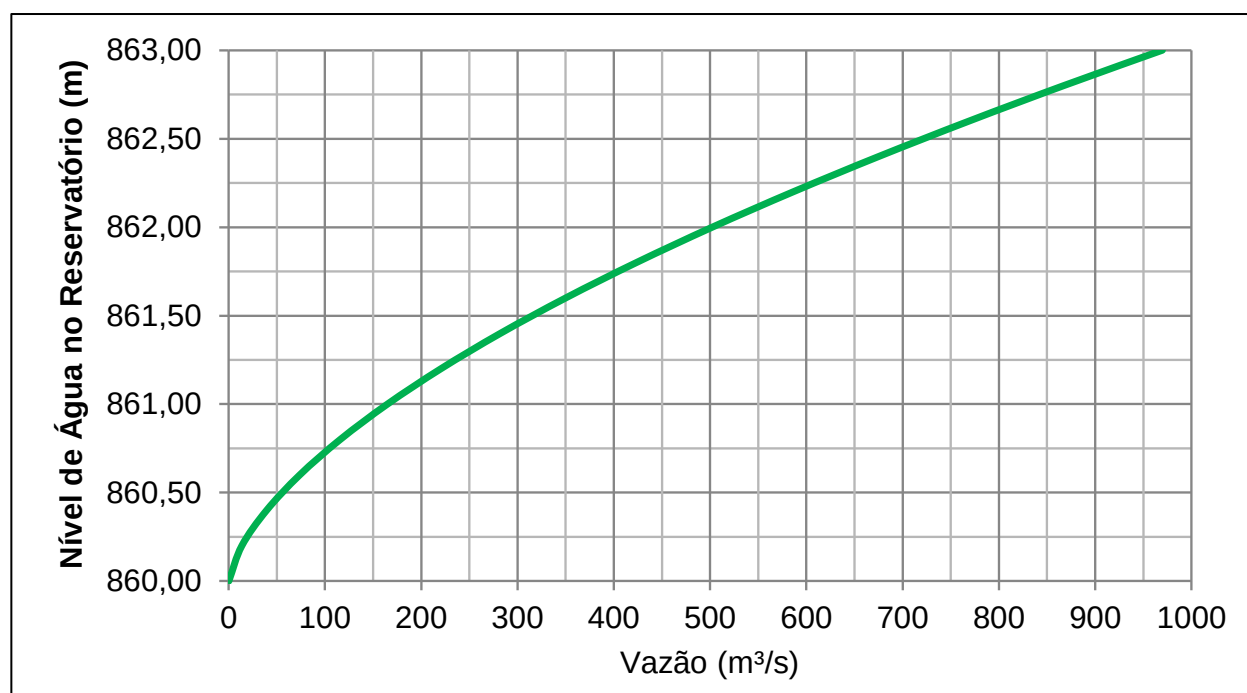
O vertedouro da CGH Caveiras se situa transversalmente no alinhamento da calha natural do rio e é formado por uma soleira vertente não controlada com 84,85 m de largura livre, crista na El. 860,00 m e altura máxima de cerca de 8,30 m. Através da atualização dos estudos hidrológicos houve a aquisição da curva da descarga do vertedouro, a qual encontra na Figura 9 e em formato tabular no Quadro 1.

Quadro 1 – Curva de descarga do vertedouro da CGH Caveiras.

NA Mont. (m)	Vazão (m³/s)
860,00	0,00
860,20	13,56
860,40	39,25
860,60	73,65
860,80	115,68
861,00	164,70
861,20	220,28
861,40	282,10
861,60	349,86
861,80	423,30
862,00	502,18
862,20	586,26
862,40	675,29
862,60	769,03
862,80	867,23
863,00	969,64

Fonte: ISB, 2022 – Documento nº ISB-6090-UCS-005-02.

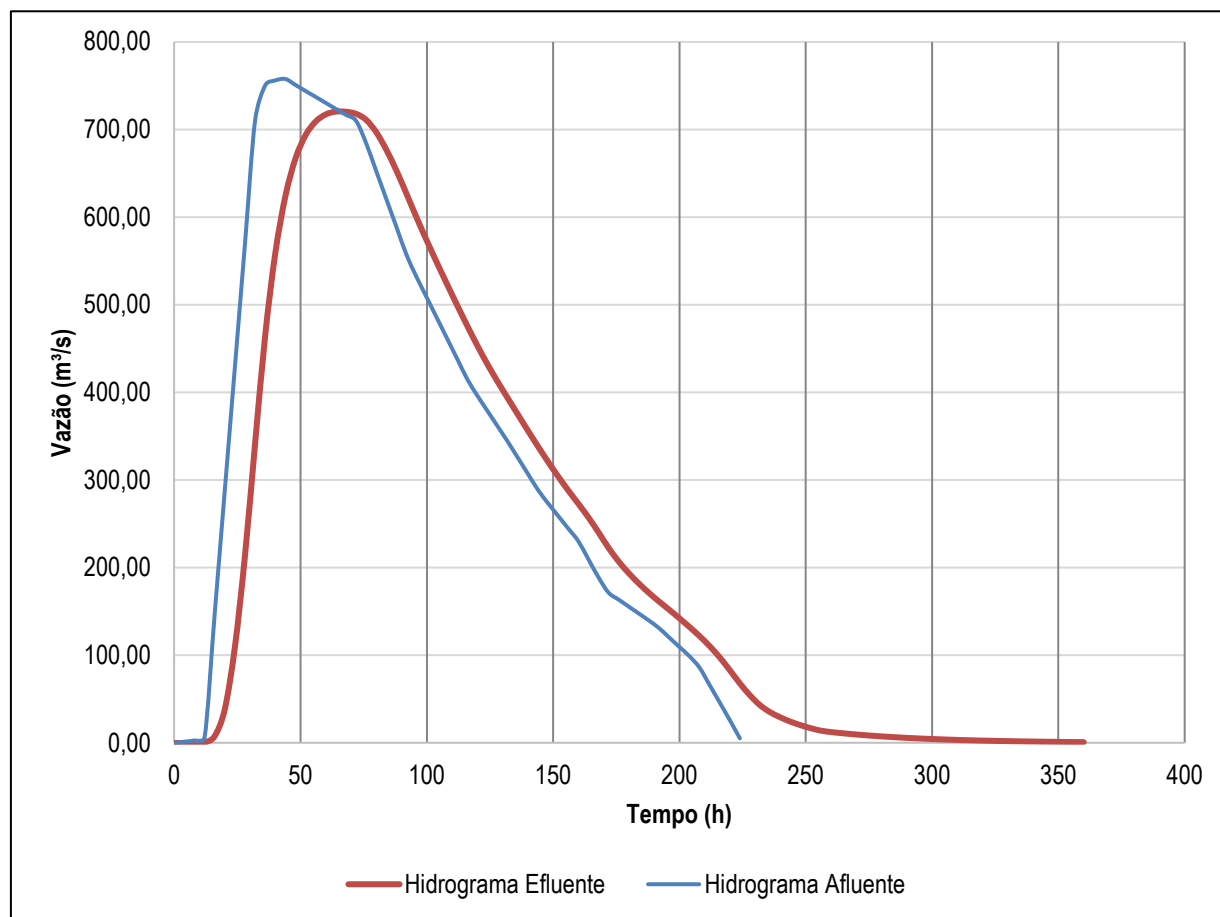
Figura 8 - Curva de Descarga do Vertedouro da CGH Caveiras



Fonte: ISB, 2022 – Documento nº ISB-6090-UCS-005-02.

A Figura 9 apresenta o hidrograma de entrada e o hidrograma de saída do reservatório para a cheia milenar. Nessa simulação, houve um amortecimento de 4,9% na vazão de pico, reduzindo a vazão máxima afluyente igual a 757,6 m³/s para 720,5 m³/s.

Figura 9 – Simulação de amortecimento do hidrograma de cheia milenar



5.3. Circuito Hidráulico de Adução

5.3.1. Tomada de Água

A Tomada d'Água é formada por duas aduções, que se encontram nas cotas 852,50 m e 854,50 m, localizadas na margem direita do reservatório. A estrutura é constituída de alvenaria de pedra argamassada, provavelmente com alma de concreto ciclópico. Estas estruturas são dotadas de grades metálicas, "stop-logs" de madeira e comportas vagão metálicas. Os "stop-logs" são armazenados em um pequeno galpão localizado ao lado da tomada d'água e, quando necessário, são colocados nas ranhuras com o auxílio de um caminhão guincho ("Munck"). As comportas são movidas por meio de mecanismos acionados eletricamente, cada um constituído de motor elétrico e cremalheiras.

Figura 10 – Vista a Montante do Barramento de Tomada d'água da CGH Caveiras.



Fonte: CELESC, 2019.

Esta estrutura possui sua cota de coroamento na elevação de 863,00 m, sendo assim esta estrutura, assim como o barramento principal, também não atende ao critério de borda livre, para a para a cheia de projeto TR= 1.000 anos. Consequentemente, também se recomenda, ao empreendedor o alteamento para a cota de 863,60 m, como orienta o documento nº ISB-6090-UCS-005-02.

5.3.2. Conduto de adução – Baixa Pressão

Os condutos de adução de baixa pressão são constituídos de duas tubulações em aço, de seção circular, sendo uma com diâmetro de 2,20 m e 162,20 m de extensão, totalmente enterrada, para máquinas 1 e 2, e outra com diâmetro de 1,80 m e 162,55 m de extensão, exposta acima do nível do terreno, para as máquinas 3 e 4.

5.3.3. Chaminé de Equilíbrio

As chaminés de equilíbrio, ao final das tubulações adutoras de baixa pressão, são em aço, sobre base de concreto e pedra argamassada, conforme mostra na Figura 11.

Figura 11 – Chaminés de Equilíbrio e Condutos Forçados da CGH Caveiras.



Fonte: CELESC, 2019.

5.3.4. Conduto Forçado de Alta Pressão

Os Condutos Forçados, a partir das Chaminés de Equilíbrio, conduzem as vazões captadas para as unidades geradoras. As unidades 1 e 2 possuem condutos separados, com diâmetros de 1,70 e 1,75 m, e comprimento total de 111,63 m e 115,7 m, respectivamente. Já nas unidades 3 e 4 há um único conduto que parte da chaminé de equilíbrio e segue até uma junção, que distribui água para as máquinas 3 e 4. Este conduto possui cerca de 120 m de extensão e 1,80 m de diâmetro.

5.3.5. Casa de Força e Equipamentos Eletromecânicos

A casa de força (Figura 12) é composta de estrutura em alvenaria de pedra argamassada e alvenaria comum, abrigando as 4 (quatro) unidades geradoras e todos os sistemas auxiliares mecânicos e elétricos da usina. Conforme o documento 5062-CAV-6C-MPBA-001-01-15

(PROSUL, 2015), a casa de força está protegida para a cota 830 m e o nível normal de operação está na elevação 825,62 m, medido através de uma régua localizada no canal de fuga.

A motorização é composta de quatro unidades tipo Francis Dupla de eixo horizontal, com capacidade instalada de 3,83 MW, proporcionado por uma queda de 30 m e uma vazão de 16,5 m³/s. O reservatório tem área de 14,30 km² suficiente para a regularização semanal, pois o deplecionamento permite a utilização do volume útil. O volume total do reservatório é da ordem de 42 hm³. O Canal de Fuga é curto e escavado em rocha, restituindo as vazões turbinadas ao leito natural do Rio Caveiras.

Figura 12 - Casa de Força da GCH Caveiras



Fonte: CELESC, 2019.

6. ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADES DO 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;

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 10.

```

graph TD
    DS([Detecção da Situação]) --> C1{Classificação}
    C1 -- Normal --> NI1[Notificação Interna]
    NI1 --> AR1[Ações de Resposta]
    AR1 --> C2{Classificação}
    C2 --> FIM1[FIM]
    
    C1 -- Atenção --> NI2[Notificação Interna]
    NI2 --> AR2[Ações de Resposta]
    AR2 --> C3{Classificação}
    C3 --> FIM2[FIM]
    
    C1 -- Alerta --> NE[Notificação Externa]
    NE --> AR3[Ações de Resposta]
    AR3 --> C4{Classificação}
    C4 --> FIM3[FIM]
    
    C1 -- Emergência --> AP[Alerta à População]
    AP --> AR4[Ações de Resposta]
    AR4 --> C5{Classificação}
    C5 --> FIM4[FIM]
    
    C1 -- Atenção --> MP1[Medidas Preventivas e Corretivas]
    MP1 --> NI2
    MP1 --> AR2
    
    C1 -- Alerta --> MP2[Medidas Preventivas e Corretivas]
    MP2 --> NE
    MP2 --> AR3
    
    C1 -- Emergência --> MP3[Medidas Preventivas e Corretivas]
    MP3 --> AP
    MP3 --> AR4
    
    FIM1 --> EE[Encerramento da Emergência]
    FIM2 --> EE
    FIM3 --> EE
    FIM4 --> EE
  
```

É responsabilidade da equipe técnica do Departamento de Operação e Manutenção, designadas nos Planos de Segurança das Barragens da CGH Caveiras, 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.

DS
SIDS

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;

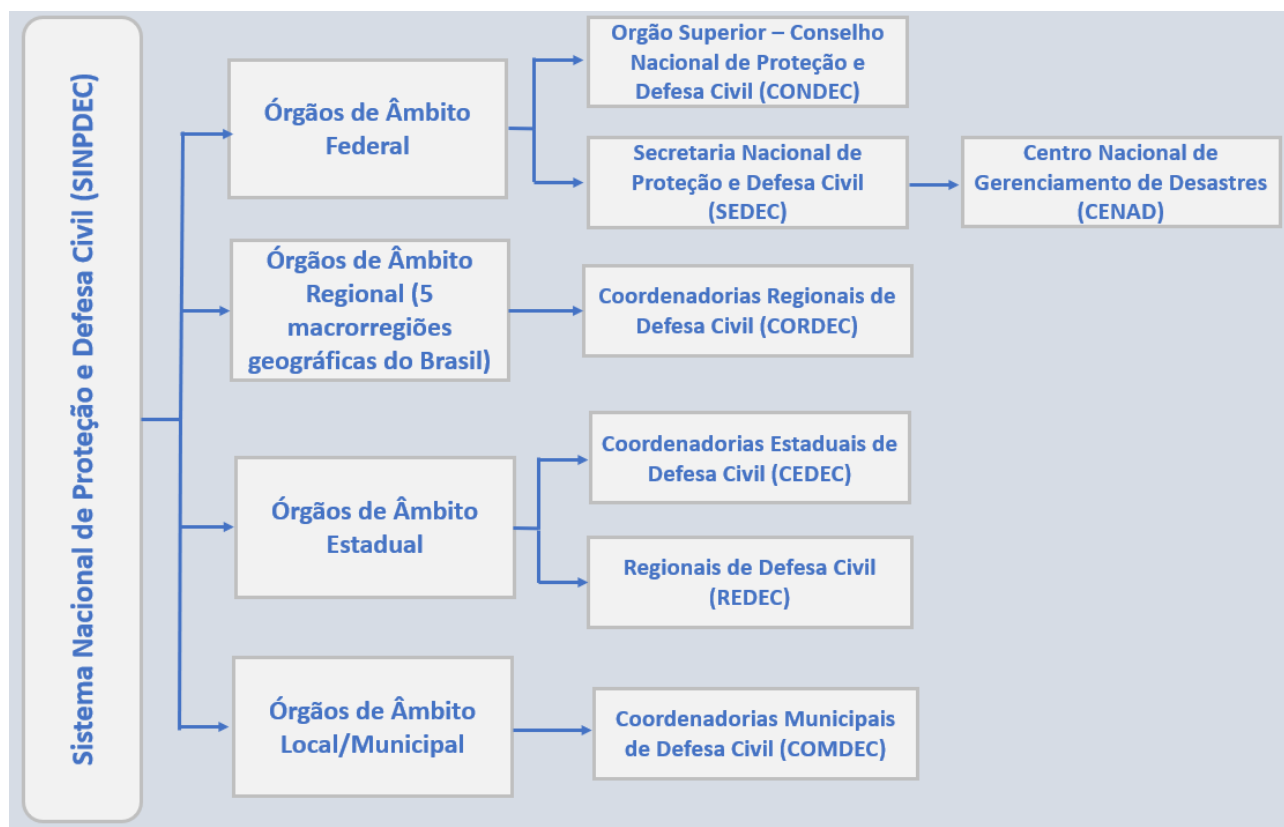
6.3. Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

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 11 apresenta a organização esquemática do SINPDEC.

Figura 11 - 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 – Lages/SC

- Prefeitura municipal;
- Secretaria municipal de saúde;
- Corpo de Bombeiros;
- Polícia Civil;
- Postos de Saúde e unidades hospitalares.

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;

- 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 3 apresenta a classificação genérica das situações com seus respectivos níveis de resposta.

Quadro 3 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas

Nível de resposta 0	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;
	Caracterização: situações de incidente declarado ou previsível, com as seguintes características: 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	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;
	Caracterização: situações que impõem um estado de atenção na barragem e/ou no vale a jusante. As características principais são: 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 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	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 providências para a eliminação do problema;
	Caracterização: Situações que impõem um estado de alerta geral na barragem. As características principais deste nível de resposta são as seguintes: 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	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.
	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.

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 4 traz as ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas que podem ocorrer, associadas aos possíveis cenários e níveis de resposta resultantes. Em seguida, o Quadro 5 e o Quadro 6 trazem a classificação do nível de resposta de acordo com indicadores qualitativos detectáveis por inspeção visual.

Quadro 4 - 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	- Aumento excessivo do nível de água no reservatório - Galgamento	Estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e escoamento afluente
Sismos	- 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	- 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	- Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório - Redução da capacidade de vazão - Galgamento	- 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	Impossibilidade de notificação	Verde (operação em regime normal, sem tendência de elevação do NA)
	Impossibilidade de alerta	Amarelo / Laranja (operação em regime de atenção e/ou com tendência de elevação do NA)
Falha da instrumentação	- Falta de dados de observação - Dificuldade em avaliar a situação da barragem	- 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	- 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	- 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	• Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório • Perda de borda livre e consequente galgamento • Instabilização de taludes • Perigo de instabilidade ou ruptura	• Amarelo • Laranja • Vermelho
Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	• 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 nevralgicos, 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 5 - 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	- Possibilidade de afetação da qualidade da água - Possibilidade de poluição do ar ou do solo	- 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 do 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	Possibilidade de afetação da qualidade da água	- Proceder à remoção dos eventuais animais mortos - Identificar a origem dos impactos - Notificação interna para DVMM- Divisão do Meio Ambiente da Geração;	Verde / Amarelo
	Sedimentos afluentes	Obstrução das comportas e tubulações de sucção de água	- Desobstrução das comportas - Melhorias a nível da conservação do solo da bacia hidrográfica	Amarelo
	Escorregamento de taludes	- Geração de ondas que conduzem a potenciais galgamentos da obra - Obstrução do vertedouro - Obstrução da descarga de fundo/tomada de água	- Intervenções de estabilização de taludes - Rebaixamento do nível de água no reservatório - Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos	Amarelo / laranja

DS
SMS

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	Potencial galgamento da obra além dos níveis seguros	- 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;	- Perda de borda livre - Erosão ou infiltração interna - Instabilidade do corpo do maciço - Instabilidade global maciço ou interface maciço-fundação;	- 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	Carreamento de material fino / erosão nas interfaces do maciço com ombreiras, e fundação	- 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	- Instabilidade estrutural da galeria ou estrutura de suporte dos condutos - Perda de estanqueidade da galeria - Erosão interna do aterro - Perda da capacidade de descarga	- 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

DS

SMS

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
VERTEDOURO	Movimentos, erosões, fissuras, fendas Deposição de materiais/obturações	- Alterações químicas do concreto - Instabilidade estrutural - Modificação das condições de escoamento	- 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	- Potencial instabilidade estrutural da bacia - Erosão do pé da barragem	- 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	Ocorrência de funcionamentos anômalos do corpo da barragem e/ou fundação, associados às grandezas em observação, sem possibilidade de detecção.	- Intervenções de reabilitação e/ou substituição da instrumentação - Reforço da atividade de inspeção de segurança	Verde / amarelo
EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente	Prejuízo à operação de aproveitamento hidroelétrico ou à captação d'água	Intervenções de reabilitação e/ou substituição de componentes	Verde / Amarelo

Quadro 6 - 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	Incremento/decaimento importante e/ou inesperado e/ou rápido, não associado às condições pluviométricas e/ou meteorológicas;	- 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;	- 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	- Incremento importante dos recalques (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa, analisar níveis piezométricos) - Incremento importante dos deslocamentos horizontais (verificar se ocorreram alterações dos níveis do reservatório e a que taxa)	- 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	- 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	- Incremento importante das vazões totais (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa). Vazões medidas superiores às calculadas no projeto - Material fino carreado	- Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação ou barragem - Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos - Colmatação de filtros e drenos - Erosão interna	- Rebaixamento do NA - 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

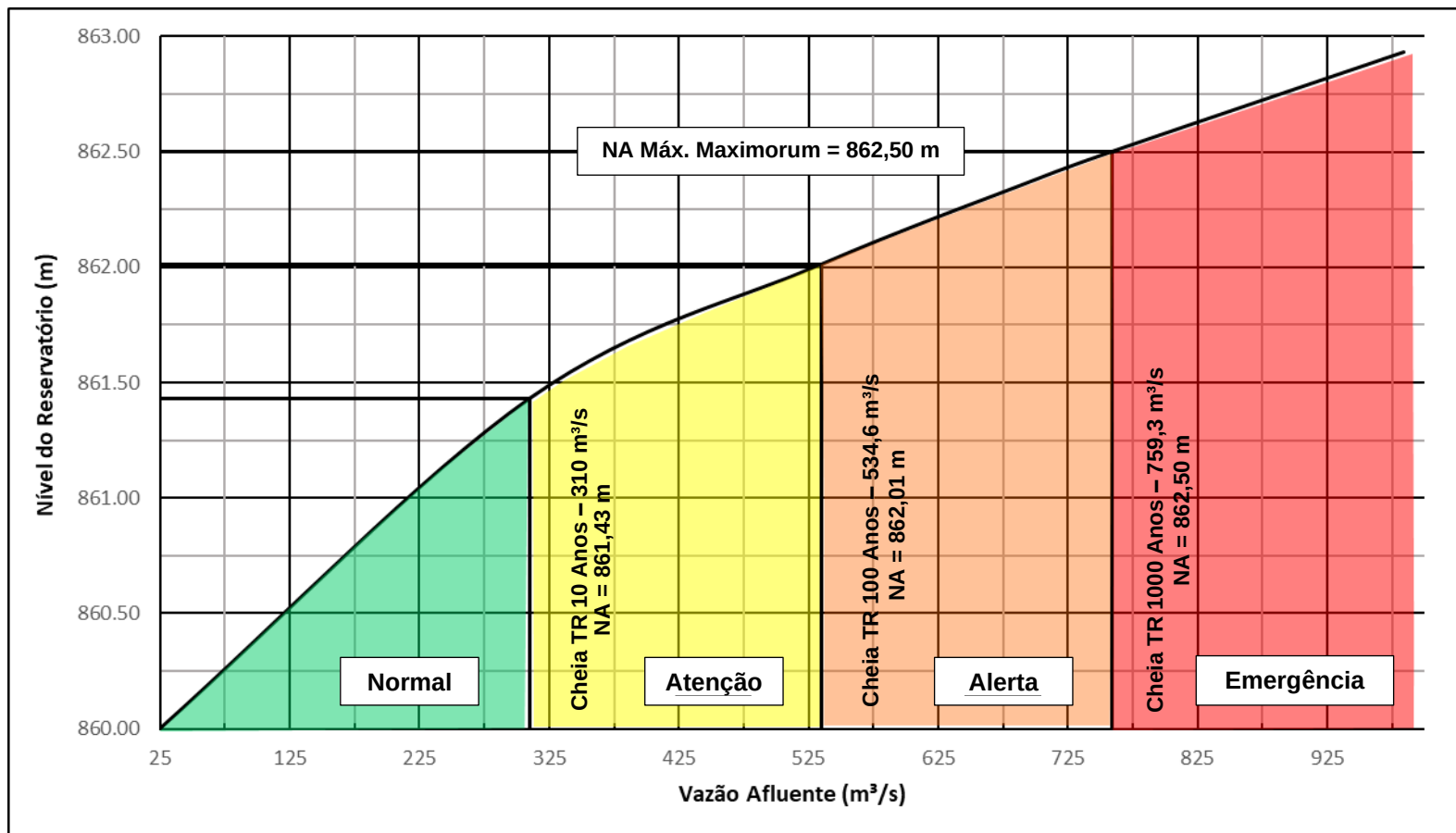
DS
SMS

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 7 e na Figura 12, a carta de risco da CGH Caveiras, relativa aos estados operacionais conforme condição hidrológica e/ou estrutural.

Quadro 7 - Carta de Risco da CGH Caveiras

Estado Operacional	Condições e Situações
0 – Verde (Normal)	• NA entre a elevação 860,00 m (Soleira do vertedouro) e 861,43 m (TR 10 anos) • Monitorar a elevação de nível do reservatório e ocorrência de impactos de alagamentos à jusante;
1 – Amarelo (Atenção)	• NA entre a elevação 861,43 m (TR 10 anos) e 862,01 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)	• NA acima da elevação 862,01 m (TR 100 anos) e até 862,50 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 anomalias ou iminência de rompimento estrutural; • Notificar autoridades e população a jusante e desencadear ações previstas no PAE;
3 – Vermelho (Emergência)	• NA subindo acima da elevação 862,50 m (NA máx maximorum), possibilidade de galgamento por cheia afluente e/ou efeitos de onda, enchentes extremas a jusante; • Ocorrência de ruptura por falha estrutural/anomalias, independentemente do nível do reservatório; • Desencadear ações e comunicações previstas no PAE;
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.	

Figura 12 - Gráfico: Carta de Risco da CGH Caveiras



DS
SDS

7.5. Ações a Implementar

Quadro 8 - Nível de resposta verde: ações a implementar

Ação	Quando	Responsável	Como
- 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
- 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)
- 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 afluições, meteorológica ou sismológica	Após identificar nível de resposta	Coordenador do PAE	Telefone ou pessoalmente Faz registro formal por e-mail e/ou aplicativo de mensagens
- 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
- Intensifica o monitoramento das afluições 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
- Implementa medidas preventivas e corretivas: - 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
- Verifica: 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	i) Planilha de controle; ii) Aciona o fluxograma de notificação

Quadro 9 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
- 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)
- Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente - Declara nível de resposta Amarelo	Após detecção da anomalia ou ocorrência	- E-mail. (registro) - Notificação de mau funcionamento ou condição potencial de ruptura	Coordenador do PAE
- Notifica as equipes internas: -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
- 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
- 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
Implementa medidas preventivas e corretivas especificadas;	Durante a situação	Execução das ações por meio de equipe própria e/ou terceirizada	Chefe DPOM
- 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
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
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

Quadro 10 - Nível de resposta laranja: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
- 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)
- 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
Notifica 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
- 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
- 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	Coordenador do PAE e Chefe DPOM

Ação	Quando	Como	Responsável
Estabelece os canais de diálogo para: - 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
- 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
- Instrui a realização de medidas preventivas e corretivas, tais como: - 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
- Notificação entre entidades aplicáveis: - 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

Ação	Quando	Como	Responsável
Implementa medidas preventivas e corretivas especificadas;	Durante a situação	Execução das ações por meio de equipe própria e/ou terceirizada	Chefe DPOM
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
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
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
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 11 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
- 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)
- 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
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
- 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 afluências, sísmica ou meteorológica; - Notifica a entidade fiscalizadora (ANEEL)	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; Formaliza registro por e-mail	Coordenador do PAE
- 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 afluências 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

Ação	Quando	Como	Responsável
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
- 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
- Implementa medidas preventivas e corretivas: - 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
- Notificação entre entidades: - 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
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

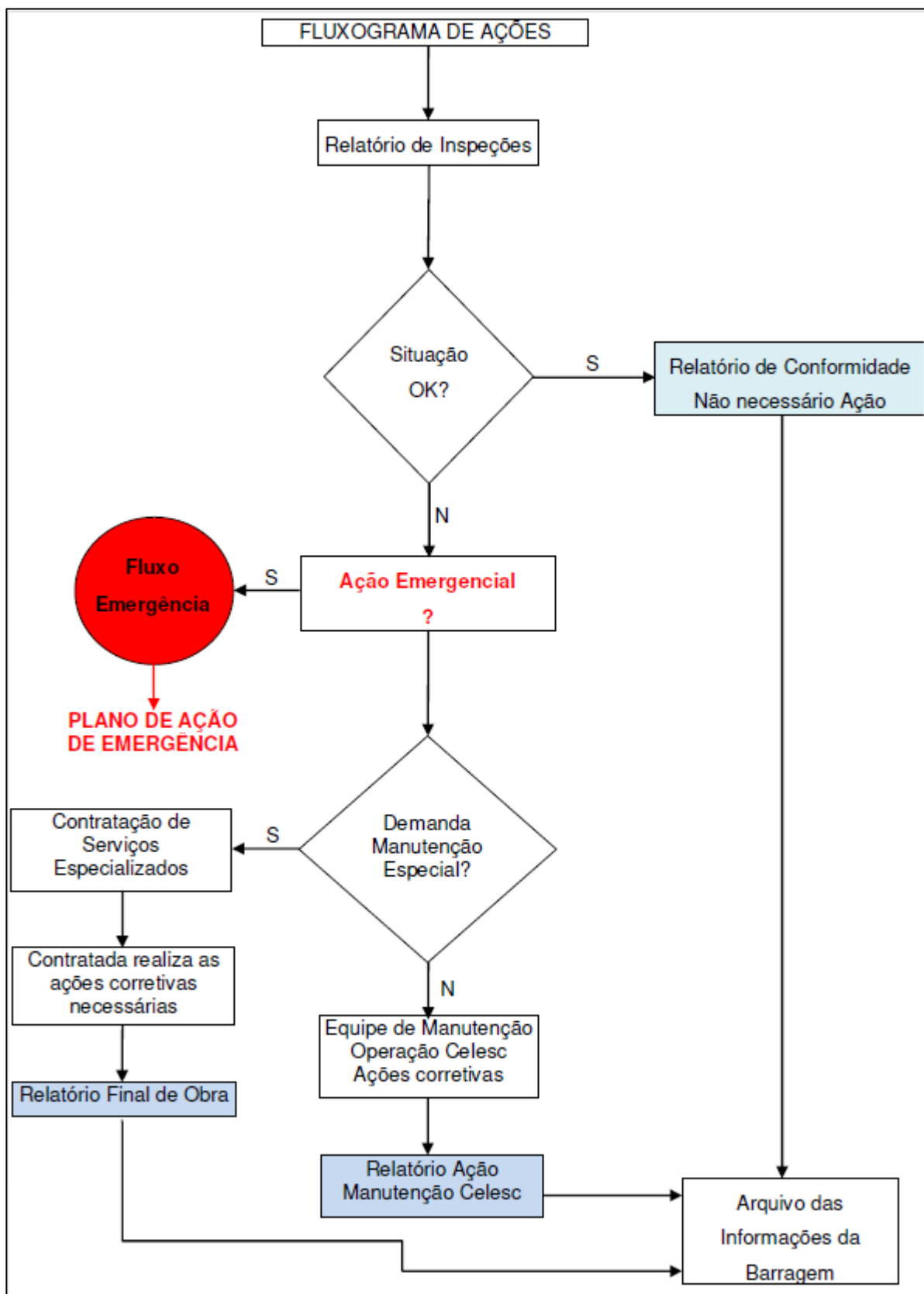
Ação	Quando	Como	Responsável
Verifica se as medidas implementadas são eficazes e se a situação retrocede para o nível de resposta Laranja, Amarelo ou Verde;	Após aplicação das medidas	Reclassifica o nível de segurança; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
Se ocorre a ruptura e elabora o relatório de 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
- 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 à 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 CGH Caveiras, a Figura 13 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).

Figura 13 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança



8. ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO

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

8.1. Contextualização

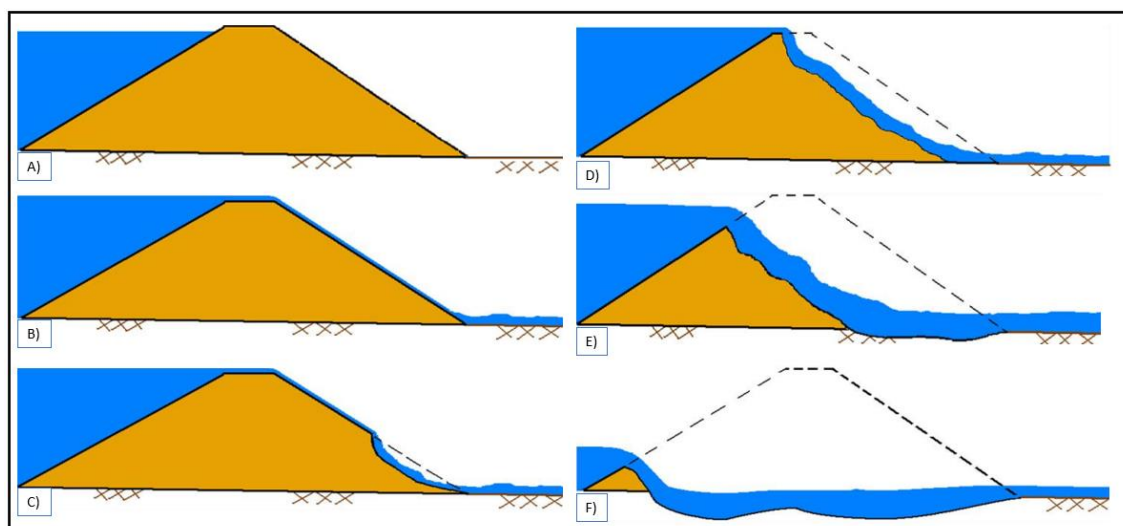
As simulações do estudo de rompimento da barragem da CGH Caveiras foram embasadas em manuais e estudos usualmente referenciados em estudos deste tipo. Dentre esses documentos se destaca o Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, especificamente o Volume IV – Guia de orientação e Formulários 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 14 ilustra as etapas de ocorrência de ruptura ocasionada por galgamento em barragens de terra.

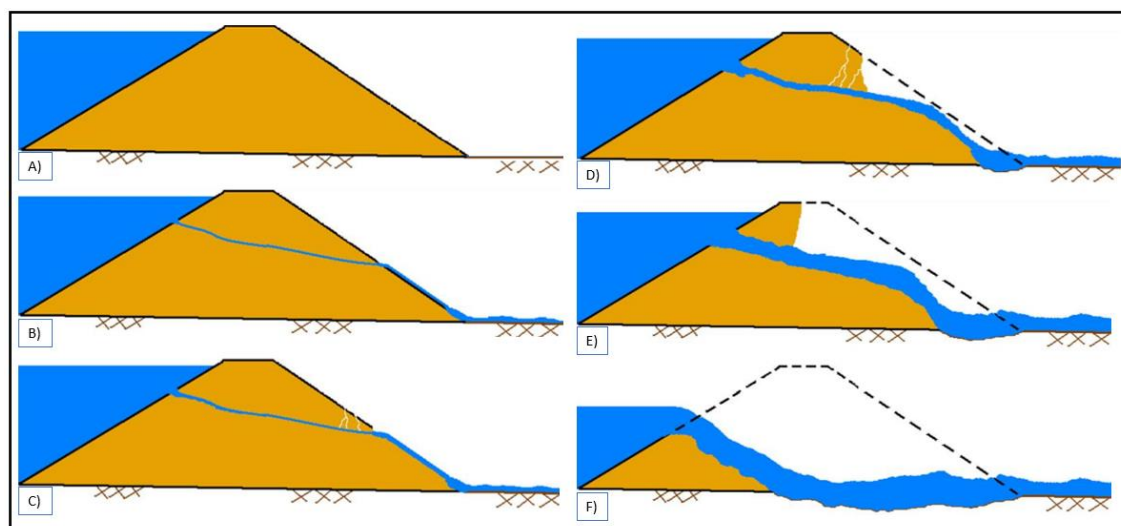
Figura 14 - Processo de ruptura por galgamento em barragem



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 15. Ao passo que a água vai se infiltrando internamente dentre 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 consequente 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 15 - 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 às barragens constituídas por maciços de gravidade em concreto ou pedra argamassada, como é o caso da CGH Caveiras, 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 CGH Caveiras 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 de

DS
SJS

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 CGH Caveiras, bem como os dados de entrada e premissas adotadas são especificados a seguir.

8.3. Cenários simulados

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. Nestes cenários a vazão afluente ao reservatório da CGH Caveiras no início da simulação, é igual à vazão média, da ordem de 25 m³/s, conforme Siqueira et al., (2018). Essas vazões foram mantidas constantes durante 6 horas de simulação para estabilizar o modelo hidrodinâmico antes da entrada da cheia considerada para esse cenário. Também foram consideradas vazões médias (ao longo de todo o período de simulação) nos afluentes: Afluente 1: 0,8 m³/s; Afluente 2: 2,7 m³/s; Afluente 3: 1,8 m³/s; Afluente 4: 1,8 m³/s; Afluente 5: 4,5 m³/s.

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 25 m³/s), com pico coincidindo com o início de forma da brecha;
- NA na cota da crista do vertedouro (igual à 860,00 m);
- Brecha de formato retangular com inclinação vertical, formação coincidindo com o pico da cheia afluente, largura de todo o vertedouro e altura até a base da barragem, tempo de formação de 0,1 hora (6 minutos).

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 860, m);
- Brecha de formato retangular com inclinação vertical, formação coincidindo com o pico da cheia afluente, largura de todo o vertedouro e altura até a base da barragem, tempo de formação de 0,1 hora (6 minutos).

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 100 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 860,00 m);
- Brecha de formato retangular com inclinação vertical, formação coincidindo com o pico da cheia afluente, largura de todo o vertedouro e altura até a base da barragem, tempo de formação de 0,1 hora (6 minutos).

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 860,00 m);
- Brecha de formato retangular com inclinação vertical, formação coincidindo com o pico da cheia afluente, largura praticamente igual a toda extensão do barramento e altura até a base da barragem, tempo de formação de 0,1 hora (6 minutos).

Quadro 12 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da CGH Caveiras

#	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

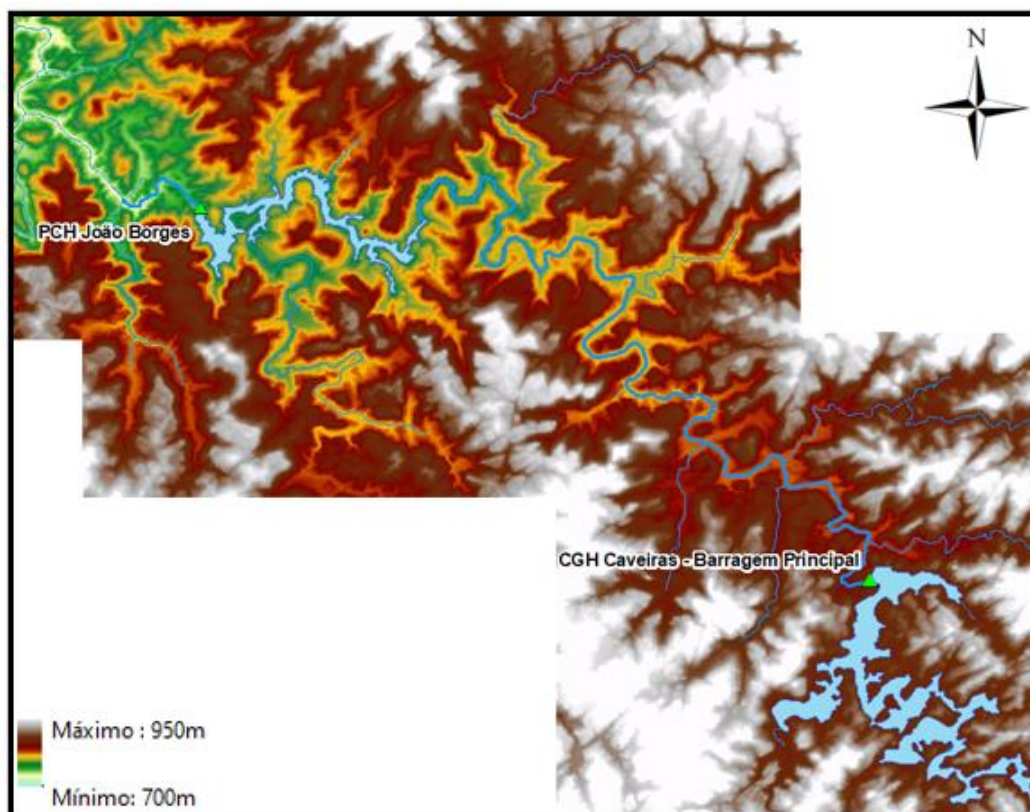
8.4. Dados de entrada

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 entre o barramento da CGH Caveiras e o reservatório da PCH João Borges, a jusante, com dados fornecidos pelo empreendedor. A Figura 16 mostra o MDT empregado nos estudos de rompimento.

¹ <http://sigsc.sc.gov.br>

Figura 16 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento



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 estão 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.

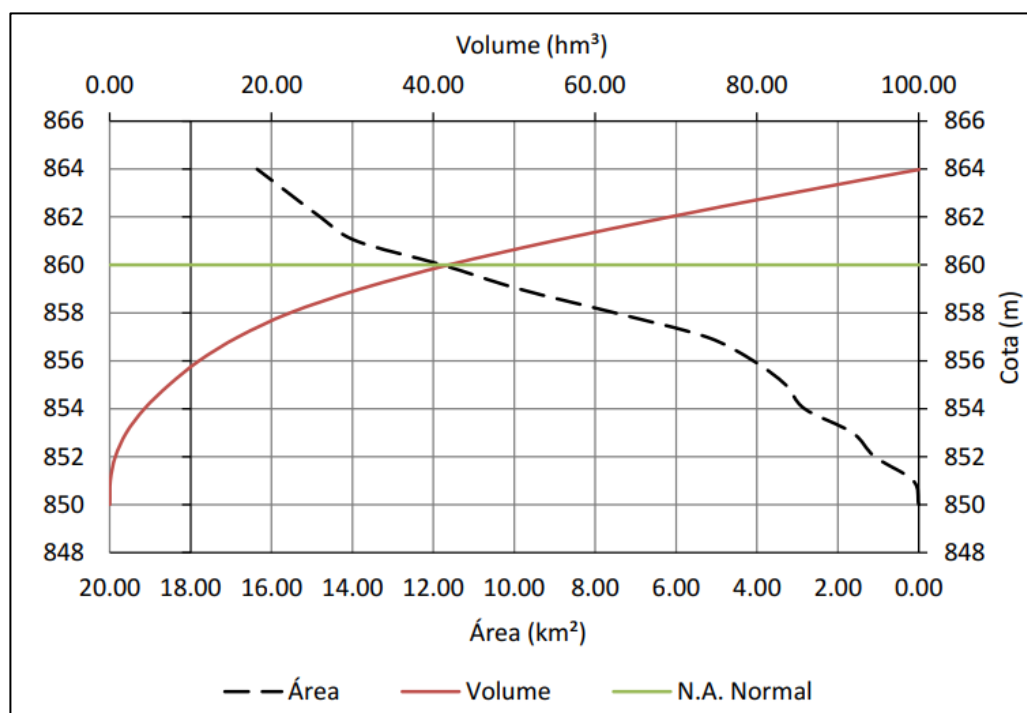
Considerando, dessa forma, que a barragem da CGH Caveiras é de concreto, adotou-se uma brecha com inclinação vertical, de 0,1 horas de formação. A largura adotada para a brecha

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 que representa aproximadamente a totalidade do comprimento da barragem.

8.4.4. Curva Cota x Área x Volume e Hidrogramas afluentes

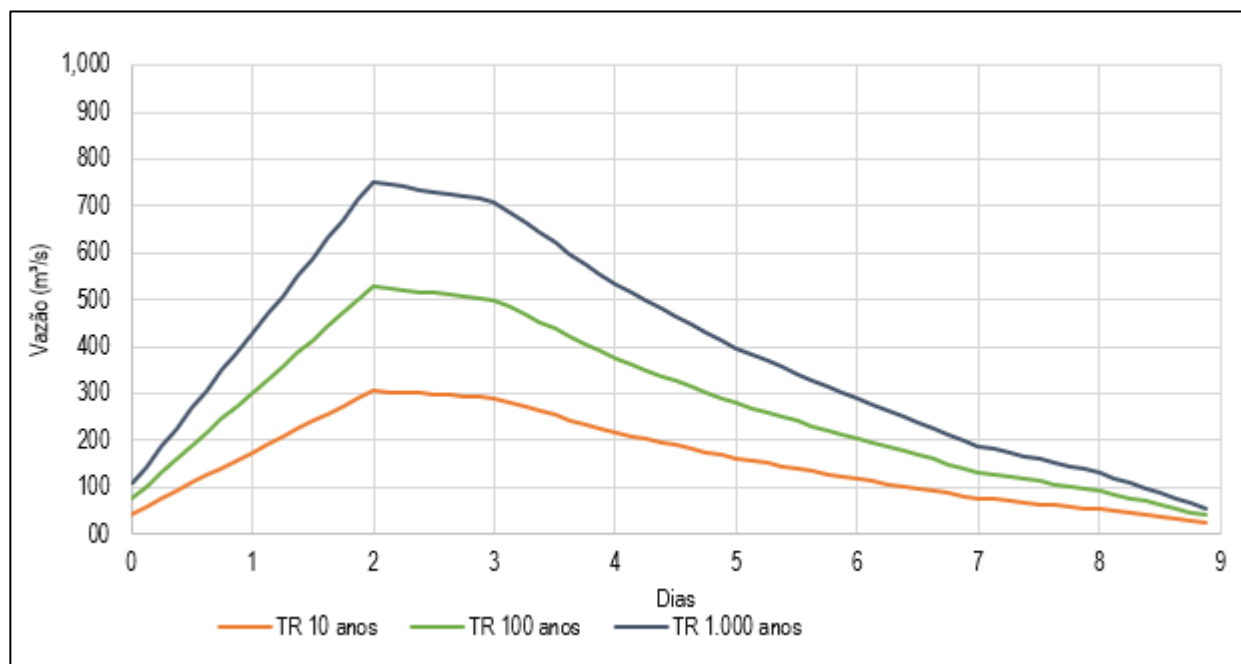
A Figura 17 mostra a curva cota-área-volume (CAV) do reservatório da CGH Caveiras, obtida a partir da documentação técnica do empreendimento e de levantamentos recentes. Segundo esse levantamento, no nível indicado como máximo normal (860 m), o reservatório apresenta, área de 11,78 km², 6,50 km de extensão e cerca de 42 hm³ de volume

Figura 17 - Curvas cota-área-volume do reservatório da CGH Caveiras



Fonte: GeoEnergy, 2022.

Figura 18 - Hidrogramas Afluentes Naturais



8.4.5. Condições de Contorno

Segundo o Volume IV do Manual do empreendedor da ANA (ANA, 2016), os cálculos associados à mancha de inundação devem ser realizados até no mínimo 50km a jusante da barragem. Ao mesmo tempo, também sugere que os cálculos devem ser realizados até a região em que o impacto que uma vazão com 100 anos de TR (definida como “cheia natural” associada à “calha normal de enchente do Rio”) seja similar ou maior do que o impacto associado ao rompimento da barragem em sunny day.

Nesse sentido, destaca-se que a jusante da CGH Caveiras se encontra o reservatório da PCH João Borges. Portanto, a simulação da propagação do hidrograma de ruptura foi realizada até poucos quilômetros a jusante do vertedouro dessa barragem, verificando-se a possibilidade de galgamento da estrutura, cujo reservatório apresenta potencial capacidade de amortecimento da onda de ruptura da CGH Caveiras. Ainda, ressalta-se que, além da barragem da CGH Caveiras e PCH João Borges, foram inseridas outras estruturas hidráulicas no modelo hidrodinâmico, como condições de contorno:

- Ponte inserida no Trecho de Vazão Reduzida (TVR) da CGH Caveiras, logo a jusante do barramento principal;
- Salto do Rio Caveiras do TVR, considerada no modelo como um vertedouro de soleira espessa.
- Conexão lateral entre duas áreas bidimensionais devido à potencial transposição de bacias decorrente do rompimento.

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

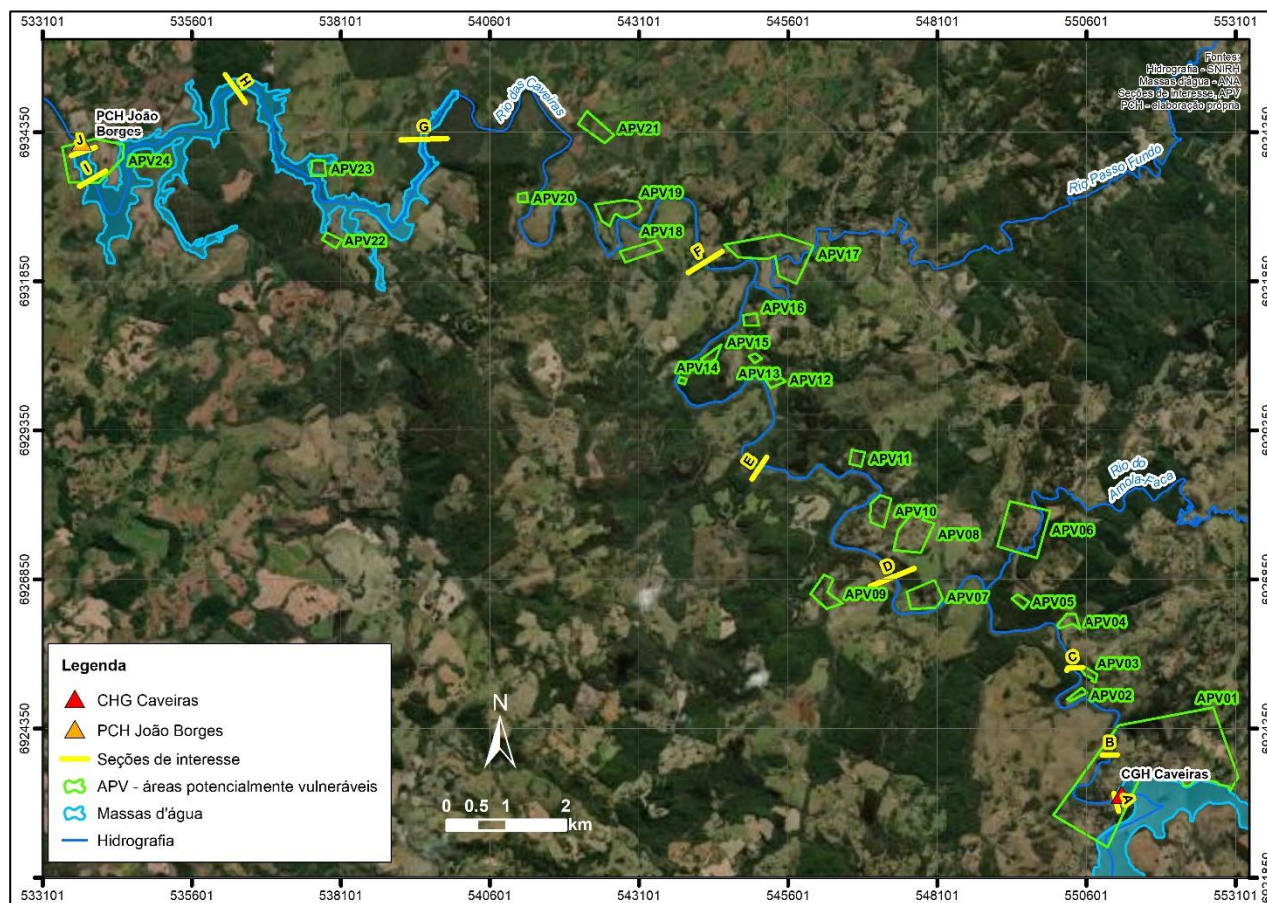
8.5. Pontos Notáveis e Áreas de Interesse

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 45 km ao longo do leito principal do Rio Caveiras. Foram encontrados empreendimentos e conjuntos habitacionais próximos ao leito em praticamente toda a extensão analisada. A Figura 19 apresenta a localização das APV encontradas, enquanto o Quadro 13 apresenta uma legenda para a identificação de cada uma delas.

Quadro 13 - Áreas Potencialmente Vulneráveis

APV	Descrição	Observações
APV01	Sítios e/ou residências e estruturas da CGH Caveiras	Considera algumas áreas em cota baixa a montante
APV02	Sítios e/ou residências	Quatro construções
APV03	Sítios e/ou residências	Quatro construções
APV04	Sítios e/ou residências	Seis construções
APV05	Sítios e/ou residências	Três construções
APV06	Sítios e/ou residências	Mais de 20 construções
APV07	Sítios e/ou residências	Cerca de 15 construções
APV08	Sítios e/ou residências	Cerca de 15 construções
APV09	Sítios e/ou residências	Cerca de 10 construções
APV10	Sítios e/ou residências	Cerca de 15 construções
APV11	Sítios e/ou residências	Cinco construções
APV12	Sítios e/ou residências	Cerca de 8 construções
APV13	Sítios e/ou residências	Quatro construções
APV14	Sítios e/ou residências	Uma construção
APV15	Sítios e/ou residências	Três construções
APV16	Sítios e/ou residências	Cerca de 10 construções
APV17	Sítios e/ou residências	Cerca de 10 construções
APV18	Sítios e/ou residências	Quatro construções
APV19	Sítios e/ou residências	Cerca de 15 construções
APV20	Sítios e/ou residências	Quatro construções
APV21	Sítios e/ou residências	Cinco construções
APV22	Sítios e/ou residências	Cerca de 8 construções
APV23	Sítios e/ou residências	Três construções

Figura 19 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV) e seções de interesse



A Figura 20 mostra a ponte a jusante da barragem principal da CGH Caveiras, incluídas nas simulações em virtude de sua potencial interferências no escoamento. A estabilidade estrutural da ponte não foi objetivo de verificação no presente estudo.

Figura 20 – Composição da Ponte logo a jusante da barragem da CGH Caveiras.

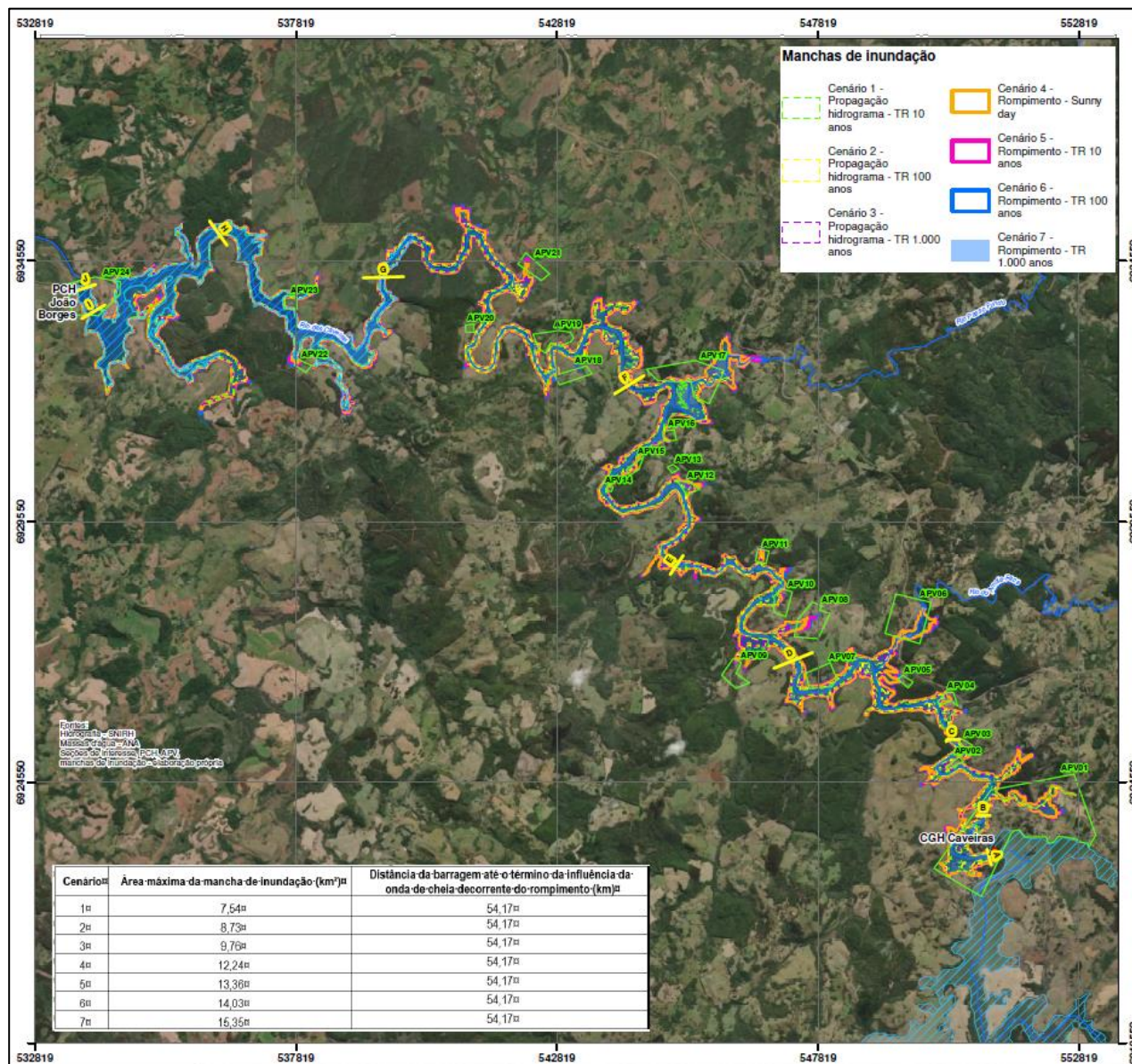


DS
SIDS

8.6. Manchas de Inundação

A Figura 21 apresenta as manchas das inundações resultantes para os sete cenários simulados. Nela, é possível observar que praticamente todas as APVs são atingidas. O mapa das manchas de inundação pode ser conferido em maior detalhe, na prancha DES-ISB-6090-UCS-01-01, a qual consta no ANEXO VI – Mapa das Manchas de Inundação.

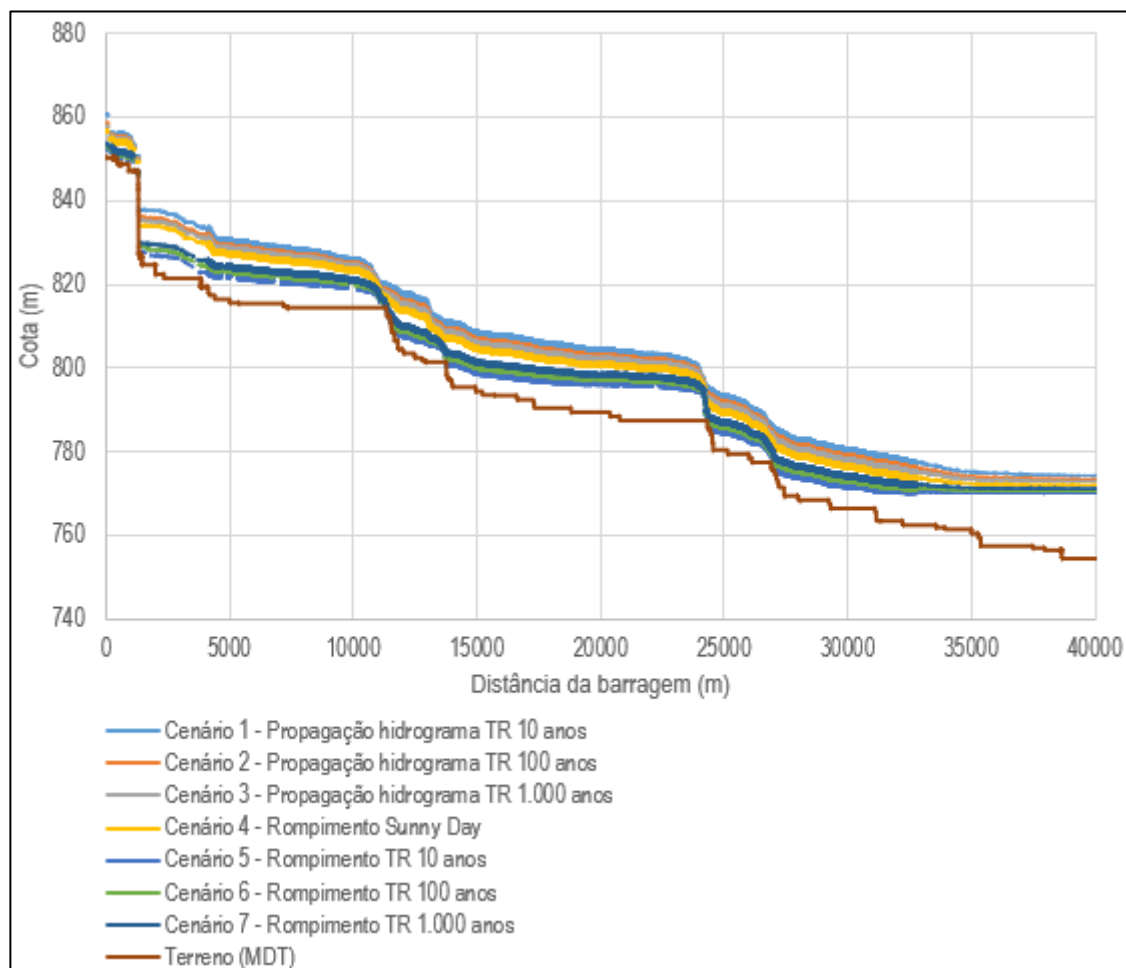
Figura 21 - Mapa de Inundação da CGH Caveiras



8.7. Níveis d'água máximos

A Figura 22 apresenta os níveis de água máximos para os cenários de condição de cheia natural e os cenários de ocorrência de rompimento ao longo do trecho simulado.

Figura 22 - Perfil da elevação máxima do nível d'água ao longo do trecho estudado.



8.8. Tempo de chegada de onda de cheia

Na Figura 23 se observa o mapa de tempo de chegada de onda de cheia, produzido com os tempos do Cenário 7, considerado o mais extremo, representando o tempo que demora após o rompimento da barragem da CGH Caveiras para que as áreas mapeadas comecem a ser inundadas devido ao rompimento. A síntese dos resultados com tempos de chegada da onda de cheia, elevação máxima do nível d'água, vazões máximas e velocidades máximas são apresentados na Figura 24.

Figura 23 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário 7

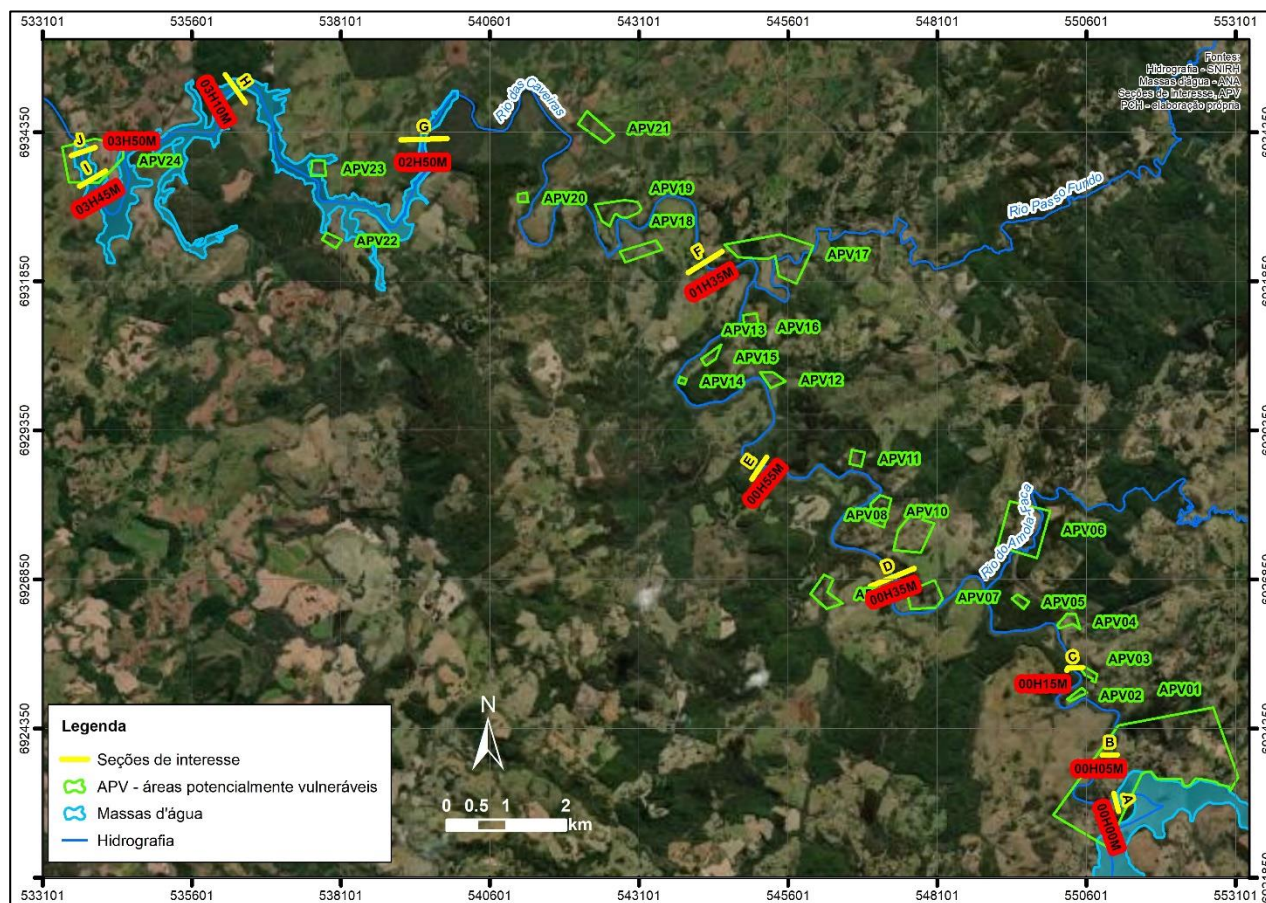


Figura 24 - Síntese dos resultados para o Cenário 07

Seção	Tempo de chegada de onda (00H00M)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico (00D00H00M)	Elevação máxima do nível d'água (m)	Velocidade máxima (m/s)
A	00H00M	4338,17	00D00H10M	861,27	3,4
B	00H05M	3687,39	00D00H40M	837,73	4,7
C	00H15M	3635,19	00D01H50M	831,83	5,09
D	00H35M	3346,24	00D03H05M	827,07	2,96
E	00H55M	3304,17	00D03H50M	810,9	2,71
F	01H35M	2926,72	00D06H35M	803,8	2,18
G	02H50M	2809,64	00D07H15M	776,9	2,89
H	03H10M	2602,52	00D08H15M	774,33	1,07
I	03H45M	2510,24	00D09H35M	773,91	0,79
J	03H50M	2509,96	00D09H40M	773,89	1,41

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

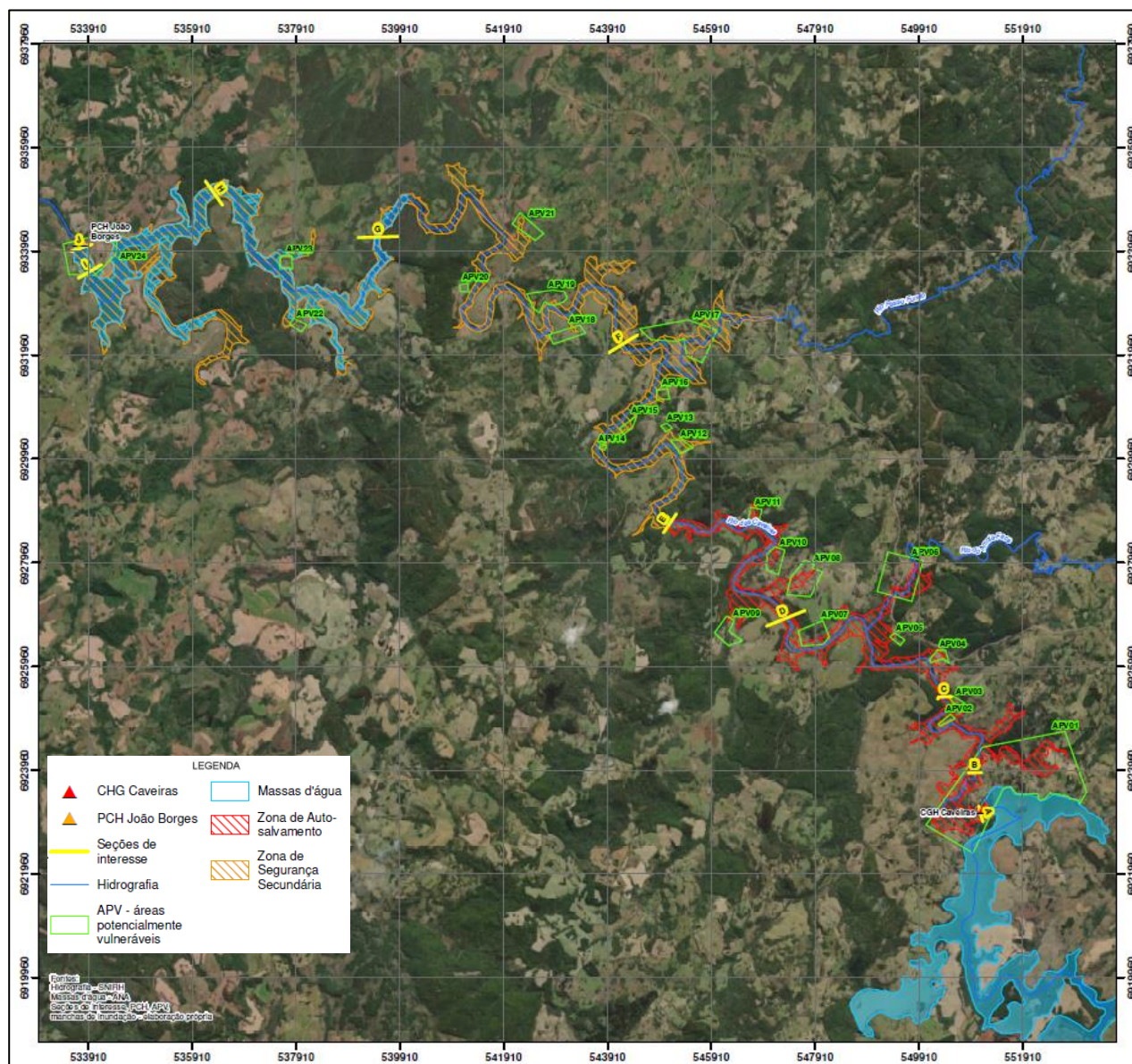
A Zona de Auto Salvamento (ZAS), segundo a Política Nacional de Segurança de barragens (Lei 14.066 de 2020), é definida como aquela região a jusante da barragem em que não há tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. Neste sentido, considera-se (ANA, 2012) 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. A ZAS da CGH Caveira, que foi definida considerando o tempo de chegada da onda de cheia para o cenário mais extremo (cenário 7), e correspondeu à 55 min de propagação da onda de cheia, atingindo cerca de 10 km de extensão. Considerando as seções de interesse do presente estudo, a ZAS ocorre até a seção E.

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 J, ocorrendo entre 10 km e 41 km a jusante do barramento da CGH Caveiras.

A Figura 25 apresenta a ZAS e ZSS da CGH Caveiras. Os mapas de delimitação da ZAS e ZSS, contendo detalhamentos das áreas afeitas e informações inerentes à propagação da mancha de inundação, pontos de encontro e rotas de fuga podem ser conferidos em maior detalhe, no Capítulo 9 e no ANEXO VII – Mapa da ZAS e ZSS.

Figura 25 - ZAS e ZSS – CGH Caveiras



Conforme já exposto, praticamente todas as Áreas Potencialmente Vulneráveis (APVs) são atingidas pela onda de cheia. As Figura 26 a Figura 33 apresentam uma aproximação do local para melhor visualização das APVs 01 a 11, sendo estas as APVs inclusas dentro dos limites da ZAS.

Figura 26 – Aproximação da APV 01.



Figura 27 – Aproximação das APV 02 e APV 03.

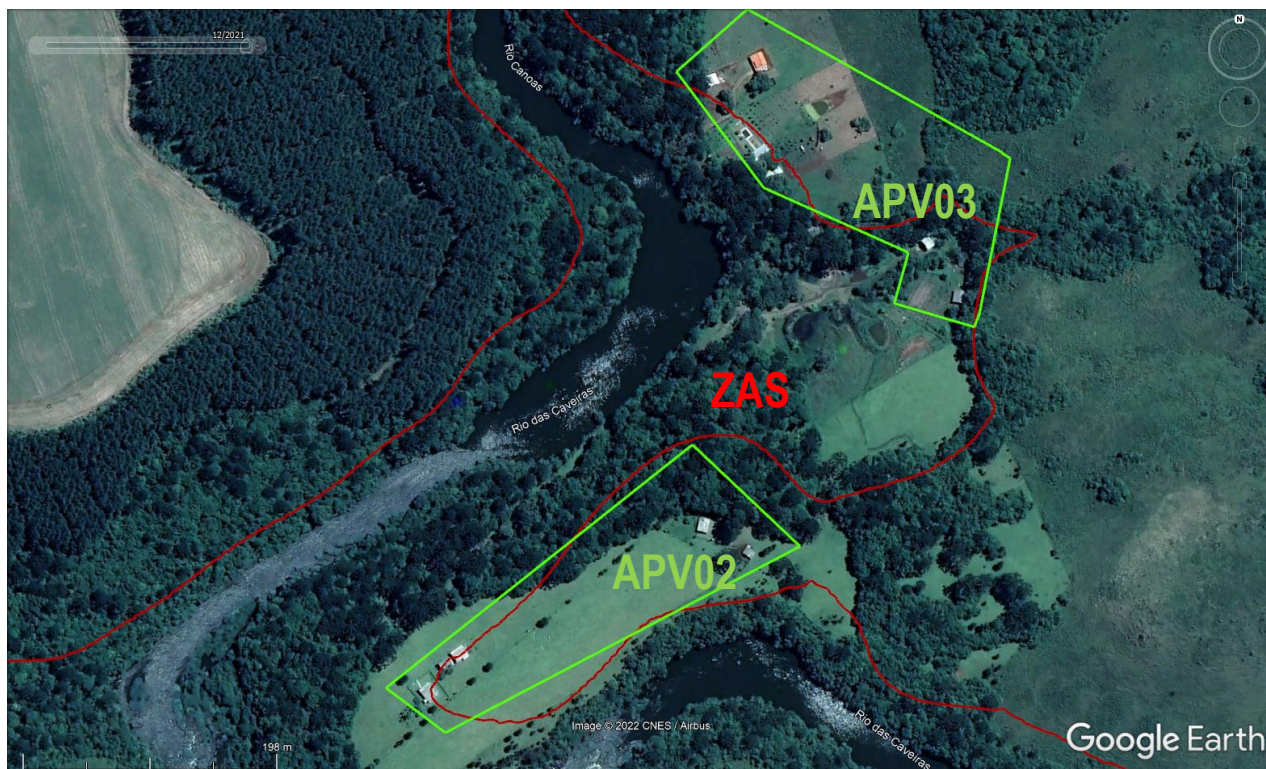


Figura 28 – Aproximação da APV 04.

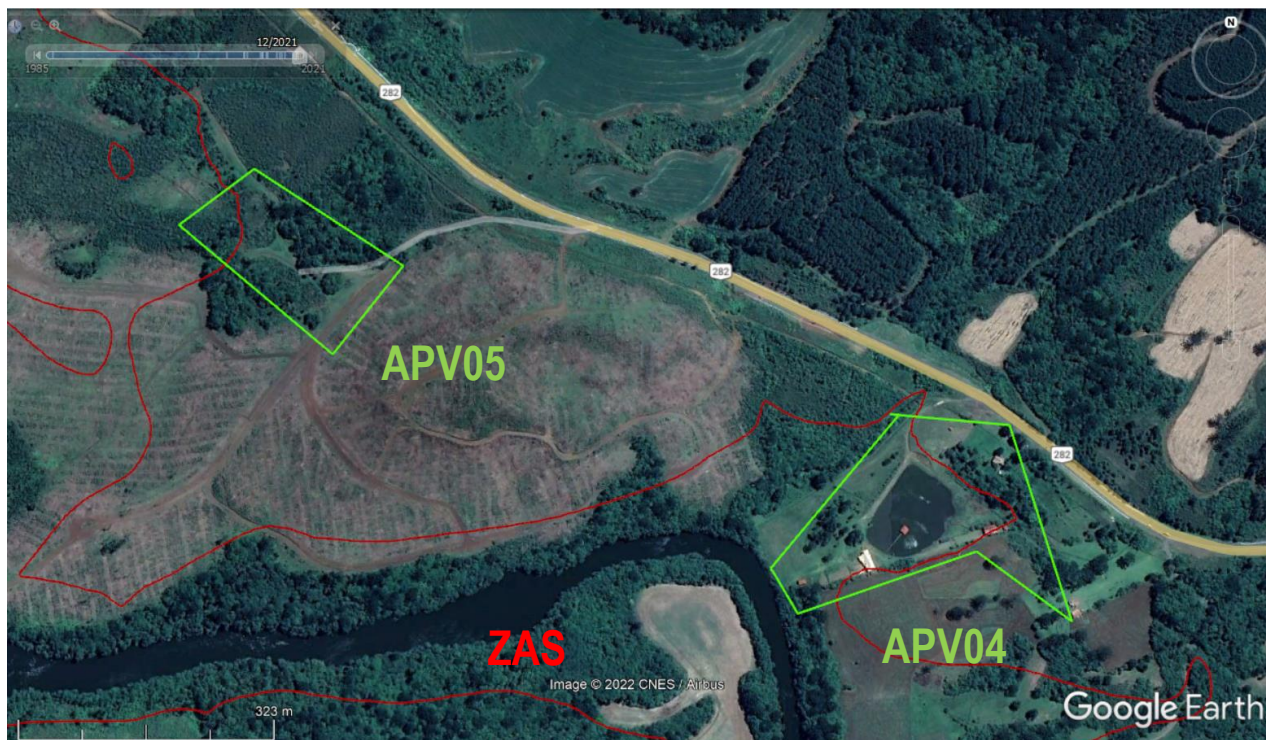


Figura 29 – Aproximação da APV 06.

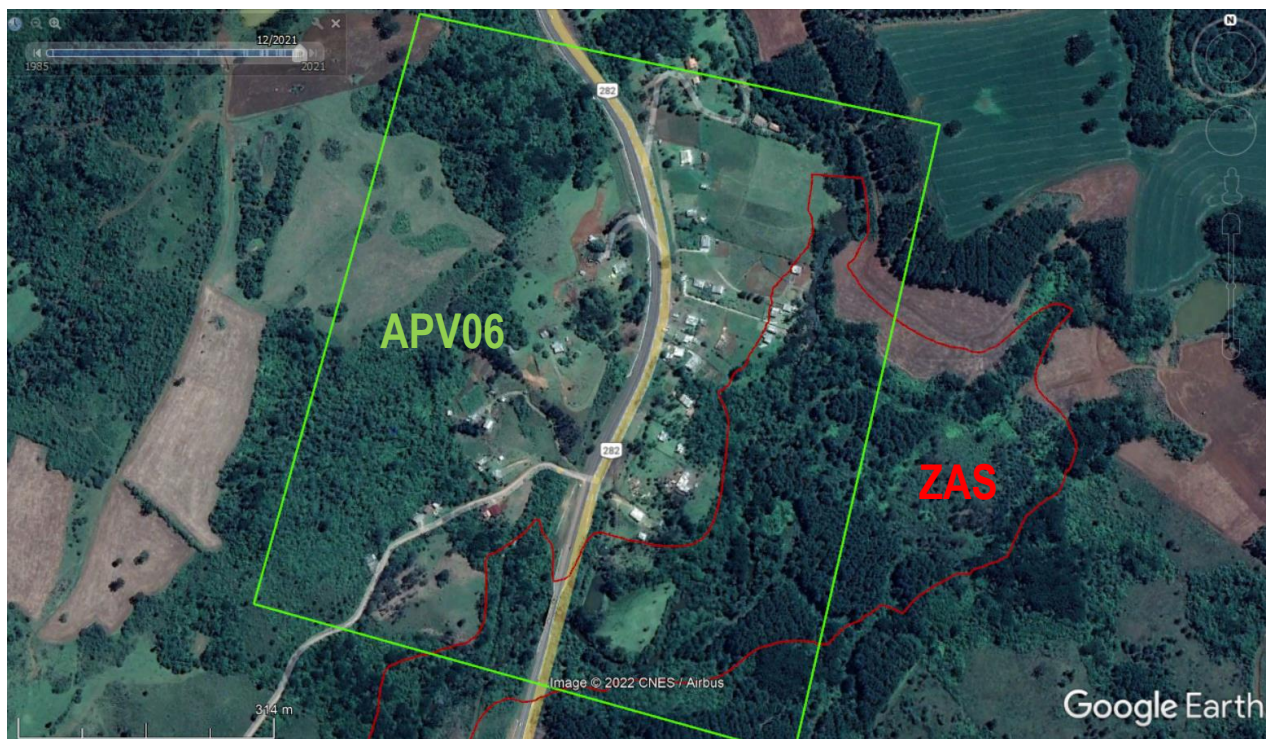


Figura 30 – Aproximação da APV 07.

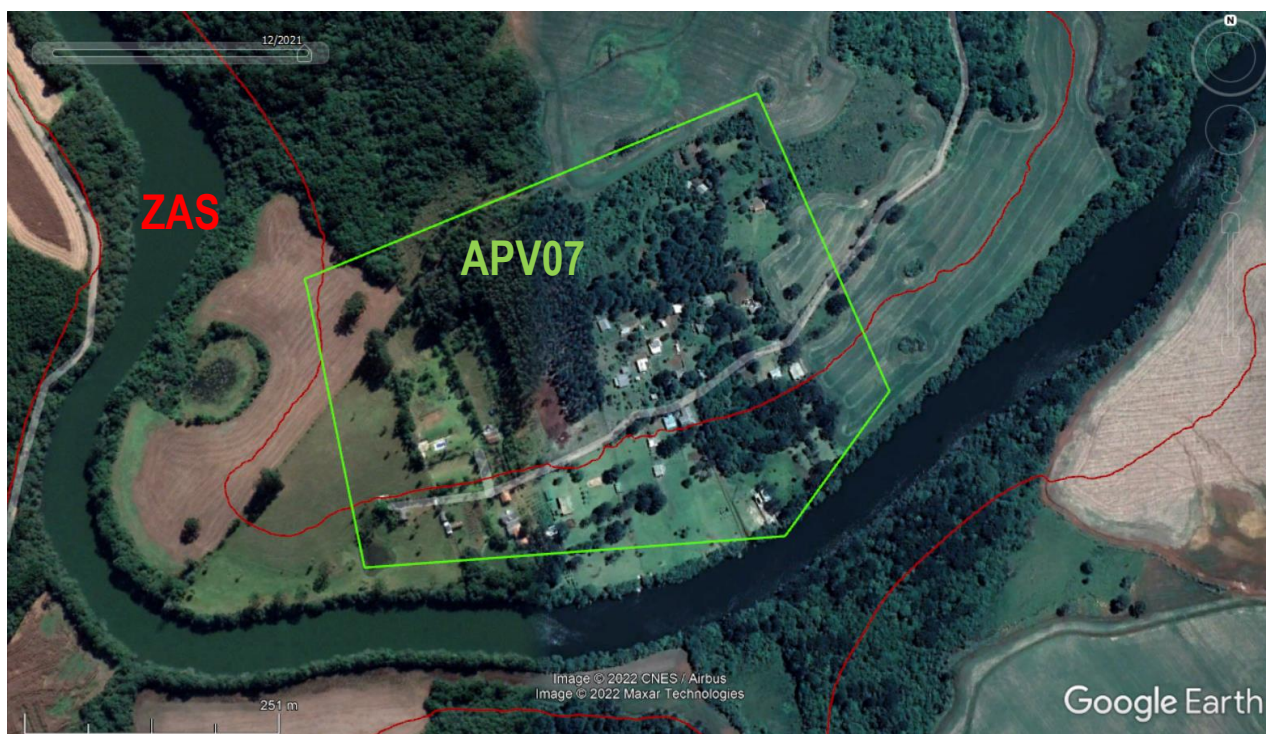


Figura 31 – Aproximação das APVS 07 e 10.

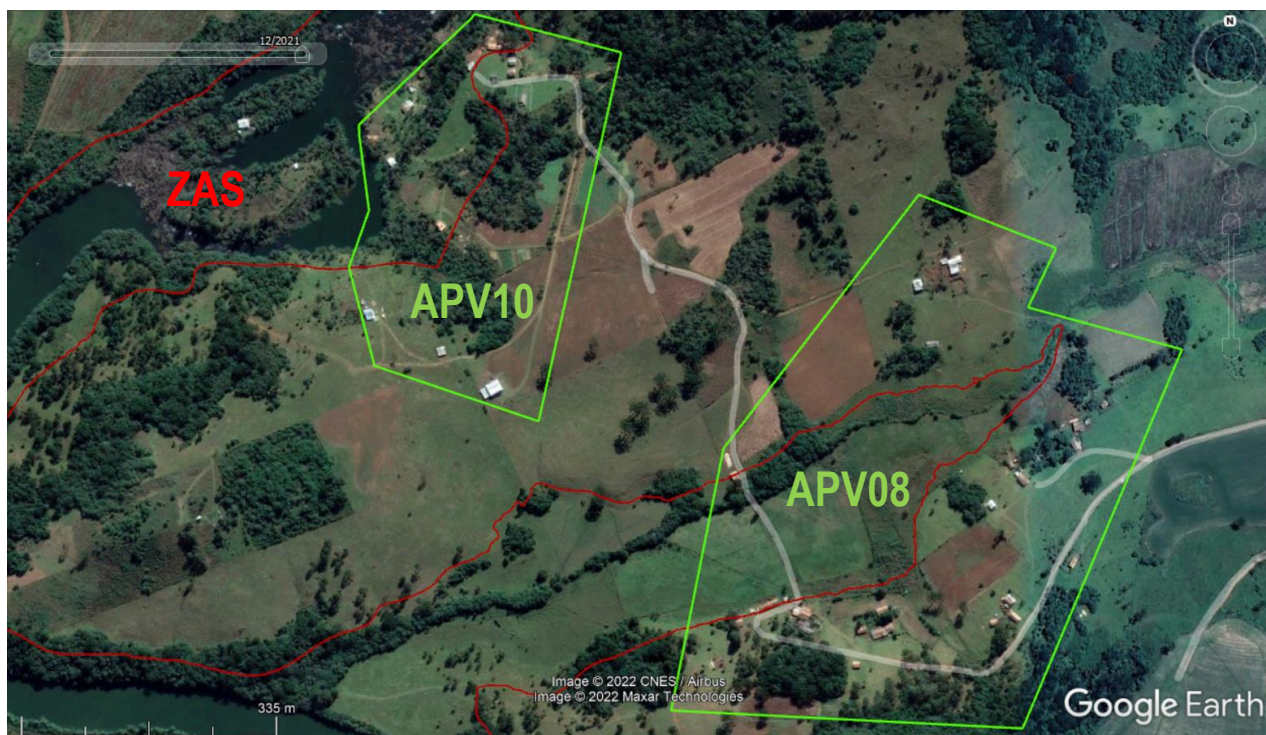


Figura 32 – Aproximação da APV 09.

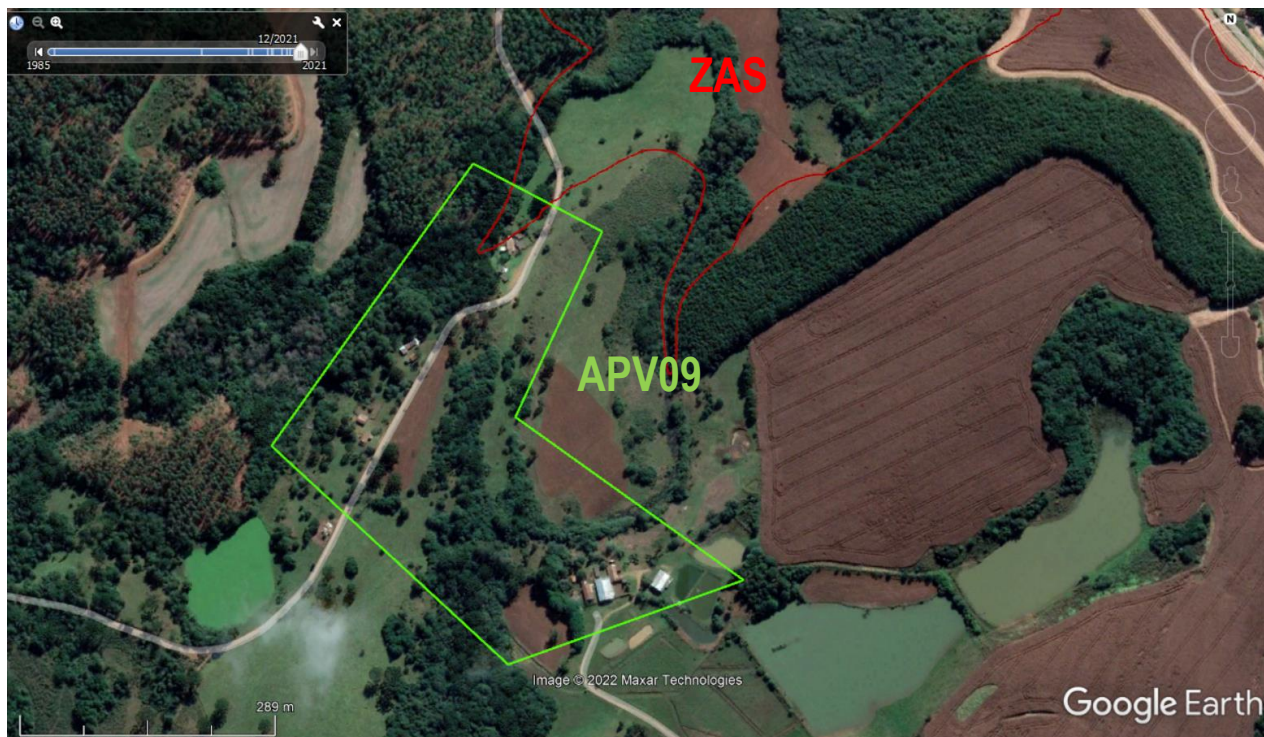
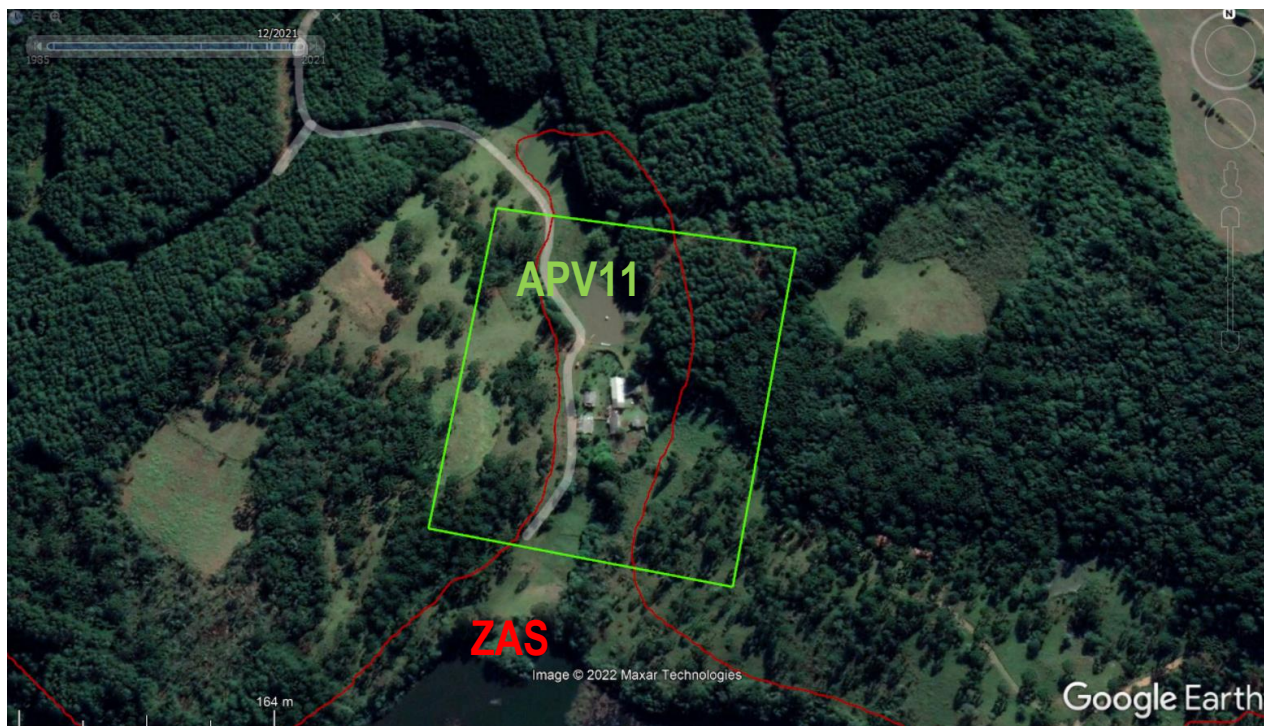


Figura 33 – Aproximação da APV 11.



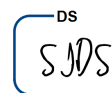
8.10. Conclusões do Estudo de Ruptura

- A partir das simulações realizadas foi possível identificar que os impactos decorrentes do rompimento da CGH Caveiras ocorrerão majoritariamente até o reservatório da PCH João

Borges, cujo vertedouro teria potencialidade para suportar a cheia decorrente de rompimento da CGH Caveiras num cenário de Sunny Day, para as condições adotadas nas simulações. Neste cenário o rompimento da barragem da CGH Caveiras poderia gerar um hidrograma afluente ao vertedouro da barragem da PCH João Borges com potencial para chegar perto da cota de 772 metros, que é 2 metros a menos do que a cota considerada para a crista da barragem (774m). Entretanto, em cenários mais extremos de ruptura, a barragem da PCH João Borges pode sofrer galgamento, especificamente para o cenário 7 (mais extremo), em que se observa um potencial nível de água apenas 12 cm abaixo da cota da crista da barragem considerada (774m). Recomenda-se que as posteriores revisões de segurança da barragem da PCH João Borges considerem os hidrogramas de ruptura decorrentes da CGH Caveiras, afluentes a seu reservatório;

- O tempo de chegada da onda de cheia decorrente da ruptura da CGH Caveiras, no reservatório da barragem da PCH João Borges é de aproximadamente 13 horas nos cenários sem rompimento (1, 2 e 3). No cenário mais extremo (cenário 7) é inferior a 3 horas. Nos cenários 5 e 6 o tempo de chegada de onde é, respectivamente, 3 horas e 15min e 3 horas e 5 minutos, enquanto no cenário 4, em SunnyDay, é de 3 horas e 45 min;
- Nesse sentido, 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 5 km. Nota-se que essa distância é inferior aos 10km adotados como critério adicional de estabelecimento da ZAS. Assim, optou-se por estabelecer a ZAS para a CGH Caveiras considerando a mancha de inundação do cenário 7 até a seção E, localizada aproximadamente à 10 km a jusante do empreendimento e cujo tempo de chegada de onda é superior a 30 min. A ZSS, então, corresponde à área compreendida entre a seção E e o barramento da PCH João Borges.
- A análise das manchas de inundação *versus* as áreas listadas como potencialmente vulneráveis resultou no atingimento de partes de todas as áreas demarcadas, com exceção da APV13 e APV20 para todos os cenários simulados. Estas áreas são caracterizadas principalmente por edificações residenciais, industriais e instalações da própria CGH Caveiras e da PCH João Borges. Ressalta-se que esta análise foi realizada com base no Google Earth para o ano de 2022 e, portanto, as estimativas podem mudar ao longo do tempo, sugerindo-se revisões periódicas e verificações *in loco*;
- As profundidades simuladas atingem níveis muito mais elevados nos cenários com rompimento, pela coincidência dos picos das vazões naturais simuladas somados ao

volume reservado que é liberado. 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 estimado do rio. O mesmo ocorre com as vazões máximas: seus maiores valores ocorrem nos cenários com rompimento, sendo o maior valor de 4338 m³/s no cenário 7 para a seção A, logo a jusante do reservatório.


DS

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 2, 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 Lages/SC;
- Defesa Civil do Estado de Santa Catarina e coordenadorias regionais de abrangência;
- Casas de Força da CGH Caveiras;
- 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 às 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:

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

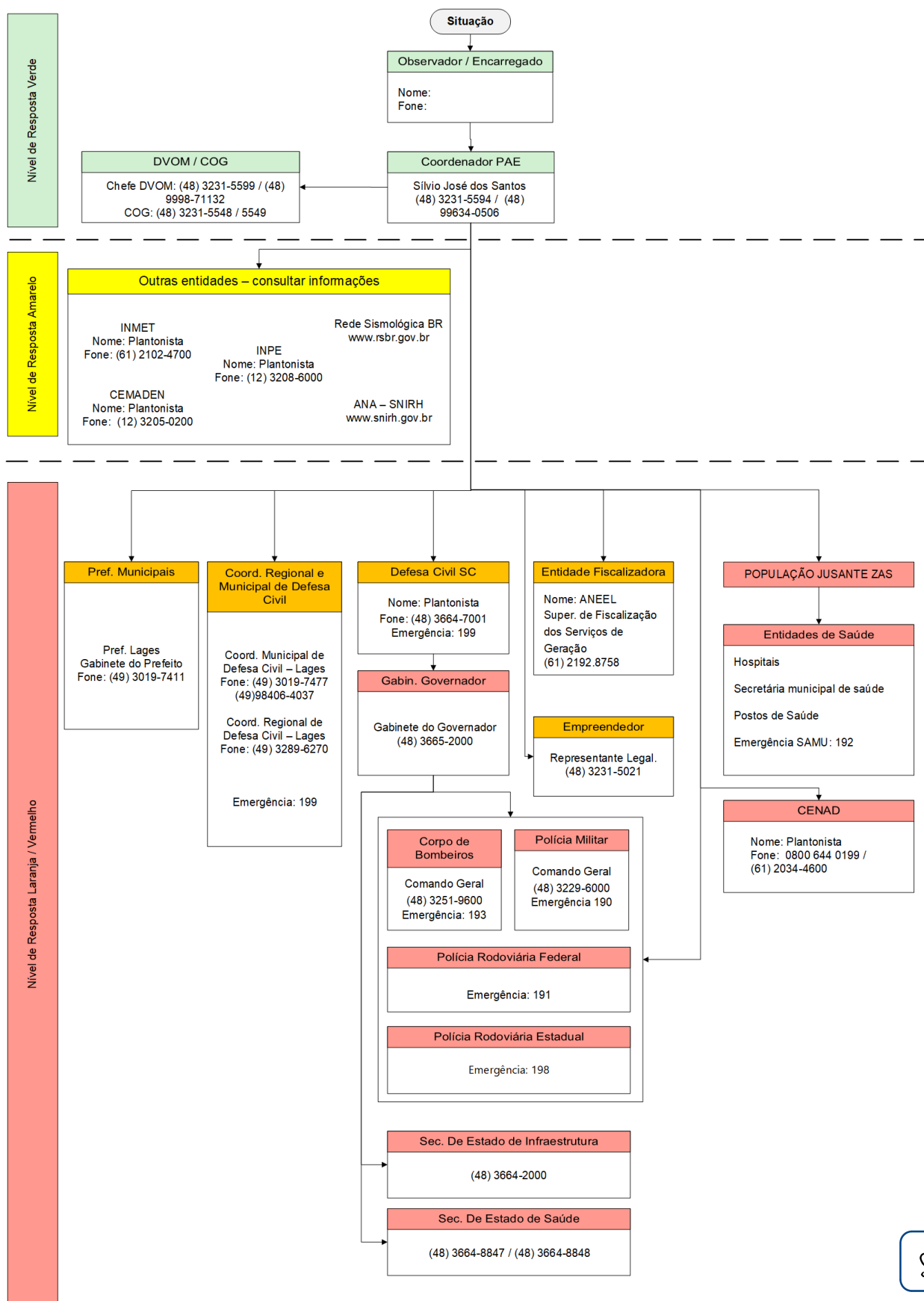
Conforme definição dos órgãos externos de defesa civil, poderão ser utilizados outros meios externos para sistema de alerta, de forma a promover a exaustiva comunicação aos agentes envolvidos, sempre partindo do comunicado de situação de emergência emitido pelo coordenador do PAE, tais como:

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

O fluxograma de notificações é apresentado na Figura 34.

DS
SMS

Figura 34 - Fluxograma de Notificação



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. A população de cada APV deve conhecer os limites da mancha de inundação, deslocando-se primeiramente para fora dos limites das áreas afetadas e, em seguida, para os pontos de encontro estabelecidos.

Os pontos de encontro são indicados no Quadro 14, e juntamente com seus detalhamentos e trajetos de fuga sugeridos nas pranchas subsequentes. A população de cada APV deve conhecer os limites da mancha de inundação, deslocando-se primeiramente para fora dos limites das áreas afetadas e pelas rotas de fuga buscar os pontos de encontro estabelecidos. Os pontos de encontro foram estabelecidos considerando locais fora da mancha de inundação para convergência da população afetada, tais como intersecções de estradas, pátios de empreendimentos comerciais/industriais e locais de acesso público.

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.

Quadro 14 - Pontos de Encontro na ZAS e ZSS da CGH Caveiras

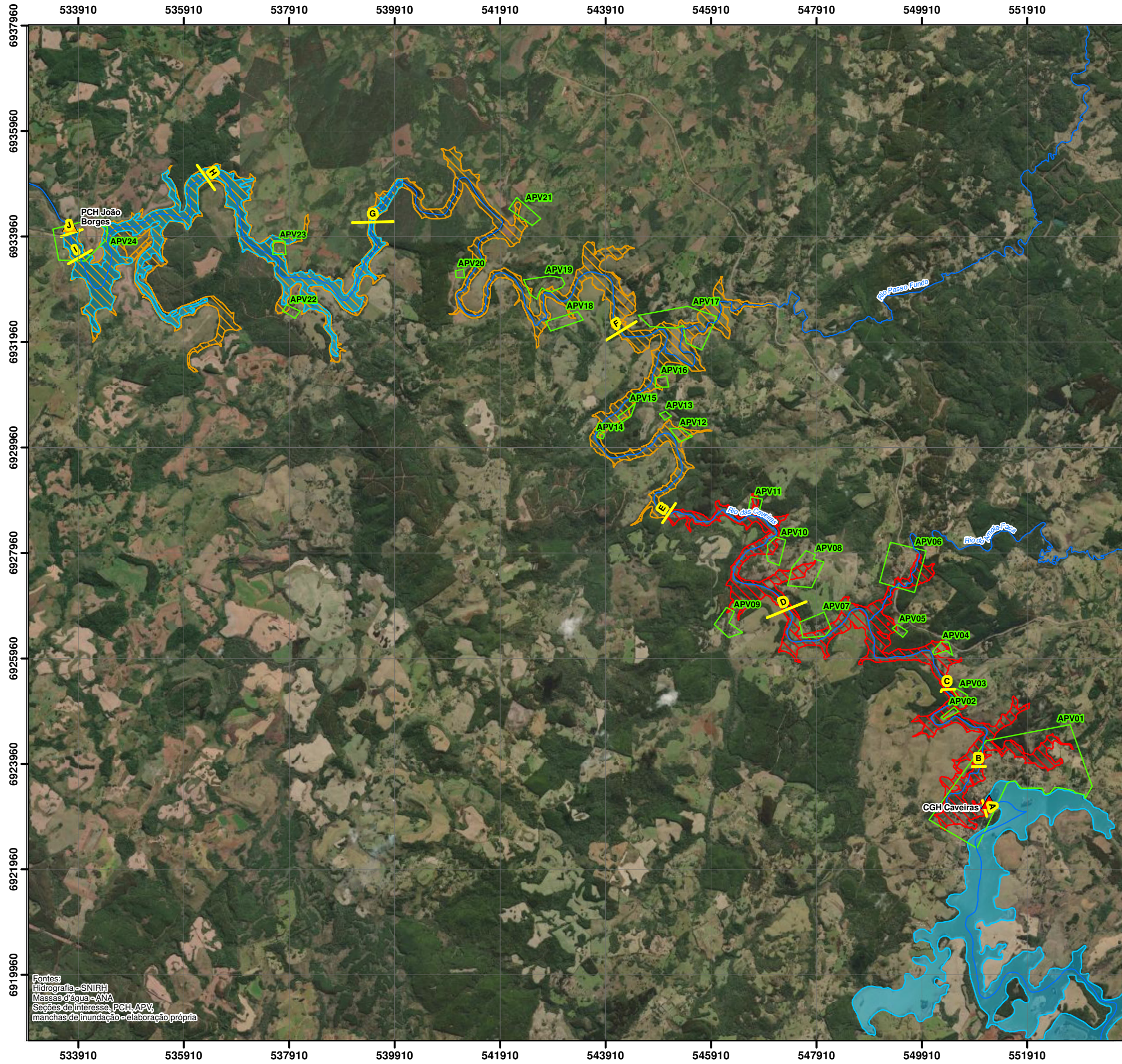
Nº	Zona / Barragem	Descrição	Coordenadas
PE01	ZAS - CHG Caveiras	Estrada de Santa Terezinha. Atendimento a atingidos no núcleo habitacional da APV 01 na margem esquerda do Rio Caveiras.	-27.820090° S -50.484896° O
PE02	ZAS - CHG Caveiras	Área elevada próxima a Usina, para deslocamento de operadores e moradores da APV 01 na margem esquerda com acesso pela Usina.	-27.811604° S -50.480971° O
PE03	ZAS - CHG Caveiras	Ocupantes da APV 01 na margem direita do Rio Caveiras e margem esquerda do afluente.	-27.808041° S -50.474952° O
PE04	ZAS - CHG Caveiras	Ocupantes da APV 01 na margem direita do Rio Caveiras e margem esquerda do afluente.	-27.807281° S -50.478604° O
PE05	ZAS - CHG Caveiras	Área elevada, fora da mancha de inundação, para deslocamento de potenciais atingidos na APV 02.	-27.798376° S -50.483301° O
PE06	ZAS - CHG Caveiras	Área elevada, fora da mancha de inundação, para deslocamento de potenciais atingidos na APV 03.	-27.794927° S -50.485928° O
PE07	ZAS - CHG Caveiras	BR-282, acesso à APV 04.	-27.786588° S -50.488798° O
PE08	ZAS - CHG Caveiras	Estrada vicinal, próximo ao Cemitério da Floresta, atendimento a potenciais atingidos na APV 09.	-27.784404° S -50.532115° O
PE09	ZAS - CHG Caveiras	Área elevada, fora da mancha de inundação, deslocamento de potenciais atingidos na APV 07.	-27.781681° S -50.513303° O
PE10	ZAS - CHG Caveiras	Estrada vicinal, zona rural de São José do Cerrito/SC, atendimento a potenciais atingidos na APV 08.	-27.774258° S -50.513248° O
PE11	ZAS - CHG Caveiras	BR-282, local para atendimento a potenciais atingidos na APV 06.	-27.773540° S -50.496069° O
PE12	ZAS - CHG Caveiras	Estrada vicinal, zona rural de São José do Cerrito/SC, atendimento a potenciais atingidos na APV 09.	-27.772397° S -50.518601° O
PE13	ZAS - CHG Caveiras	Estrada vicinal, zona rural de São José do Cerrito/SC, zona fora da mancha, deslocamento e atendimento a potenciais atingidos na APV 11.	-27.761905° S -50.526532° O

Nº	Zona / Barragem	Descrição	Coordenadas
PE14	ZSS - CGH Caveiras	Local elevado, fora dos limites da mancha de inundação, deslocamento de potenciais atingidos nas APVs 14.	-27.750709° S -50.553344° O
PE15	ZSS - CGH Caveiras	Ponto em estrada vicinal, para deslocamento e atendimento a potenciais atingidos na APV 12.	-27.750227° S -50.537266° O
PE16	ZSS - CGH Caveiras	Local elevado, fora dos limites da mancha de inundação, deslocamento de potenciais atingidos nas APVs 15.	-27.749935° S -50.551082° O
PE17	ZSS - CGH Caveiras	Estrada vicinal, ponto para deslocamento de potenciais atingidos na APV 13.	-27.747854° S -50.543592° O
PE18	ZSS - CGH Caveiras	Estrada vicinal, ponto para deslocamento de potenciais atingidos na APV 16.	-27.742972° S -50.541613° O
PE19	ZSS - CGH Caveiras	Área elevada, fora da mancha de inundação, deslocamento de potenciais atingidos na APV 18.	-27.732565° S -50.561545° O
PE20	ZSS - CGH Caveiras	Ponto em estrada vicinal, para deslocamento e atendimento a potenciais atingidos na APV 22.	-27.731987° S -50.615655° O
PE21	ZSS - CGH Caveiras	Ponto em estrada vicinal, para deslocamento e atendimento a potenciais atingidos na APV 17.	-27.729486° S -50.540489° O
PE22	ZSS - CGH Caveiras	Ponto para deslocamento de potenciais atingidos na APV 20.	-27.724778° S -50.583834° O
PE23	ZSS - CGH Caveiras	Ponto em estrada vicinal, para deslocamento e atendimento a potenciais atingidos na APV 19.	-27.724118° S -50.565232° O
PE24	ZSS - CGH Caveiras	Ponto em estrada vicinal, para deslocamento e atendimento a potenciais atingidos na APV 23.	-27.720153° S -50.615401° O

C

B

A



Fontes:
Hidrografia - SNIRH
Massas d'água - ANA
Seções de interesse, PCH, APV,
manchas de inundação - elaboração própria

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

- ▲ CHG Caveiras
- ▲ PCH João Borges
- Seções de interesse
- Hidrografia
- APV - áreas potencialmente vulneráveis
- Massas d'água
- ▨ Zona de Auto-salvamento
- ▨ Zona de Segurança Secundária



0 1 2 4 km

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22S

01		11/11/2022	EXEC.	VERIF.	APROV.
REV		DATA	ARTHUR T.	LUCAS T.	FABRICIO V.

Vieira & Fernandes Vieira Ltda. - Contrato: 4600006090
Resp. Técnico: Fabricio Vieira - CREA: 506.224.839-9/SP



DES-ISB-6090-UCR-02-01

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

PROGRAMA: SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA CGH CAVEIRAS

ÁREA:

TÍTULO: Zona de Auto Salvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS)

PROJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	APROV.	MARCELE C.
VERIF.	LUCAS T.	APROV.	FABRICIO V.		
DATA	11/11/2022	ESCALA	1 : 75,000	FOLHA	1 de 1

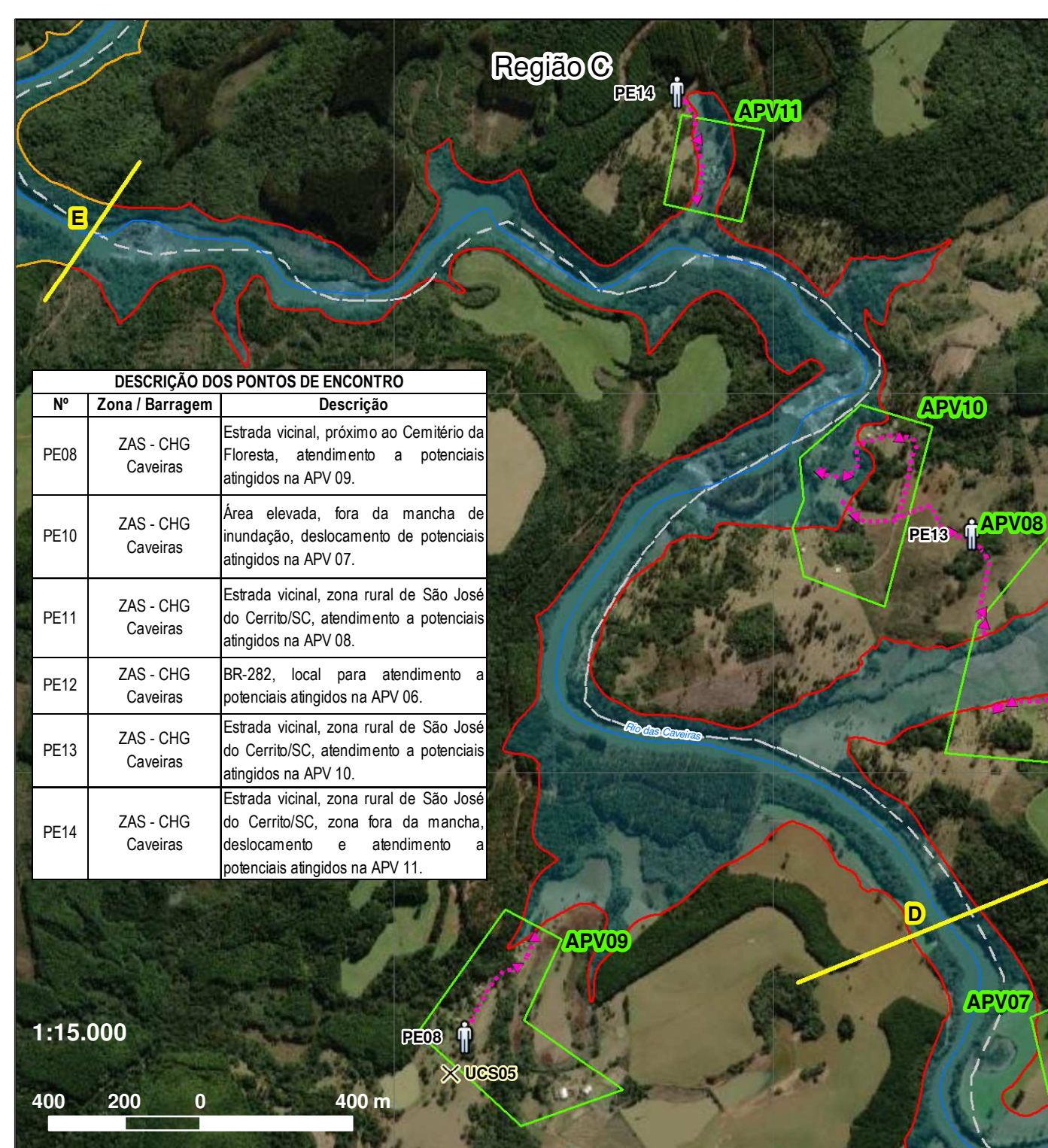
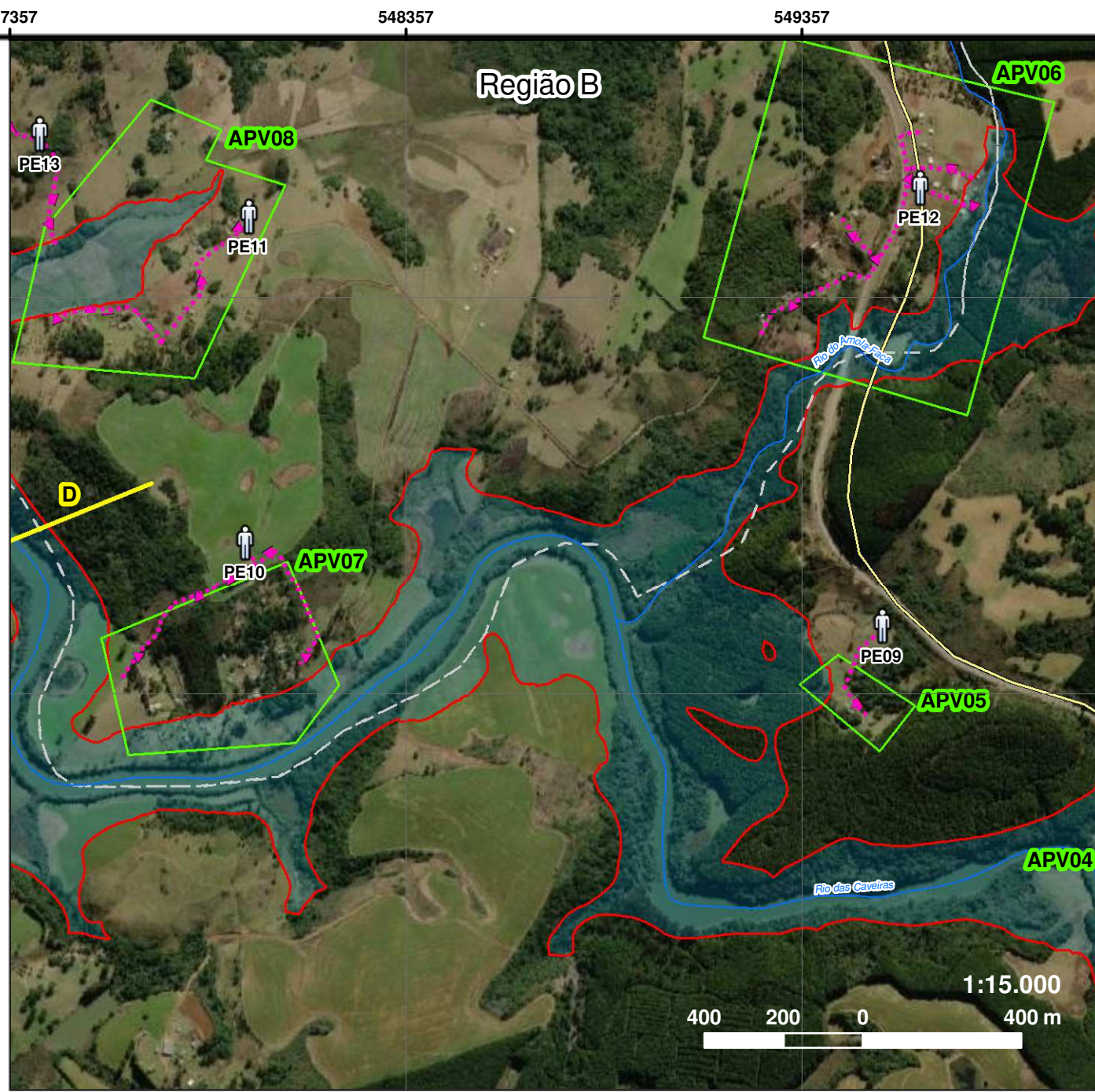
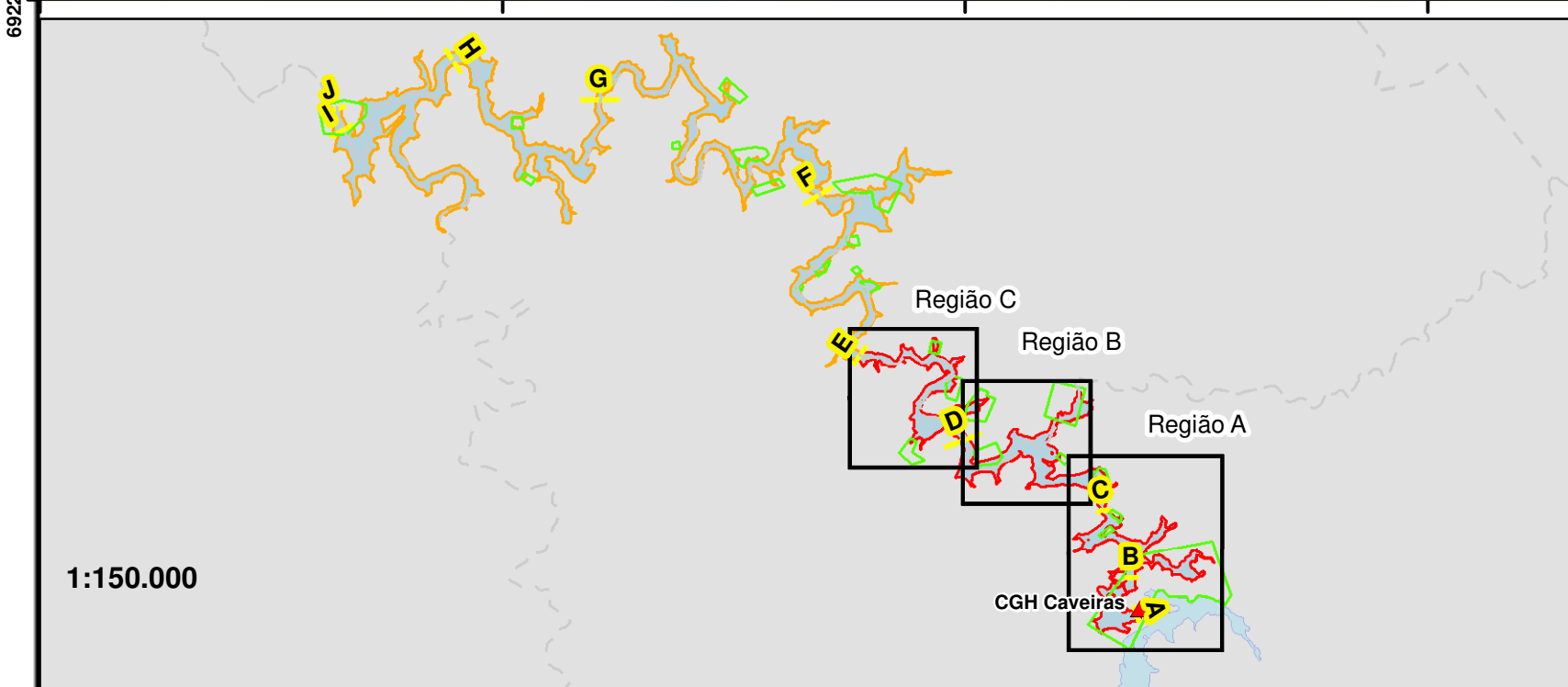
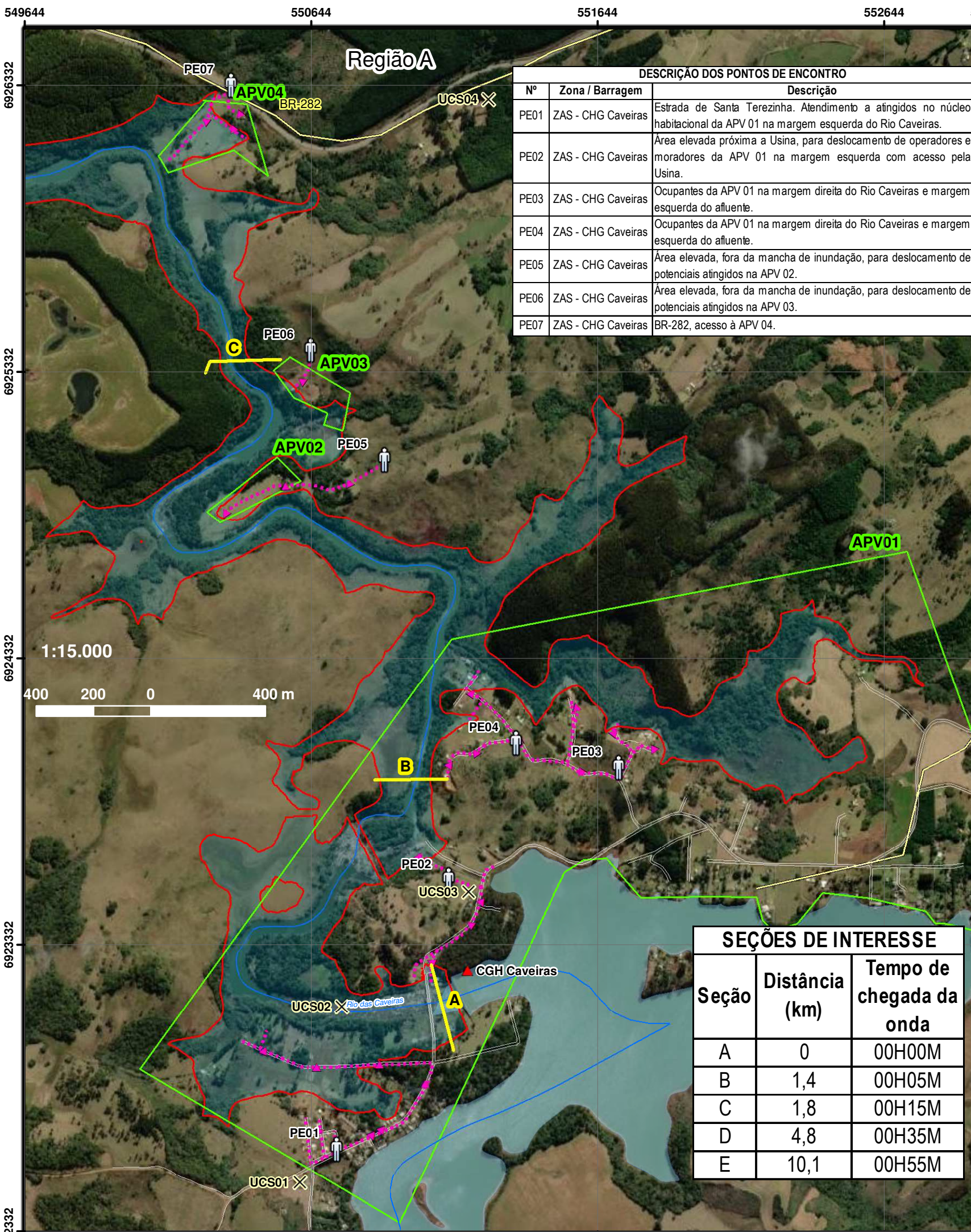
Nº

D

C

B

A



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE08	ZAS - CHG Caveiras	Estrada vicinal, próximo ao Cemitério da Floresta, atendimento a potenciais atingidos na APV 09.
PE10	ZAS - CHG Caveiras	Área elevada, fora da mancha de inundação, deslocamento de potenciais atingidos na APV 07.
PE11	ZAS - CHG Caveiras	Estrada vicinal, zona rural de São José do Cerrito/SC, atendimento a potenciais atingidos na APV 08.
PE12	ZAS - CHG Caveiras	BR-282, local para atendimento a potenciais atingidos na APV 06.
PE13	ZAS - CHG Caveiras	Estrada vicinal, zona rural de São José do Cerrito/SC, atendimento a potenciais atingidos na APV 10.
PE14	ZAS - CHG Caveiras	Estrada vicinal, zona rural de São José do Cerrito/SC, zona fora da mancha, deslocamento e atendimento a potenciais atingidos na APV 11.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

- Sede municipal
- Barragem
- Pontos de encontro
- Estruturas nas proximidades
- Rotas de fuga
- Seções de interesse
- Logradouros
- Rodovias/estradas
- Hidrografia
- Limite municipal
- APV - áreas potencialmente vulneráveis
- Zona de Auto-salvamento (ZAS)
- Zona de Segurança Secundária (ZSS)
- Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária
- Reservatório

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES

Legenda	Local
UCS01	Igreja São José do Salto Caveiras
UCS02	Salto rio Caveiras
UCS03	EMEF Salto do Caveiras
UCS04	Chalé do Roloço
UCS05	Cemitério Floresta



Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22s

00	ORIGINAL	12/12/2022	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 CGH CAVEIRAS

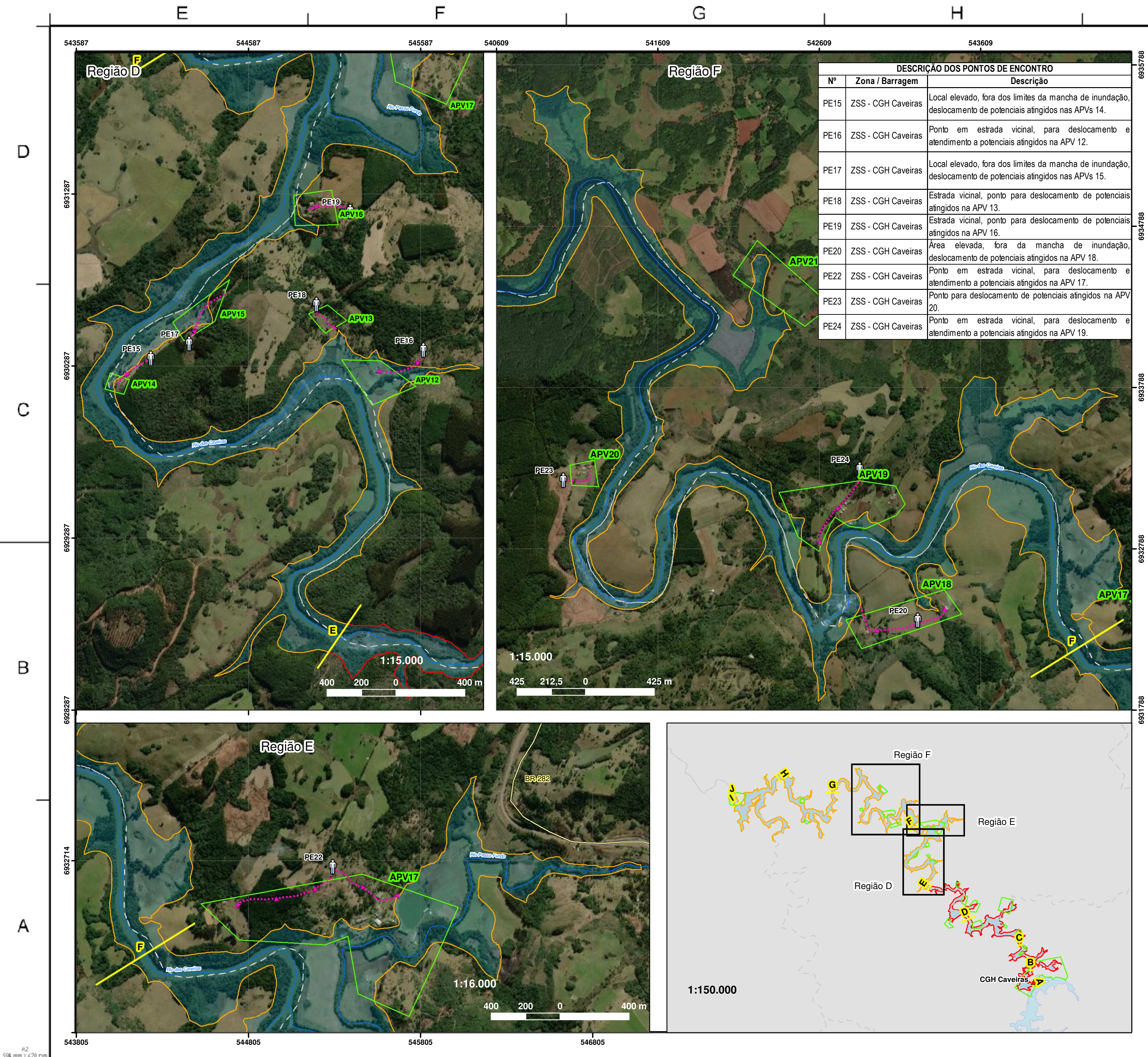
ÁREA:

II ULC: Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem da CGH CAVEIRAS - Parte 01

PROJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	VERIF.	LUCAS T.	APROV.	FABRÍCIO F.
APROV.	MARCELE C.	ESCALA				FO. HA:	1 de 1

DATA	12/12/2022	Nº	DES-ISB-6090-UCS-03-00
------	------------	----	------------------------

DS
SND



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

Sede municipal

Barragem

Pontos de encontro

Estruturas nas proximidades

Seções de interesse

Rotas de fuga

Hidrografia

Logradouros

Rodovias/estradas

Limite municipal

APV - áreas potencialmente vulneráveis

Zona de Auto-salvamento

Zona de Segurança Secundária (ZSS)

Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária

Reservatório

SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
E	10,1	00H55M
F	19,6	01H35M

N

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22s

00	ORIGINAL	12/12/2022	ARTHUR T.	LUCAS T.	FABRICIO 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 CGH CAVEIRAS

ÁREA:

II ULC:
Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem da CGH Caveiras - Área 02

PROJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	VERIF.	LUCAS T.	APROV.	FABRICIO F.
APROV.	MARCELO C.	ESCALA				FO_HA:	1 de 1

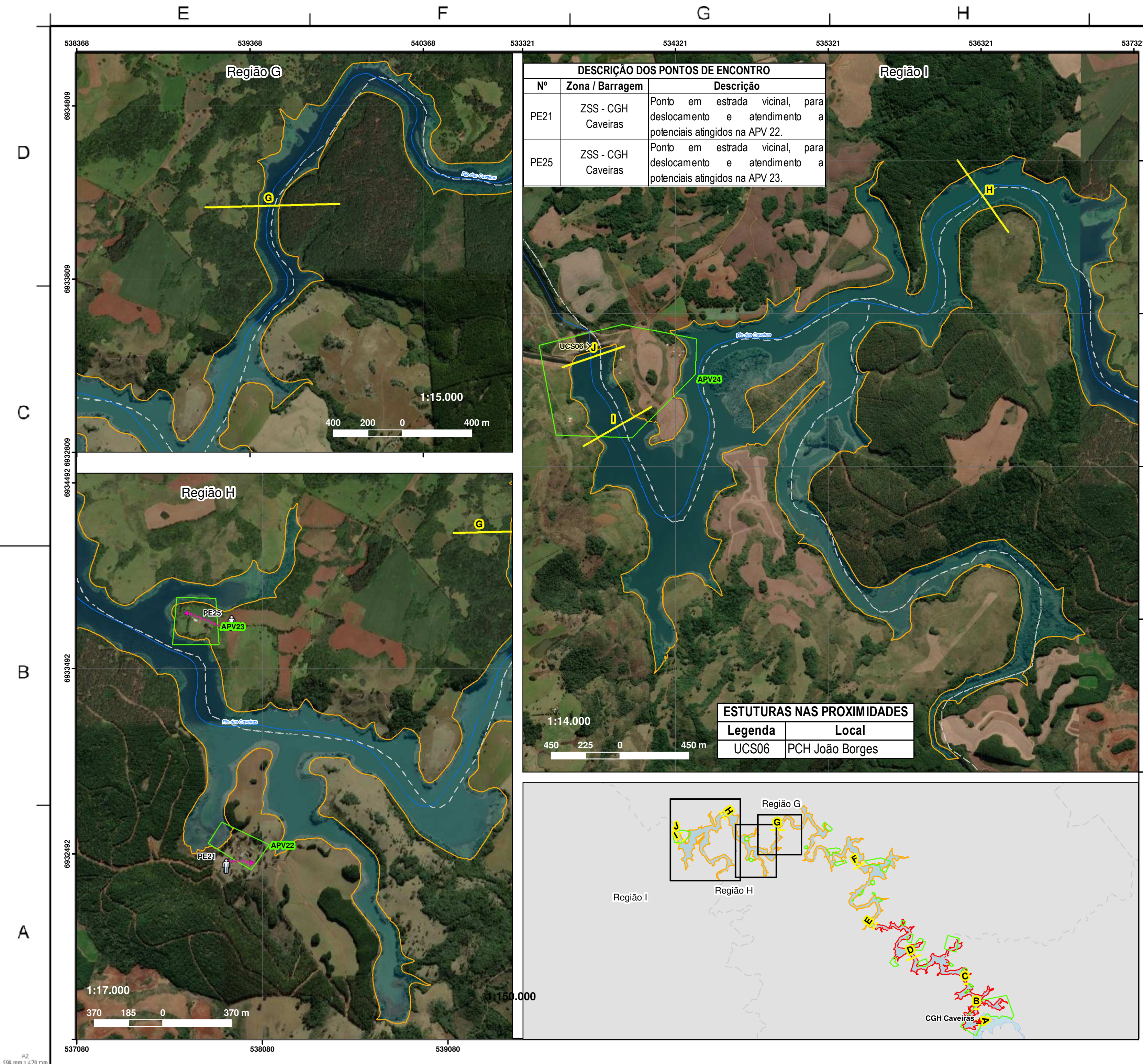
DATA: 12/12/2022

Nº: DES-ISB-6090-UCS-04-00

DS

SND

A2
504 mm x 420 mm



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE21	ZSS - CGH Caveiras	Ponto em estrada vicinal, para deslocamento e atendimento a potenciais atingidos na APV 22.
PE25	ZSS - CGH Caveiras	Ponto em estrada vicinal, para deslocamento e atendimento a potenciais atingidos na APV 23.

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES	
Legenda	Local
UCS06	PCH João Borges

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

Sede municipal

Barragem

Pontos de encontro

Estruturas nas proximidades

Seções de interesse

Rotas de fuga

Hidrografia

Logradouros

Rodovias/estradas

Limite municipal

APV - áreas potencialmente vulneráveis

Zona de Auto-salvamento (ZAS)

Zona de Segurança Secundária (ZSS)

Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária

Reservatório

SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
G	32,4	02H50M
H	36,1	03H10M
I	40,5	03H45M
J	41	03H50M

N

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22s

00	ORIGINAL	12/12/2022	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 CGH CAVEIRAS

ÁREA:

II) ULC:

Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem da CGH Caveiras - Área 03

PROJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	VERIF.	LUCAS T.	APROV.	FABRÍCIO F.
APROV.	MARCELO C.	ESCALA				FO_HA:	1 de 1

DATA

12/12/2022

Nº

DES-ISB-6090-UCS-05-00

US

SJDs

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, polícias 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 15 - 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

10. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS

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

Quadro 16 - Recursos disponíveis para respostas às 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 as 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.

11. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PSB

Quadro 17 - 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: [ds](#)

SDS

<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.

COLLISCHONN, W, DORNELLES, F. Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais. ABRH – Associação Brasileira De Recursos Hídricos, 2013.

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

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

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.

GEOENERGY. PCH Caveiras – Ampliação. Projeto Básico Consolidado. Relatório Final. 2022. Código nº: UCS-GEO-B-GERT-G00-0001-0.

PROSUL. Plano de Ação de Emergência – PCH Caveiras. 2015a. Código nº 5062-CAV-6C-MPBA-001-01-15.

PROSUL. Plano de Segurança da Barragem – PCH Caveiras. 2015b. Código nº 5062-CAV-6C-MPBA-001-01-15.

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.

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.

13. ANEXOS

ANEXO I – Ficha de Notificação de Mau Funcionamento

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

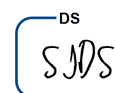
BARRAGEM:

Eu, _____ (nome e cargo), na
condição de _____ da **CGH
CAVEIRAS** 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 **CGH
CAVEIRAS** 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)

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

URGENTE

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

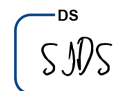
Eu, _____(nome e cargo), na
condição de _____ da **CGH
CAVEIRAS** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o
Registro de **Declaração de Início de () ALERTA / () EMERGÊNCIA**, a partir das
_____ (horário) do dia ____/____/____, em função da ocorrência de:

_____, _____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

(cargo e RG)



DS
SJS

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 **CGH
CAVEIRAS** 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
SIDS

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

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 861,43 metros for atingido, com as seguintes informações: - 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.

DS
SND

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 afluente 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 EROÇÃO 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 VERTEDOIRO

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.

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.

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	Repasa 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	Repasa 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

ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica

DS
SJS