

**Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC
UHE GARCIA**

ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



UHE GARCIA

Instrumento Contratual nº 4600006090

DEZEMBRO/2022

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	ISB-6090-UGA-009-01.docx			
Título do Documento:	Atualização do Plano de Ação de Emergência da UHE Garcia			
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:	14/12/2022			
Controle de Revisões				
Nº da Revisão	Natureza/Justificativa	Aprovação		
		Data	Responsável	Rubrica
00	Emissão Inicial	03/08/2022	F. F. V.	
01	Revisão 01	14/12/2022	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 – UHE GARCIA

RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA DA UHE GARCIA

Equipe Técnica

Fabício Fernandes Vieira

Engenheiro Civil, Especialista em
Segurança de Barragens

Lucas Camargo da Silva Tassinari

Engenheiro Civil, Doutor em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Lucas Rangel Martins

Engenheiro Civil, Mestre em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Gustavo Boff Klaus

Engenheiro Civil, Especialista em
Gestão de Projetos

Arthur da Fontoura Tschiedel

Engenheiro Ambiental, Doutor em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Bruno Takeo Yoshida

Engenheiro Civil, Especialista em
Segurança de Barragens

Marcele Nonnenmacher Colferai

Engenheira Ambiental

Robert de Oliveira

Engenheiro Civil

Nederson da Silva Koehler

Engenheiro Mecânico, Mestre em
Engenharia Mecânica

Pedro Meirelles Leite

Geólogo

Jéssica Ribeiro Fontoura

Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestre
em Engenharia Civil

Bibiana Niederauer Soares

Engenheira Civil

Pedro L. C. Ferreira

Engenheiro Civil, Mestre em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Igor Augusto Barcelos da Silva

Assistente Técnico

Maria Cecília Guazzelli

Eng. Civil, Mestre em Engenharia de Solos

Caroline Sperandio

Assistente Técnica

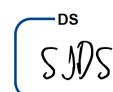
SUMÁRIO

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 E RESERVATÓRIO	18
5.2.	VERTEDOIRO.....	19
5.3.	CIRCUITO HIDRÁULICO DE ADUÇÃO.....	22
5.3.1.	TOMADA DE ÁGUA.....	22
5.3.2.	TÚNEIS DE ADUÇÃO	23
5.3.3.	CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO E CONDUTO FORÇADO DE ALTA PRESSÃO ...	23
5.3.4.	CASA DE FORÇA	23
6.	ATRIBUIÇÕES DE RESPONSABILIDADES NO PAE	24
6.1.	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	24
6.1.1.	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE.....	25
6.1.2.	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE TÉCNICA	26
6.2.	ENTIDADE FISCALIZADORA	27
6.3.	SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	27
7.	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE RISCO E EMERGÊNCIA	30
7.1.	CAUSAS DE DEFEITOS EM BARRAGENS.....	30
7.2.	IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO.....	31
7.3.	IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA	31
7.4.	NÍVEIS DE RESPOSTA.....	32

7.5.	AÇÕES A IMPLEMENTAR	43
7.6.	PLANO DE AÇÕES ESPECÍFICAS PARA CONTINGÊNCIAS.....	52
8.	ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO	54
8.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	54
8.1.1.	GALGAMENTO (OVERTOPPING)	54
8.1.2.	EROSÃO INTERNA (PIPING).....	55
8.1.3.	FALHA ESTRUTURAL.....	56
8.2.	METODOLOGIA.....	56
8.3.	CENÁRIOS SIMULADOS.....	57
8.3.1.	CENÁRIOS 1, 2 E 3 – CHEIAS SEM ROMPIMENTO – TR 10, 100 E 1.000 ANOS	57
8.3.2.	CENÁRIO 4 - ROMPIMENTO COM VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA NORMAL – “SUNNY DAY”	57
8.3.3.	CENÁRIO 5 - ROMPIMENTO – CHEIA COM TR 10 ANOS	58
8.3.4.	CENÁRIO 6 - ROMPIMENTO – CHEIA COM TR 100 ANOS	58
8.3.5.	CENÁRIO 7 - ROMPIMENTO – CHEIA COM TR 1.000 ANOS	58
8.4.	DADOS DE ENTRADA.....	59
8.4.1.	TOPOGRAFIA	59
8.4.2.	COEFICIENTE DE MANNING.....	60
8.4.3.	PARÂMETROS DE FORMAÇÃO DA BRECHA	60
8.4.4.	CURVA COTA X ÁREA X VOLUME E HIDROGRAMAS AFLUENTES.....	61
8.4.5.	CONDIÇÕES DE CONTORNO	62
8.5.	PONTOS NOTÁVEIS E ÁREAS DE INTERESSE	62
8.6.	MANCHAS DE INUNDAÇÃO.....	65
8.7.	NÍVEIS D'ÁGUA MÁXIMOS	66

8.8.	TEMPO DE CHEGADA DE ONDA DE CHEIA.....	66
8.9.	ZONA DE AUTO SALVAMENTO (ZAS) E ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)	68
8.10.	IMPACTOS NA BARRAGEM DA PCH ANGELINA	73
8.11.	CONCLUSÕES DO ESTUDO DE RUPTURA	74
9.	NOTIFICAÇÃO E SISTEMAS DE ALERTA.....	75
9.1.	MEIOS DE DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO	75
9.2.	ALERTA SONORO	77
9.3.	PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA	77
9.4.	SIMULAÇÕES E TREINAMENTOS	82
10.	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS.....	84
11.	EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE.....	86
12.	REFERÊNCIAS	87
13.	ANEXOS.....	89
	ANEXO I – Ficha de Notificação de Mau Funcionamento	89
	ANEXO II – Ficha de Notificação de Condição Potencial de Ruptura	90
	ANEXO III – Declaração de Início de Situação de Alerta ou Emergência	91
	ANEXO IV – Declaração de Término de Situação de Alerta ou Emergência	92
	ANEXO V – Planos de Ações Específicas para Contingências	93
	V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO.....	93
	V.2 RUPTURA IMINENTE	93
	V.3 FALHA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL	94
	V.4 ABALO SÍSMICO.....	94
	V.5 ENCHENTE	95
	V.6 INFILTRAÇÕES, CHARCOS, AUMENTO DE FLUXO OU SUMIDOUROS	95

V.7 DESLIZAMENTOS	96
V.8 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA.....	97
V.9 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS.....	97
V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO	98
V.11 EROSÃO REGRESSIVA (PIPING) NO ATERRO, FUNDAÇÃO OU OMBREIRAS	98
V.12 FALHA NO VERTEDOIRO.....	99
V.13 PERDA DE SUPORTE DAS OMBREIRAS OU TRINCAMENTO EXCESSIVO EM BARRAGEM/OBRA DE CONCRETO	99
V.14 INVASÃO DA ÁREA DA BARRAGEM.....	100
V.15 PÓS EVENTO	100
V.16 RISCO DE ALAGAMENTO A JUSANTE POR OPERAÇÃO DE DESCARGA ..	101
ANEXO VI – Mapa das Manchas de Inundação	102
ANEXO VII – Mapa da ZAS e ZSS	103
ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica	104



DS
S.M.S.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da UHE Garcia	17
Figura 2 - Arranjo geral do aproveitamento da UHE Garcia	18
Figura 3 – Seção longitudinal do Barramentos da UHE Garcia.	19
Figura 4 – Barramento da UHE Garcia	19
Figura 5 – Seção transversal do Barramento da UHE Garcia.....	20
Figura 6 – Detalhes Ponte sobre o vertedouro da barragem da UHE Garcia	20
Figura 7 – Curva de descarga do vertedouro da UHE Garcia.....	21
Figura 8 – Vista do vertedouro da UHE Garcia	21
Figura 9 - Detalhamento das estruturas de tomada d'água.	22
Figura 10 – Sala das comportas	22
Figura 11 - Fluxograma de Ações a Implementar pelo Coordenador do PAE	26
Figura 12 - Organização Esquemática do SINPDEC	28
Figura 13 - Gráfico: Carta de Risco da UHE Garcia	42
Figura 14 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança	53
Figura 15 - Processo de ruptura por galgamento em barragem	55
Figura 16 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem	56
Figura 17 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento	60
Figura 18 - Curvas cota-área-volume do reservatório da UHE Garcia.....	61
Figura 19 - Hidrogramas Afluentes Naturais.....	61
Figura 20 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV) e seções de interesse.....	64
Figura 21 - Mapa de Inundação da UHE Garcia	65
Figura 22 - Perfil da elevação máxima do nível d'água ao longo do trecho estudado.	66
Figura 23 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário 7	67
Figura 24 – Síntese dos resultados das simulações do Cenário 07	68
Figura 25 – Visualização geral das APVs atingidas	70
Figura 26 – Aproximação da região 01	70
Figura 27 – Aproximação da região 02.....	71
Figura 28 – Aproximação da região 03.....	71
Figura 29 – Aproximação da região 04.....	72
Figura 30 – Aproximação da região 05.....	72
Figura 31 – Aproximação da região 06.....	73
Figura 32 - Fluxograma de Notificação.....	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação do empreendedor.	14
Quadro 2 - Lista de Contatos do PAE – UHE Garcia	14
Quadro 3 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas	33
Quadro 4 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala	35
Quadro 5 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual	37
Quadro 6 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela instrumentação de auscultação	40
Quadro 7 - Carta de Risco da UHE Garcia.....	41
Quadro 8 - Nível de resposta verde: ações a implementar	43
Quadro 9 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar	45
Quadro 10 - Nível de resposta laranja: ações a implementar	47
Quadro 11 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar	50
Quadro 12 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da UHE Garcia.....	59
Quadro 13 - Áreas Potencialmente Vulneráveis.....	63
Quadro 14 - Pontos de Encontro - ZAS UHE Garcia.....	78
Quadro 15 - Treinamentos do PAE.....	83
Quadro 16 - Recursos disponíveis para respostas à emergências	84
Quadro 17 - Responsáveis Técnicos pela atualização do PAE	86

LISTA DE SIGLAS

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

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 UHE Garcia, no sentido de salvaguardar o ambiente e a vida da população que reside a jusante do reservatório da Usina e ainda tem por objetivo alertar quanto aos aspectos de funcionamento, durabilidade e eficiência da estrutura de armazenamento. Além dos procedimentos de emergência, há também as atribuições e responsabilidades dos envolvidos de forma a propiciar as condições necessárias para o pronto atendimento às emergências, por meio do desencadeamento de ações rápidas e seguras.

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

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

O principal objetivo do Plano de Ação de Emergência é orientar, disciplinar e determinar os procedimentos a serem adotados pelos colaboradores em geral e autoridades durante a ocorrência de emergências na barragem da UHE Garcia, 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 pelas ocorrências 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 Garcia e nas Prefeitura Municipal de Angelina/SC. Também será encaminhada cópia para a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina. O PAE deverá ser mantido atualizado, executando-se as atualizações quando dos ciclos de revisão periódica de segurança das barragens, em conformidade com a periodicidade estabelecida na legislação vigente, ou quando houverem alterações do enquadramento e/ou características do empreendimento, das ocupações a jusante, dos contatos, do coordenador do PAE ou outras que justifiquem a confecção de versão atualizada.

3. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Quadro 1 – Identificação do empreendedor.

DADOS 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 UHE Garcia, 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 – UHE Garcia

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 Hoffmann Paludo (48) 3231-5598 / rafaelhp@celesc.com.br
UHE Garcia - Equipes Locais: Conservação / Manutenção Eletromecânica / Técnicos Celesc	Casa de força: (48) 3271-8349

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 Angelina/SC	Gabinete do Prefeito (48) 3274-1183 / gabineteprefeito@angelina.sc.gov.br
Secretaria de Estado de Defesa Civil	(48) 3664-7001 / (48) 3664-7002 secretario@sdc.sc.gov.br Emergência: 199
Coordenadoria Regional da Defesa Civil de Santa Catarina – Florianópolis/SC	(48) 3664-7062 / florianopolis@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

BARRAGENS A JUSANTE

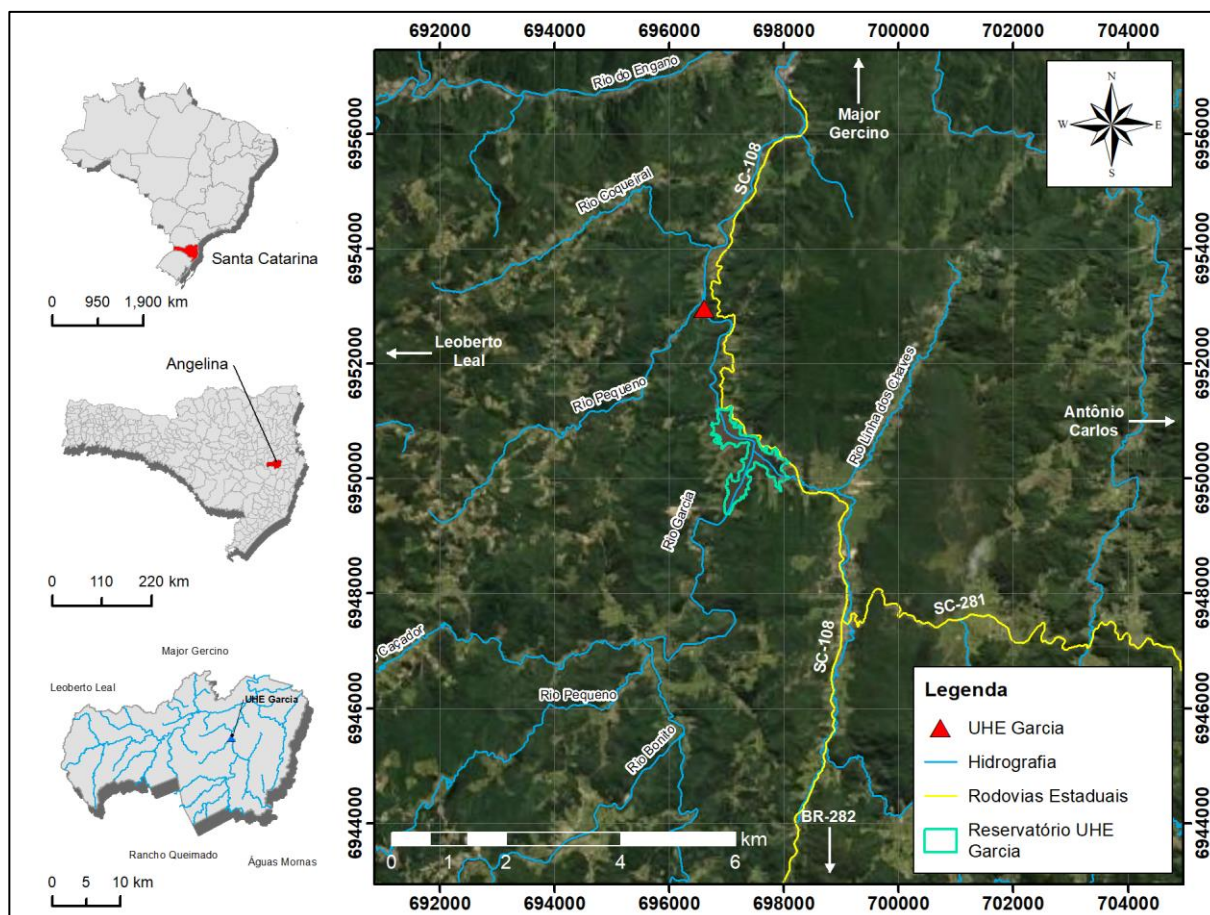
PCH ANGELINA	Escritório Sede do Empreendedor Fone: (21) 2439-5150 / (21) 3543-2234
--------------	--

^{DS}
SJS

5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A UHE Garcia situa-se no município de Angelina, no estado de Santa Catarina. O acesso ao local da usina dá-se através das rodovias federais BR-101, BR-282, até o trevo da SC-407 de Rancho Queimado, seguindo por esta rodovia até a sede do município de Angelina. Pela estrada SC-481, sem pavimentação, segue-se por cerca de 8 km. Sua localização é apresentada na Figura 1 abaixo.

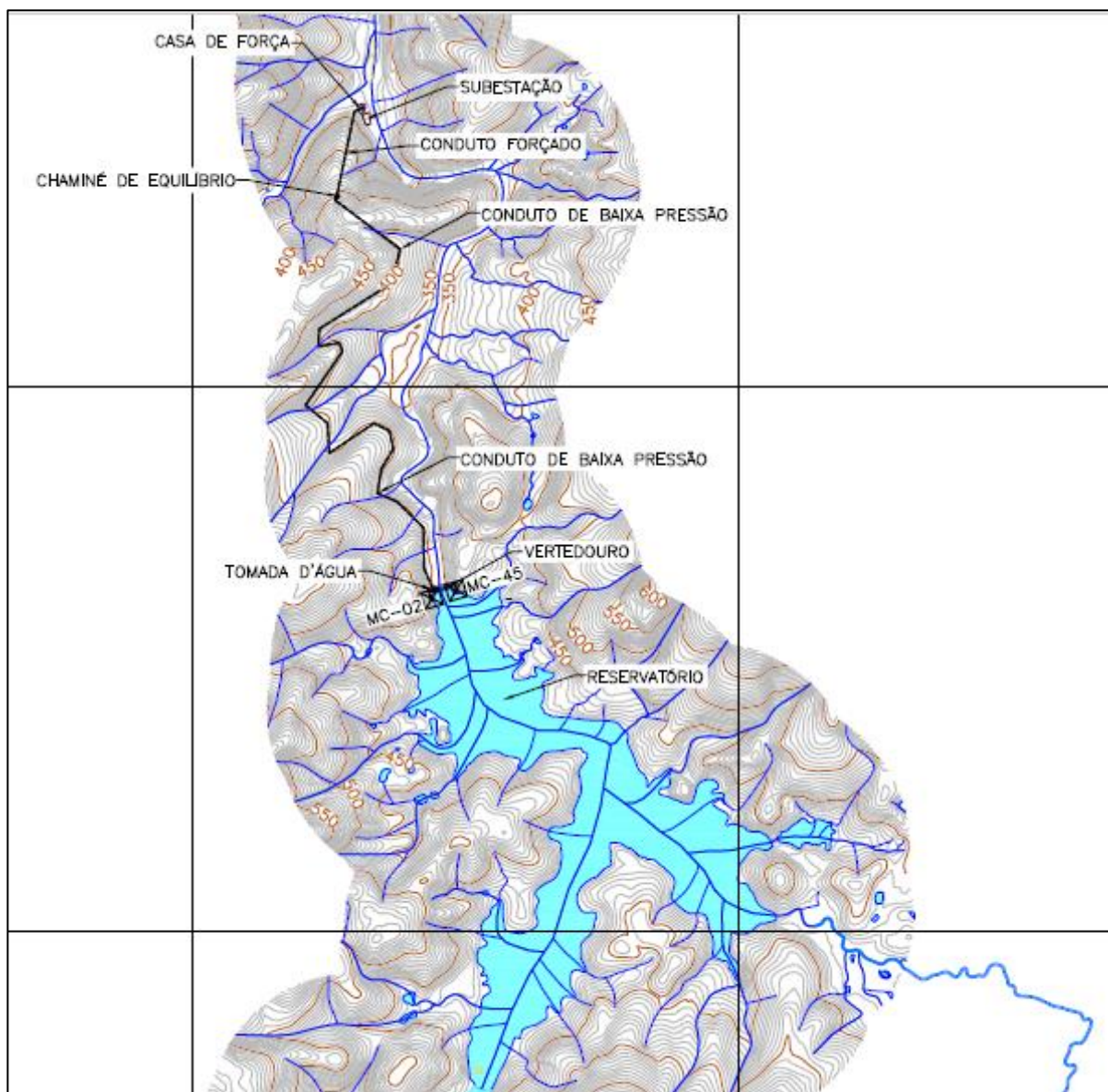
Figura 1 - Localização da UHE Garcia



O aproveitamento hidrelétrico utiliza um trecho de alta declividade do Rio Garcia, com potência instalada da PCH Garcia de 8,90 MW e uma área de drenagem de 334 km², regularizando os níveis de seu reservatório através de um vertedouro em soleira livre, de extensão de 50,00 m. Os volumes acumulados até a crista da soleira são desviados para um conduto superficial de concreto, de baixa pressão, de aproximadamente 2.500 m e com diâmetro de 2,20 m, que conduz os volumes regularizados para um conduto forçado metálico (aço), com diâmetro igual a 1,80 m, tendo na transição uma chaminé de equilíbrio em concreto estrutural, utilizada para absorver as oscilações de nível causadas por eventos transitórios decorrentes de rejeições de carga ou

fechamento abrupto das válvulas hidráulicas de retenção junto à Casa de Força. A usina entrou em operação em 1962. A Figura 2, abaixo, apresenta esquematicamente o arranjo geral do aproveitamento.

Figura 2 - Arranjo geral do aproveitamento da UHE Garcia



Fonte: PROSUL, 2014 – documento 5062-GAR-6C-DEAJ-001

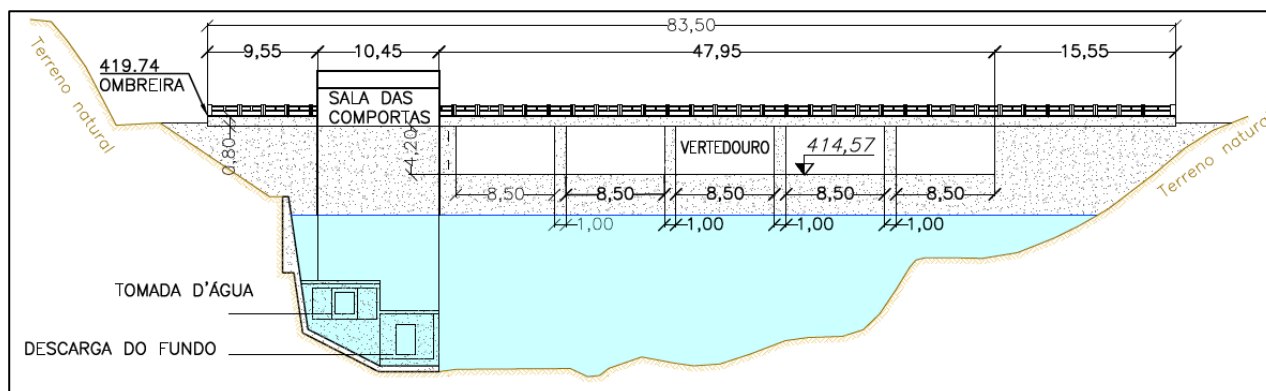
5.1. Barragem e Reservatório

A barragem da UHE Garcia é do tipo gravidade, constituída de concreto massa e concreto estrutural. O vertedouro é construído em concreto estrutural, e as ombreiras são constituídas de concreto massa e concreto estrutural, com 4,00 m de largura. A cota de proteção da barragem está na elevação 419,74 m. A estrutura não possui instrumentos de auscultação civil. Junto à barragem, está integrada uma descarga de fundo, teoricamente utilizável para desassoreamento

DS
SIDS

da região vicinal da Tomada d'Água, controlada por comporta guilhotina operada mecanicamente da Casa de Comando. Esta comporta tem largura de 2,00 m e altura de 3,00 m. Na Figura 3 e na Figura 4 consta a seção longitudinal da barragem da UHE Garcia, vista de montante.

Figura 3 – Seção longitudinal do Barramentos da UHE Garcia.



Fonte: adaptado de PROSUL, 2014 – documento 5062-GAR-6C-DEBA-002.

Figura 4 – Barramento da UHE Garcia

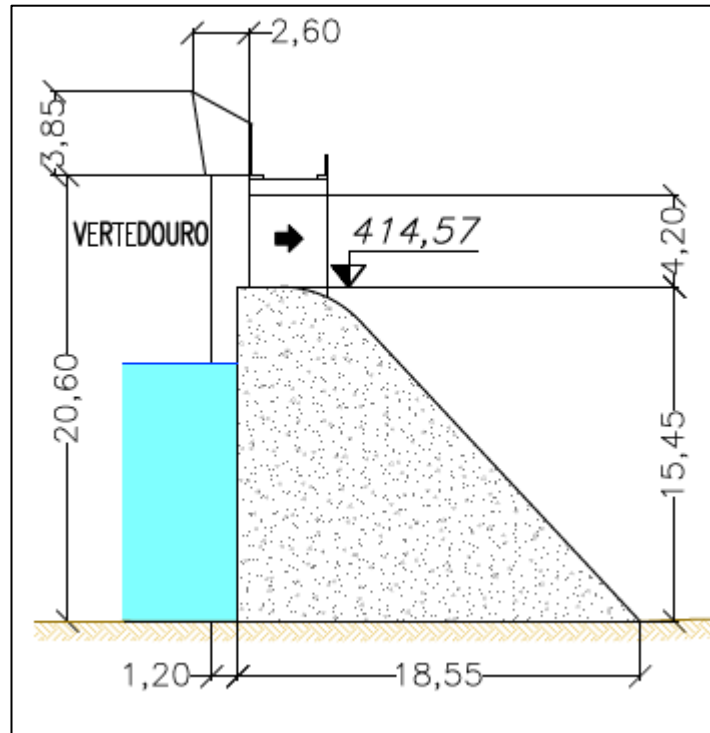


5.2. Vertedouro

O vertedouro da UHE Garcia consiste em uma estrutura de gravidade em concreto, com perfil tipo Creager formado por cinco vãos de largura aproximada de 8,50 m, totalizando 42,50 m de soleira livre, os quais se situam transversalmente no alinhamento da calha natural do rio e possuem crista na elevação 414,57 m, com altura máxima de cerca de 15,45 m. O paramento de montante é vertical. Sobre o vertedouro existe uma ponte de concreto interligando as duas

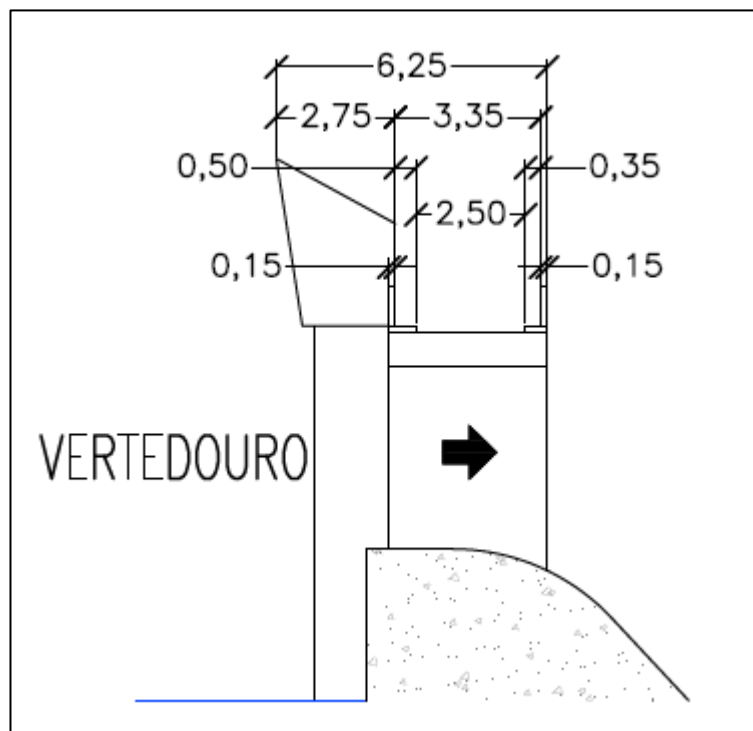
ombreiras e cujo pilares são engastadas na própria estrutura do vertedouro. Na Figura 5 e na Figura 6 constam as seções transversais com detalhamento do vertedouro.

Figura 5 – Seção transversal do Barramento da UHE Garcia.



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

Figura 6 – Detalhes Ponte sobre o vertedouro da barragem da UHE Garcia



Fonte: adaptado de PROSUL, 2014 – documento 5062-GAR-6C-DEBA-002.

DS
SJS

A curva de descarga da soleira vertente é apresentada na Figura 7 e uma vista da estrutura na Figura 8.

Figura 7 – Curva de descarga do vertedouro da UHE Garcia.

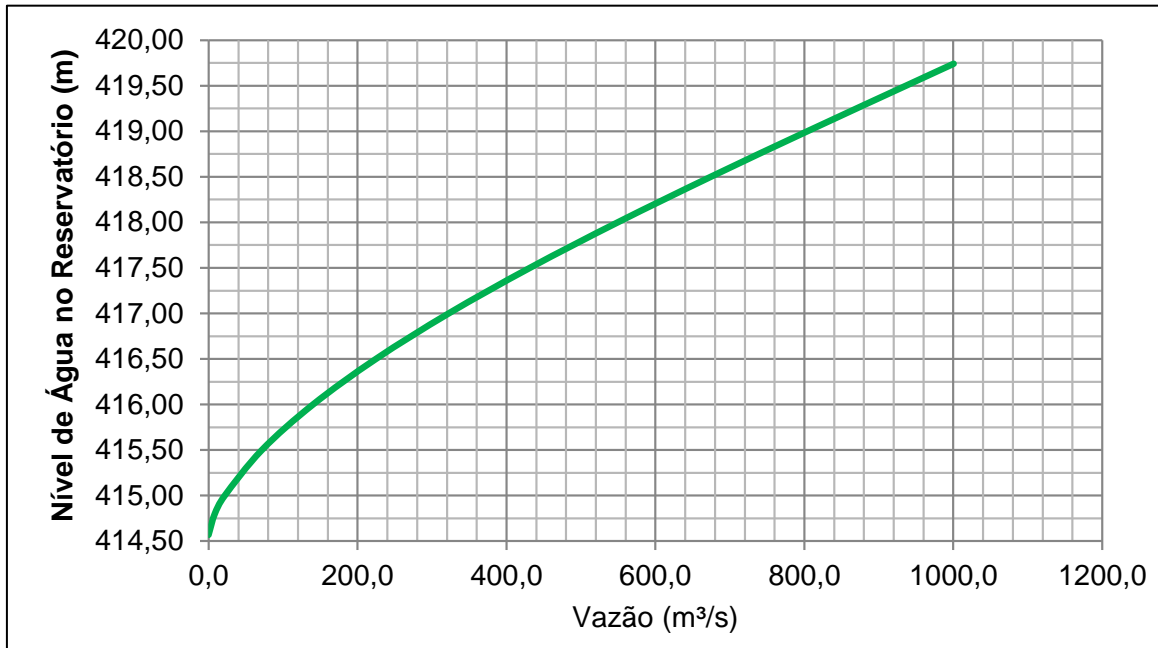


Figura 8 – Vista do vertedouro da UHE Garcia

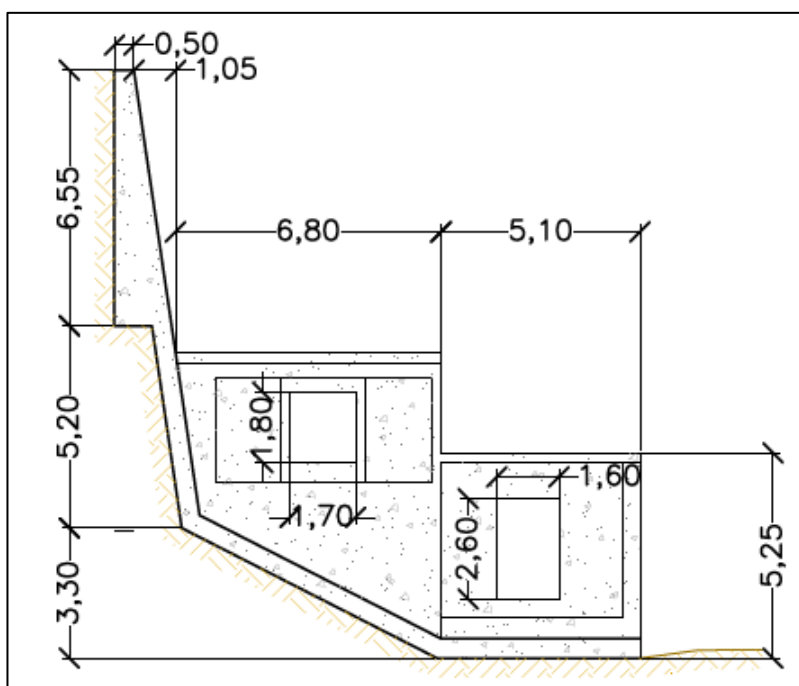


5.3. Circuito Hidráulico de Adução

5.3.1. Tomada de Água

A Tomada d'Água (Figura 9 e Figura 10) é feita através de uma torre agregada à estrutura do barramento, na margem esquerda do rio, sendo dotada de grade operada através de ranhuras adequadas para movimentação, comportas do tipo "stop-log", utilizadas em atividades de manutenção e comporta vagão para a interrupção da alimentação do conduto de adução. O fechamento da tomada d'água, no caso da necessidade de manutenção do conduto, será feito por meio de uma comporta vagão, com dimensões de 2,00 x 2,50 m. As comportas são acionadas remotamente pelo remota pelo COG, com opção de operação local, via motor elétrico, a partir de uma "casa de operações" localizada sobre a barragem. Não há gerador de emergência.

Figura 9 - Detalhamento das estruturas de tomada d'água.



Fonte: adaptado de PROSUL, 2014 – documento 5062-GAR-6C-DEBA-002.

DS
SIDS

Figura 10 – Sala das comportas



5.3.2. Túneis de adução

O conduto de adução de baixa pressão é constituído de tubulação de concreto, de seção circular com diâmetro de 2,20 m, e percorre cerca de 2.500 m, estando majoritariamente enterrado em seu traçado, com apenas alguns curtos trechos expostos em superfície.

5.3.3. Chaminé de Equilíbrio e Conduto Forçado de Alta Pressão

A chaminé de equilíbrio, ao final da tubulação adutora de baixa pressão, é de concreto estrutural, com um diâmetro de 13,70 m e uma altura de 27,30 m. Encontra-se a 350 m da válvula borboleta, junto à Casa de Força. Esta distância compreende o comprimento do conduto forçado metálico (aço), cujo diâmetro é de 1,80 m.

5.3.4. Casa de Força

A Casa de Força compõe-se de estrutura em concreto armado e alvenaria comum, abrigando as 2 (duas) unidades geradoras, do tipo Francis, com potência de 4,45 MW, e todo o sistema auxiliar mecânico e elétrico da usina, sendo que sua condição de conservação também não apresenta deterioração evidente ou qualquer tipo de falha estrutural.

A Casa de Força conta com m muro para proteção contra a elevação dos níveis d'água no Rio Garcia, além de portas estanques em todas as entradas da edificação. O Canal de Fuga é curto e escavado em rocha, restituindo as vazões turbinadas ao leito natural do Rio Garcia. O Conduto Forçado metálico conduz as vazões a serem turbinadas através de uma bifurcação dupla, sendo mantida a sua estabilidade através de blocos de ancoragem distribuídos em todo o trecho.

DS
SJS

6. ATRIBUIÇÕES DE RESPONSABILIDADES NO PAE

6.1. Responsabilidades do Empreendedor

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

No âmbito do PAE, cabe ao Empreendedor:

- a) providenciar a elaboração e atualizar o PAE;
- b) promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- c) participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e órgãos de defesa civil;
- d) designar formalmente um coordenador para executar as ações do PAE;
- e) detectar, avaliar e classificar as emergências 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

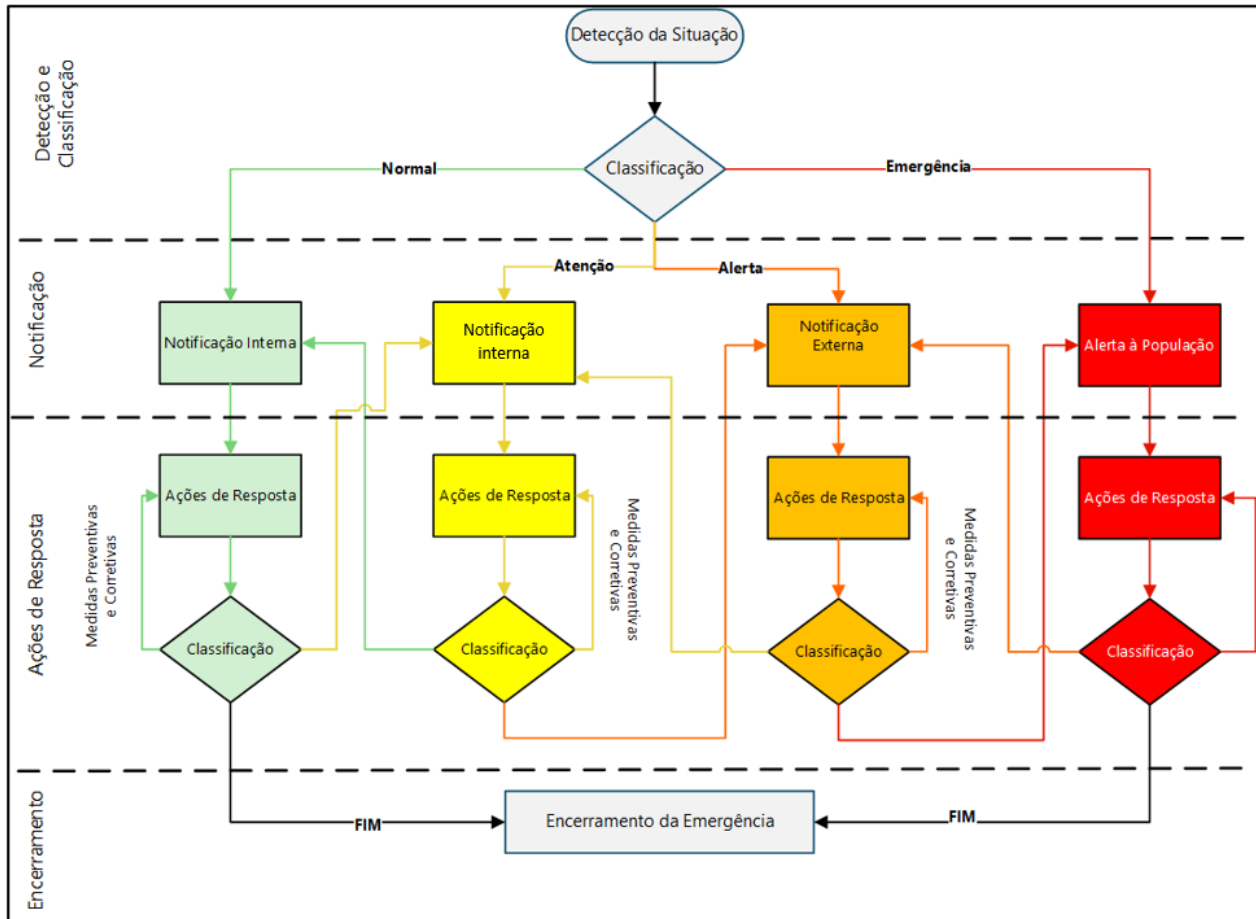
As ações a que se referem os pontos e), f), g), h), i), j) e k) serão delegadas ao Coordenador do PAE, designado pelo responsável legal. O Coordenador do PAE, é, portanto, o responsável por coordenar as ações descritas no PAE, devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência 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 11.

Figura 11 - Fluxograma de Ações a Implementar pelo Coordenador do PAE



6.1.2. Responsabilidades da Equipe Técnica

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

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

DS
SJS

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 os 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;

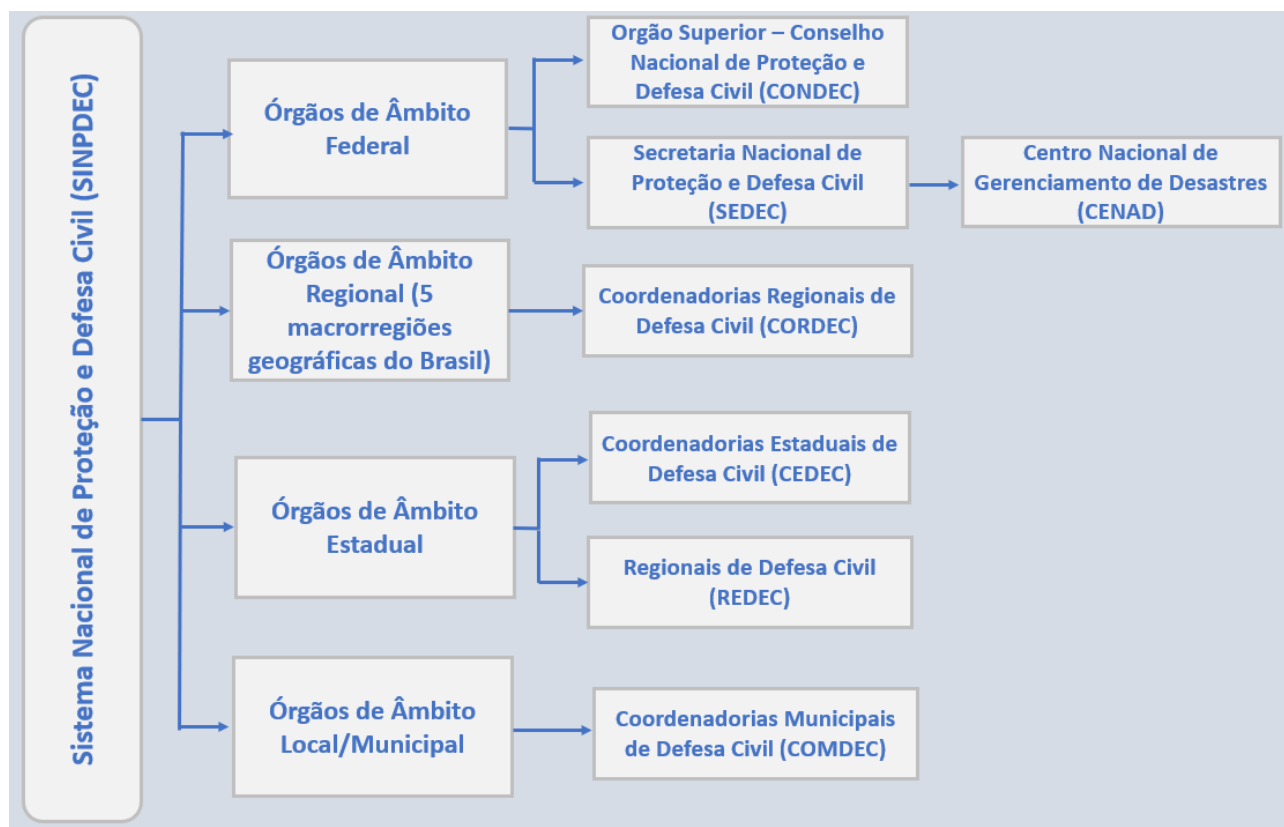
6.3. Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

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 12 apresenta a organização esquemática do SINPDEC.

Figura 12 - 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.

DS
SIDS

Nível Municipal – Angelina

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

^{DS}
SJS

7. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE RISCO E EMERGÊNCIA

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

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

7.1. Causas de Defeitos em Barragens

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

Projeto

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

Implantação do empreendimento

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

Manutenção e Operação

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

DS
SIDS

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

Atualização/ revisões das condições iniciais

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

7.2. Identificação e notificação de mau funcionamento

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

Serão consideradas condições de mau funcionamento:

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

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

7.3. Identificação e notificação de condições potenciais de ruptura

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

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

^{DS}
SIDS

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

A classificação do nível de resposta é feita com base na observação ou inspeção aos diferentes componentes das estruturas (que permitem a detecção de “sinais” – indicadores qualitativos – de eventuais anomalias de comportamento) e/ou através da análise dos resultados da exploração da instrumentação existente na barragem (baseando-se na definição de bandas de variação para grandezas observadas consideradas representativas do estado da obra – indicadores quantitativos). O Quadro 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.

^{DS}
SJS

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

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

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

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

DS
SJS

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

DS
SIDS

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

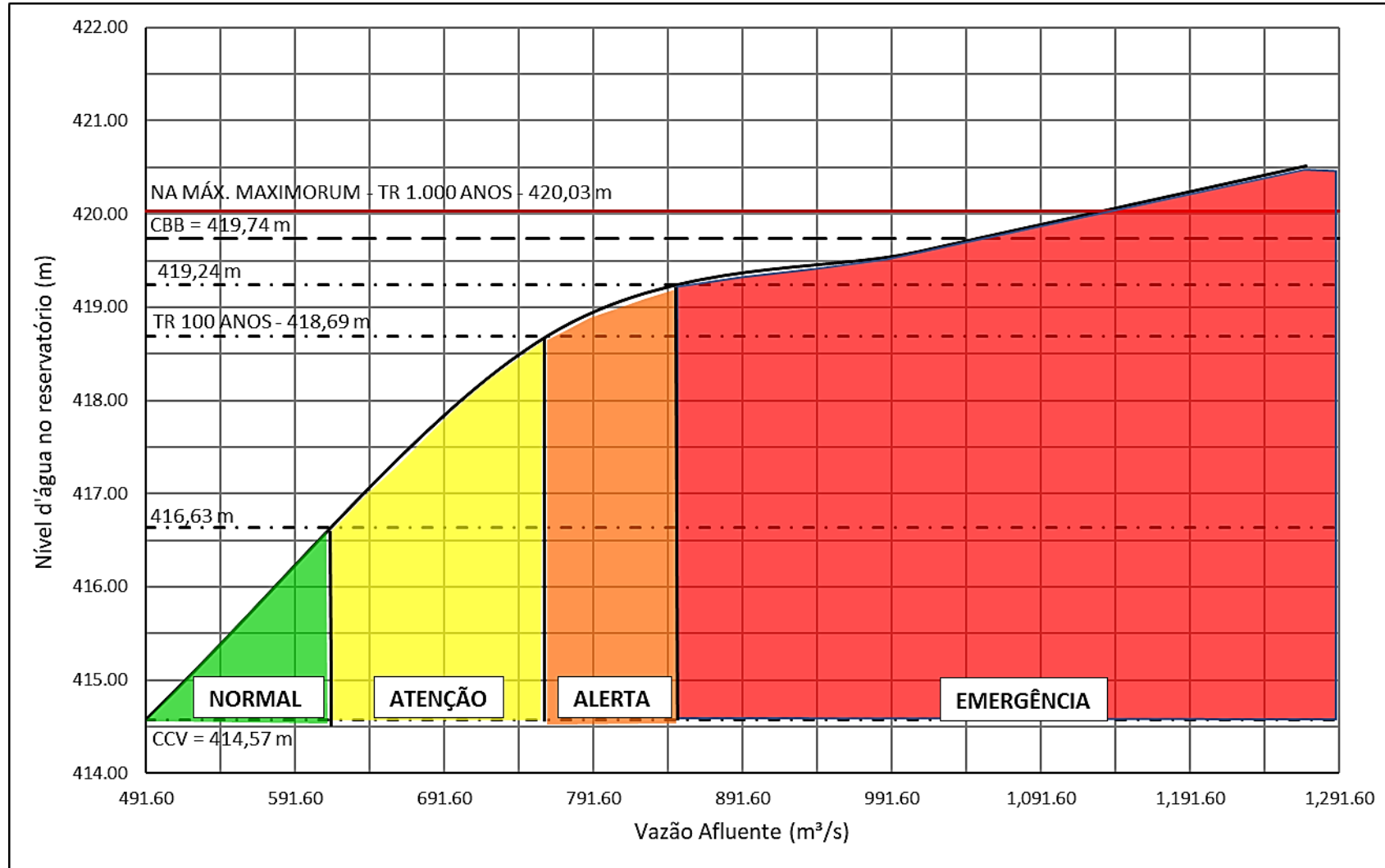
DS
SADS

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 13, a carta de risco da UHE Garcia, relativa aos estados operacionais conforme condição hidrológica e/ou estrutural.

Quadro 7 - Carta de Risco da UHE Garcia

Estado Operacional	Condições e Situações
0 – Verde (Normal)	<ul style="list-style-type: none"> • NA entre a elevação 414,57 (soleira do vertedouro) e 416,63 m* • Monitorar a elevação de nível do reservatório e ocorrência de impactos de alagamentos à jusante;
1 – Amarelo (Atenção)	<ul style="list-style-type: none"> • NA entre a elevação 416,63 m e 418,69 m (TR 100 anos); • Monitoramento intenso das vazões afluentes e do NA do reservatório, manter equipes em prontidão; • Observação contínua de possíveis sinais e anomalias correlatas à rompimento estrutural;
2 – Laranja (Alerta)	<ul style="list-style-type: none"> • NA acima da elevação 418,69 m (TR 100 anos) e até 419,24 m*; • Possíveis consequências graves de alagamentos no vale a jusante; • Intensificar o monitoramento quanto a progressão de possíveis sinais e anomalias ou iminência de rompimento estrutural; • Notificar autoridades e população a jusante e desencadear ações previstas no PAE;
3 – Vermelho (Emergência)	<ul style="list-style-type: none"> • NA subindo acima da elevação 419,24 m (NA máx maximorum), iminência de galgamento e enchentes extremas a jusante; • Ocorrência de ruptura por falha estrutural/anomalias, independentemente do nível do reservatório; • Desencadear ações e comunicações previstas no PAE;
<p>OBSERVAÇÃO: O Estado Operacional “3 – Vermelho” poderá ocorrer em qualquer situação hidrológica, em função de anomalias e situações excepcionais (sismos, desmoronamentos etc.) e que podem levar ao comprometimento estrutural das estruturas.</p> <p>* Limite da borda livre mínima da barragem (Cota da crista da barragem – 0,50 m = 419,74 – 0,50 m = 419,24 m)</p>	

Figura 13 - Gráfico: Carta de Risco da UHE Garcia



DS
SADS

7.5. Ações a Implementar

Quadro 8 - Nível de resposta verde: ações a implementar

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

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

DS
SJS

Quadro 9 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar

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

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

DS
SJS

Quadro 10 - Nível de resposta laranja: ações a implementar

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

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

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

Quadro 11 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
<ul style="list-style-type: none"> Comunica o coordenador do PAE e o COG acerca da situação. Registra data e hora do início da ocorrência. 	Assim que verificada a situação.	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)	Observador (operador / COG / equipe local)
<ul style="list-style-type: none"> Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente Declara nível de resposta Vermelho 	Após detecção da anomalia ou ocorrência	E-mail / registro formal	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Notificas as autoridades de Defesa Civil estadual e municipal, com envio da notificação de início de situação de emergência 	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; Registro oficial por e-mail	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente - 24h/dia Notifica Empreendedor (Responsável Legal) Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas, para informação sobre as aflúências, sísmica ou meteorológica; Notifica a entidade fiscalizadora (ANEEL) 	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; Formaliza registro por e-mail	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento a não ser o estritamente fundamental para a gestão da emergência Veda o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das aflúências 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
<ul style="list-style-type: none"> Aciona os sistemas de notificação e alerta, desencadeando os fluxos de informações previstos para evacuação da população na ZAS e estruturas a jusante 	Durante a situação de emergência	Lista de contatos do PAE; Telefone; Sistemas de notificação; Registro por e-mail.	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento dos níveis; Operação dos dispositivos de descarga; Registra as observações; 	Durante a situação de emergência	Relatório; E-mail; Sistema de monitoramento;	DPOM e COG
<ul style="list-style-type: none"> Implementa medidas preventivas e corretivas: <ul style="list-style-type: none"> Procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso de cheias e deslizamento de encostas; Procede a parada total das casas de força e abertura dos poços de drenagem; Reduz o armazenamento ou esvazia o reservatório, no caso de sismos, anomalia do comportamento estrutural ou atos de guerra; Outras que se fizerem necessária; 	Durante a situação de emergência	Telefone ou pessoalmente; Instruções ao COG; Registro por e-mail.	Coordenador do PAE e Chefe do DPOM
<ul style="list-style-type: none"> Notificação entre entidades: <ul style="list-style-type: none"> Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante, se existentes; Órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros). Mantém o contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente; Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação; 	Durante a situação de emergência	Relatório; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
<ul style="list-style-type: none"> Avalia a necessidade e toma as medidas necessárias para execução de inspeção especial, conforme Resol. ANEL 696/2015; 	Durante e após a situação	Inspeção local; Equipes especializadas; Relatório;	Coordenador do PAE

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

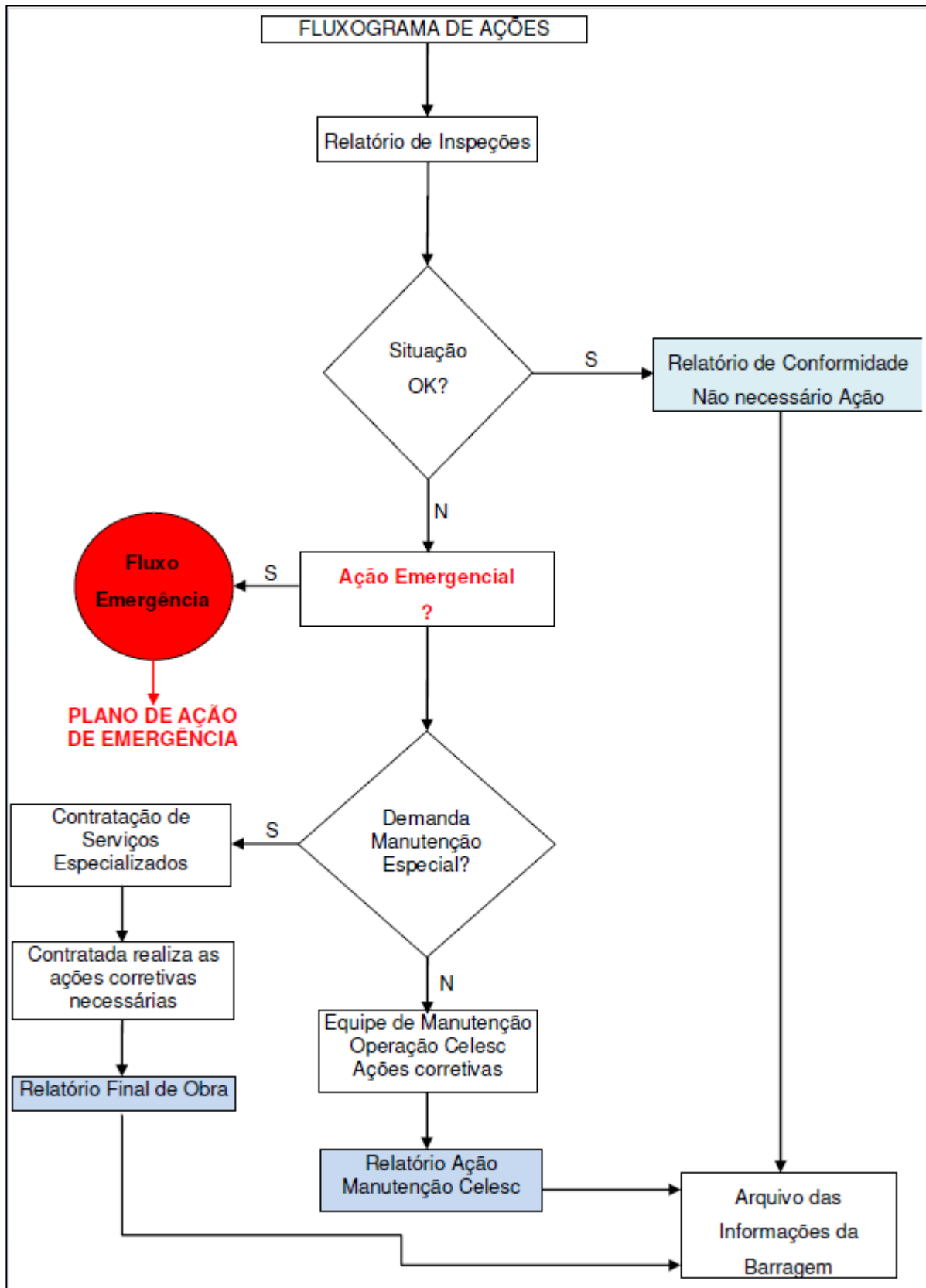
7.6. Plano de Ações Específicas para contingências

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

Com base nos manuais dos roteiros de inspeção e monitoramento da barragem estabelecidos no Plano de Segurança da Barragem da UHE Garcia, a Figura 14 traz um fluxograma sintético do desencadeamento das ações com base nas situações constatadas, de modo que as ações corretivas e preventivas, quando não enquadradas em uma situação emergencial, devem ser endereçadas aos responsáveis técnicos da barragem e do Departamento de Operação e Manutenção (DPOM).

DS
SADS

Figura 14 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança



8. ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO

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

8.1. Contextualização

As simulações do estudo de rompimento da barragem da UHE Garcia 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.

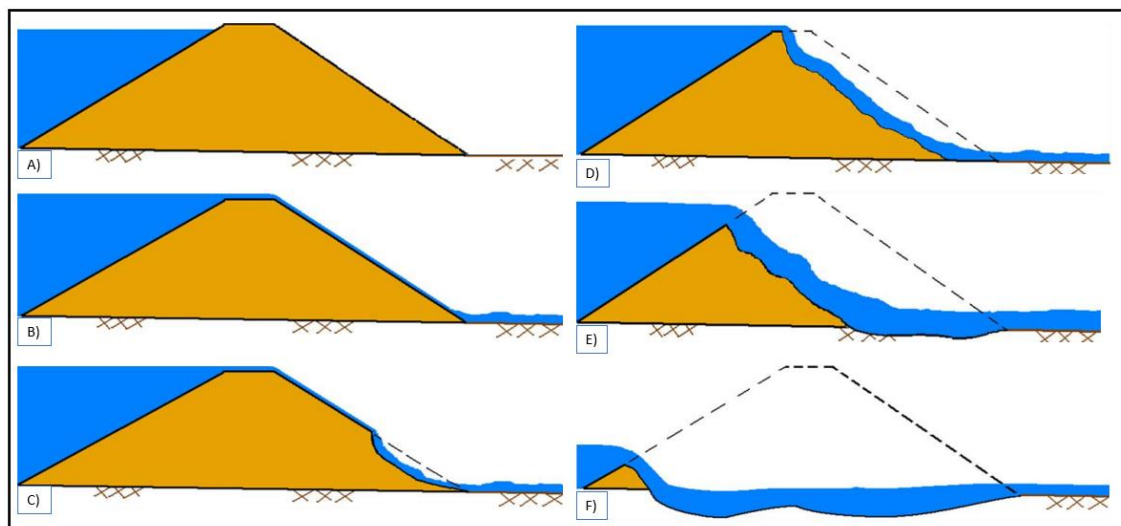
Os mecanismos de falha que geram rompimentos de barragens podem ser divididos em diversos grupos. Majoritariamente, para barragens de armazenamento de água, os processos físicos que levam a rompimentos são divididos em galgamento (*overtopping*), erosão interna (*piping*), entre outros motivos possam 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 15 ilustra as etapas de ocorrência de ruptura ocasionada por galgamento em barragens de terra.

DS
SJS

Figura 15 - Processo de ruptura por galgamento em barragem

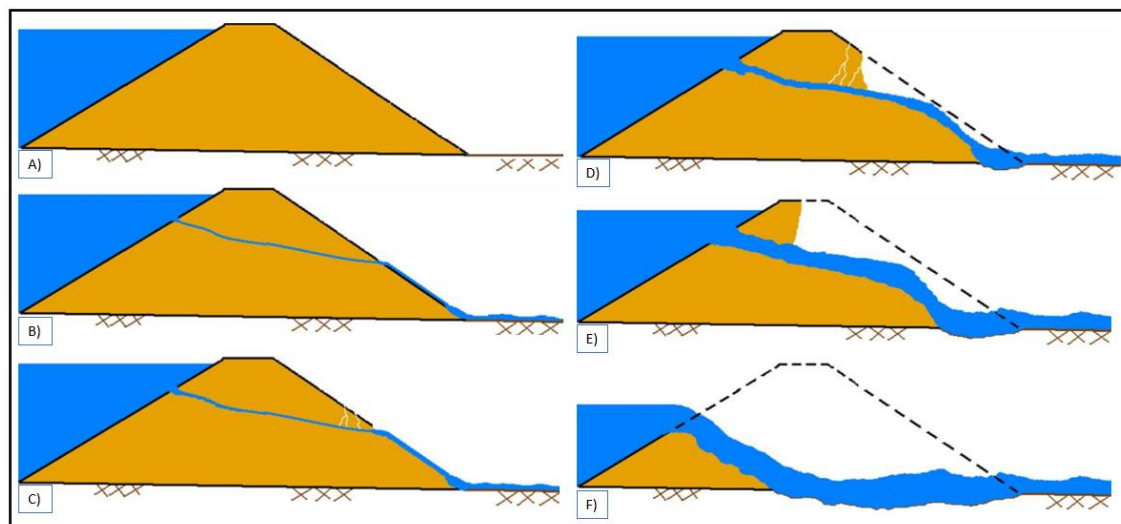


8.1.2. Erosão interna (piping)

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 16. 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 conseqüente perda de material no sentido de jusante para montante, o que pode resultar em orifícios ainda maiores, resultando na formação de uma brecha de ruptura

DS
SADS

Figura 16 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem



8.1.3. Falha estrutural

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

Neste sentido, dimensionamentos equivocados e falta de fiscalização, bem como a ausência de instrumentação e monitoramento de barragens, podem dar origem a recalques diferenciais, tombamentos, deslizamentos, movimentos diferenciais entre blocos, fissuras no concreto, surgências e rachaduras em diferentes estruturas que, por sua vez, podem iniciar a formação de brechas por falhas estruturais (COSTA, 2019; ANA, 2021). Devido às características inerentes à barragens constituídas por maciços de gravidade em concreto ou pedra argamassada, como é o caso da UHE Garcia, 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 UHE Garcia 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

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 UHE Garcia, bem como os dados de entrada e premissas adotadas são especificados a seguir.

8.3. Cenários simulados

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

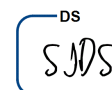
8.3.1. Cenários 1, 2 e 3 – Cheias sem Rompimento – TR 10, 100 e 1.000 anos

Nos cenários 1, 2, 3, hipoteticamente, avaliou-se exclusivamente a propagação do hidrograma com TR=10, 100 e 1.000 anos, respectivamente, afluente do reservatório para jusante, a partir da metodologia anteriormente exposta. Nestes cenários a vazão afluente ao reservatório da UHE Garcia no início da simulação, é igual à vazão média, da ordem de 7,4 m³/s, conforme Siqueira et al., (2018). Adicionalmente, para o afluente 1 foi considerada uma vazão média constante de 6,95 m³/s e de 1,41 m³/s para o afluente 2. Essas vazões foram mantidas constantes durante 4 horas de simulação para estabilizar o modelo hidrodinâmico antes da entrada da cheia considerada para esse cenário.

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 7,4 m³/s);



DS
SJS

- NA na cota da crista do vertedouro (igual à 414,57 m);
- Brecha de formato retangular com inclinação vertical, formação coincidindo com o pico da cheia afluyente, 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 afluyente 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 afluyente da cheia com TR 10 anos;
- NA na cota da crista do vertedouro (igual à 414,57 m);
- Brecha de formato retangular com inclinação vertical, formação coincidindo com o pico da cheia afluyente, 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 afluyente 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 afluyente da cheia com TR 100 anos;
- NA na cota da crista do vertedouro (igual à 414,57 m);
- Brecha de formato retangular com inclinação vertical, formação coincidindo com o pico da cheia afluyente, 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 afluyente 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:

DS
SJS

- Hidrograma afluente da cheia com TR 1000 anos;
- NA na cota da crista do vertedouro (igual à 414,57 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 UHE Garcia

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

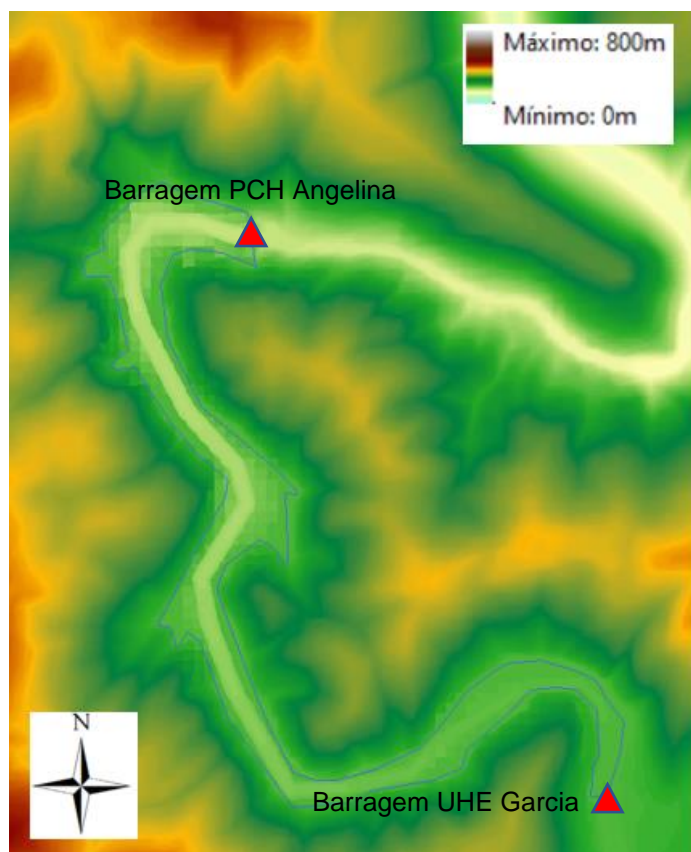
8.4. Dados de entrada

8.4.1. Topografia

Foram utilizados os modelos digitais de terreno disponíveis do Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina¹, complementando a modelagem dos perfis batimétricos do curso hídrico e reservatório da PCH Angelina a jusante da UHE Garcia, com dados da missão global SRTM. A Figura 17 mostra o MDT empregado nos estudos de rompimento.

¹ <http://sigsc.sc.gov.br>

Figura 17 – 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 $n=0,045$ 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 UHE Garcia é de concreto, adotou-se uma brecha com inclinação vertical, de 0,1 horas de formação. A largura adotada para a brecha

consiste na largura de todo o vertedouro, no rompimento para os cenários em Sunny Day e para TR com 10 e 100 anos. Para o cenário aqui considerado como de “Ruptura Extrema”, adota-se uma brecha maior, contemplando todo o vertedor, com comprimento igual a 70 metros, que representa aproximadamente a totalizado do comprimento da barragem.

8.4.4. Curva Cota x Área x Volume e Hidrogramas afluentes

A Figura 18 mostra a curva cota-área-volume (CAV) estimada para o do reservatório da UHE Garcia. Essa estimativa foi necessária tendo em vista que o referido reservatório, bem como sua antiga documentação, não possui registro ou levantamentos batimétricos associados à constituição de uma curva Cota-Área-Volume a partir de levantamentos *in-situ*. A curvas foi elaborada a partir de dados do levantamento aerofotogramétrico do Estado de SC e do documento nº CCR-2C-DERE (Prosul, 2009).

Figura 18 - Curvas cota-área-volume do reservatório da UHE Garcia.

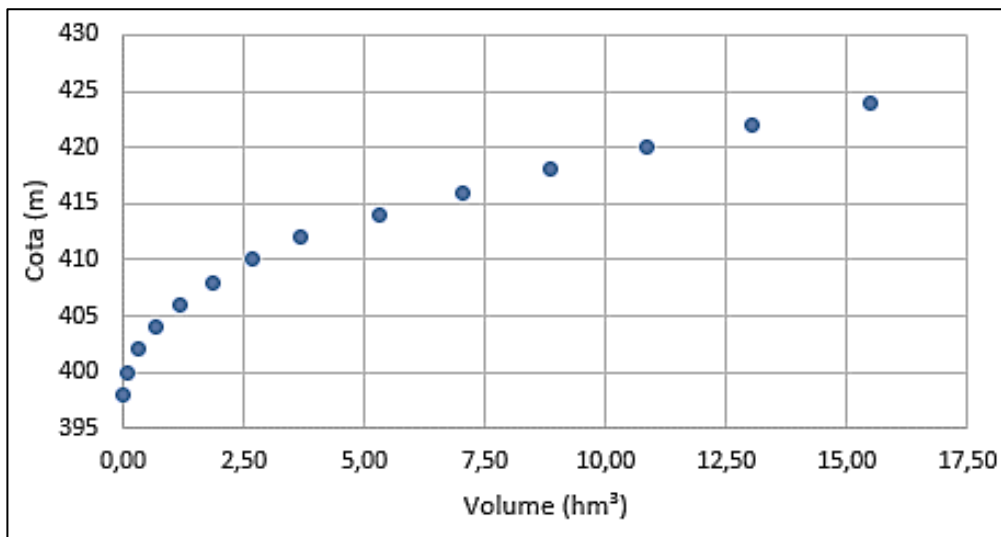
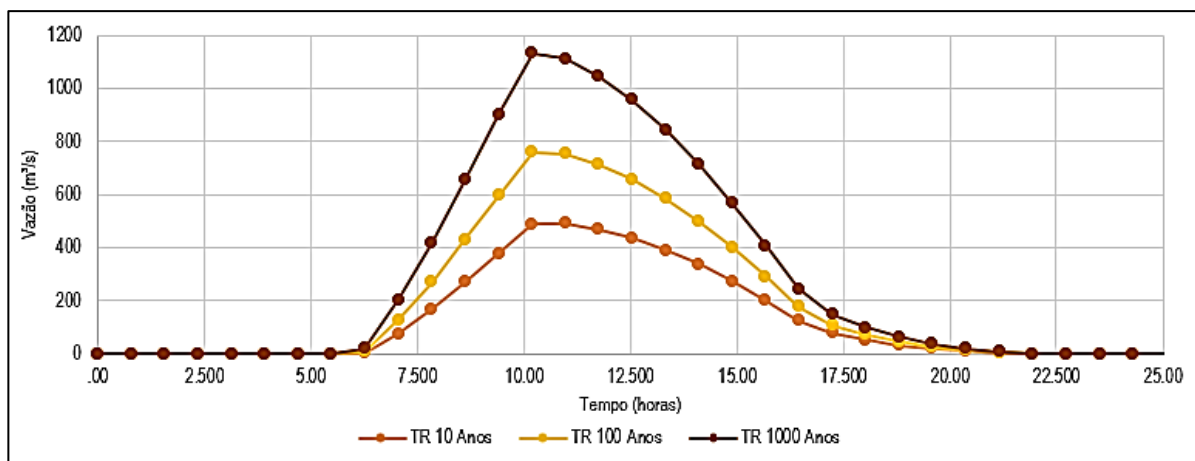


Figura 19 - Hidrogramas Afluentes Naturais



DS
SJS

Ainda, ressalta-se que, além da barragem de Angelina e de Garcia, inseridas como estruturas hidráulicas no modelo hidrodinâmico, foi adicionada mais uma estrutura como Condição de Contorno Interna, que serviu para representar uma cachoeira que está aproximadamente a 2 km a jusante da barragem de Garcia.

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, mesmo que a barragem da PCH Angelina esteja apenas a aproximadamente 17 km a jusante do barramento da UHE Garcia, observou-se em simulações preliminares (não aqui apresentadas) que o hidrograma de ruptura da UHE Garcia em cenário de Sunny Day chega ao vertedouro da PCH Angelina com vazão de pico inferior à vazão de 1767 m³/s, que é a vazão estimada de 100 anos de TR para a PCH Angelina. Essa vazão foi estimada considerando a vazão de pico para 100 anos de TR calculada para a UHE Garcia (761,24 m³/s) apresentada na Figura 19 regionalizada a partir de uma relação simples de área igual a 2,32, calculada por geoprocessamento que considerou as áreas de drenagem da PCH Angelina e da UHE Garcia.

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

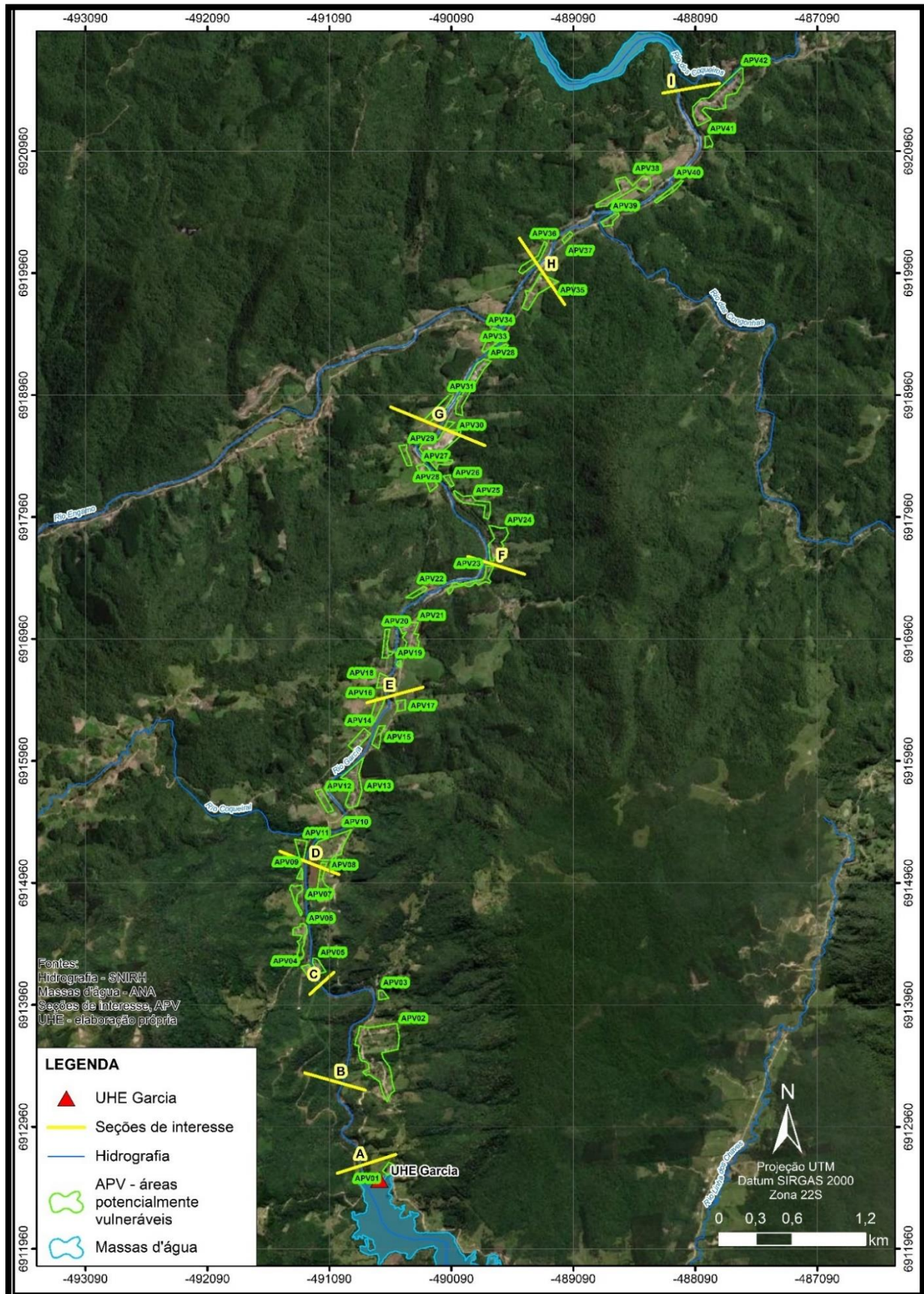
8.5. Pontos Notáveis e Áreas de Interesse

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 15 km ao longo do leito principal do Rio Garcia. Foram encontrados empreendimentos e conjuntos habitacionais próximos ao leito em praticamente toda a extensão analisada. A Figura 20 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 residências	Quatro construções
APV02	Sítios e residências	Cerca de 30 construções
APV03	Sítios e residências	Uma construção
APV04	Estruturas da PCH	Duas construções
APV05	Estruturas da PCH	Uma construção
APV06	Sítios e residências	Cerca de 18 construções
APV07	Sítios e residências	Cinco construções
APV08	Sítios e residências	Quatro construções
APV09	Sítios e residências	Três construções
APV10	Sítios e residências	Cerca de 13 construções
APV11	Sítios e residências	Três construções
APV12	Sítios e residências	Cerca de 18 construções
APV13	Sítios e residências	Quatro construções
APV14	Sítios e residências	Cerca de 8 construções
APV15	Sítios e residências	Cinco construções
APV16	Sítios e residências	Quatro construções
APV17	Sítios e residências	Quatro construções
APV18	Sítios e residências	Cerca de 6 construções
APV19	Pavilhão	Uma construção
APV20	Sítios, residências e galpões	Cerca de 6 construções
APV21	Sítios, residências e galpões	Cerca de 17 construções
APV22	Sítios e residências	Duas construções
APV23	Sítios e residências	Cerca de 12 construções
APV24	Sítios e residências	Cerca de 14 construções
APV25	Sítios e residências	Cerca de 10 construções
APV26	Sítios e residências	Cinco construções
APV27	Sítios e residências	Cerca de 8 construções
APV28	Indústria, galpões	Cerca de 20 construções
APV29	Sítios e residências	Cinco construções
APV30	Sítios e residências	Duas construções
APV31	Sítios e residências	Cinco construções
APV32	Sítios e residências	Cerca de 23 construções
APV33	Sítios e residências	Quatro construções
APV34	Sítios e residências	Cerca de 11 construções
APV35	Indústria, galpões	Cerca de 6 construções
APV36	Sítios e residências	Cinco construções
APV37	Sítios e residências	Três construções
APV38	Sítios e residências	Cerca de 10 construções
APV39	Sítios e residências	Três construções
APV40	Sítios e residências	Cerca de 6 construções
APV41	Sítios e residências	Três construções
APV42	Sítios e residências	Cerca de 40 construções

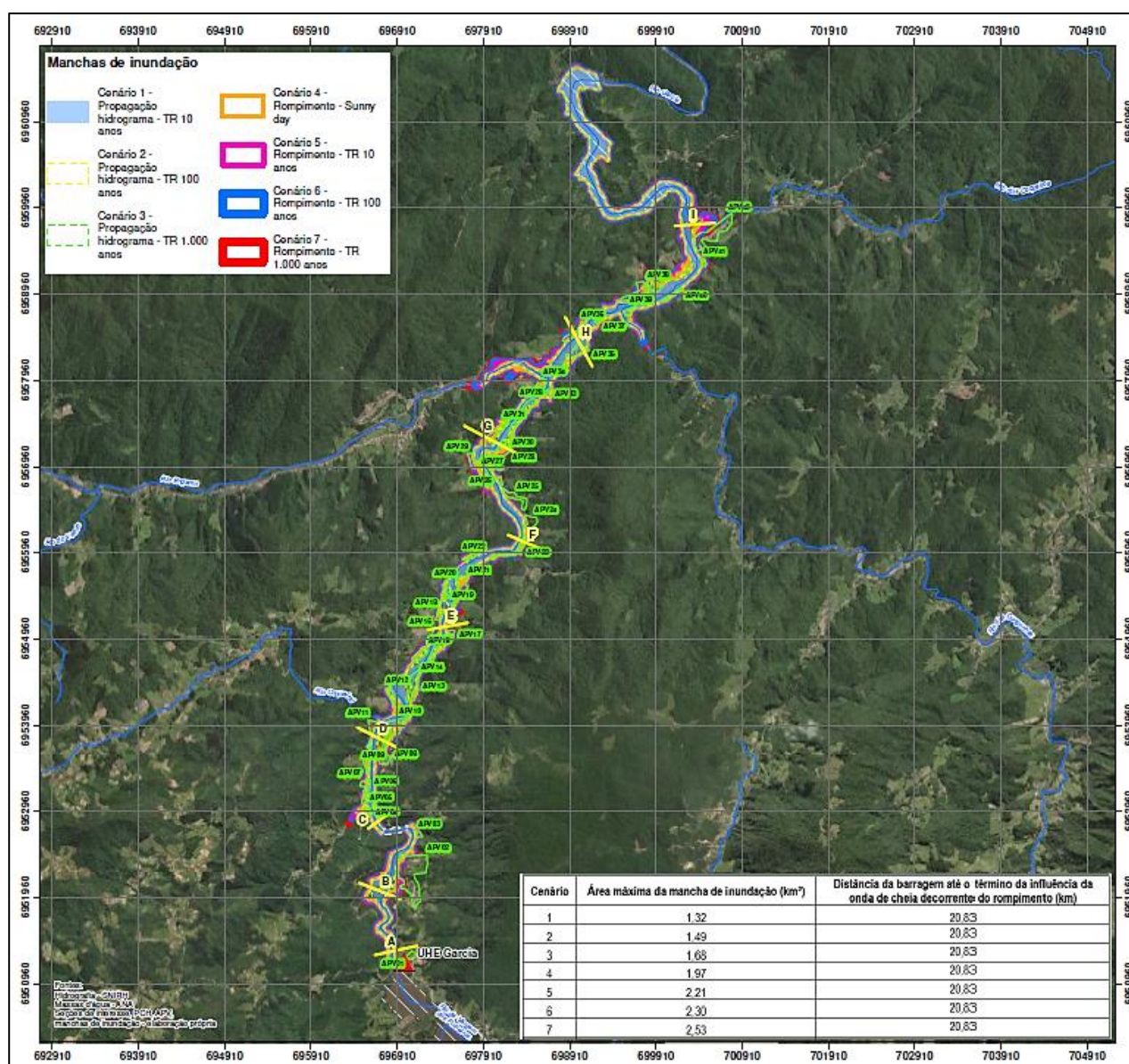
Figura 20 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV) e seções de interesse



8.6. Manchas de Inundação

A Figura 21 apresenta as manchas das inundações resultantes para os sete cenários simulados. Nela, é possível observar que, excetuando a APV 01, todas as APVs são atingidas. Há uma região, a montante da seção C, onde as manchas apresentam uma descontinuidade devido à condição de contorno de estrutura hidráulica inserida para representar uma queda d'água presente no corpo hídrico simulado. É relevante notar que a região sem resultados não possui nenhuma área potencialmente vulnerável mapeada, estando a jusante da APV03 e a montante da APV04. O mapa das manchas de inundação pode ser conferido em maior detalhe, na prancha DES-ISB-6090-UGA-01-01, a qual consta no ANEXO VI – Mapa das Manchas de Inundação.

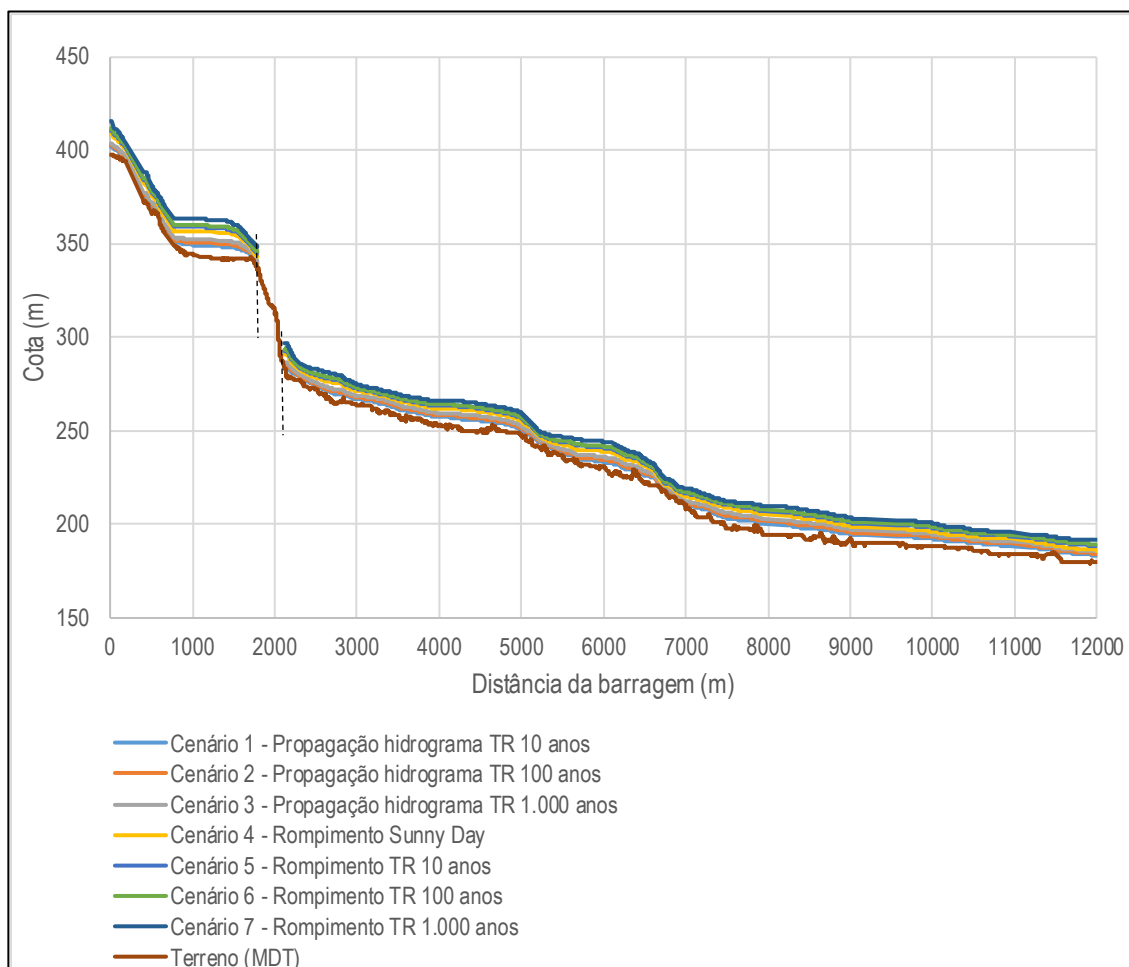
Figura 21 - Mapa de Inundação da UHE Garcia



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.

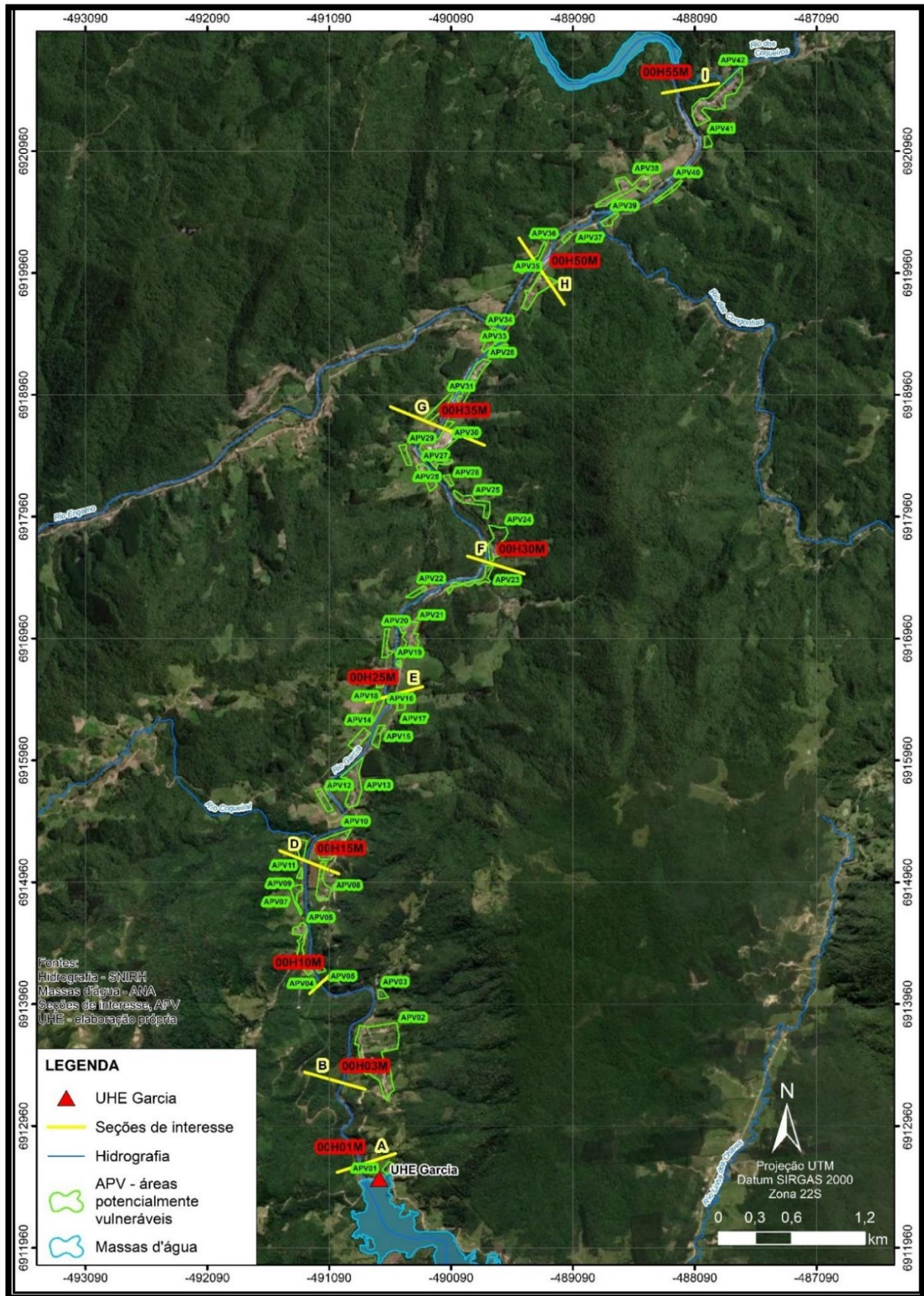


8.8. Tempo de chegada de onda de cheia

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 UHE Garcia para que as áreas mapeadas comecem a ser inundadas devido ao rompimento. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são complementada as informações com as vazões associadas, elevações e velocidades máximas da lâmina d'água.

DS
SJS

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



DS
SJDs

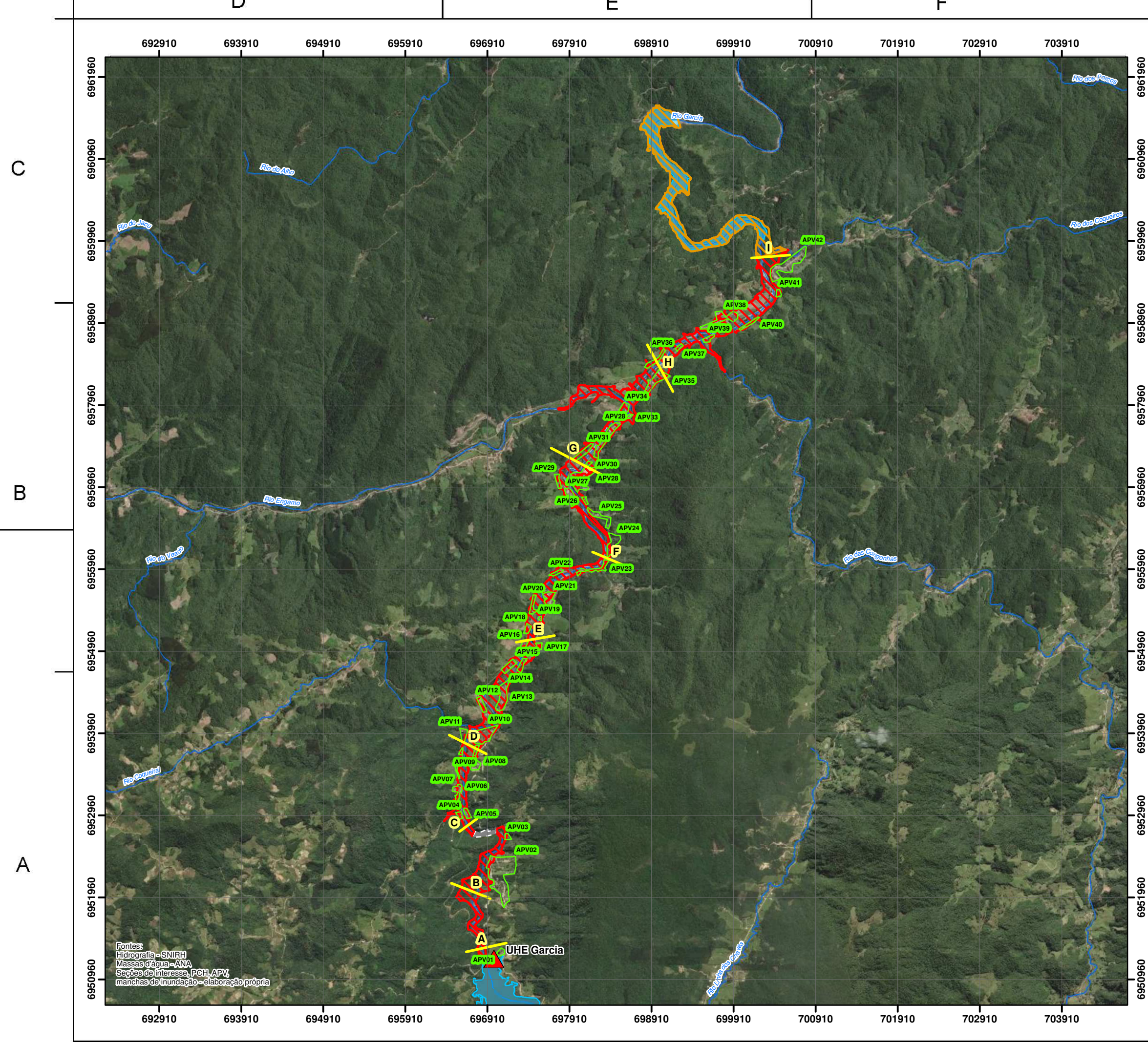
Figura 24 – Síntese dos resultados das simulações do Cenário 07

Seção	Tempo de chegada de onda (00H00M)	Vazão máxima (m ³ /s)	Tempo de pico (00D00H00M)	Elevação máxima do nível d'água (m)	Velocidade máxima (m/s)
A	00H00M	6259,38	00H05M	410,36	8,58
B	00H02M	5894,81	00H06M	363,91	6,41
C	00H06M	5335,09	00H10M	290,27	8,73
D	00H08M	5166,13	00H15M	272,32	5,05
E	00H10M	4755,17	00H25M	258,08	8,32
F	00H12M	4570,9	00H30M	234,16	6,14
G	00H18M	4404,68	00H35M	210,01	3,35
H	00H24M	3832,8	00H50M	202,07	2,22
I	00H34M	3493,42	00H55M	191,48	3,36

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 UHE Garcia, que foi definida considerando o tempo de chegada da onda de cheia para o cenário mais extremo (cenário 7), e correspondeu à 34 min de propagação da onda de cheia, atingindo cerca de 15 km de extensão. Considerando as seções de interesse do presente estudo, a ZAS ocorre até a seção I.

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 a última seção de resultados (seção I) e o final do reservatório da PCH Angelina, ocorrendo entre 15 km e 17 km a jusante do barramento da UHE Garcia. A prancha DES-ISB-6090-UGA-02-01 apresenta a ZAS e ZSS da UHE Garcia, a qual consta no ANEXO VII – Mapa da ZAS e ZSS.



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

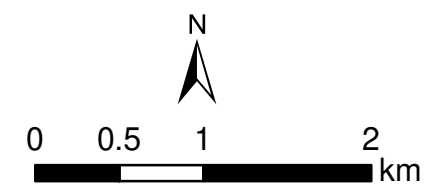
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

- UHE Garcia
- Seções de interesse
- Hidrografia
- APV - áreas potencialmente vulneráveis
- Condição de contorno - cachoeira
- ZONA de Auto-salvamento
- ZONA de Segurança Secundária
- Massas d'água



Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22S

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

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



DES-ISB-6090-UGA-02-01

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

PROGRAMA: SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE GARCIA

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.	FABRÍCIO V.		
DATA	11/11/2022	ESCALA	1 : 45,000	FOLHA	1 de 1

Nº DS
SJDs

Excetuando-se a APV01, todas as Áreas Potencialmente Vulneráveis (APVs) são atingidas pela onda de cheia. Destaca-se que há cerca de 5 edificações próximas à APV 34, na confluência com um dos afluentes ao rio Garcia, que são atingidas pela inundação nos cenários de rompimento (4, 5, 6 e 7) e não foram mapeadas como APV por não estarem diretamente associadas ao corpo hídrico principal. As figuras a seguir mostram o detalhamento das APVs atingidas.

Figura 25 – Visualização geral das APVs atingidas

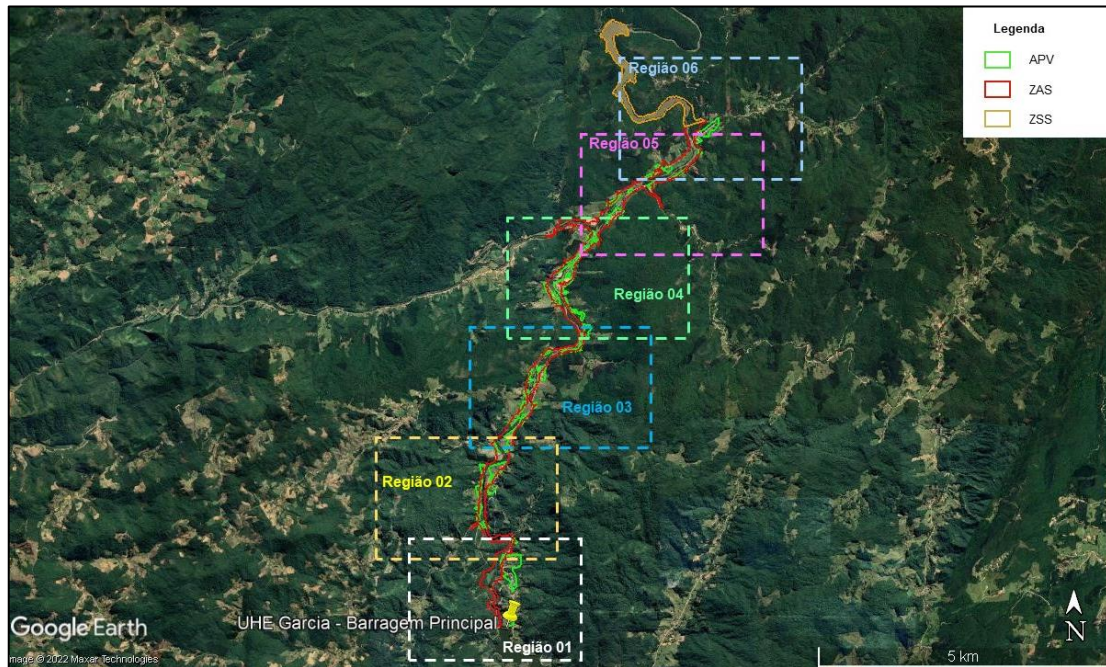
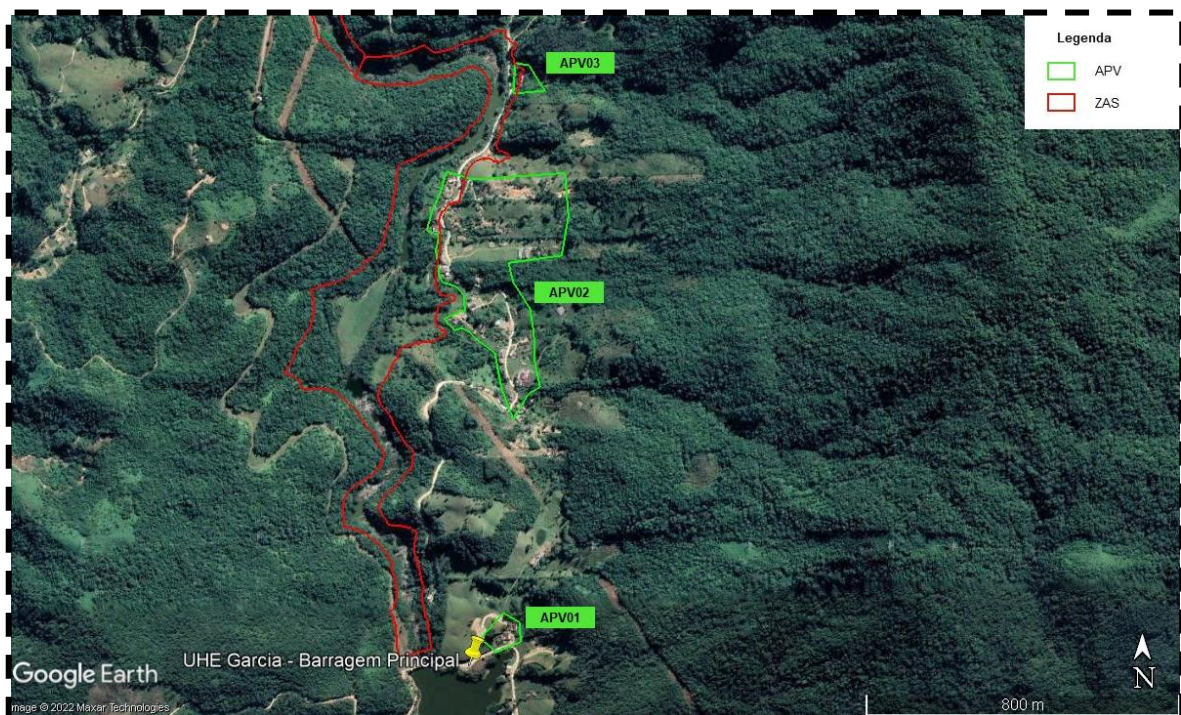


Figura 26 – Aproximação da região 01



DS
SJS

Figura 27 – Aproximação da região 02

This figure is an aerial satellite image of a forested region, labeled as 'região 02'. The map is overlaid with a red line representing the ZAS (Zona de Ação de Segurança) and several green rectangular boxes representing APV (Áreas de Proteção Vertical) labeled APV04 through APV13. A legend in the top right corner identifies the green boxes as APV and the red line as ZAS. The map includes a north arrow and a scale bar indicating 800 meters. The 'Google Earth' logo and 'Imagem © 2022 Maxar Technologies' are visible in the bottom left corner.

Figura 28 – Aproximação da região 03

This figure is an aerial satellite image of a forested region, labeled as 'região 03'. The map is overlaid with a red line representing the ZAS (Zona de Ação de Segurança) and several green rectangular boxes representing APV (Áreas de Proteção Vertical) labeled APV14 through APV24. A legend in the top right corner identifies the green boxes as APV and the red line as ZAS. The map includes a north arrow and a scale bar indicating 800 meters. The 'Google Earth' logo and 'Imagem © 2022 Maxar Technologies' are visible in the bottom left corner.

DS
SOS

ISB – Segurança de Barragens

CELESC
UHE Garcia

Página 71 de 104

Figura 29 – Aproximação da região 04



Figura 30 – Aproximação da região 05

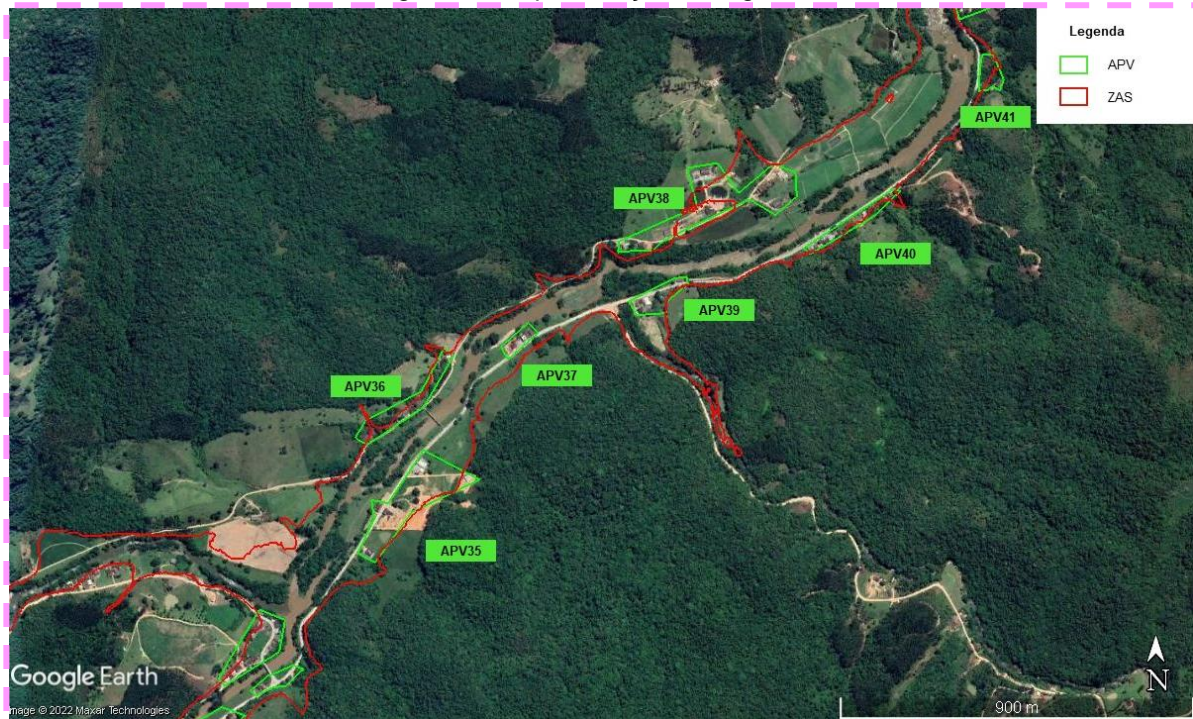
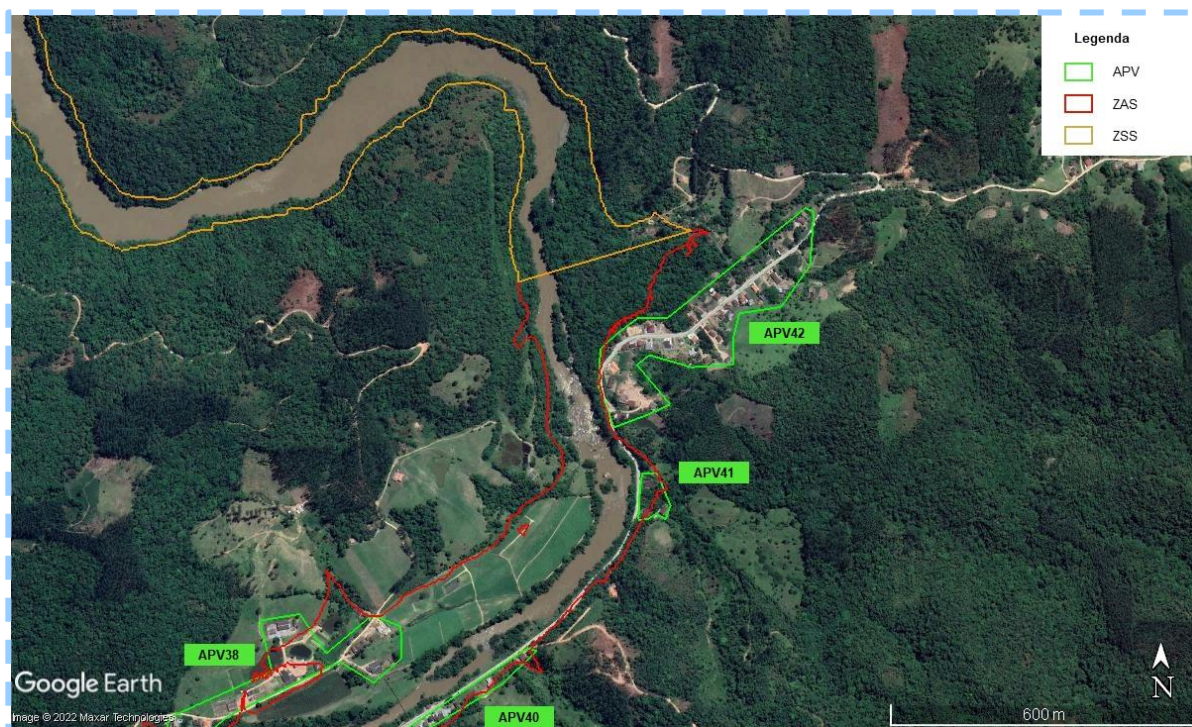


Figura 31 – Aproximação da região 06



8.10. Impactos na barragem da PCH Angelina

As simulações realizadas especificamente para o cenário 04 permitem inferir que a onda de ruptura da barragem de Garcia, em cenário de Sunny Day, teria potencial para transpor o vertedouro da barragem da PCH Angelina com a existência de uma folga da ordem de 1,8 metros, sem a ocorrência de potenciais galgamentos, chegando a uma elevação de lâmina d'água próxima a 184,2m. Essa conclusão foi obtida considerando-se as informações geométricas da barragem da PCH Angelina presentes em Esteves (2013).

Por outro lado, quando avaliado o cenário 07, de ruptura extrema, observa-se um potencial galgamento da barragem da PCH Angelina, cujo vertedouro não apresentaria, a princípio, capacidade para suportar a cheia de 1000 anos de TR somado ao hidrograma de ruptura oriundo da barragem da UHE Garcia. Nesse caso, estima-se que o nível de água na barragem chegue a valores da ordem de 187,2 metros, o que teria potencial para gerar um galgamento com uma lâmina de água da ordem de 1,2 metros na ombreira esquerda, e da ordem de 0,2 metros na ombreira direita.

8.11. Conclusões do Estudo de Ruptura

- A partir das simulações realizadas foi possível identificar que os impactos decorrentes do rompimento da UHE Garcia ocorrerão majoritariamente até o reservatório da PCH Angelina, cujo vertedouro teria potencialidade para suportar a cheia decorrente de rompimento da UHE Garcia num cenário de Sunny Day, para as condições adotadas nas simulações. Entretanto, em cenários mais extremos de ruptura, a barragem da PCH Angelina pode sofrer galgamento. Nesse sentido, salienta-se que futuros planos de revisão de segurança da barragem da PCH Angelina considerem a existência de hidrogramas de ruptura afluentes ao reservatório;
- O tempo de chegada da onda de cheia decorrente da ruptura da UHE Garcia no reservatório da barragem de Angelina (seção I) é de aproximadamente 55 minutos nos cenários sem rompimento (1, 2 e 3). No cenário mais extremo (cenário 7) é de 34 minutos. Nos cenários 5 e 6 de 40 minutos e no cenário 4 é de 46 minutos;
- No cenário mais extremo, a distância percorrida pela onda de cheia em torno de 0,5 horas foi de cerca de 14 km, coincidindo com a seção de interesse I. Assim, a ZAS para a UHE Garcia foi estabelecida abrangendo a mancha de inundação do cenário 7 até esta seção. A ZSS, então, corresponde à área entre a seção I e o barramento da PCH Angelina;
- 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 APV01 para todos os cenários simulados. Estas áreas são caracterizadas principalmente por edificações residenciais, industriais e instalações da própria UHE Garcia. Outra análise que merece destaque são as áreas avaliadas e potencialmente atingidas no afluente esquerdo, logo após a APV 34. 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 com o volume reservado rompido. O nível máximo atingido é associado ao cenário 07 logo a jusante do barramento, ocasionando-se profundidades da ordem de 12 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 4151,54 m³/s no cenário 7 para a seção A, logo a jusante do reservatório.

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 Angelina/SC;
- Defesa Civil do Estado de Santa Catarina e coordenadorias regionais de abrangência;
- Casa de Força da UHE Garcia;
- Escritório Sede da Celesc Geração;

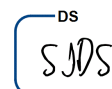
A lista de contatos do PAE deverá estar sempre atualizada, evitando falhas de comunicação e diminuindo o tempo de resposta à situações de emergência. Em uma situação de emergência, classificada como nível de segurança 3 (laranja) ou 4 (vermelho), o coordenador do PAE comunicará imediatamente via telefone,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

- 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:

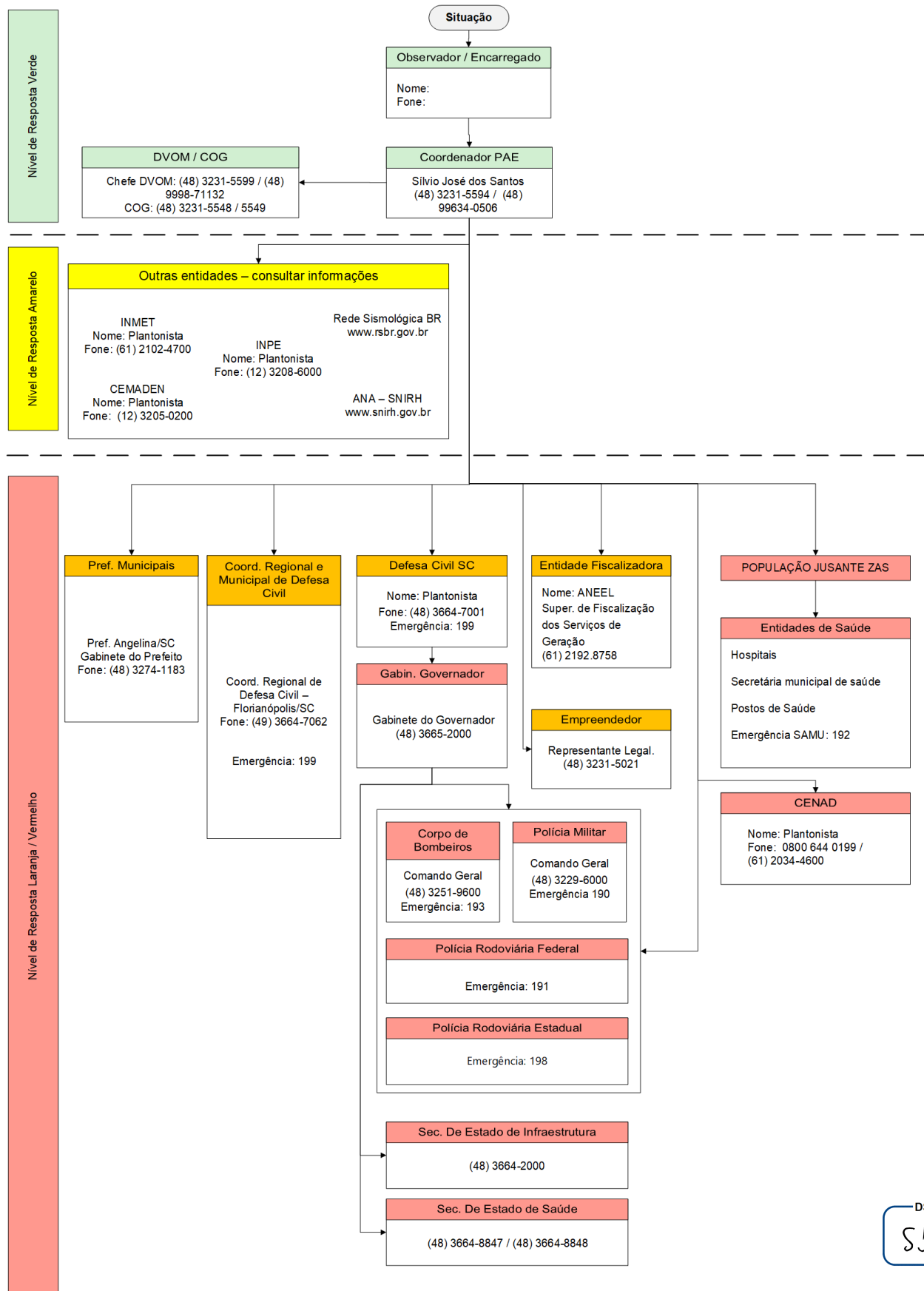
- Meios de comunicação social (rádio e televisão);
- Afixação de comunicados de alerta;
- Sistemas de mensagens do sistema de telefonia (SMS);
- E-mails / websites institucionais;

O fluxograma de notificações é apresentado na Figura 32.



DS
SJS

Figura 32 - 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 alerta sonoro por viaturas móveis nas áreas afetadas, pois na ZAS o tempo disponível para os agentes de defesa civil atuarem é escasso. Independentemente da solução adotada, o sistema deverá ser periodicamente testado.

9.3. Pontos de Encontro e Rotas de Fuga

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

Os pontos de encontro são indicados no Quadro 14 e juntamente nas pranchas DES-USB-6090-UGA-03-00 e DES-USB-6090-UGA-04-00, indica-se seu detalhamento e rotas de fugas sugeridas. A população de cada APV deve conhecer os limites das mancha de inundação, deslocando-se primeiramente para fora dos limites das áreas afetadas e pelas rotas de fuga buscar os pontos de encontro estabelecidos. 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. Devido às características geográficas do vale a jusante da UHE Garcia, ressalta-se que em diversos trechos da ZAS e ZSS, as vias de acesso ou saída de algumas APVs se encontram dentro dos limites da mancha de inundação.

Quadro 14 - Pontos de Encontro - ZAS UHE Garcia

Nº	Descrição	Coordenadas
PE01	Área elevada, fora dos limites da mancha de inundação, deslocamento de potenciais atingidos na APV 01.	-27.546260° S -49.003551° O
PE02	SC-108, Templo Igreja Católica Angelina. Deslocamento e atendimento atingidos na APV 02.	-27.542092° S -49.003873° O
PE03	Estrada vicinal, pontos para deslocamento de atingidos de operadores e atingidos nas APVs 04 e 06.	-27.535253° S -49.012706° O
PE04	Ponto em estrada vicinal, para deslocamento de potenciais atingidos na APV 03.	-27.533620° S -49.003064° O
PE05	Entroncamento de estrada vicinal com SC-108, em área elevada, deslocamento dos atingidos na APV 05, na margem direita do rio.	-27.529498° S -49.008198° O
PE06	Pontos em estrada vicinal, área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 07.	-27.527631° S -49.011233° O
PE07	Entroncamento de estrada vicinal com SC-108, em área elevada, deslocamento dos atingidos na APV 08, na margem direita do rio.	-27.526846° S -49.006734° O
PE08	Zona elevada, fora dos limites da mancha de inundação, para deslocamento dos afetados na APV 10.	-27.524971° S -49.005677° O
PE09	Zona elevada, fora dos limites da mancha de inundação, para deslocamento dos afetados na APV 11.	-27.523554° S -49.009255° O
PE10	Pontos em estrada vicinal, área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 12.	-27.521371° S -49.007809° O
PE11	Zona elevada, fora dos limites da mancha de inundação, para deslocamento dos afetados na APV 13.	-27.519674° S -49.002995° O
PE12	Pontos em estrada vicinal, área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 16.	-27.514049° S -49.003602° O
PE13	Pontos em estrada vicinal, área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 18.	-27.512993° S -49.003374° O
PE14	Ponto em área elevada na margem direita, deslocamento de atingidos nas APVs 15 e 17.	-27.511707° S -48.997991° O
PE15	Ponto em rua transversal distante cerca de 50 m da SC-108, para deslocamento de atingidos nas APVs 19 e 21	-27.509753° S -48.998381° O
PE16	Pontos em estrada vicinal, para deslocamento de atingidos na APV 23, margem direita.	-27.507335° S -48.991152° O

Nº	Descrição	Coordenadas
PE17	Entroncamento de estradas vicinais na margem esquerda, para deslocamento de atingidos na APV 22.	-27.505246° S -48.998303° O
PE18	Zona elevada fora da mancha de inundação, para deslocamento de atingidos na APV 23, margem direita.	-27.502996° S -48.990369° O
PE19	Zona elevada fora da mancha de inundação, para deslocamento de atingidos na APV 25, margem direita.	-27.499457° S -48.991109° O
PE20	Ponto em área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos nas APVs 27 e 29.	-27.498014° S -48.998496° O
PE21	Ponto em estrada vicinal, em área elevada na margem direita, fora dos limites da mancha de inundação, deslocamento de atingidos nas APVs 26 e 28.	-27.497714° S -48.992114° O
PE22	Ponto em área elevada na margem direita, deslocamento de atingidos na APV 30.	-27.493611° S -48.992031° O
PE23	Ponto em área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos nas APVs 31.	-27.492745° S -48.996268° O
PE24	Ponto em área elevada na margem direita, deslocamento de atingidos nas APVs 28 e 33.	-27.490868° S -48.988678° O
PE25	Ponto elevado em estrada vicinal, margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 34 e edificações dentro da ZAS no trecho do rio afluente da margem esquerda.	-27.487527° S -48.993210° O
PE26	Estrada vicinal na margem esquerda, local para deslocamento de atingidos na APV 36.	-27.484539° S -48.990477° O
PE27	Rua Vinte e Oito, a cerca de 300 m do entroncamento com a SC-108. Deslocamento de atingidos nas APVs 35, 37 e 39.	-27.484368° S -48.977454° O
PE28	Ponto em área elevada, estrada vicinal, deslocamento de atingidos na APV 40.	-27.477260° S -48.972228° O
PE29	Zona elevada, fora da mancha de inundação na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 38	-27.475707° S -48.978738° O
PE30	SC-108, limite a jusante do núcleo habitacional da APV 42. Deslocamento dos atingidos nas APVs 41 e 42.	-27.470023° S -48.967917° O

E

F

G

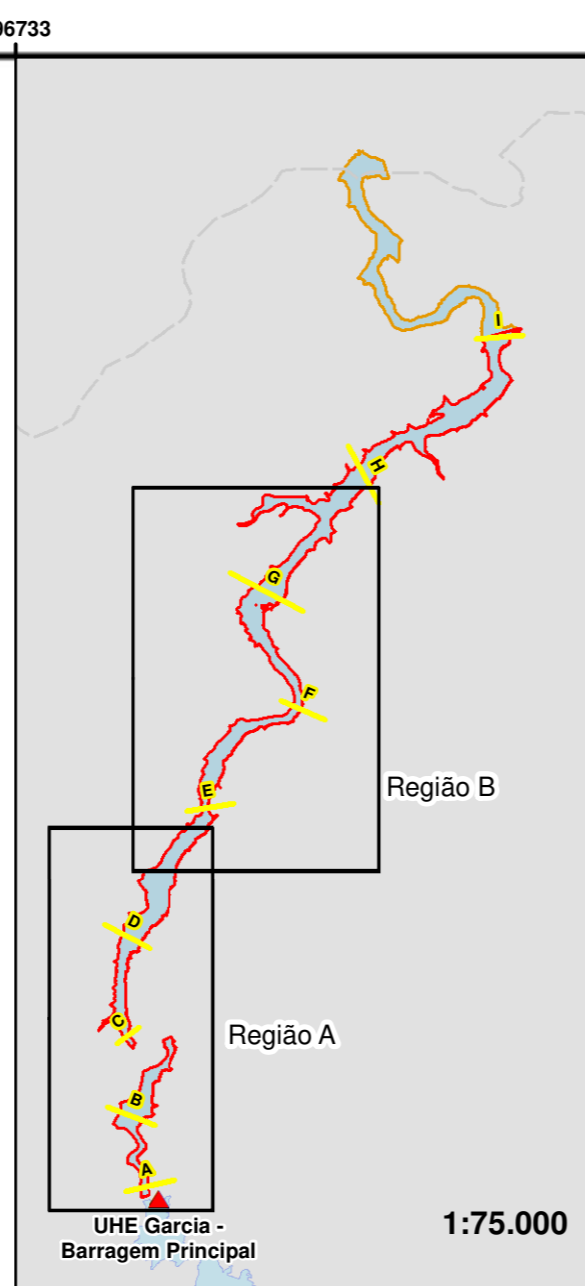
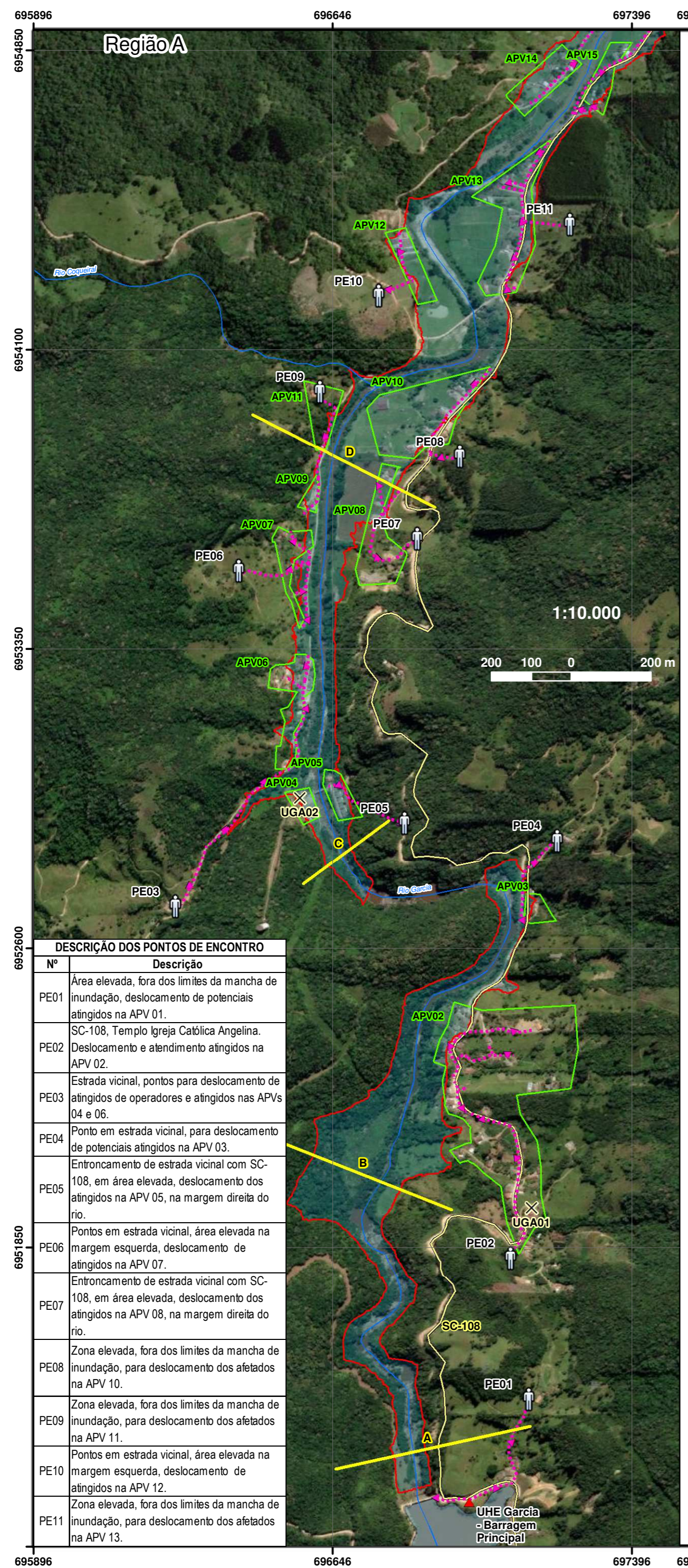
H

D

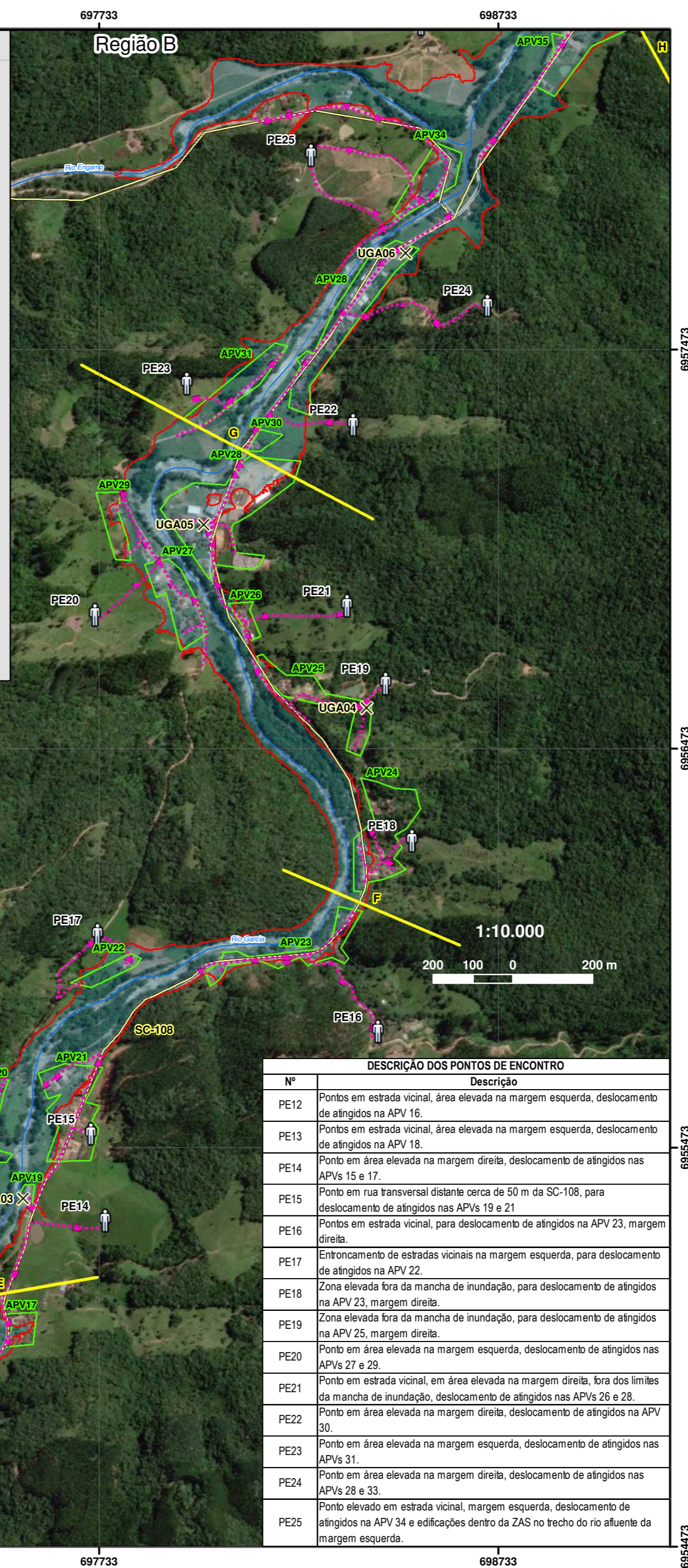
C

B

A



SEÇÕES DE INTERESSE		
Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
A	0,0	00H00M
B	0,9	00H02M
C	2,4	00H06M
D	3,5	00H08M
E	5,2	00H10M
F	6,9	00H12M
G	10,0	00H18M



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO	
Nº	Descrição
PE01	Área elevada, fora dos limites da mancha de inundação, deslocamento de potenciais atingidos na APV 01.
PE02	SC-108, Templo Igreja Católica Angelina. Deslocamento e atendimento atingidos na APV 02.
PE03	Estrada vicinal, pontos para deslocamento de atingidos de operadores e atingidos nas APVs 04 e 06.
PE04	Ponto em estrada vicinal, para deslocamento de potenciais atingidos na APV 03.
PE05	Entroncamento de estrada vicinal com SC-108, em área elevada, deslocamento dos atingidos na APV 05, na margem direita do rio.
PE06	Pontos em estrada vicinal, área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 07.
PE07	Entroncamento de estrada vicinal com SC-108, em área elevada, deslocamento dos atingidos na APV 08, na margem direita do rio.
PE08	Zona elevada, fora dos limites da mancha de inundação, para deslocamento dos afetados na APV 10.
PE09	Zona elevada, fora dos limites da mancha de inundação, para deslocamento dos afetados na APV 11.
PE10	Pontos em estrada vicinal, área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 12.
PE11	Zona elevada, fora dos limites da mancha de inundação, para deslocamento dos afetados na APV 13.

DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO	
Nº	Descrição
PE12	Pontos em estrada vicinal, área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 16.
PE13	Pontos em estrada vicinal, área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 18.
PE14	Ponto em área elevada na margem direita, deslocamento de atingidos nas APVs 15 e 17.
PE15	Ponto em rua transversal distante cerca de 50 m da SC-108, para deslocamento de atingidos nas APVs 19 e 21.
PE16	Pontos em estrada vicinal, para deslocamento de atingidos na APV 23, margem direita.
PE17	Entroncamento de estradas vicinais na margem esquerda, para deslocamento de atingidos na APV 22.
PE18	Zona elevada fora da mancha de inundação, para deslocamento de atingidos na APV 23, margem direita.
PE19	Zona elevada fora da mancha de inundação, para deslocamento de atingidos na APV 25, margem direita.
PE20	Ponto em área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos nas APVs 27 e 29.
PE21	Ponto em estrada vicinal, em área elevada na margem direita, fora dos limites da mancha de inundação, deslocamento de atingidos nas APVs 26 e 28.
PE22	Ponto em área elevada na margem direita, deslocamento de atingidos na APV 30.
PE23	Ponto em área elevada na margem esquerda, deslocamento de atingidos nas APVs 31.
PE24	Ponto em área elevada na margem direita, deslocamento de atingidos nas APVs 28 e 33.
PE25	Ponto elevado em estrada vicinal, margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 34 e edificações dentro da ZAS no trecho do rio afluente da margem esquerda.

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
- ⬭ Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária
- ⬭ Reservatório



ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES

Legenda	Local
UGA01	Templo Igreja Católica Angelina
UGA02	Casa de Força da UHE Garcia
UGA03	Casa de Força da CGH Médio Garcia
UGA04	Sítio do Fernando - Sossego e Paz
UGA05	Igreja Nossa Senhora das Dores
UGA06	Posto de Saúde Garcia



Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22s

00	ORIGINAL	13/12/2022	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 UHE GARCIA

ÁREA:

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

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

DATA	13/12/2022	Nº	DES-ISB-6090-UGA-03-00
------	------------	----	------------------------

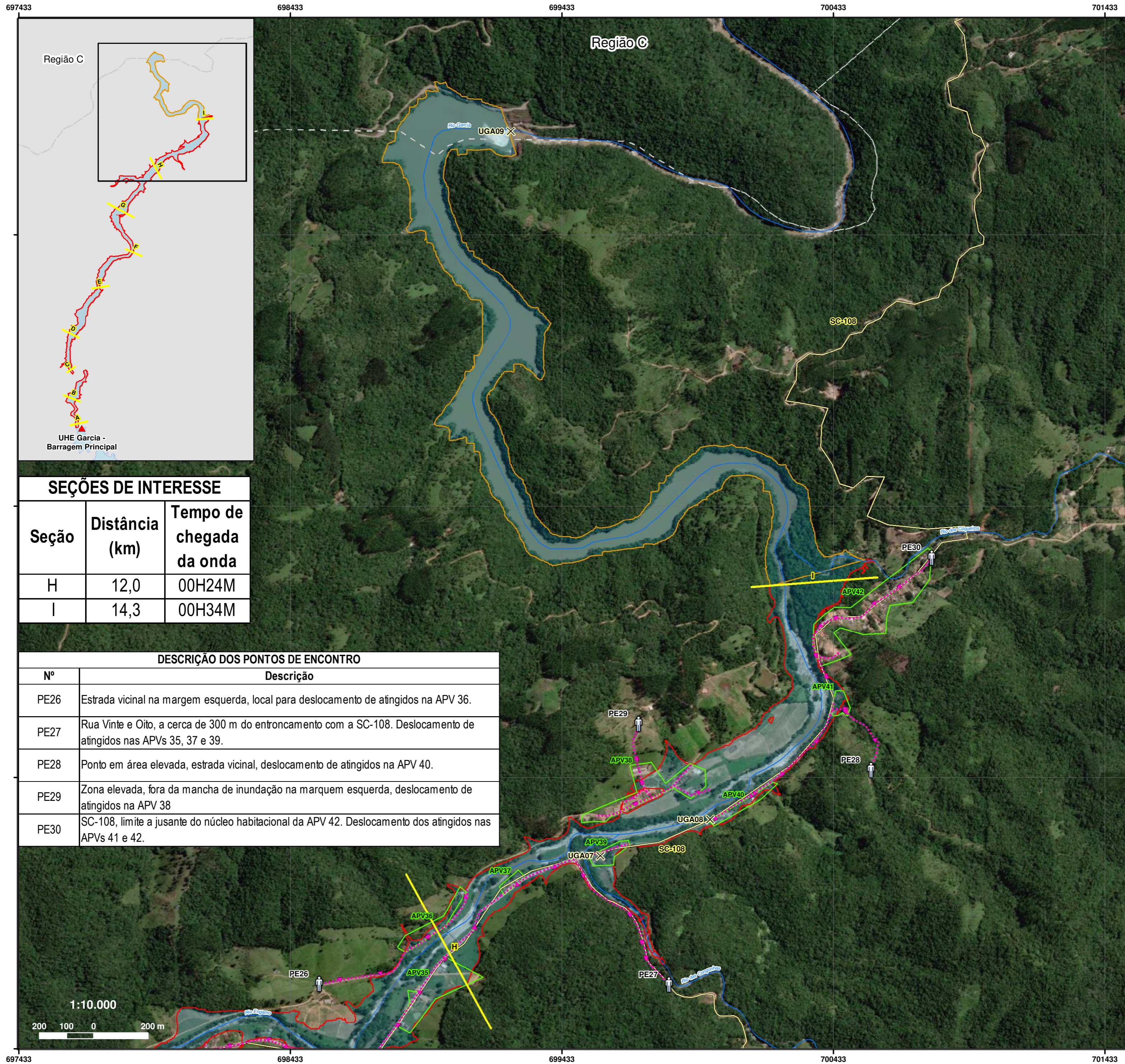
S.J.D.S.

E

F

G

H



SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
H	12,0	00H24M
I	14,3	00H34M

DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO

Nº	Descrição
PE26	Estrada vicinal na margem esquerda, local para deslocamento de atingidos na APV 36.
PE27	Rua Vinte e Oito, a cerca de 300 m do entroncamento com a SC-108. Deslocamento de atingidos nas APVs 35, 37 e 39.
PE28	Ponto em área elevada, estrada vicinal, deslocamento de atingidos na APV 40.
PE29	Zona elevada, fora da mancha de inundação na margem esquerda, deslocamento de atingidos na APV 38
PE30	SC-108, limite a jusante do núcleo habitacional da APV 42. Deslocamento dos atingidos nas APVs 41 e 42.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES	
Legenda	Local
UGA07	Bar e Lanchonete
UGA08	Ponte Pênsil sobre o Rio Tijucas
UGA09	Barragem Major Gercino

Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22s

00	ORIGINAL	13/12/2022	ARTHUR T.	LUCAS T.	FABRÍCIO V.
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.

ISB
 SEGURANÇA DE BARRAGENS

Celesc
 Geração S.A.

Vieira & Fernandes Vieira Ltda. - Contrato: 4600006090
 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 UHE GARCIA

ÁREA:

II ULC:
Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem da UHE Garcia - Parte 02

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

DATA: 13/12/2022 Nº: DES-ISB-6090-UGA-04-00

SWS

9.4. Simulações e treinamentos

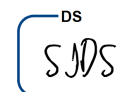
Conforme definição entre os entes envolvidos, poderão ser realizadas simulações de situações de emergência para verificar a aplicabilidade do PAE. Poderão ser realizadas simulações de âmbito interno (table tops), onde toda a documentação e notificações são efetuadas entre os órgãos envolvidos, mas não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

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

Os exercícios e simulados devem abordar, minimamente:

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

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



DS
S.M.S.

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

^{DS}
SJS

10. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS

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

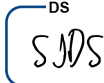
Quadro 16 - Recursos disponíveis para respostas à emergências

Tipo de Recurso	Descrição
Pessoal	Equipe de conservação e roçada, trabalhando em horário comercial.
Pessoal	Operação remota - COG, trabalhando em turnos de revezamento 24 horas/dia 7 dias por semana
Pessoal	Equipe de manutenção da Celesc Geração, lotada em Blumenau/SC. Atende sob demanda. Sobreaviso em rotatividade entre equipes de diferentes Usinas.
Pessoal	Equipe de manutenção terceirizada, com posto de trabalho na Usina, Horário comercial.
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.



DS
SND

11. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE

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. BASIL.

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.

CBDB. Comitê Brasileiro de Barragens. Boletim Técnico 003. A prática brasileira de projeto e operação de vertedouros: análise crítica e recomendações para seu aperfeiçoamento. Org.

Diego David Baptista de Souza et al. – Rio de Janeiro: Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB, 2021.

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

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

ESTEVES, Danilo Pontes. Estudo da inundação e propagação da onda de cheia proveniente do rompimento hipotético de uma barragem. 2013. Monografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

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

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

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

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

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

SILVEIRA, A. L. L. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, p. 5-23, Jan/Mar, 2005.

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:

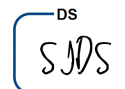
Eu, _____(nome e cargo), na
condição de _____ da **UHE
GARCIA** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o Registro
de **Notificação de Mau Funcionamento** para a Barragem
_____ a partir das _____ (horário) do dia
____/____/____, em função de:

_____, _____ 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 **UHE
GARCIA** 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 **UHE
GARCIA** 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}
SIDS

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

Medidas adotadas: _____

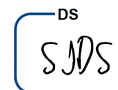
_____.

_____, ____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

(cargo e RG)



DS
SJS

ANEXO V – Planos de Ações Específicas para Contingências

V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO

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

V.2 RUPTURA IMINENTE

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

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 416,63 metros for atingido, com as seguintes informações: <ul style="list-style-type: none"> - Elevação atual do nível do reservatório e borda livre; - Taxa de elevação do nível do reservatório (cm/hora, cm/min...); - Condições climáticas; - Condições de descarga dos canais e rios de jusante; - Vazão nos drenos (se existentes) Caso o nível continuar a subir se aproximando do nível de alerta, o Operador residente deverá notificar o Engenheiro Responsável com as informações citadas acima e aplicar as mesmas do nível de resposta laranja.
Nível de resposta:	AMARELO
ACIONAR	
Quando:	Assim que a condição descrita ocorrer.
Responsável por:	Operador, Engenheiro Responsável, Equipe de Inspeção regular (caso no local)
Quem:	Notificar residentes/ocupantes das áreas a jusante, de acordo com LISTA DE NOTIFICAÇÃO e MAPA DE INUNDAÇÃO. (se existente), Defesa Civil e Corpo de Bombeiros.
Como:	Através de telefone

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

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

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

V.7 DESLIZAMENTOS

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

V.8 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA

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

V.9 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS

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

V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

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

V.11 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 VERTEDOURO

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

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

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

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.

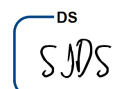
V.15 PÓS EVENTO

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

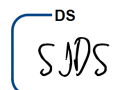
Descrição:	Situações em que há susceptibilidade de ocorrência de alagamentos a jusante pelo lançamento de vazões efluentes acima das consideradas normais, sem ocorrência de situação potencial de ruptura, em virtude de operação de descarga na usina, tais como: - necessidade de rebaixamento do reservatório; - 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	Repassa a situação para a equipe de manutenção	Caso não seja possível a operação (falha)	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)
Equipe de Manutenção	Instala equipamentos suplementares de drenagem e controla os níveis dos poços de drenagem	Durante a ocorrência	Localmente
Operador/COG	Repassa o resumo da ocorrência para chefe DVOP, DPOM e responsável técnico da barragem	Após normalização dos níveis.	E-mail
Responsável Técnico da Barragem	Relatório da ocorrência (para arquivo na pasta do PSB/PAE)	Após recebimento do resumo da ocorrência	Relatório Texto e/ou fotográfico.

ANEXO VI – Mapa das Manchas de Inundação



DS
SJDs

ANEXO VII – Mapa da ZAS e ZSS



DS
SJS

ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica

^{DS}
SJS