

**Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC
UHE SALTO WEISSBACH**

**SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA
DAS BARRAGENS DA UHE SALTO WEISSBACH**



**RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE
EMERGÊNCIA**

Instrumento Contratual nº 4600006090

DEZEMBRO/2022

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	ISB-6090-USO-009-01.docx			
Título do Documento:	Relatório de Atualização do Plano de Ação de Emergência			
Elaboração:	Eng. Civil Lucas Rangel Martins, CREA: RS214.787 Eng. Civil Gustavo Boff Klaus, CREA: RS216.186 Eng. Civil Fabrício Fernandes Vieira: CREA:506224839-9/D-SP			
Aprovador:	Eng. Civil Fabrício Fernandes Vieira			
Data da Aprovação:	14/12/2022			
Controle de Revisões				
Nº da Revisão	Natureza/Justificativa	Aprovação		
		Data	Responsável	Rubrica
00	Emissão Inicial	10/10/2022	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:
F.F.V.
CF4D05CE050C40C...

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

DocuSigned by:
Cleicio Poletto Martins
27E83838FB6A4C3...

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

SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM – UHE SALTO WEISSBACH

RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

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	15
5.	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	17
5.1.	BARRAGENS	19
5.2.	VERTEDOUROS	20
5.3.	CIRCUITO HIDRÁULICO DE ADUÇÃO	23
5.3.1.	TOMADA DE ÁGUA	23
5.3.2.	CANAL DE ADUÇÃO	24
5.3.3.	CASA DE FORÇA E CANAL DE FUGA	24
5.4.	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.....	25
5.5.	CARACTERÍSTICA HIDROLÓGICAS E FISIOGRÁFICAS DA BACIA.....	27
5.6.	UNIDADES GERADORAS	33
6.	ATRIBUIÇÕES DE RESPONSABILIDADES NO PAE	34
6.1.	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	34
6.1.1.	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE	35
6.1.2.	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE TÉCNICA	36
6.2.	ENTIDADE FISCALIZADORA.....	37
6.3.	SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL	37
7.	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE RISCO E EMERGÊNCIA	40
7.1.	CAUSAS DE DEFEITOS EM BARRAGENS.....	40
7.2.	IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO	41

7.3. IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA	41
7.4. NÍVEIS DE RESPOSTA.....	42
7.5. AÇÕES A IMPLEMENTAR.....	53
7.6. PLANO DE AÇÕES ESPECÍFICAS PARA CONTINGÊNCIAS.....	62
8. ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO	64
8.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	64
8.1.1. GALGAMENTO (OVERTOPPING).....	64
8.1.2. EROSÃO INTERNA (PIPING)	65
8.1.3. FALHA ESTRUTURAL.....	66
8.2. METODOLOGIA	66
8.3. CENÁRIOS SIMULADOS.....	67
8.4. DADOS DE ENTRADA.....	70
8.4.1. TOPOGRAFIA	70
8.4.2. COEFICIENTE DE MANNING	71
8.4.3. PARÂMETROS DE FORMAÇÃO DA BRECHA	71
8.4.4. CURVA COTA X ÁREA X VOLUME	71
8.4.5. CONDIÇÕES DE CONTORNO.....	72
8.5. PONTOS NOTÁVEIS E ÁREAS DE INTERESSE.....	73
8.6. SEÇÕES DE INTERESSE, TEMPO DE CHEGADA DE ONDA E NÍVEIS D'ÁGUA MÁXIMOS.....	76
8.7. MANCHAS DE INUNDAÇÃO	79
8.8. ZONA DE AUTO SALVAMENTO (ZAS) E ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS).....	82
8.9. CONCLUSÕES DO ESTUDO DE RUPTURA	84

9.	NOTIFICAÇÃO E SISTEMAS DE ALERTA	86
9.1.	MEIOS DE DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	86
9.2.	ALERTA SONORO.....	88
9.3.	PONTOS DE ENCONTRO.....	88
9.4.	SIMULAÇÕES E TREINAMENTOS	96
10.	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS.....	97
11.	EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE.....	99
12.	REFERÊNCIAS	100
13.	ANEXOS.....	102
	ANEXO I – Fichas Notificação de Mau Funcionamento	102
	ANEXO II – Ficha de Notificação de Condição Potencial de Ruptura.....	103
	ANEXO III – Declaração de Início de Situação de Alerta ou Emergência	104
	ANEXO IV – Declaração de Término de Situação de Alerta ou Emergência	105
	ANEXO V - Planos de Ações Específicas para Contingências.....	106
	V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO.....	106
	V.2 RUPTURA IMINENTE	106
	V.3 FALHA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL.....	107
	V.4 ABALO SÍSMICO	107
	V.5 ENCHENTE.....	108
	V.6 INFILTRAÇÕES, CHARCOS, AUMENTO DE FLUXO OU SUMIDOUROS	109
	V.7 DESLIZAMENTOS	109
	V.8 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA.....	110
	V.9 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS	110

V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO.....	111
V.11 EROSÃO REGRESSIVA (PIPING) NO ATERRO, FUNDAÇÃO OU OMBREIRAS.....	111
V.12 FALHA NO VERTEDOURO	112
V.13 PERDA DE SUPORTE DAS OMBREIRAS OU TRINCAMENTO EXCESSIVO EM BARRAGEM/OBRA DE CONCRETO	112
V.14 INVASÃO DA ÁREA DA BARRAGEM.....	113
V.15 PÓS-EVENTO	113
V.16 RISCO DE ALAGAMENTO A JUSANTE POR OPERAÇÃO DE DESCARGA.....	114
ANEXO VI – Mapas das Manchas de Inundação	115
ANEXO VII – Mapas das ZAS e ZSS	116
ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica.....	117

DS
SJS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da UHE Salto Weissbach.	17
Figura 2 - Arranjo geral da UHE Salto Weissbach	18
Figura 3 – Seções Transversais Modelo dos Barramentos da UHE Salto Weissbach.	19
Figura 4 – Vertedouro e Barramento 1 e 2 da UHE Salto Weissbach.	20
Figura 5 – Vertedouro e Barramento 3 da UHE Salto Weissbach	21
Figura 6 – Vertedouro e Barramento 4 da UHE Salto Weissbach.	21
Figura 7 – Curvas de Descarga dos vertedouros	22
Figura 8 - Tomada d'água da UHE Salto Weissbach.	23
Figura 9 - Detalhamento Canal de Adução.....	24
Figura 10 - Mapa Geológico das UHE Salto Weissbach	26
Figura 11 - Localização da bacia hidrográfica da UHE Salto Weissbach.	28
Figura 12 - Distribuição pedológica na bacia hidrográfica	29
Figura 13 - Distribuição dos usos e coberturas do solo na bacia hidrográfica	29
Figura 14 - Pedologia da bacia hidrográfica da UHE Salto Weissbach.	30
Figura 15 - Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da UHE Salto Weissbach.....	31
Figura 16 - Hidrogramas afluentes ao reservatório com diferentes tempos de retorno para a seção da UHE Salto Weissbach.	32
Figura 17 - Níveis de água no reservatório para diferentes tempos de recorrência.	33
Figura 18 - Fluxograma de Ações a Implementar pelo Coordenador do PAE	36
Figura 19 - Organização Esquemática do SINPDEC	38
Figura 20 - Gráfico: Carta de Risco – Salto Weissbach	52
Figura 21 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança	63
Figura 22 - Processo de ruptura por galgamento em barragem	65
Figura 23 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem	66
Figura 24 - Inundação associada ao evento de set/2011 para os municípios de Blumenau e Itajaí	70
Figura 25 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento	71
Figura 26 - Curvas cota-área-volume do reservatório da UHE Salto Weissbach.	72
Figura 27 - Áreas urbanas a jusante de Salto Weissbach.....	73
Figura 28 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV)	75
Figura 29 - Manchas de inundação dos cenários simulados para UHE Salto Weissbach.....	80
Figura 30 - Manchas de inundação – Cenário de Calibração (evento set/2011)	81
Figura 31 - Fluxograma de Notificação	87

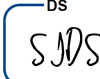
LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação do empreendedor.	14
Quadro 2 - Lista de Contatos do PAE – UHE Salto Weissbach	15
Quadro 3 – Parâmetros fisiográficos para a bacia hidrográfica da UHE Salto Weissbach.	27
Quadro 4 – Vazões máximas afluentes e níveis máximos – UHE Salto Weissbach.	32
Quadro 5 – Unidades geradoras da UHE Salto Weissbach	33
Quadro 6 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas	43
Quadro 7 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala	45
Quadro 8 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual	47
Quadro 9 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela instrumentação de auscultação	50
Quadro 10 - Carta de Risco – UHE Salto Weissbach	51
Quadro 11 - Nível de resposta verde: ações a implementar	53
Quadro 12 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar	55
Quadro 13 - Nível de resposta laranja: ações a implementar	57
Quadro 14 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar	60
Quadro 15 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da UHE Salto Weissbach	68
Quadro 16 - Áreas Potencialmente Vulneráveis	74
Quadro 17 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário N1 (TR10).	76
Quadro 18 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário N2 (TR100).	76
Quadro 19 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário N3 (TR1000).	77
Quadro 20 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C4 (Dambreak em Sunny Day)	77
Quadro 21 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C5 (Dambreak + TR10)	77
Quadro 22 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C6 (Dambreak + TR100)	77
Quadro 23 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C7 (Dambreak +TR1000)	78
Quadro 24 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário ZAS (Dambreak em cheia sem extravasamento)	78
Quadro 25 - Pontos de Encontro - ZAS	89
Quadro 26 - Treinamentos do PAE.....	97
Quadro 27 - Recursos disponíveis para respostas a emergências	97
Quadro 28 - Responsáveis Técnicos pela atualização do PAE	99

DS
SJS

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APV	Área Potencialmente Vulnerável
CCB	Cota da Crista da Barragem
CCV	Cota da Crista do Vertedouro
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
PE	Ponto de Encontro
RPSB	Revisão Periódica de Segurança de Barragem
RN	Referência de Nível
RODD	Regra Operacional dos Dispositivos de Descarga
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
TR	Tempo de Retorno
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 Salto Weissbach, no sentido de salvaguardar o ambiente e a vida da população que reside a jusante dos reservatórios 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 devem se dar 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 nas barragens da UHE Salto Weissbach 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, 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 UHE Salto Weissbach e nas Prefeituras Municipais de Blumenau e Gaspar. 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 RPSB, ou quando houver alterações do enquadramento e/ou características do empreendimento, das ocupações a jusante, dos contatos, do coordenador do PAE ou outras que justifiquem a confecção de versão atualizada.

3. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Quadro 1 – Identificação do empreendedor.

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 Salto Weissbach, 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 Salto Weissbach

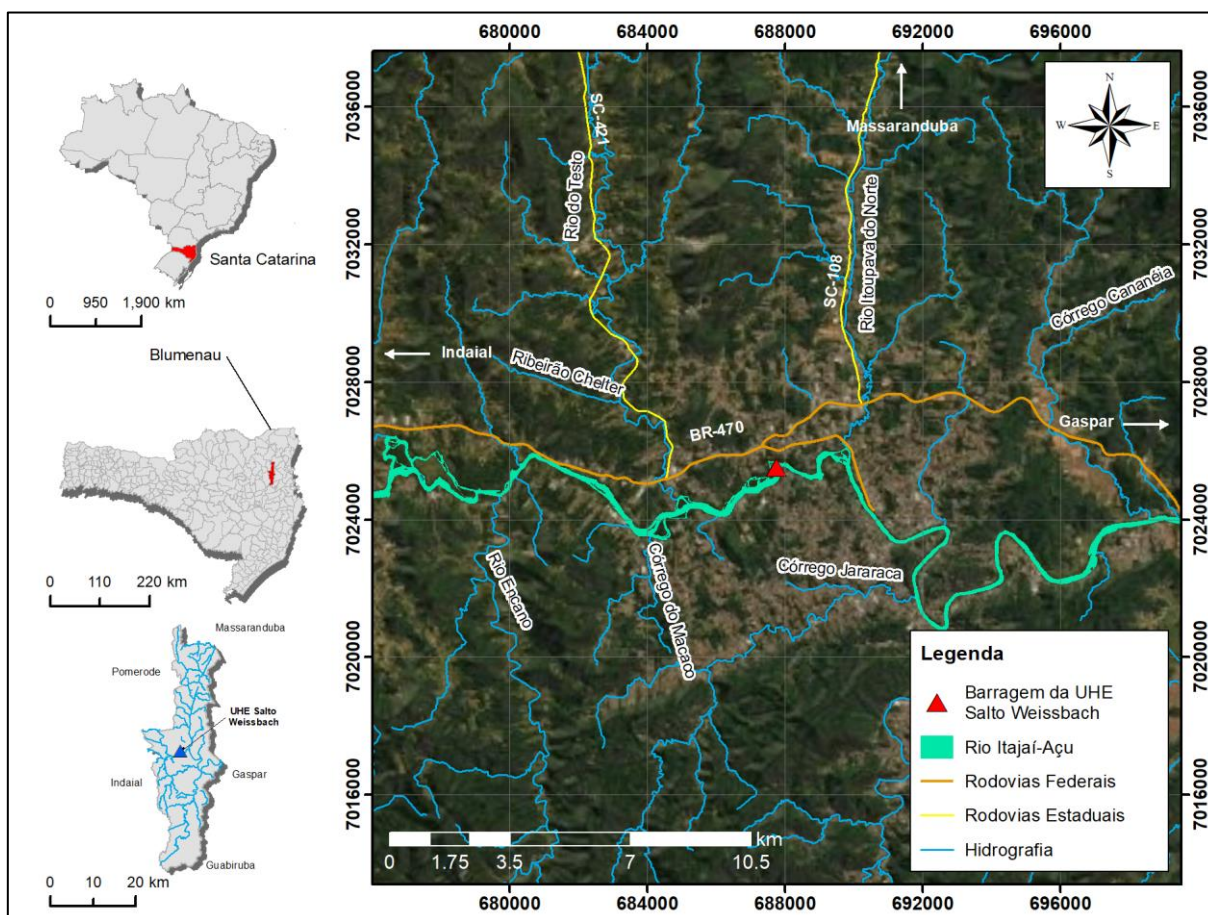
EMPREENDEDOR – CELESC GERAÇÃO S.A.	
Centro de Operação da Geração – COG	Operador do turno (48) 3231-5548 / 5549 / (48) 99978-1638 cog@celesc.com.br
Responsável Técnico das Barragens e Coordenador do PAE:	Sílvio José dos Santos (48) 3231-5594 / (48) 99919-6446 / silviojs@celesc.com.br
Substituto do Coordenador do PAE e chefe do Depto. de Operação e Manutenção	Igor Kursancew Khairalla (48) 3231-5708 / igorkk@celesc.com.br
Divisão de Operação	Tiago Lage Nascimento (48) 3231-5599 / tiagoln@celesc.com.br
Divisão de Manutenção	Rafael Hoffman Paludo (48) 3231-5598 / rafaelhp@celesc.com.br
UHE Salto Weissbach - Equipes Locais: Conservação / Manutenção Eletromecânica / Técnicos Celesc	Casa de força UHE Salto Weissbach: (47) 3331-3121
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 Blumenau/SC	Geral - (47) 3381-6000 Gabinete do prefeito - (47) 3381.7540 / gabinetedoprefeito@blumenau.sc.gov.br
Prefeitura Municipal de Gaspar/SC	(47) 3091-2000 / gaspar@gaspar.sc.gov.br
Secretaria de Estado de Defesa Civil	(48) 3664-7001 / (48) 3664-7002 secretario@sdsc.sc.gov.br Emergência: 199
Coordenadoria Regional da Defesa Civil de Santa Catarina – Blumenau/SC	(47) 3378-8254 / blumenau@defesacivil.sc.gov.br Emergência: 199

Defesa Civil Municipal – Blumenau/SC	(47) 3381.6823 / secretaria.defesacivil@blumenau.sc.gov.br Emergência: 199 AlertaBLU - (47) 3381-6916 / alertablu@blumenau.sc.gov.br
Defesa Civil Municipal – Gaspar/SC	(47) 3091-2020 / defesacivil@gaspar.sc.gov.br Emergência: 199
Governo do Estado de Santa Catarina	Gabinete do Governador (48) 3665-2000
	Secretaria de Estado da Saúde (48) 3664-8847 / 3664-8848 / apoiogabs@saude.sc.gov.br
	Secretaria de Estado da Infraestrutura (48) 3664-2000 / gabs@sie.sc.gov.br
Polícia Militar	Comando Geral da Polícia Militar de Santa Catarina (48) 3229-6000 / Emergência 190
SAMU	Emergência: 192
Corpo de Bombeiros	Comando Geral do Corpo de Bombeiros Militar de SC (48) 3251-9600 / Emergência: 193
OUTRAS ENTIDADES	
INPE	Nome do contato: Plantonista Fone: (12) 3208-6000
INMET	Nome do contato: Plantonista Fone: (61) 2102-4700
CENAD	Nome do contato: Plantonista Fone: 0800 644 0199 / (61) 2034-4600
CEMADEN	Nome do contato: Plantonista Fone: (12) 3205-0200 / 3205-0201 www.cemaden.gov.br/mapainterativo

5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A UHE Salto Weissbach se situa no município de Blumenau, como consta na Figura 1, no estado de Santa Catarina. O acesso ao local da usina se dá através da rodovia BR-470 em Blumenau. O aproveitamento, com a finalidade de geração de energia elétrica, situa-se no Rio Itajaí-Açu, no perímetro urbano do município de Blumenau, entre as coordenadas 26° 52' 45" a 26° 52' 52" Sul e 49° 06' 31" a 49° 06' 18" Oeste.

Figura 1 - Localização da UHE Salto Weissbach.

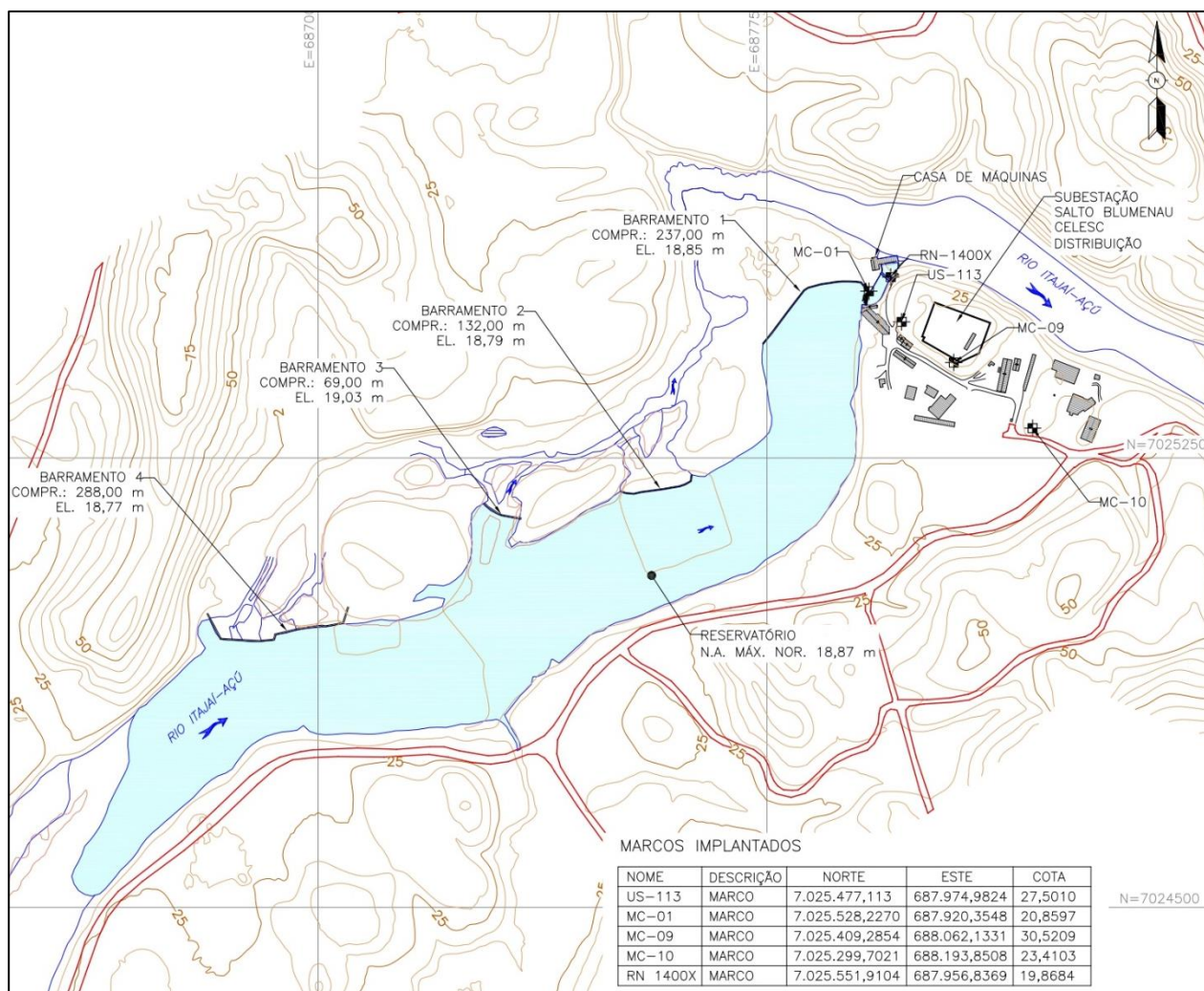


A Usina Hidrelétrica Salto Weissbach é um aproveitamento de baixa queda, que aproveita a queda natural de cerca de 8 m do Rio Itajaí-Açu, no salto homônimo, à qual se acrescentam cerca de 3 m com os diques de concreto e de alvenaria de pedra argamassada que fecham vários ramos do Rio, entre as ilhas ali existentes. Estes barramentos apresentam comprimentos variáveis e formam uma soleira vertente responsável pelo controle dos níveis de montante da usina.

O circuito de geração se localiza na margem direita, junto à barragem principal, e é composto por um canal de adução, o qual em seu final se encontram as 4 comportas planas, metálicas, com operação motorizada e acionada localmente. A casa de força é constituída por

uma edificação com estrutura de concreto e alvenaria de pedra e tijolos maciços, com paredes reforçadas, seguindo o estilo arquitetônico típico das regiões de colonização alemã. Sua cobertura é de telhas cerâmicas.

Figura 2 - Arranjo geral da UHE Salto Weissbach



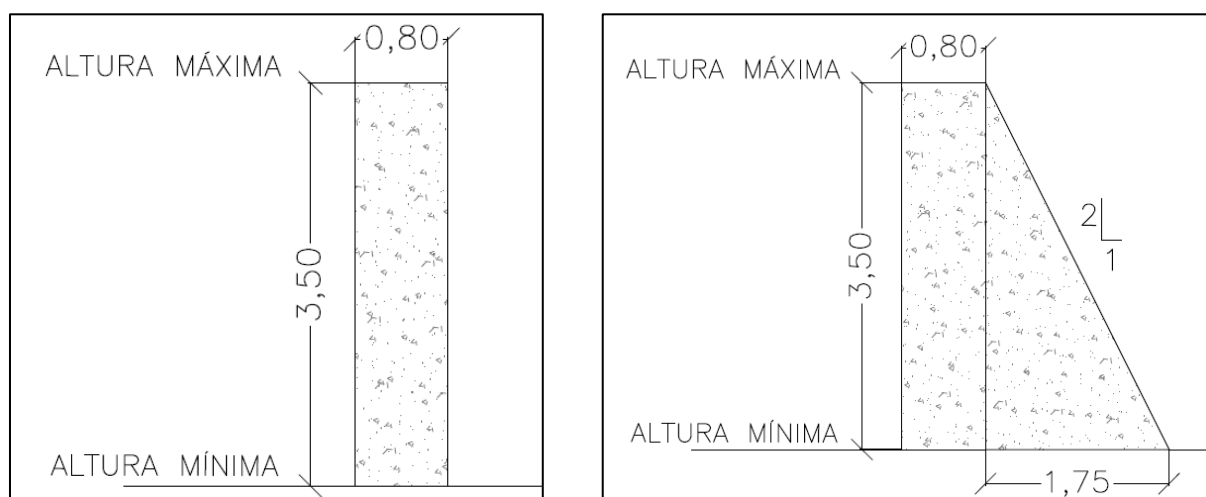
Fonte: PROSUL, 2015 – Documento nº 5062-SAL-6C-DEAJ-001.

5.1. Barragens

Os diversos barramentos existentes, que também servem de soleira vertente, são barragens de gravidade de baixa altura, constituídas de concreto massa e/ou estrutural e, em alguns casos, de concreto ciclópico com acabamento em alvenaria de pedra argamassada. Estes diques fazem com que a bacia a montante seja drenada unicamente pelo canal de adução do aproveitamento, até atingir a cota 18,87 m, servindo então de soleira livre para vazões afluentes excedentes que propiciem níveis de reservatório acima deste valor.

Ao todo, são quatro barragens de soleira livre onde o Barramento 1 é o mais próximo à casa de força, e cuja seção é mostrada na Figura 2. As barragens têm altura de no máximo 3,50 m. No documento de número 5062-SAL-6C-DEBA-001, e Figura 03, consta o modelo de seção transversal dos barramentos da UHE Salto Weissbach elaborado pela PROSUL.

Figura 3 – Seções Transversais Modelo dos Barramentos da UHE Salto Weissbach.



Fonte: PROSUL, 2015 – Documento nº 5062-SAL-6C-DEBA-001.

Conforme atualização do estudos hidrológicos, a vazão afluente associada ao Tempo de Retorno de 1.000 anos atinge o valor de pico de 8.370,90 m³/s, resultando no Nível Máximo Maximorum na elevação 21,85 m.

5.2. Vertedouros

Os vertedouros dos barramentos não têm conformado qualquer tipo mais otimizado de soleira vertente, constituindo-se apenas de vertedores de soleira espessa não controlada, onde as quatro barragens totalizam 726 m de soleira livre, com crista variável, em torno de El. 18,87 m, e altura máxima de cerca de 3,5 m.

A soleira vertente destes vertedouros não possui uma curva de descarga tabelada para o controle de vazões descarregadas pela equipe de operação. Estas estruturas em forma de muro, sobrepassados pelo fluxo afluente quando o nível do reservatório ultrapassa a cota das soleiras dos barramentos. A elevação atual das soleiras dos Vertedouros da UHE Salto Weissbach são as seguintes, listadas abaixo:

- Barramento 1, elevação média de 18,85 m e comprimento de 237 m;
- Barramento 2, elevação média de 18,79 m e comprimento de 132 m;
- Barramento 3, elevação média de 19,03 m e comprimento de 69 m;
- Barramento 4, elevação média de 18,77 m e comprimento de 288 m.

Figura 4 – Vertedouro e Barramento 1 e 2 da UHE Salto Weissbach.



Fonte: CELESC, 2018 – acervo da ISR 2018.

Figura 5 – Vertedouro e Barramento 3 da UHE Salto Weissbach



Fonte: CELESC, 2020 – acervo da ISR 2020.

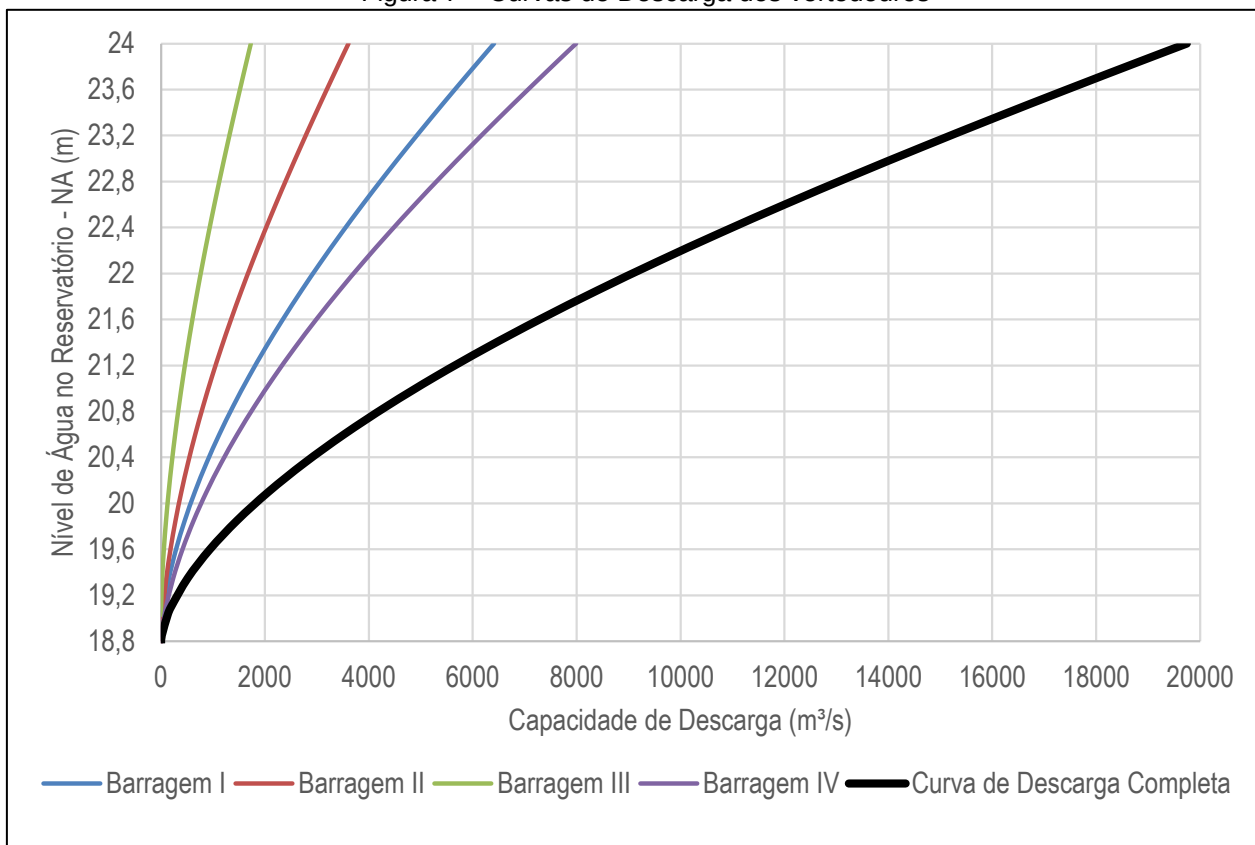
Figura 6 – Vertedouro e Barramento 4 da UHE Salto Weissbach.



Fonte: CELESC, 2018 – acervo da ISR 2018.

As curvas de descargas individuais e a curva de descarga integralizada dos vertedouros da UHE Salto Weissbach, conforme relatório de atualização dos estudos hidrológicos do empreendimento (documento ISB-6090-SWB-005-01) são apresentadas na Figura 7.

Figura 7 – Curvas de Descarga dos vertedouros

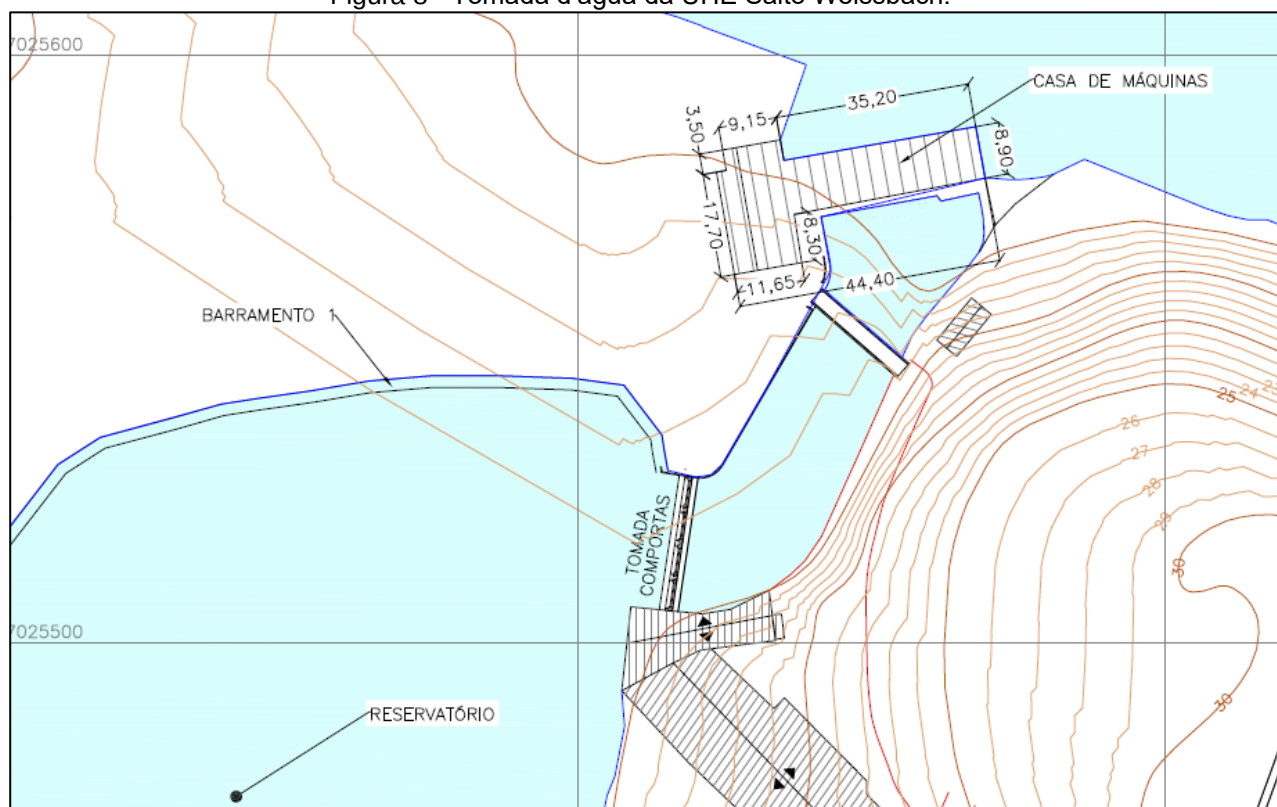


5.3. Circuito Hidráulico de Adução

5.3.1. Tomada de Água

A Tomada d'Água está localizada na margem direita do rio e é constituída de um muro de alvenaria de pedra argamassada e grade. A Tomada d'Água encontra-se ao final do canal de adução, integrada à própria estrutura da Casa de Força, onde uma ponte dá acesso aos equipamentos de abertura e fechamento de comportas, grades e “stop-logs” de manutenção, para a interrupção da alimentação das unidades geradoras.

Figura 8 - Tomada d'água da UHE Salto Weissbach.



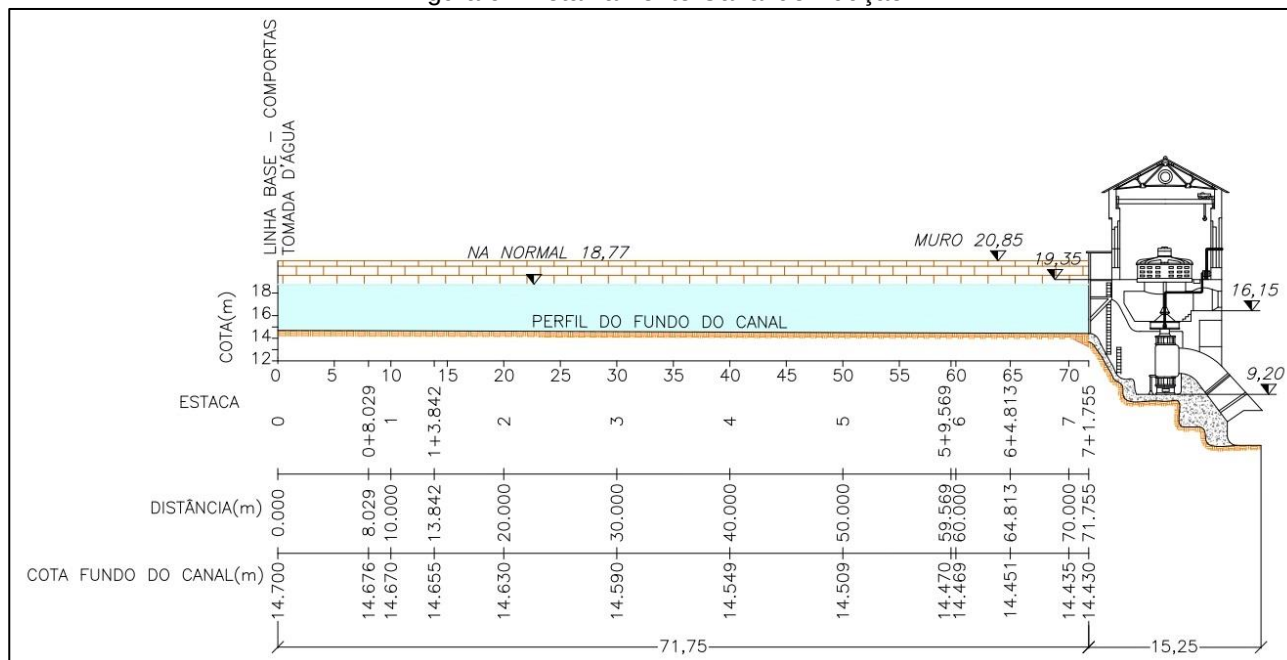
Fonte: PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-SAL-6C-DECF-001

Integrada à estrutura do canal de adução encontra-se uma tomada d'água do serviço municipal de abastecimento d'água, SAMAE – Blumenau, configurando séria restrição operativa ao aproveitamento: nenhuma manutenção ou operação contingencial deverá afetar o sistema de abastecimento da cidade.

5.3.2. Canal de adução

O canal se localiza na margem direita, com 70 m de extensão e 17 m de largura, altura entre 5 e 8 m, com fundo em rocha não revestida e paredes laterais em alvenaria de pedra argamassada. No final do canal de adução se encontram as 4 comportas planas metálicas, com acionamento motorizado, para fechamento das unidades.

Figura 9 - Detalhamento Canal de Adução.



Fonte: PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-SAL-6C-DECG-001.

5.3.3. Casa de Força e Canal de Fuga

A Casa de Força compõe-se de estrutura em concreto estrutural, alvenaria de pedra argamassada e alvenaria comum de tijolo maciço, abrigando as 4 (quatro) unidades geradoras e todo o sistema auxiliar mecânico e elétrico da usina.

O Canal de Fuga é curto e escavado em rocha, restituindo as vazões turbinadas ao leito natural do Rio Itajaí-Açu. Segundo a Ficha Técnica de cadastro da ANEEL a queda líquida aproveitada é da ordem de 10,00m.

5.4. Características Geológicas

As instalações da UHE Salto Weissbach estão inseridas no contexto geológico do Complexo Barra Velha. Esta unidade é representada por rochas máficas e ultramáficas isotrópicas a foliadas, que ocorrem como lentes e enclaves nos gnaisses granulíticos e também na forma de corpos máficos representados por blocos e matacões nas encostas de morros, sem continuidade superficial entre os afloramentos. Essas rochas máficas-ultramáficas são constituídas por metapiroxenitos, metanoritos, metagabronoritos e metagabros que se distribuem principalmente na região de Barra Velha, São João do Itaperiú, Massaranduba, Luis Alves e Blumenau.

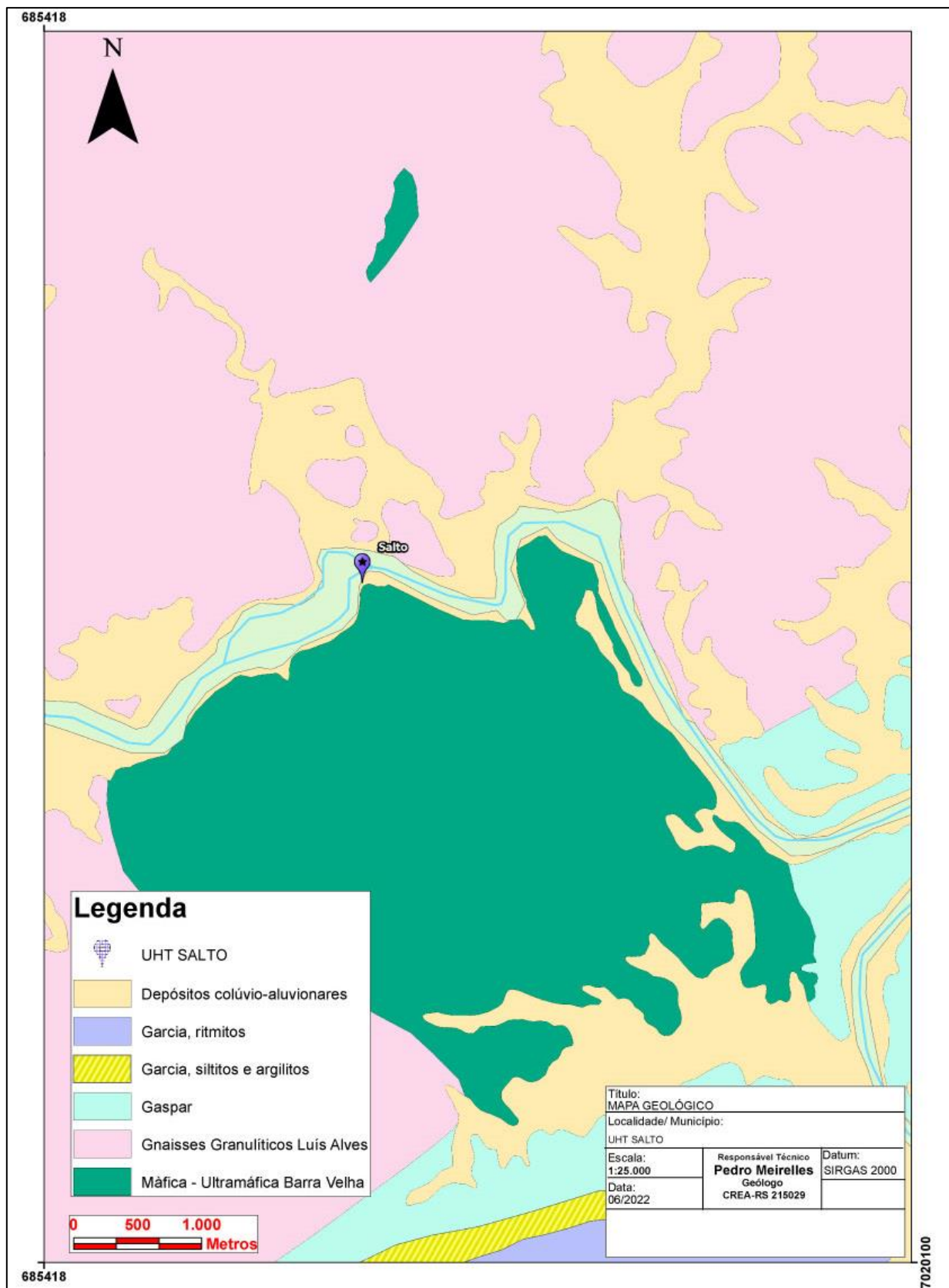
A composição mineralógica dos metapiroxenitos apresenta proporções variáveis de clinopiroxênio (diopsídio), ortopiroxênios (bronzita e hiperstênio), hornblenda e plagioclásios. Os cristais maiores de piroxênios tendem a ser euédricos a subédricos e em algumas amostras, ao redor desses cristais maiores desenvolvem-se cristais pequenos de piroxênios neoformados ou recristalizados em arranjos granoblásticos poligonais, evidenciando a ocorrência do metamorfismo da fácies granulito sobre os piroxenitos. Os gnaisses máficos, associados a essa unidade são metanoritos, metagabronoritos e metagabros, formados por clinopiroxênios, ortopiroxênio (hiperstênio) e plagioclásios, além de hornblenda. Os piroxênios ocorrem como cristais euédricos a subédricos juntamente com os plagioclásios, apresentando contatos cristalinos retos, sem bordas reativas, mostrando estarem em equilíbrio. A textura granoblástica poligonal se desenvolve nos pequenos cristais gerados ao redor dos cristais maiores. Não se observa a presença de olivina nas rochas máficas-ultramáficas desta região.

As relações de contato com os gnaisses granulíticos circundantes são difusas a gradacionais, sugerindo um variado grau de interação entre estas rochas. A foliação das rochas máficas-ultramáficas, quando presente, é concordante com as direções estruturais (foliação e bandamento) dos gnaisses granulíticos regionais.

O mapa geológico da região da UHE Salto Weissbach é apresentado na Figura 10.

DS
SJS

Figura 10 - Mapa Geológico das UHE Salto Weissbach



5.5. Característica hidrológicas e fisiográficas da bacia

A UHE Salto Weissbach está instalada no rio Itajaí-Açu, que consiste em um dos principais cursos hídricos do estado de Santa Catarina. O rio nasce no município de Rio do Campo, na região da Serra do Espigão, e é denominado Itajaí do Oeste por cerca de 140 km, até a confluência com o rio Itajaí do Sul, no município de Rio do Sul, onde passa a ser denominado Itajaí-Açu e percorre cerca de 195 km até a sua foz no Oceano Atlântico, no limite entre os municípios de Itajaí e Navegantes.

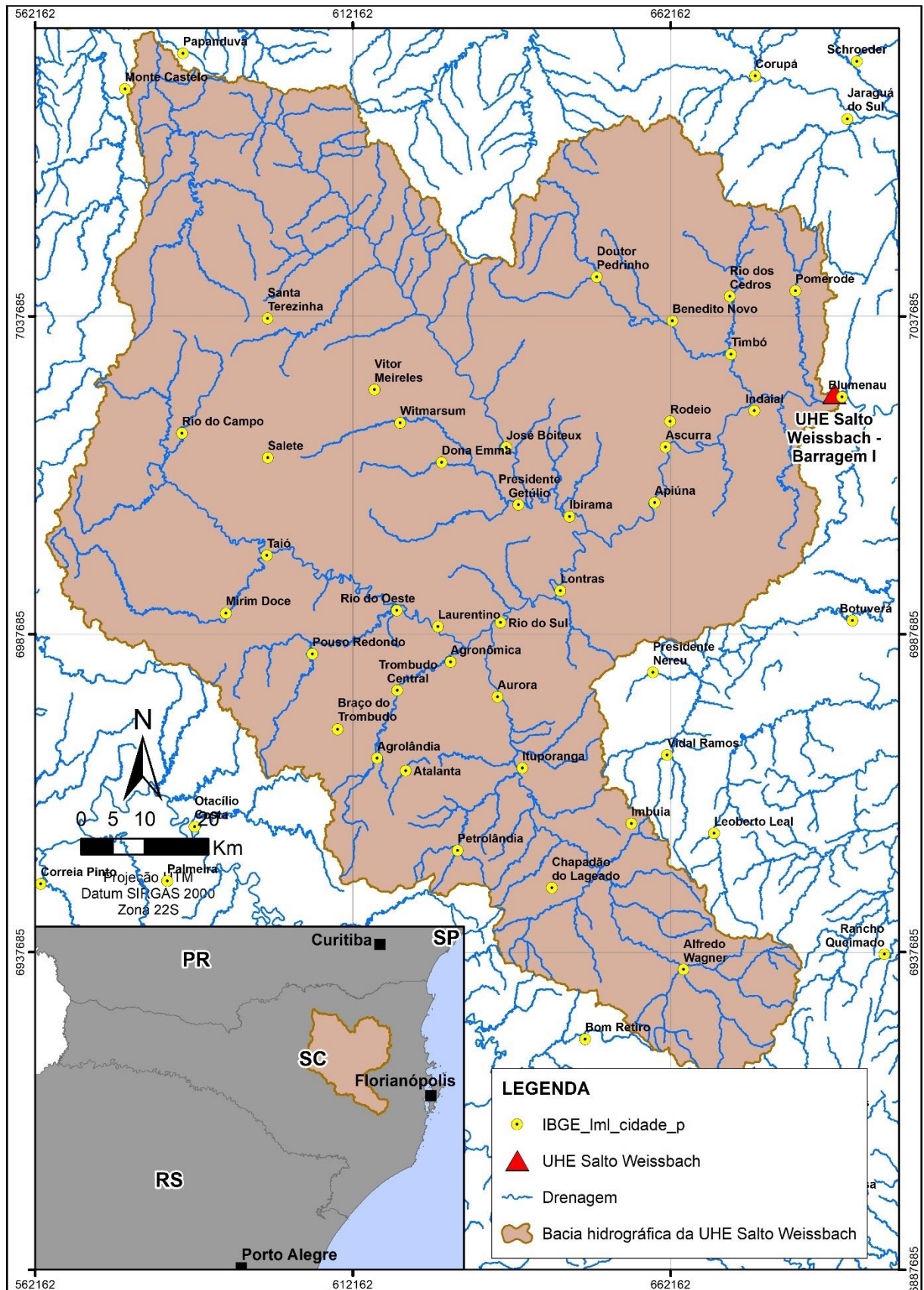
A bacia hidrográfica da UHE Salto Weissbach e seus barramentos é ilustrado na Figura 11, enquanto os parâmetros fisiográficos das bacias são indicados no Quadro 3.

Quadro 3 – Parâmetros fisiográficos para a bacia hidrográfica da UHE Salto Weissbach.

Bacia	Área (km²)	Amplitude altimétrica do curso principal (m)	Comprimento do rio principal (km)	Declividade do rio principal (m/m)	Tempo de concentração (h)	
					Kirpich (Silveira, 2005)	Corps of Engineers (Silveira, 2005)
UHE Salto Weissbach	11.721	1225	255,4	0,00479	37,0	35,6

Quanto aos aspectos climatológicos, a bacia hidrográfica que contribui ao empreendimento se situa em uma região onde ocorrem dois tipos de clima, Cfa (subtropical úmido) e Cfb (oceânico temperado), ambos caracterizados como climas temperados sem estação seca. A maior parte da bacia, ao sul, encontra-se na região Cfa, que consiste no clima subtropical úmido, com verões quentes. Já a maior parte das bacias está localizada em uma região de clima temperado oceânico (Cfb), com características muito similares ao clima subtropical úmido, porém com temperaturas mais amenas no verão.

Figura 11 - Localização da bacia hidrográfica da UHE Salto Weissbach.



Na Figura 12 e na Figura 13 é mostrada a distribuição pedológica e de coberturas do solos nas bacias contribuintes à UHE Salto Weissbach respectivamente, sendo os mapas referentes à essas informações trazidos na sequência, na Figura 14 e na Figura 15.

Figura 12 - Distribuição pedológica na bacia hidrográfica

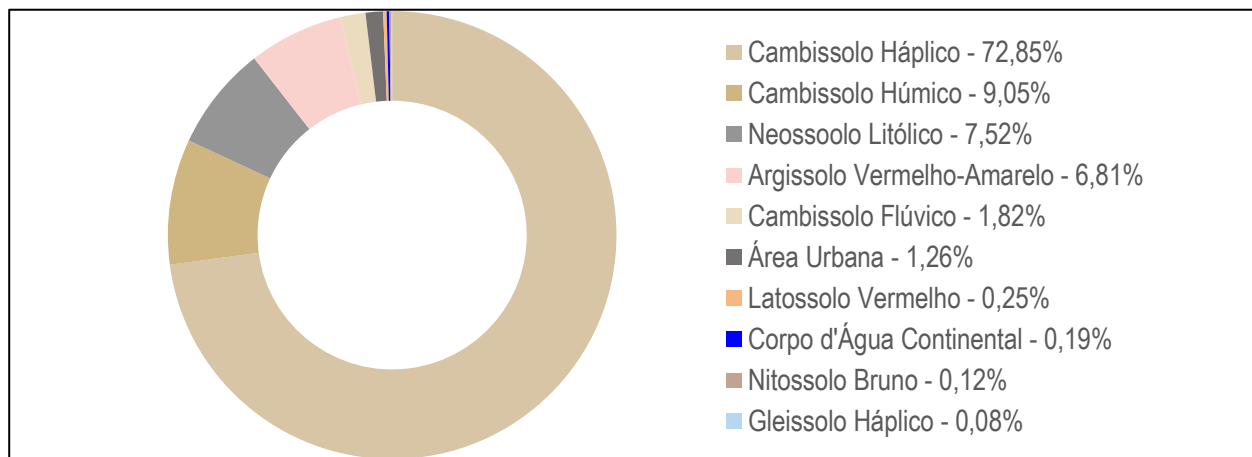


Figura 13 - Distribuição dos usos e coberturas do solo na bacia hidrográfica

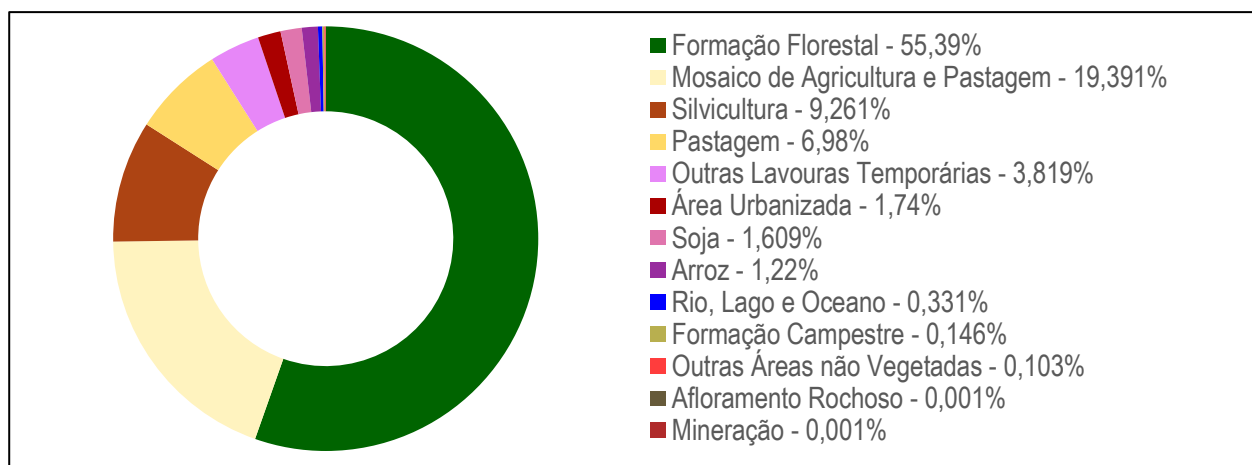
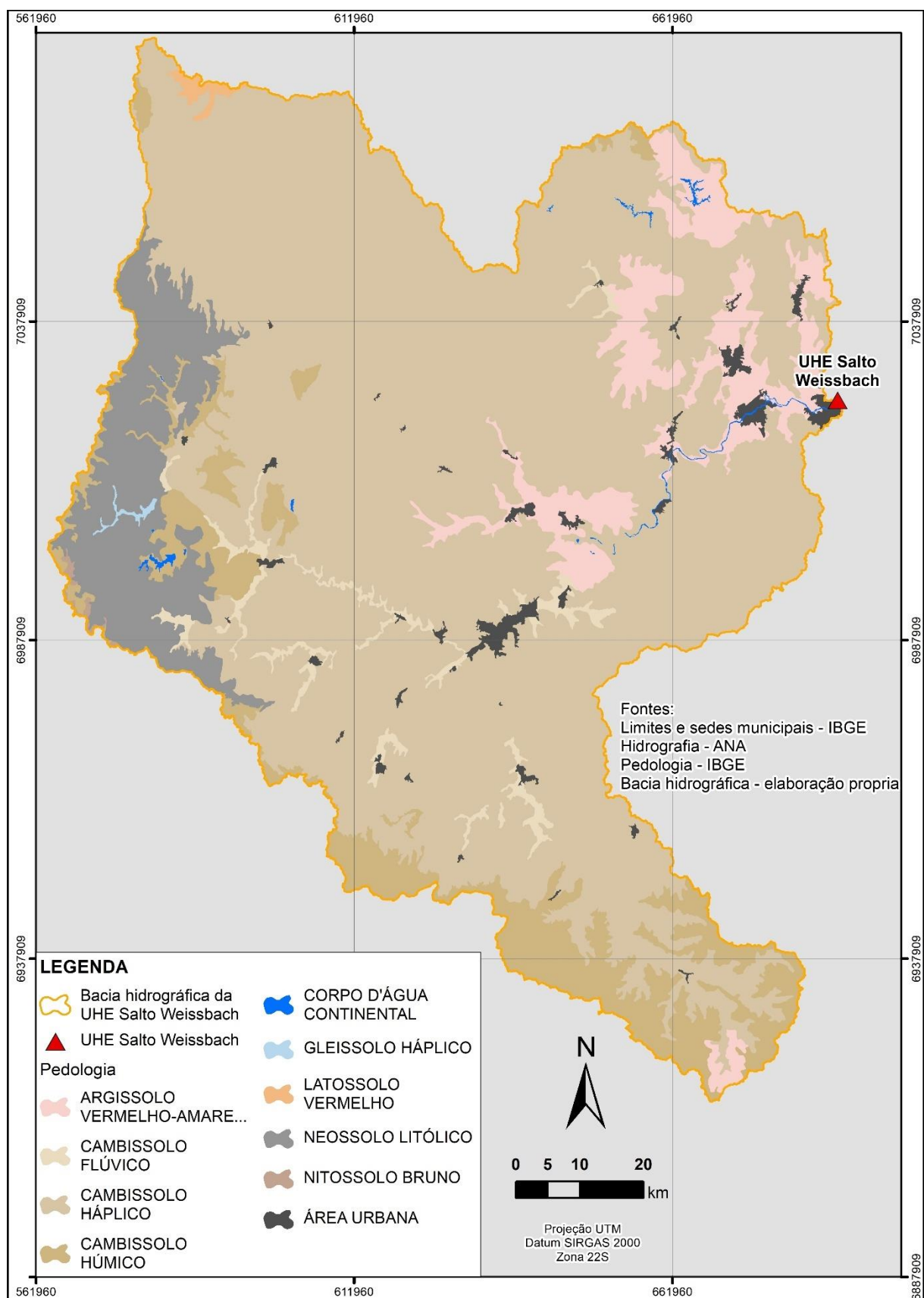
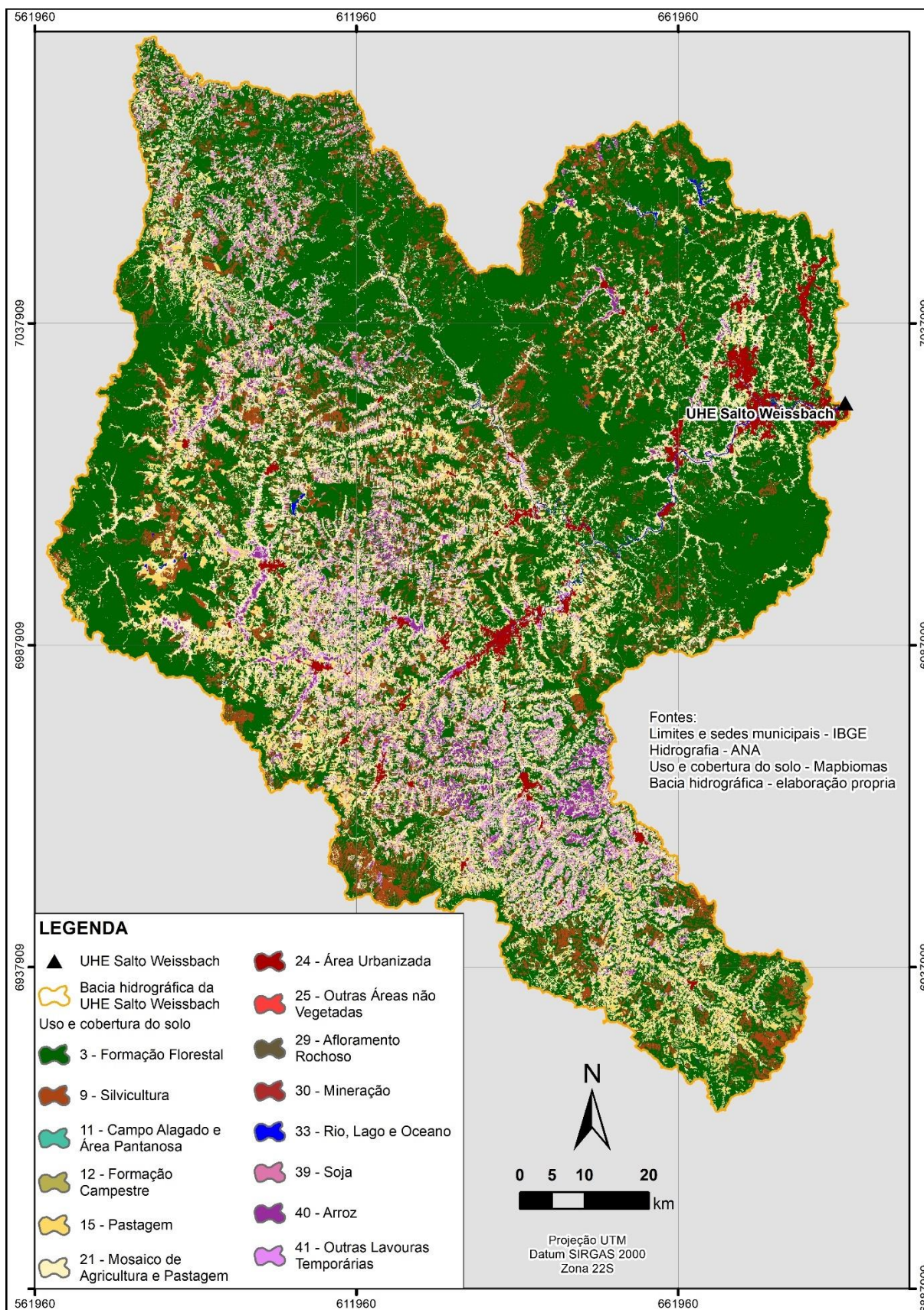


Figura 14 - Pedologia da bacia hidrográfica da UHE Salto Weissbach.



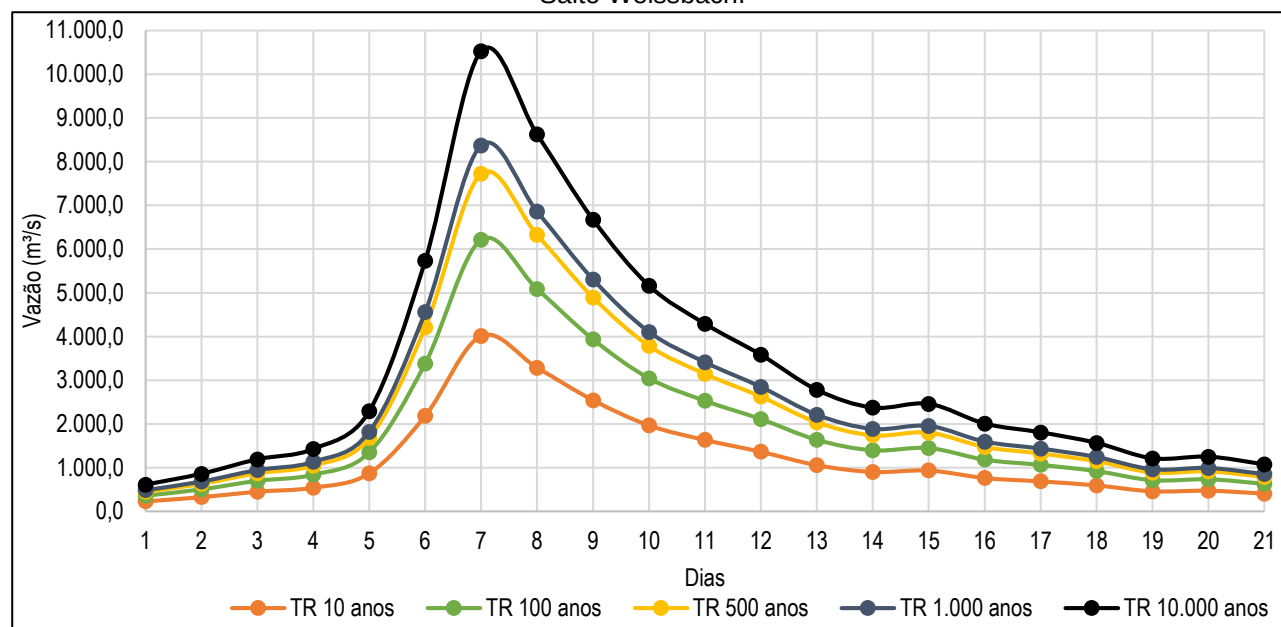
DS
SND

Figura 15 - Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da UHE Salto Weissbach.



A partir da atualização dos estudos hidrológicos foram estabelecidos os hidrogramas afluentes e efluentes aos reservatórios, para os diferentes tempos de retorno analisados. Os hidrogramas afluentes são apresentados na Figura 16, os níveis máximos d'águas são mostrados na Figura 17, enquanto no Quadro 4 são mostrados os dados em formato tabular.

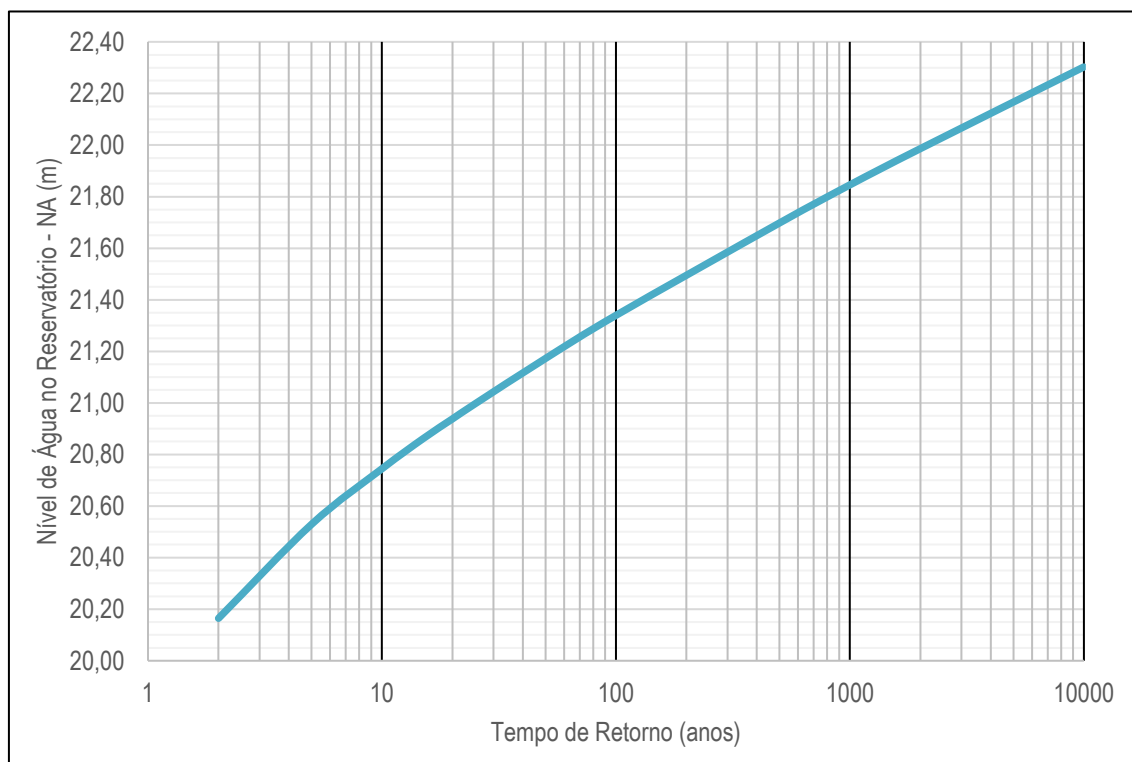
Figura 16 - Hidrogramas afluentes ao reservatório com diferentes tempos de retorno para a seção da UHE Salto Weissbach.



Quadro 4 – Vazões máximas afluentes e níveis máximos – UHE Salto Weissbach.

Tempo de retorno (anos)	Vazão Máxima Diária (m³/s)	Vazão Máxima Instantânea (m³/s)	Nível Máximo Instantâneo (m)
2	2122,0	2248,8	20,16
5	3123,0	3309,6	20,53
10	3786,0	4012,2	20,74
15	4160,0	4408,5	20,86
20	4422,0	4686,2	20,94
25	4623,0	4899,2	21,00
50	5245,0	5558,3	21,17
100	5861,0	6211,1	21,34
500	7286,0	7721,3	21,70
1000	7899,0	8370,9	21,85
2000	8511,0	9019,4	21,99
10000	9933,0	10526,4	22,30

Figura 17 - Níveis de água no reservatório para diferentes tempos de recorrência.



5.6. Unidades geradoras

As instalações da UHE Salto Weissbach contam com 04 unidades geradores, conforme Quadro 5.

Quadro 5 – Unidades geradoras da UHE Salto Weissbach

Unidade	Turbinas				Início da operação
	Tipo	Potência (MW)	Queda líquida (m)	Rotação (rpm)	
1	FRANCIS	1,4	10,1	225	1914
2	FRANCIS	1,4	10,1	225	1915
3	HÉLICE	1,4	10,1	257	1929
4	KAPLAN	2,08	10,1	225	1939

As quatro unidades geradoras são dotadas de geradores síncronos, de eixo vertical para acoplamento rígido às turbinas. A pequena central hidrelétrica Salto Weissbach existente está conectada ao sistema de transmissão em 23 kV na Subestação Blumenau Salto, de propriedade da Celesc Distribuição. A subestação da usina possui capacidade de 7.850 kW, 8,5/23 kV, interligando-se ao sistema através de um ramal de circuito simples, na tensão de 23 kV com, aproximadamente, 1,0 km de extensão até a Subestação Blumenau Salto, de propriedade da Celesc Distribuição.

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.

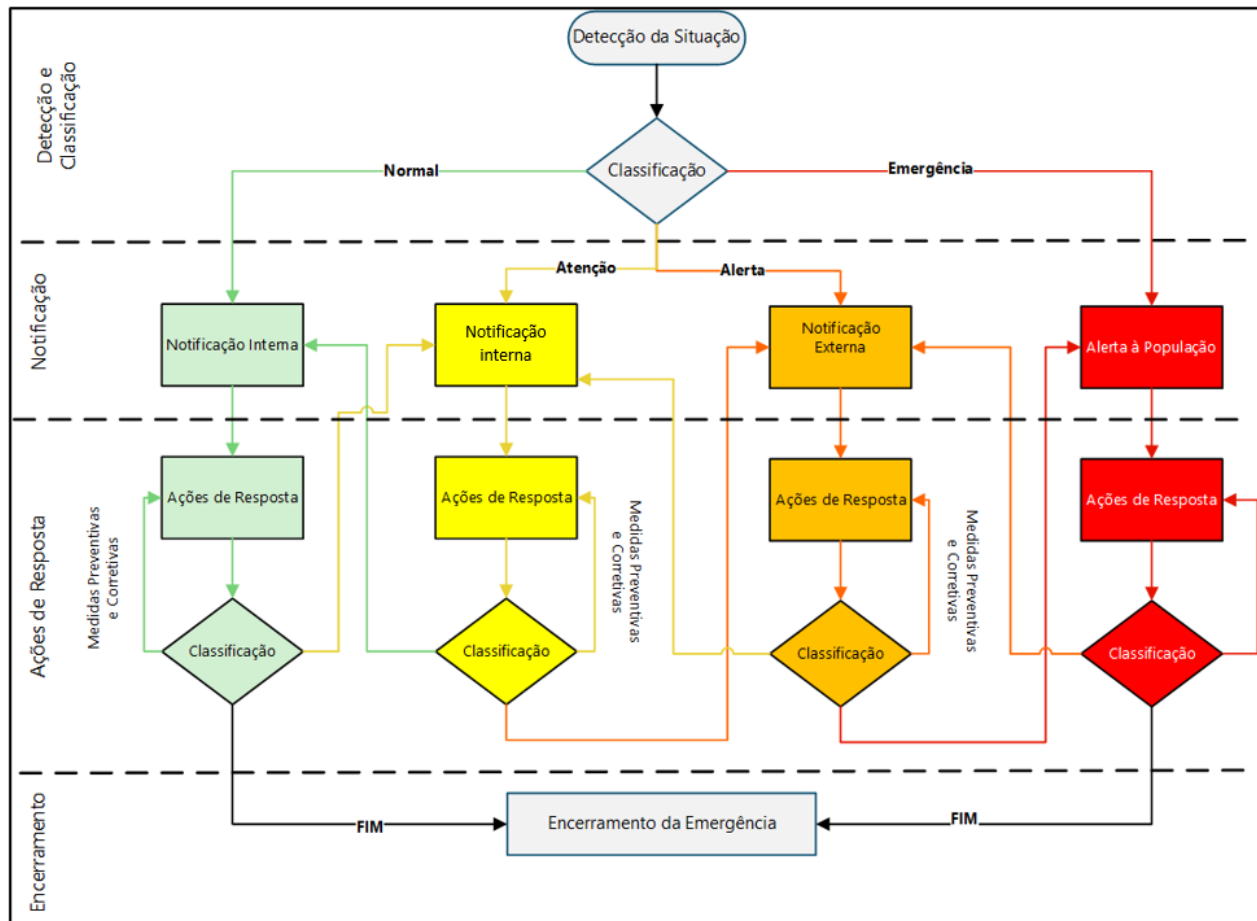
Em particular, o Coordenador do PAE tem a função de assegurar as quatro etapas de ações após a detecção de uma circunstância excepcional ou situação anômala, a saber:

- 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 18.

^{DS}
SJS

Figura 18 - 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 Salto Weissbach, 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;

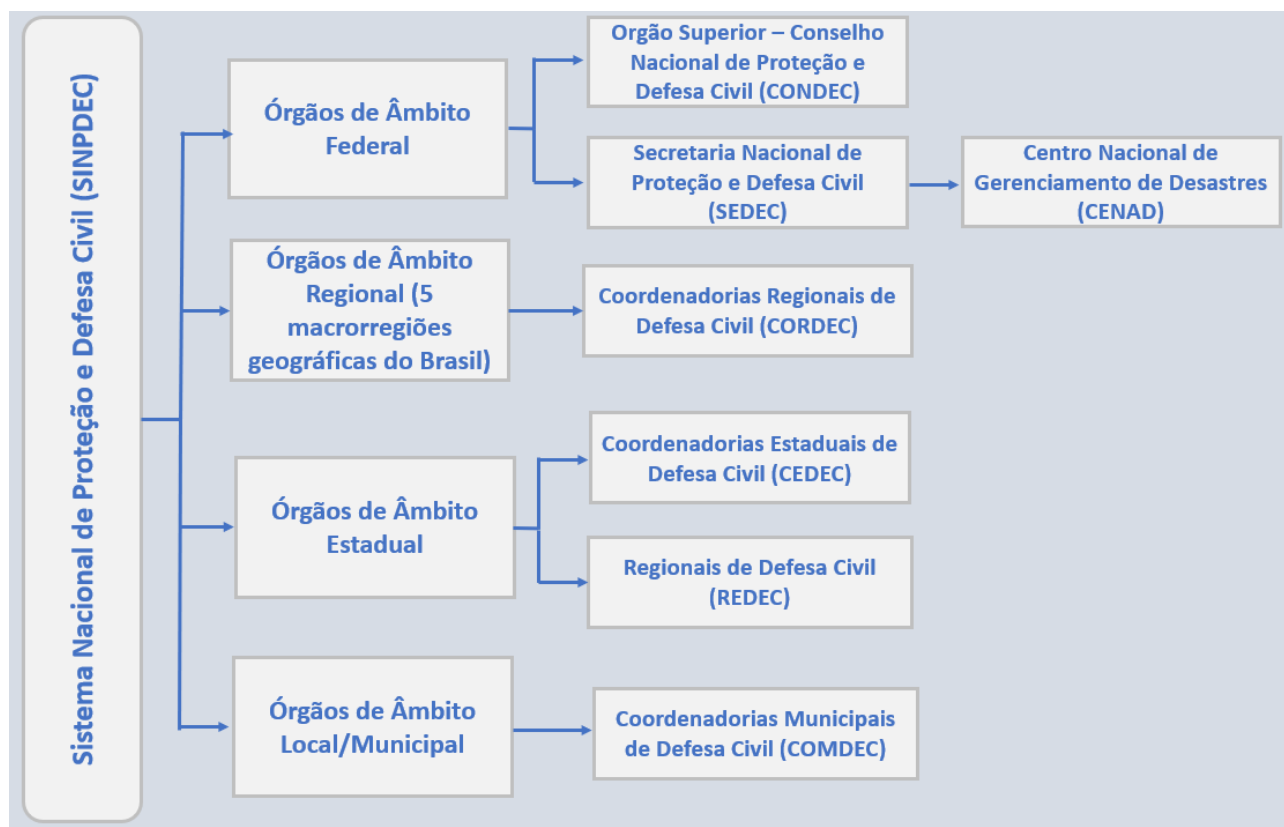
6.3. Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

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 19 apresenta a organização esquemática do SINPDEC.

Figura 19 - Organização Esquemática do SINPDEC



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

Nível Federal:

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

Nível Estadual – Santa Catarina:

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

Nível Municipal – Blumenau/SC e Gaspar/SC

- Prefeituras municipais;
- Secretarias municipais de Defesa Civil;
- 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
SJS

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

Atualização/ revisões das condições iniciais

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

7.2. Identificação e notificação de mau funcionamento

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

Serão consideradas condições de mau funcionamento:

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

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

7.3. Identificação e notificação de condições potenciais de ruptura

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

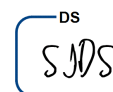
As equipes locais de conservação e manutenção, bem como o próprio centro de operação deverão estar atentas para anomalias que possam aparecer na barragem. De acordo com a

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

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

7.4. Níveis de Resposta

A classificação do nível de resposta deve ser feita de acordo com as características gerais de cada situação de emergência em potencial na barragem. O Quadro 6 apresenta a classificação genérica das situações com seus respectivos níveis de resposta.



Quadro 6 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas

Nível de resposta 0	Normal (verde): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem, mas devam ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;
	Caracterização: situações de incidente declarado ou previsível, com as seguintes características: a) Serem estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo; b) Situações de mau funcionamento sem comprometimento da operação ou às estruturas; c) Poderem ser controladas pelo Empreendedor; d) Poderem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante. e) Uma potencial situação de ruptura pode estar se desenvolvendo;
Nível de Resposta 1	Atenção (amarelo): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas;
	Caracterização: situações que impõem um estado de atenção na barragem e/ou no vale a jusante. As características principais são: a) A situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; b) Lançamento de vazões elevadas por necessidade excepcional de rebaixamento do nível do reservatório; c) Mau funcionamento das estruturas de descarga que ocasionem restrição na capacidade de extravasamento; d) Existe a convicção de ser possível controlar a situação, embora o coordenador do PAE possa vir a necessitar de assistência especial de entidades externas; e) Existe a possibilidade de a situação se agravar e de se desenvolverem efeitos perigosos no vale a jusante sobre pessoas e bens; f) Uma potencial situação de ruptura está piorando;
Nível de Resposta 2	Alerta (laranja): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
	Caracterização: Situações que impõem um estado de alerta geral na barragem. As características principais deste nível de resposta são as seguintes: a) A situação tende a progredir rapidamente, podendo não existir tempo hábil para a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; b) Admite-se não ser possível controlar o acidente, tornando-se indispensável a intervenção de entidades externas; c) Existe a possibilidade de a situação se agravar com a ocorrência de consequências muito graves no vale a jusante. d) Situação de ruptura iminente;
Nível de Resposta 3	Emergência (vermelho): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem ocasionam a ruptura total ou parcial do barramento, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem.
	Caracterização: Situação de catástrofe inevitável, incluindo o início da ruptura da barragem. Neste nível a ruptura já é visível ou constitui uma realidade a curto prazo.

A classificação do nível de resposta é feita com base na observação ou inspeção aos diferentes componentes das estruturas (que permitem a detecção de “sinais” – indicadores qualitativos – de eventuais anomalias de comportamento) e/ou através da análise dos resultados da exploração da instrumentação existente na barragem (baseando-se na definição de bandas de variação para grandezas observadas consideradas representativas do estado da obra – indicadores quantitativos). O Quadro 7 traz as ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas que podem ocorrer, associadas aos possíveis cenários e níveis de resposta resultantes. Em seguida, o Quadro 8 e o Quadro 9 trazem a classificação do nível de resposta de acordo com indicadores qualitativos detectáveis por inspeção visual.

^{DS}
SJS

Quadro 7 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Cheias	- Aumento excessivo do nível de água no reservatório - Galgamento	Estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e escoamento afluente
Sismos	- Ruptura da barragem - Inoperacionalidade dos órgãos extravasores - Perda de borda livre - Trincas e fissuras nas estruturas de concreto - Deslizamento nos taludes da barragem - Deslizamento de encostas	- Quando da ocorrência de sismos (sentidos por pessoas na área da barragem, notificados pela imprensa ou boletins emitidos por observatórios sismológicos da rede sismológica brasileira para a área da barragem) - Nível de respostas estabelecido conforme avaliação visual (danos / patologias) das estruturas após a ocorrência do sismos
Falha de órgãos extravasores ou de equipamento de operação	- Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório - Redução da capacidade de vazão - Galgamento	- Qualquer redução da capacidade extravasora ocasionará alteração para o nível de resposta superior àquele que se encontrar a barragem; - Nível de resposta inicial conforme carta de risco – função do NA no reservatório; - Vermelho (no caso de ocasionar galgamento)
Falha dos sistemas de notificação e alerta	Impossibilidade de notificação	Verde (operação em regime normal, sem tendência de elevação do NA)
	Impossibilidade de alerta	Amarelo / Laranja (operação em regime de atenção e/ou com tendência de elevação do NA)
Falha da instrumentação	- Falta de dados de observação - Dificuldade em avaliar a situação da barragem	- Verde. se a situação puder ser avaliada por inspeção visual - Amarelo, impossibilidade de avaliação visual
Anomalias relacionadas com o comportamento estrutural, a fundação e os materiais	- Fendilhação, infiltrações no corpo da barragem e fundação e movimentos diferenciais - Fenômenos de deterioração no concreto - Instabilidade estrutural, risco de ruptura - Variação de deslocamentos horizontais e verticais, movimentos de juntas, vazões e subpressões	- Deve ser avaliada por especialista - Indicadores quantitativos sempre que possível

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Deslizamentos de encostas	• Obstrução dos órgãos extravasores	• Amarelo
	• Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	• Verde / Amarelo
	• Galgamento	• Laranja / Vermelho
Ação criminosa Sabotagem Ameaça de bomba Ato de guerra	• Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório • Perda de borda livre e consequente galgamento • Instabilização de taludes • Perigo de instabilidade ou ruptura	• Amarelo • Laranja • Vermelho
Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	• Alteração da qualidade da água • Poluição do ar ou do solo	• Verde
Impactos negativos para o ecossistema	• Possibilidade de afetação da qualidade da água	• Verde
Incêndios florestais	• Possibilidade de afetar a funcionalidade da barragem	• Verde
	• Possibilidade de afetar a segurança da barragem	• Amarelo
Fatores de risco na casa de força, sala de emergência e pontos nevralgicos, acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo	• Danos pessoais	• Verde
	• Danos materiais	
	• Eventual impossibilidade de operar à distância órgãos de manobra	• Verde (pode afetar a funcionalidade)
	• Eventual impossibilidade de notificação e de alerta	• Amarelo (pode afetar a segurança)

Quadro 8 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
RESERVATÓRIO	Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	- Possibilidade de afetação da qualidade da água - Possibilidade de poluição do ar ou do solo	- Identificar a origem do derrame/descarga - Determinar a dimensão e natureza da descarga (por exemplo: diesel, óleo, lixos etc.) - Avaliar os impactos da descarga - Notificação interna para DVMM – Divisão 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	Possibilidade de afetação da qualidade da água	- 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	Obstrução das comportas e tubulações de sucção de água	- Desobstrução das comportas - Melhorias a nível da conservação do solo da bacia hidrográfica	Amarelo
	Escorregamento de taludes	- Geração de ondas que conduzem a potenciais galgamentos da obra - Obstrução do vertedouro - Obstrução da descarga de fundo/tomada de água	- Intervenções de estabilização de taludes - Rebaixamento do nível de água no reservatório - Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos	Amarelo / laranja

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
CORPO DA BARRAGEM	Subida do nível de água acima do Nível Máx. Maximorum devido a cheias superiores à cheia de projeto	Potencial galgamento da obra além dos níveis seguros	- Rebaixamento do nível de água no reservatório (operação de órgãos de descarga) - Observação constante	Laranja / Vermelho
	Movimentos, fissuras e trincas Erosões Zonas úmidas e/ou ressurgências nos taludes/paramentos de jusante ou na inserção da barragem na fundação; Patologias nas estruturas de concreto;	- Perda de borda livre - Erosão ou infiltração interna - Instabilidade do corpo do maciço - Instabilidade global maciço ou interface maciço-fundação;	- Rebaixamento do nível de água no reservatório - Obras de reabilitação a definir consoante o tipo e magnitude do problema (por exemplo: alteamento da crista, rebaixamento da soleira, execução de bermas estabilizadoras e de drenagem a jusante, obras de impermeabilização a montante etc.) - Observação constante	Verde a Vermelho
OMBREIRAS DA BARRAGEM	Ressurgências nas ombreiras	Carreamento de material fino / erosão nas interfaces do maciço com ombreiras, e fundação	- Intervenções de impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante - Observação constante - Avaliar conforme planos específicos Anexos V.11 ou V.13	Verde a Laranja
TOMADA D'ÁGUA E DESCARGAS DE FUNDO	Deterioração das paredes da galeria ou estrutura de suporte dos condutos; Deterioração do conduto; Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água	- Instabilidade estrutural da galeria ou estrutura de suporte dos condutos - Perda de estanqueidade da galeria - Erosão interna do aterro - Perda da capacidade de descarga	- Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria - Reforço estrutural da galeria - Substituição dos trechos de conduto danificados - Observação constante	Verde a vermelho

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
VERTEDOIRO	Movimentos, erosões, fissuras, fendas Deposição de materiais/obturação	- Alterações químicas do concreto - Instabilidade estrutural - Modificação das condições de escoamento	- Intervenções de reabilitação - Intervenções de limpeza/ reposição das condições de escoamento - Reforço estrutural - Observação	Verde a vermelho
	Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação	- Potencial instabilidade estrutural da bacia - Erosão do pé da barragem	- Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outro tipo de obras - Proteção do pé da barragem - Observação	Amarelo a vermelho
INSTRUMENTAÇÃO	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente da instrumentação	Ocorrência de funcionamentos anômalos do corpo da barragem e/ou fundação, associados às grandezas em observação, sem possibilidade de detecção.	- Intervenções de reabilitação e/ou substituição da instrumentação - Reforço da atividade de inspeção de segurança	Verde / amarelo
EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente	Prejuízo à operação de aproveitamento hidroelétrico ou à captação d'água	Intervenções de reabilitação e/ou substituição de componentes	Verde / Amarelo

DS
SJS

Quadro 9 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela instrumentação de auscultação

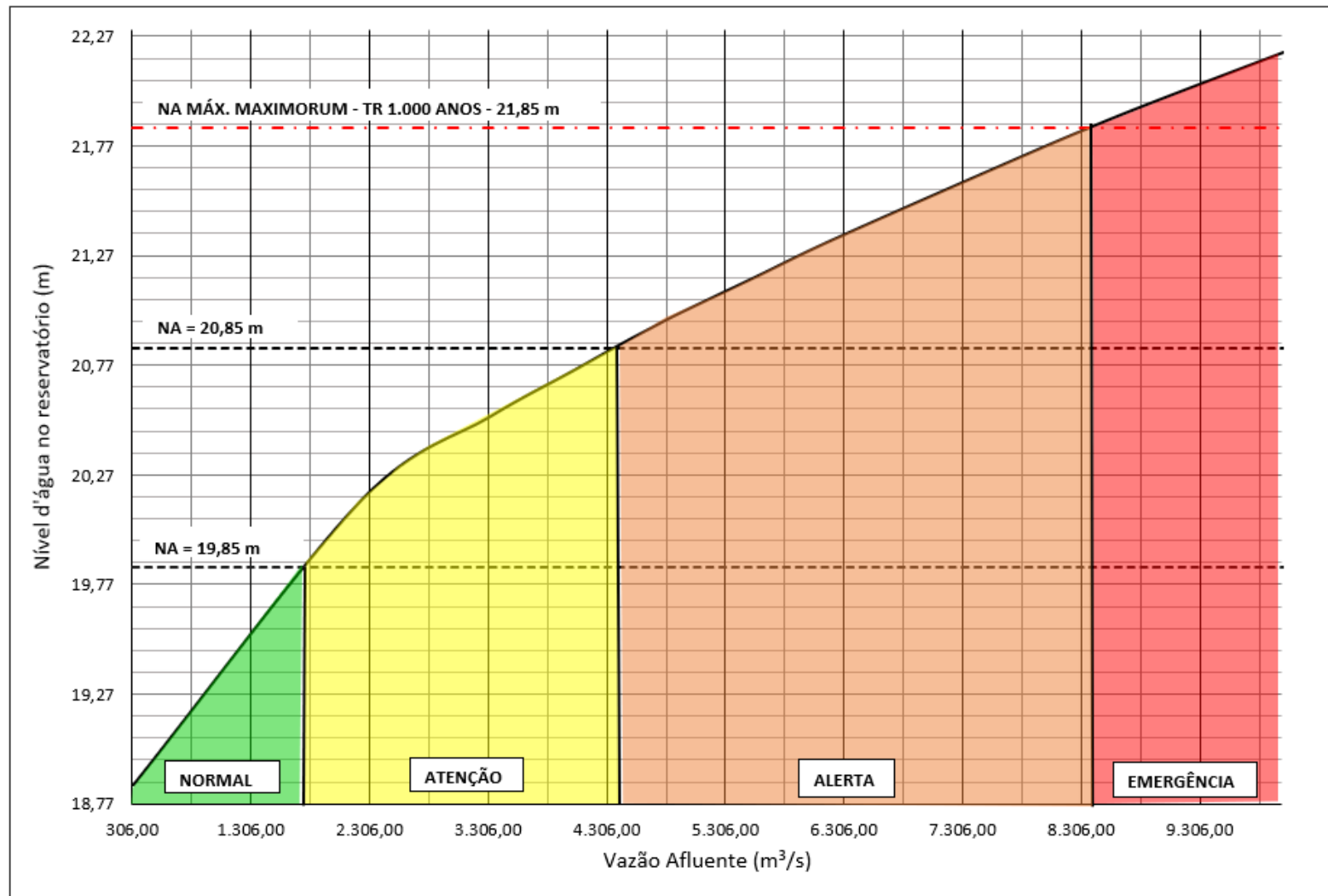
Dispositivos	Grandeza	Situação	Cenários possíveis de incidentes/acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Réguas Limnimétricas	Nível do Reservatório	Incremento/decaimento importante e/ou inesperado e/ou rápido, não associado às condições pluviométricas e/ou meteorológicas;	- Piping na fundação; - Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação (bacia de sedimentos de fundo); - Instabilização do de estruturas pela redução rápida na parcela de empuxo passivo;	- Operação hidráulica do reservatório, aumentando ou diminuindo a vazão captada/efluente, conforme necessidade; - Imediata investigação das causas; - Obras de reabilitação envolvendo a região da fundação e/ou corpo do barramento; - Intensificação da observação;	Laranja
Marcos superficiais nas estruturas de concreto	Movimentos superficiais	- Incremento importante dos recalques (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa, analisar níveis piezométricos) - Incremento importante dos deslocamentos horizontais (verificar se ocorreram alterações dos níveis do reservatório e a que taxa)	- Erosão ou infiltração interna - Degradação das estruturas - Instabilidade global do maciço ou interface maciço-fundação - Recalques/perda de borda livre - Galgamento/erosão externa - Abatimentos/perda de borda livre/galgamento/erosão externa	- Obras de reabilitação (por exemplo, bermas estabilizadoras, reposição da cota da crista inicial, alteamento da crista etc.) - Intensificação da observação	Amarelo/laranja
Medidores de vazão de percolação	Vazão	- Incremento importante das vazões totais (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa). Vazões medidas superiores às calculadas no projeto - Material fino em suspensão carregados pelas águas de percolação	- Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação ou barragem - Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos - Colmatação de filtros e drenos - Erosão interna	- Rebaixamento do nível do reservatório - Drenagem - Obras de reabilitação (por exemplo, reforço dos órgãos de impermeabilização, implementação de obras de drenagem e de proteção etc.) - Intensificação da observação	Amarelo/laranja

Assim, havendo a situação de cheia excepcional ou alguma anomalia que implique em risco eminente às barragens, o responsável técnico deve avaliar a situação e atribuir o nível de resposta correspondente, conforme o PAE do empreendimento, desencadeando o fluxograma de notificação e implementando as ações necessárias. Traz-se, no Quadro 10 e Figura 20, a carta de risco da usina, relativa ao estado operacional conforme condição hidrológica e/ou estrutural.

Quadro 10 - Carta de Risco – UHE Salto Weissbach

Estado Operacional	Condições e Situações
0 – Verde (Normal)	• NA até a elevação 19,85 m*; • Monitorar a elevação de nível do reservatório e ocorrência de impactos de alagamentos à jusante;
1 – Amarelo (Atenção)	• NA entre a elevação 19,85 m e 20,85 m**; • Monitoramento intenso das vazões afluentes e do NA do reservatório, manter equipes em prontidão; • Observação contínua de possíveis sinais e anomalias correlatas à rompimento estrutural***;
2 – Laranja (Alerta)	• NA acima da elevação 20,85 m e até 21,85 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)	• NA subindo acima da elevação 21,85 m (NA Máx. Maximorum), causando e enchentes extremas a jusante; • Ocorrência de ruptura por falha estrutural/anomalias, independentemente do nível do reservatório; • Desencadear ações e comunicações previstas no PAE;
OBSERVAÇÃO: O Estado Operacional “3 – Vermelho” poderá ocorrer em qualquer situação hidrológica, em função de anomalias e situações excepcionais (sismos, desmoronamentos etc.) e que podem levar ao comprometimento estrutural das estruturas. * Nível de invasão de água na casa de máquinas pelo piso da ponte; ** Topo do muro interno do canal de adução; *** As verificações da estabilidade estruturais dos barramentos, conforme documento 5062-CEG-6C-MCBA-013-01-20 indicaram, mesmo em cenários de carregamento e níveis d'água normais, o não atendimento aos fatores de segurança mínimos requeridos, no entanto há relatos da equipe operacional de vertimento com lâminas d'água acentuadas sobre as soleiras e sem desestabilização ou danos graves às estruturas.	

Figura 20 - Gráfico: Carta de Risco – Salto Weissbach



DS
SND

7.5. Ações a Implementar

Quadro 11 - Nível de resposta verde: ações a implementar

Ação	Quando	Responsável	Como
- Comunica o COG e coordenador do PAE, acerca da anomalia - Registra data e hora do início da ocorrência.	Assim que verificada a situação	Observador (operador / COG / equipe local)	Telefone e/ou pessoalmente
- Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência - Declara manutenção do nível de resposta Verde	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Coordenador do PAE	Registro interno (e-mail e/ou planilhas de controle)
- Notifica os recursos internos no sentido de manterem a normal operação, mas “intensificarem o monitoramento ou a observação” - Quando justificável, promove contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas: para coletar informação das afluições, meteorológica ou sísmológica	Após identificar nível de resposta	Coordenador do PAE	Telefone ou pessoalmente Faz registro formal por e-mail e/ou aplicativo de mensagens
- Inspeção da barragem; - Especifica medidas preventivas e/ou corretivas; - Instrui a operação dos reservatórios de modo a manter a sua operação segura.	Após identificar o nível de resposta	Coordenador do PAE e/ou equipes de operação designadas	Relatórios texto e fotográfico Mensagens operativas Especificações de serviços
- Intensifica o monitoramento das afluições ou a observação da barragem - Monitora as descargas para jusante da barragem - Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários - Registra todas as observações e ações	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a ocorrência	DPOM e Coordenador do PAE	Telefone ou pessoalmente Registro por e-mail e/ou aplicativo de mensagens

DS
SIDS

Ação	Quando	Responsável	Como
- Implementa medidas preventivas e corretivas: - realiza descargas, no caso de cheias; - controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-o de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas; - eventualmente promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências.	Durante a ocorrência	Chefe do DPOM	Execução das ações por meio de equipe própria e/ou terceirizada
- Verifica: i) se as medidas implementadas são eficazes ou se a situação deixa de evoluir; ii) se a situação evolui para o nível de resposta Amarelo.	Após aplicação das medidas	Coordenador do PAE	i) Planilha de controle; ii) Aciona o fluxograma de notificação

DS
SIDS

Quadro 12 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
- Comunica o COG e coordenador do PAE, acerca da anomalia - Registra data e hora do início da ocorrência.	Assim que verificada a situação.	Telefone ou pessoalmente	Observador (operador / COG / equipe local)
- Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente - Declara nível de resposta Amarelo	Após detecção da anomalia ou ocorrência	- E-mail. (registro) - Notificação de mau funcionamento ou condição potencial de ruptura	Coordenador do PAE
- Notifica as equipes internas: -no caso de cheias ou deslizamento iminente de encostas: notificação de estado de vigilância permanente – 24h/dia; -nos casos restantes: notificação no sentido de “intensifiquem o monitoramento ou a observação” - Quando justificável, buscar informações com entidades externas com responsabilidades instituídas para informação das afluências, sísmica ou meteorológica	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente Registro por e-mail	Coordenador do PAE
- Implementa o monitoramento contínuo das afluências ou a observação mais intensa da barragem - Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante - Registra todas as observações e ações - Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e alerta - Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Telefone; Relatórios; E-mail;	Coordenador do PAE

Ação	Quando	Como	Responsável
- Inspeção da barragem; - Instrui a operação dos reservatórios; - Instrui a realização de descargas em casos de cheia; - Especifica medidas preventivas e/ou corretivas na estrutura da barragem. - Caso necessário, promove o deslocamento de equipe especializada (terceira) para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas.	Durante a situação	Telefone; Pessoalmente; Relatórios; E-mail;	Coordenador do PAE
Implementa medidas preventivas e corretivas especificadas;	Durante a situação	Execução das ações por meio de equipe própria e/ou terceirizada	Chefe DPOM
- Notificação entre barragens a montante (para diminuição de descargas) e a jusante, se existentes; - Caso a ocorrência se prolongue, faz o registro da mesma para constar no relatório do próximo ciclo de inspeção regular;	Durante a situação	Telefone e registro por e-mail	Coordenador do PAE
Verifica se as medidas implementadas são eficazes e se a situação retrocede para o nível de resposta Verde (elaborando o relatório de encerramento de eventos);	Após aplicação das medidas	Relatório; Declaração de Encerramento; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
Verifica se a situação evolui para o nível de resposta Laranja.	Após aplicação das medidas	Relatório; Telefone; E-mail; Declaração de Início de Situação de Emergência Laranja	Coordenador do PAE

Quadro 13 - Nível de resposta laranja: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
- Comunica o COG e coordenador do PAE, acerca da anomalia; - Registra data e hora do início da ocorrência.	Assim que verificada a situação.	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)	Observador (operador / COG / equipe local)
- Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente - Declara nível de resposta Laranja	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Declaração de início de ocorrência E-mail. (registro)	Coordenador do PAE
Notifica as autoridades de Defesa Civil estadual e municipal, com envio da notificação de início de ocorrência	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)	Coordenador do PAE
- Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente - 24h/dia - Notifica Empreendedor (Responsável Legal) - Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas, para informação sobre as afluência, sísmica ou meteorológica; - Notifica a entidade fiscalizadora (ANEEL)	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; Formaliza registro por e-mail	Coordenador do PAE e Chefe do DPOM
- Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento não necessário para a gestão da emergência; - Condiciona o acesso à zona da barragem - Implementa o monitoramento contínuo das afluências ou a observação mais intensa da barragem - Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante - Registra todas as observações e ações - Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, gerador, dos Sistemas de notificação e de alerta - Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Telefone ou pessoalmente; Registro por e-mail	Coordenador do PAE e Chefe do DPOM

Ação	Quando	Como	Responsável
Estabelece os canais de diálogo para: - informe de potencial risco à população a jusante e ZAS; - prestação de informações úteis e auxílio a eventuais afetados pelo incidente;	Durante e após a situação de alerta	Telefone ou pessoalmente; Registro por e-mail	Coordenador do PAE
- Monitoramento dos níveis; - Operação dos dispositivos de descarga; - Registra as observações;	Durante a situação de alerta	Relatório; E-mail; Sistema de monitoramento;	DPOM e COG
- Instrui a realização de medidas preventivas e corretivas, tais como: - abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até o limite máximo fisicamente possível, no caso de cheias ou deslizamento de encostas; - Manutenção da máxima geração para rebaixamento do nível no caso de cheias e/ou deslizamento de encostas; - deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do acidente e propor medidas.	Durante a situação de alerta	Inspeção Local; Relatório; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
- Notificação entre entidades aplicáveis: - Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante, se existentes; - Órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros). - Mantém o contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente; - Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação;	Durante a situação de alerta	Relatório; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE

Ação	Quando	Como	Responsável
Implementa medidas preventivas e corretivas especificadas;	Durante a situação	Execução das ações por meio de equipe própria e/ou terceirizada	Chefe DPOM
Aciona o sinal de descarga ou de aviso para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação da população na ZAS	Durante a situação	Lista de contatos; Telefone; E-mail; Instruções ao COG;	Coordenador do PAE
Avalia a necessidade e toma as medidas necessárias para execução de inspeção especial, conforme Resol. ANEL 696/2015;	Durante e após a situação	Inspeção local; Equipes especializadas; Relatório;	Coordenador do PAE
Verifica se as medidas implementadas são eficazes e se a situação retrocede para os níveis de resposta Verde ou Amarelo (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência);	Após aplicação das medidas	Relatório; Declaração de Término de Situação de Alerta Reclassifica a situação; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
Verifica se a situação evolui para nível de resposta Vermelho.	Após aplicação das medidas	Relatório; Declaração de Início de Situação de Emergência Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE

Quadro 14 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar

Ação	Quando	Como	Responsável
- Comunica o coordenador do PAE e o COG acerca da situação. - Registra data e hora do início da ocorrência.	Assim que verificada a situação.	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)	Observador (operador / COG / equipe local)
- Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente - Declara nível de resposta Vermelho	Após detecção da anomalia ou ocorrência	E-mail / registro formal	Coordenador do PAE
Notificas as autoridades de Defesa Civil estadual e municipal, com envio da notificação de início de situação de emergência	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; Registro oficial por e-mail	Coordenador do PAE
- Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente - 24h/dia - Notifica Empreendedor (Responsável Legal) - Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas, para informação sobre as afluências, sísmica ou meteorológica; - Notifica a entidade fiscalizadora (ANEEL)	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; Formaliza registro por e-mail	Coordenador do PAE
- Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento a não ser o estritamente fundamental para a gestão da emergência - Veda o acesso à zona da barragem - Implementa o monitoramento contínuo das afluências ou a observação mais intensa da barragem; - Registra todas as observações e ações - Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, geradores, dos sistemas de notificação e de alerta - Mobiliza os meios de apoio humanos (os estritamente fundamentais), bem como os recursos materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de emergência	Telefone ou pessoalmente; Formaliza registro por e-mail	Coordenador do PAE e Chefe do DPOM

Ação	Quando	Como	Responsável
Aciona os sistemas de notificação e alerta, desencadeando os fluxos de informações previstos para evacuação da população na ZAS e estruturas a jusante	Durante a situação de emergência	Lista de contatos do PAE; Telefone; Sistemas de notificação; Registro por e-mail.	Coordenador do PAE
- Monitoramento dos níveis; - Operação dos dispositivos de descarga; - Registra as observações;	Durante a situação de emergência	Relatório; E-mail; Sistema de monitoramento;	DPOM e COG
- Implementa medidas preventivas e corretivas: - Procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso de cheias e deslizamento de encostas; - Procede a parada total das casas de força e abertura dos poços de drenagem; - Reduz o armazenamento ou esvazia o reservatório, no caso de sismos, anomalia do comportamento estrutural ou atos de guerra; - Outras que se fizerem necessária;	Durante a situação de emergência	Telefone ou pessoalmente; Instruções ao COG; Registro por e-mail.	Coordenador do PAE e Chefe do DPOM
- Notificação entre entidades: - Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante, se existentes; - Órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros). - Mantém o contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente; - Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação;	Durante a situação de emergência	Relatório; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
Avalia a necessidade e toma as medidas necessárias para execução de inspeção especial, conforme Resol. ANEL 696/2015;	Durante e após a situação	Inspeção local; Equipes especializadas; Relatório;	Coordenador do PAE

DS
SJS

Ação	Quando	Como	Responsável
Verifica se as medidas implementadas são eficazes e se a situação retrocede para o nível de resposta Laranja, Amarelo ou Verde;	Após aplicação das medidas	Reclassifica o nível de segurança; Telefone; E-mail;	Coordenador do PAE
Se ocorre a ruptura e elabora o relatório de encerramento de eventos de emergência e envio às entidades envolvidas	Após a aplicação das medidas e situação	Relatório Reuniões; E-mail Cartas/Comunicados.	Coordenador do PAE
- Emite os comunicados para a população afetada e autoridades, informando extensão e medidas adotadas pelo empreendedor para mitigação/correção dos danos; - Operacionaliza os canais de diálogo para auxílio e prestação de informações à população afetada.	Durante e após a situação de emergência	Relatório; Comunicados oficiais; E-mail;	Coordenador do PAE e Empreendedor

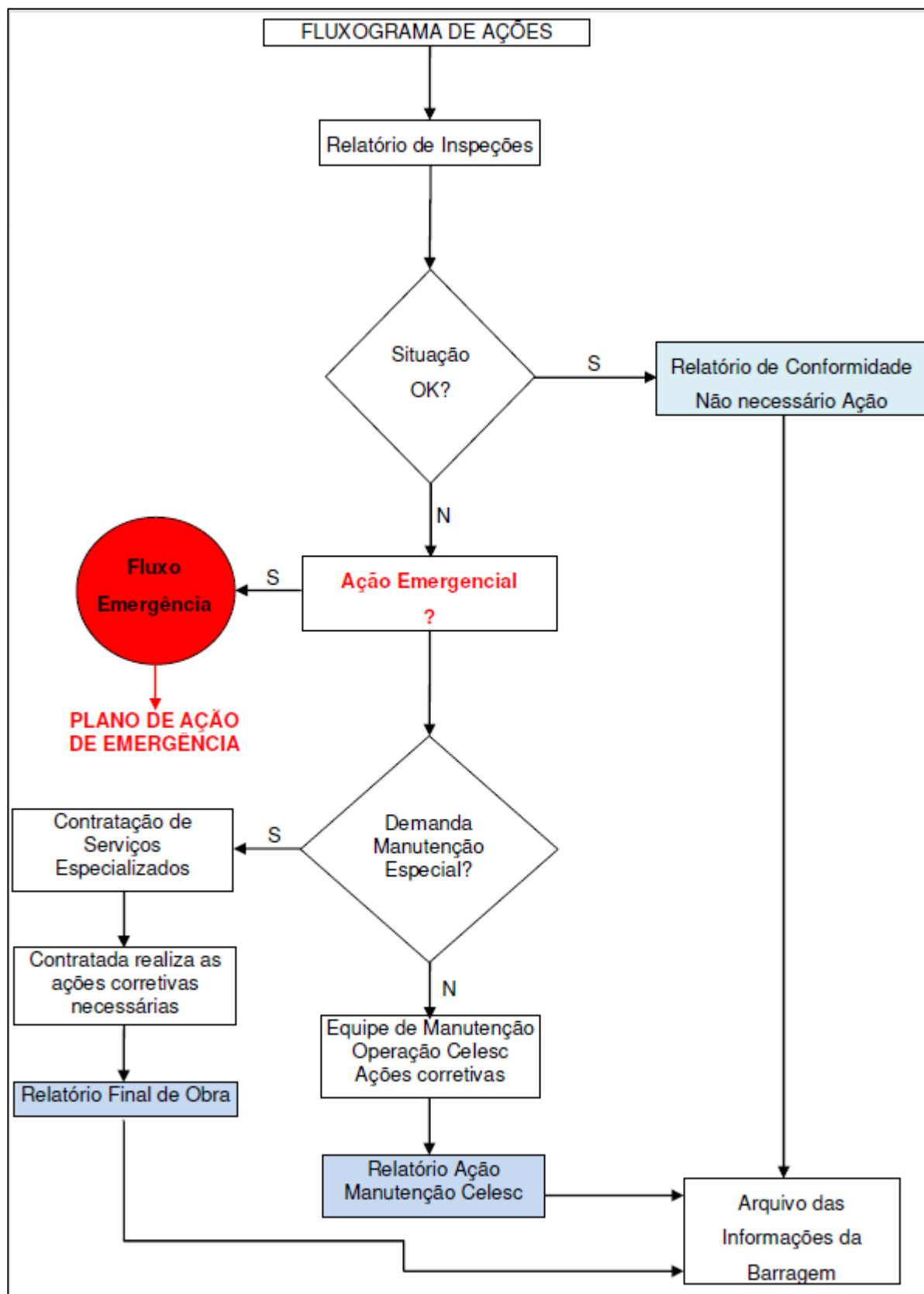
7.6. Plano de Ações Específicas para contingências

Apresenta-se, no ANEXO V, uma série de situações com as respectivas ações a serem implementadas no caso de sua ocorrência, a fim de prevenir ou retardar a ruptura, reduzir o dano à(às) barragem(ens) 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 Salto Weissbach, a Figura 21 traz um fluxograma sintético do desencadeamento das ações com base nas situações constatadas, de modo que as ações corretivas e preventivas, quando não enquadradas em uma situação emergencial, devem ser endereçadas aos responsáveis técnicos da barragem e do Departamento de Operação e Manutenção (DPOM).

DS
SJS

Figura 21 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança



DS
SJS

8. ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO

Relatório de Referência – ISB-6090-SWB-007-00

8.1. Contextualização

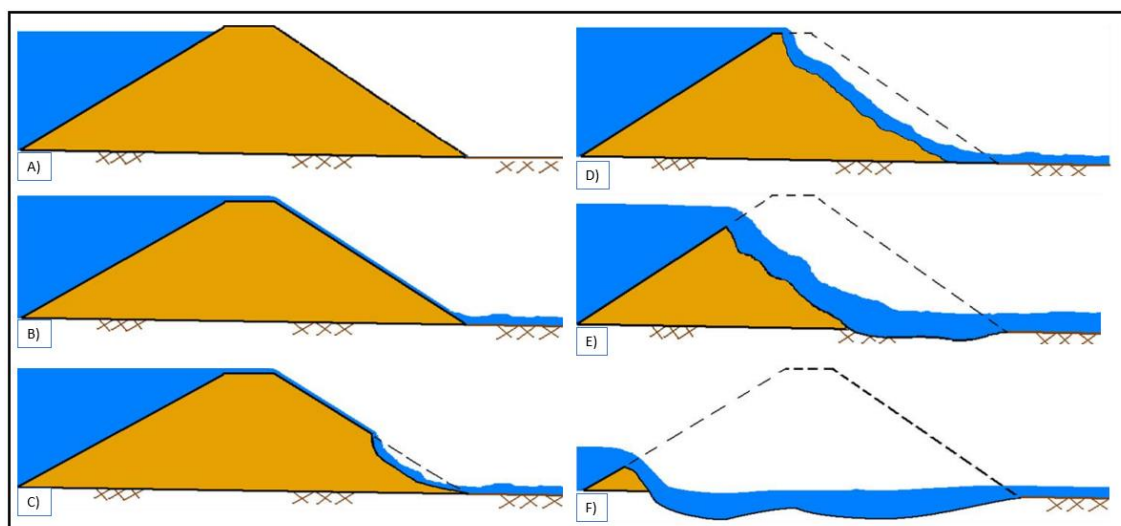
As simulações do estudo de rompimento das barragens da UHE Salto Weissbach foram embasadas em manuais e estudos usualmente referenciados em estudos deste tipo. Dentre esses documentos se destaca o Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, especificamente o Volume IV – Guia de orientação e 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 22 ilustra as etapas de ocorrência de ruptura ocasionada por galgamento em barragens de terra.

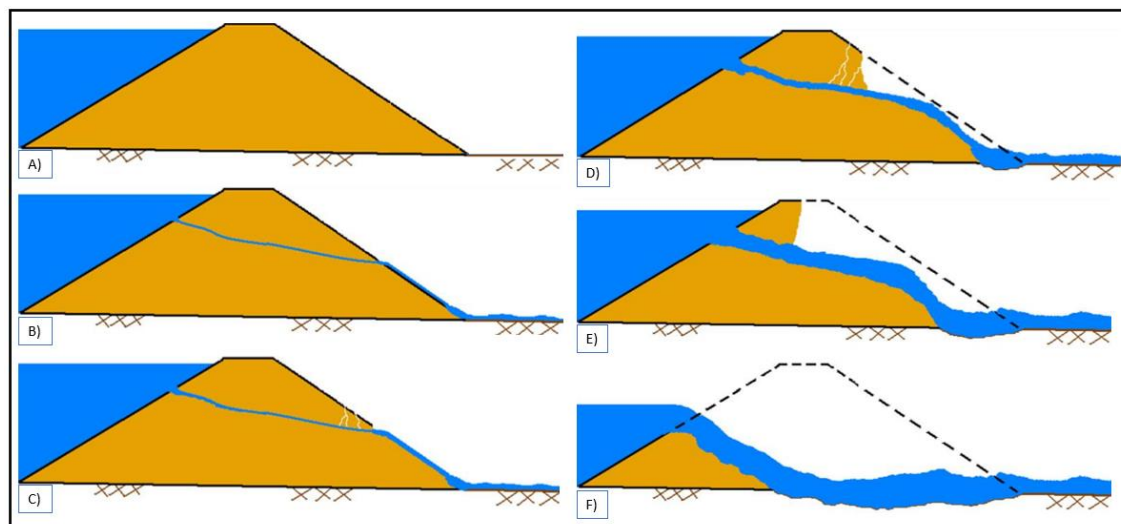
Figura 22 - Processo de ruptura por galgamento em barragem



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 23. Ao passo que a água vai se infiltrando internamente dentre o material mal compactado, pode passar a existir o carreamento de material para fora da barragem, dando origem ao primeiro caminho preferencial interno no maciço, que tem fim em um pequeno orifício no talude de jusante. Enquanto o material vai erodindo, orifícios maiores vão se formando a jusante da barragem, devido às velocidades de arraste do fluxo de água no local. Se o orifício de gerado for grande o suficiente, o peso do material acima dele pode ser muito grande para ser mantido, havendo então a queda e consequente perda de material no sentido de jusante para montante, o que pode resultar em orifícios ainda maiores, resultando na formação de uma brecha de ruptura.

Figura 23 - 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).

8.2. Metodologia

As simulações de deslocamento de onda de cheia ao longo do vale de jusante da UHE Salto Weissbach 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 Salto Weissbach, bem como os dados de entrada e premissas adotadas são especificados a seguir.

8.3. Cenários simulados

Todos os cenários foram simulados considerando uma vazão afluente constante inicial com vistas a calibração do modelo. Nos cenários de cheias naturais, o aporte dos hidrogramas teve início 48 horas após o início das simulações e vazão de pico aproximadamente 7 dias após o início. 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, de modo que o início da forma das brechas coincida com os picos dos hidrogramas afluentes.

Quanto as parâmetros de formação das brechas, os mesmo foram definidos conforme a tipologia de cada estrutura. O Quadro 15 traz a síntese dos cenários simulados e suas características.

Quadro 15 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da UHE Salto Weissbach

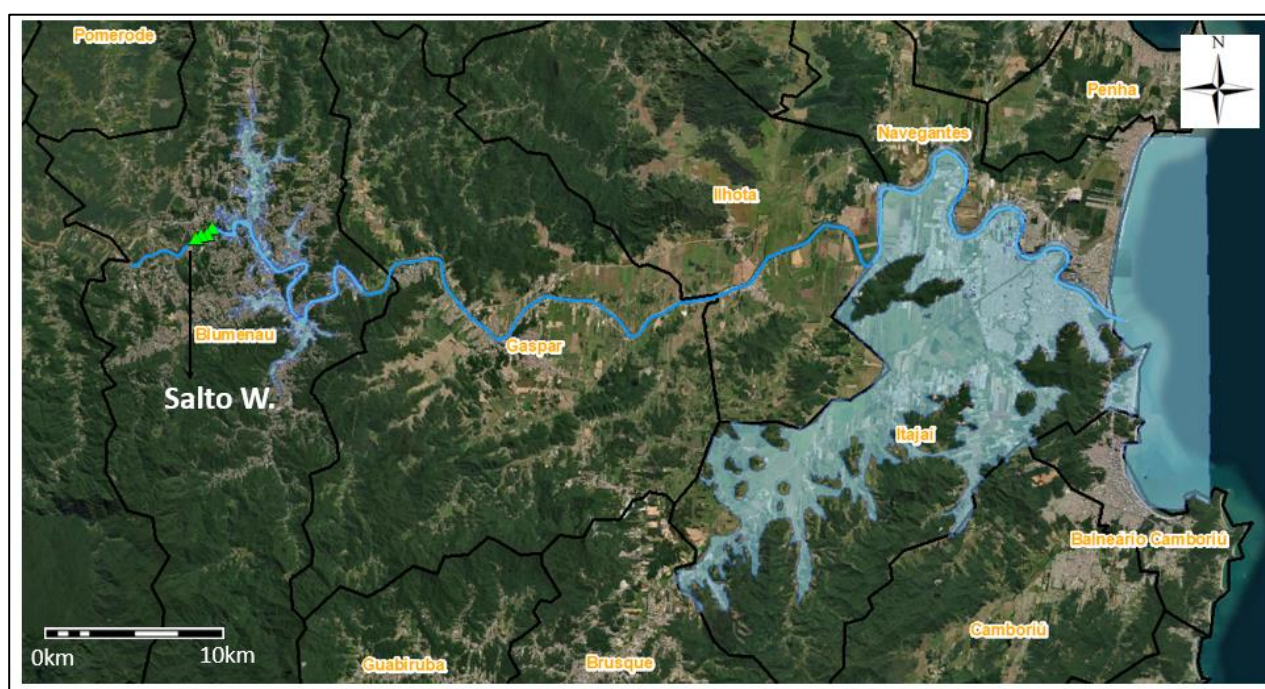
#	Cenário simulado	Vazão afluyente	NA inicial (m)	Observação/ Parâmetros de Formação da Brecha
N1	Sem rompimento – TR 10	Cheia TR 10 anos	18,87 (média CCVs)	-
N2	Sem rompimento – TR 100	Cheia TR 100 anos	18,87 (média CCVs)	-
N3	Sem rompimento – TR 1.000	Cheia TR 1000 anos	18,87 (média CCVs)	-
R4	Rompimento em “Sunny day” (Vazão e NA normais)	306 m³/s – Vazão Média*	18,87 (média CCVs)	- Gatilho associado a falha estrutural Barragem I; - Retangular, inclinação vertical; - Altura aprox. até a base da barragem; - Largura 200 m, praticamente toda extensão; - Tempo de formação 6 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
R5	Rompimento – Cheia TR 10	Cheia TR 10 anos*	18,87 (média CCVs)	- Gatilho associado a falha estrutural Barragem I; - Retangular, inclinação vertical; - Altura aprox. até a base da barragem; - Largura 200 m, praticamente toda extensão; - Tempo de formação 6 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
R6	Rompimento – Cheia TR 100	Cheia TR 100 anos*	18,87 (média CCVs)	- Gatilho associado a falha estrutural Barragem I; - Retangular, inclinação vertical; - Altura aprox. até a base da barragem; - Largura 200 m, praticamente toda extensão; - Tempo de formação 6 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma

#	Cenário simulado	Vazão afluyente	NA inicial (m)	Observação/ Parâmetros de Formação da Brecha
R7	Rompimento – Cheia TR 1.000	Cheia TR 1000 anos*	18,87 (média CCVs)	- Gatilho associado a falha estrutural Barragem I; - Retangular, inclinação vertical; - Altura aprox. até a base da barragem; - Largura 200 m, praticamente toda extensão; - Tempo de formação 6 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
ZAS	Rompimento em situação de cheia mas sem extravasamento da calha do rio	1275 m³/s	18,87 (média CCVs)	- Situação de intermediária entre cenário R4 e R5, com lâmina d'água de 1,0 m vertendo; - Gatilho associado a falha estrutural Barragem I; - Retangular, inclinação vertical; - Altura aprox. até a base da barragem; - Largura 200 m, praticamente toda extensão; - Tempo de formação 6 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma

DS
SJS

Foi modelo ainda um cenário adicional para calibração, buscando-se fazer a reprodução do evento hidrológico de set/2011, a partir dos dados das estações 83840000 e 83900000. Neste caso, os resultados foram comparados com os dados da Defesa Civil de Blumenau que mapeou os limites da inundação do referido evento. O resultado desse mapeamento é apresentado na Figura 24, em que é possível observar que os limites da inundação utilizados (para o município de Blumenau e Itajaí) respeitam os limites municipais. O efeito da inundação nos municípios de Gaspar e Ilhota não é apresentado por não se ter a disponibilidade de tais dados.

Figura 24 - Inundação associada ao evento de set/2011 para os municípios de Blumenau e Itajaí



8.4. Dados de entrada

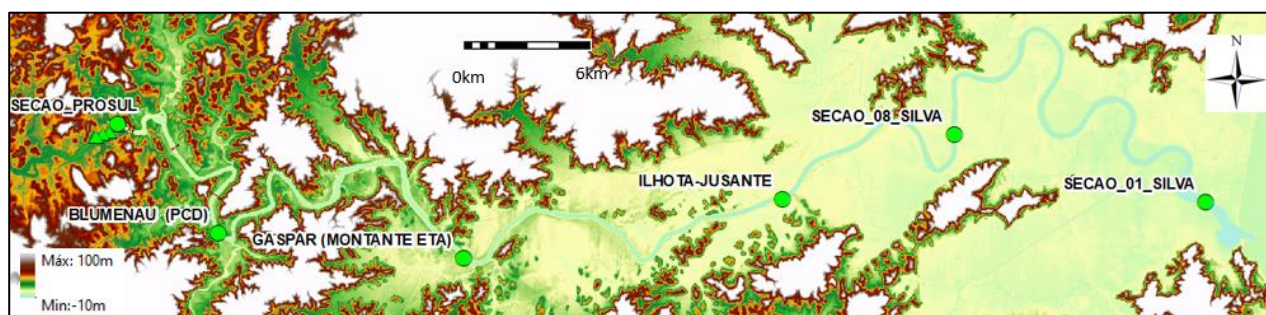
8.4.1. Topografia

Foram utilizados os modelos digitais de terreno disponíveis do Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina¹. A restituição da hidrográfica dos corpos hídricos nos vales a jusante nos modelões de elevação disponíveis no SIGSC, para a área de estudo, apresenta boa representação. Em complemento, para ajuste e representação fidedigna da calha do Rio Itajaí-Açu, onde os dados da aerofotogrametria do Estado de Santa Catarina são limitados, foram aplicadas técnicas de *stream burning* no MDT obtido do SIGSC, tendo como base as

¹ <http://sigsc.sc.gov.br>

informações de seções topobatimétricas a jusante da Usina já disponíveis. A Figura 25 mostra o MDT final empregado nos estudos de rompimento.

Figura 25 – 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 $n=0,030$ para áreas cobertas por água na condição normal, como rios e reservatórios, e $n=0,08$ 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 as estruturas da UHE Salto Weissbach são estruturas de gravidade em concreto e/ou pedra argamassada, adotou-se uma brecha com inclinação vertical e formato retangular. O tempo de formação em foi de 6 minutos. A ruptura simulada foi a da Barragem I, adjacente à Usina. Para as alturas das brechas foram adotadas alturas próximas da totalidade da altura da estrutura e uma largura de 200 m, que corresponde praticamente a toda extensão da mesma.

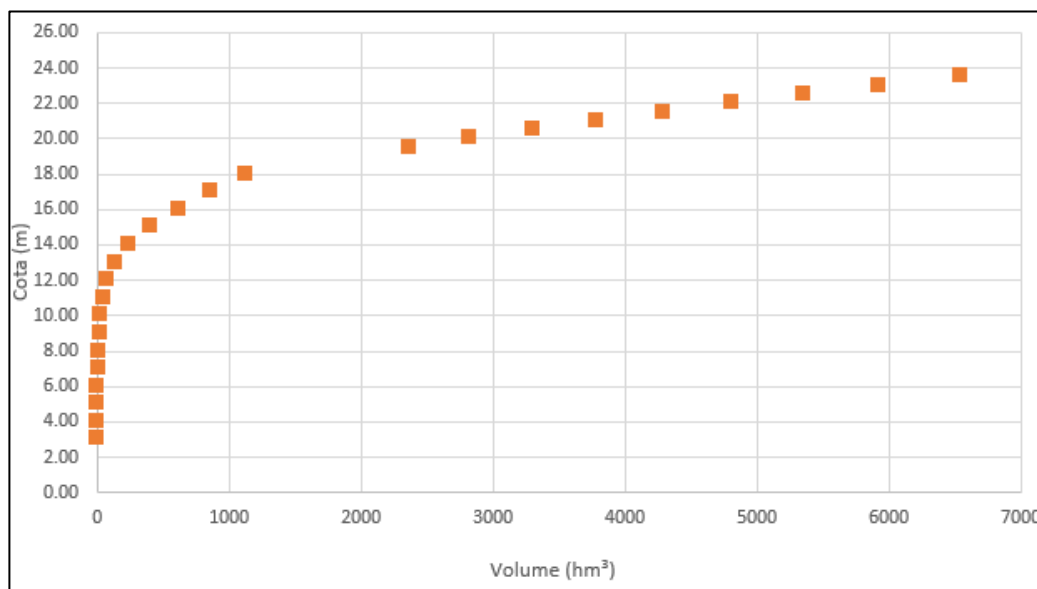
8.4.4. Curva Cota x Área x Volume

A Figura 26 mostra a curva cota-área-volume do reservatório da UHE Salto Weissbach, utilizada no estudo, a qual foi obtida a partir da junção de duas informações: (i) CAV apresentada

DS
SJS

no relatório de atualização dos estudos hidrológicos e; (ii) CAV gerada a partir do MDT utilizado para representar a topografia local, a partir da cota de 18 metros. Segundo essa curva, o reservatório de Salto tem algo da ordem de 6,5 hm³ na cota de 23,5 metros. A CAV associada à barragem foi inserida no modelo hidrodinâmico montado para caracterizar o reservatório como área de armazenamento.

Figura 26 - Curvas cota-área-volume do reservatório da UHE Salto Weissbach.



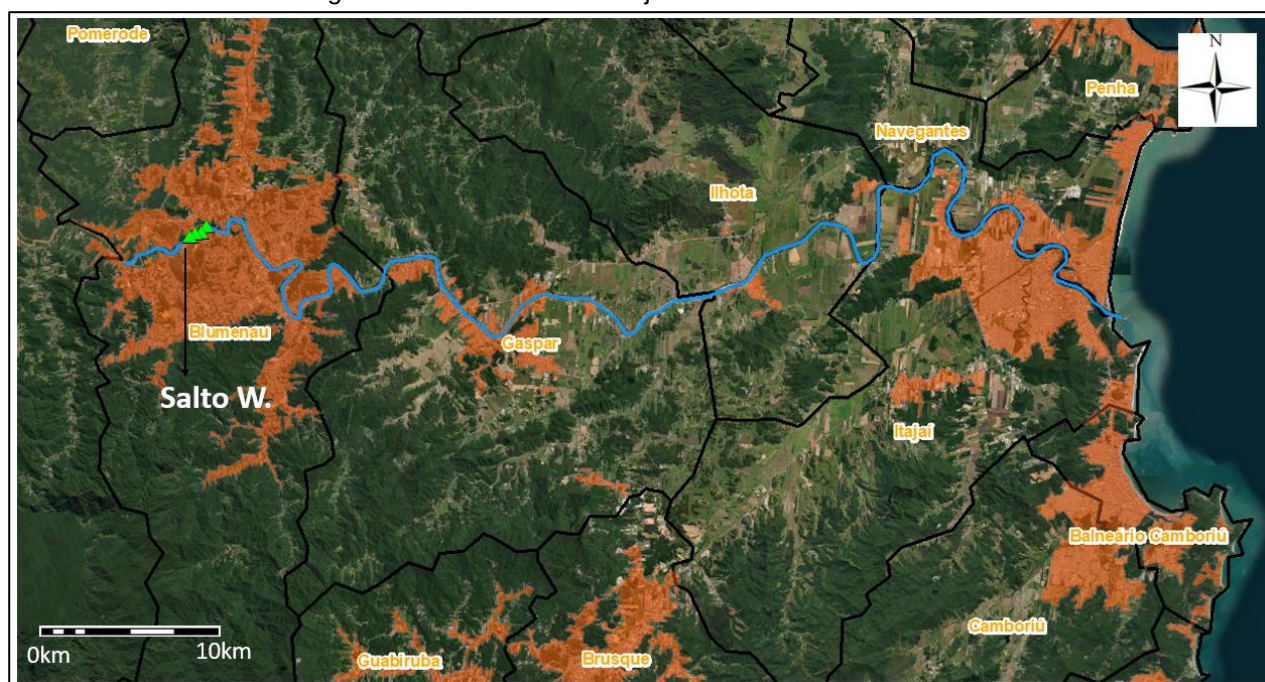
8.4.5. Condições de Contorno

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 50 km 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. Essas premissas podem ser levadas em consideração a partir do uso do trabalho de Siqueira et al. (2018), a partir do qual é possível a obtenção de vazões de 100 anos de TR em qualquer curso hídrico brasileiro. Portanto, as simulações de rompimento das barragens que compõe a UHE Salto Weissbach foram realizadas até o encontro a foz do Rio Itajaí Açu, juntos às instalações portuárias de Itajaí e Navegantes, o que representa uma extensão aproximada de 79 km da barragem. Para a verificação detalhada das demais condições de contorno usadas nas simulações de rompimento, recomenda-se a consulta ao relatório ISB-6090-SWB-007-00.

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 toda a extensão de análise a jusante da barragem. O empreendimento tem a particularidade de estar a montante de ter concentrações populacionais, como mostrado na Figura 27. Dessa forma, entende-se que toda a área de jusante da UHE Salto Weissbach, até a foz do rio Itajaí-Açu é área de interesse, sendo os Pontos Notáveis distribuídos ao longo da planície apresentados na Figura 28 e no Quadro 16.

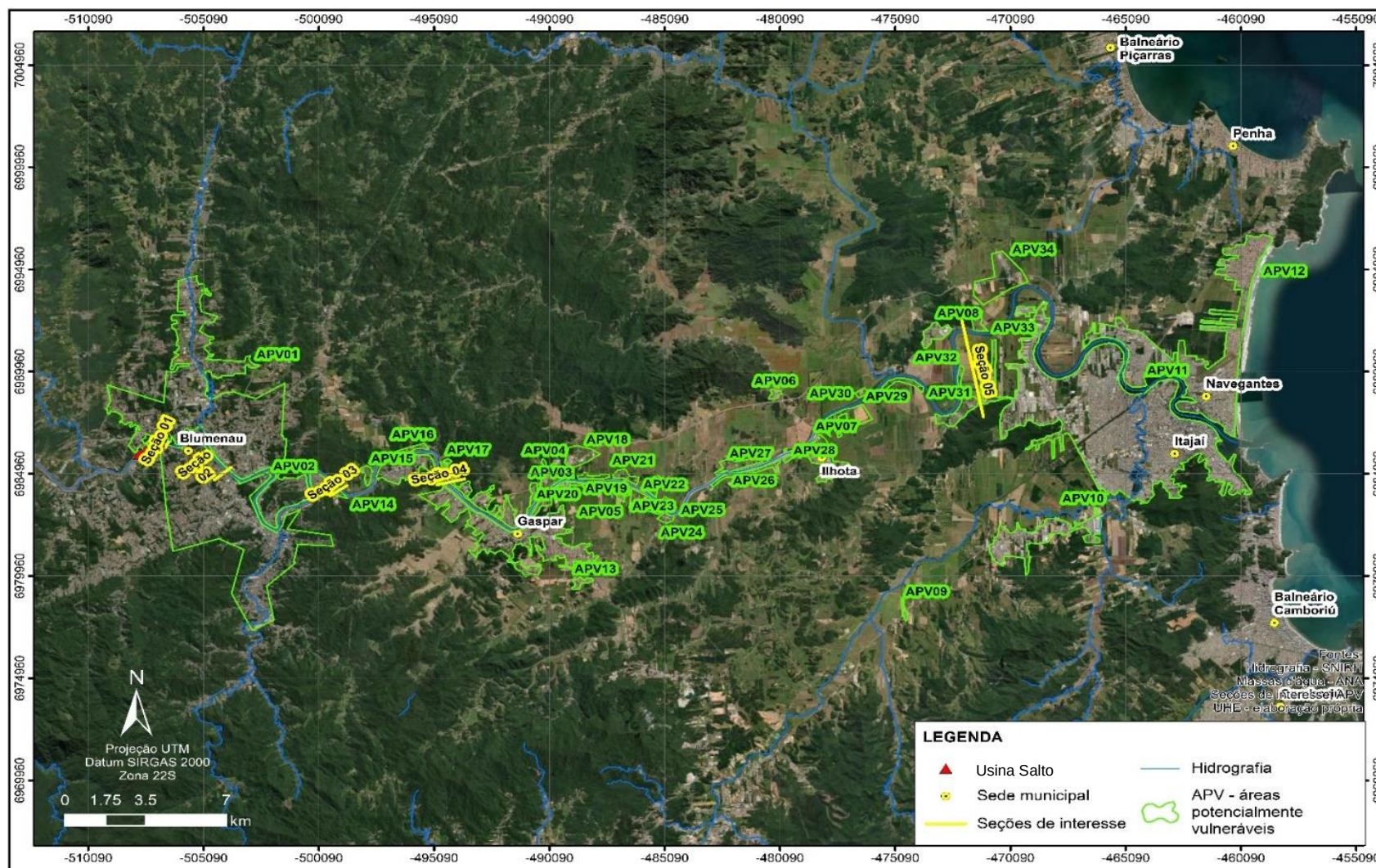
Figura 27 - Áreas urbanas a jusante de Salto Weissbach



Quadro 16 - Áreas Potencialmente Vulneráveis

APV	Descrição	Observações
APV01	Região urbana de Blumenau	Região urbana
APV02	Região urbana de Blumenau	Região urbana
APV03	Região urbana de Gaspar	Região urbana
APV04	Região urbana de Gaspar	Região urbana
APV05	Região urbana de Poço Grande	Região urbana
APV06	Região urbana de Núcleo Baú	Região urbana
APV07	Região urbana de Ilhota	Região urbana
APV08	Sítio com residências	3 construções
APV09	Sítio com residências	5 construções
APV10	Região urbana de Itaipava	Região urbana
APV11	Região urbana de Itajaí	Região urbana
APV12	Região urbana de Navegantes	3 construções
APV13	Sítio com residências	Cerca de 8 construções
APV14	Região urbana de Blumenau	Região urbana
APV15	Indústria	Cerca de 8 construções
APV16	Sítio com residências	Cerca de 15 construções
APV17	Indústria	Uma construção
APV18	Indústria	Cerca de 20 construções
APV19	Sítio com residências e indústria	Cerca de 30 construções
APV20	Sítio com residências e indústria	Cerca de 28 construções
APV21	Sítio com residências e indústria	Cerca de 18 construções
APV22	Sítio com residências e indústria	Cerca de 30 construções
APV23	Sítio com residências e indústria	Cerca de 20 construções
APV24	Sítio com residências	Cerca de 15 construções
APV25	Sítio com residências	Cerca de 5 construções
APV26	Sítio com residências	Cerca de 40 construções
APV27	Sítio com residências	Mais de 50 construções
APV28	Sítio com residências	Cerca de 5 construções
APV29	Região urbana	Mais de 50 construções
APV30	Região urbana	Mais de 50 construções
APV31	Região urbana	Mais de 50 construções
APV32	Região urbana	Mais de 50 construções
APV33	Região urbana	Cerca de 30 construções
APV34	Sítio com residências e indústria	Cerca de 30 construções

Figura 28 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV)



DS
SJS

8.6. Seções de Interesse, Tempo de Chegada de Onda e Níveis d'água Máximos

Foram definidas as seções de interesse para melhor exploração dos resultados e aferição dos tempos de chegada das ondas de cheia e níveis máximos d'água resultantes dos cenários. Abaixo são apresentados os resultados inerentes aos cenários de maior criticidade.

- Seção 01 – Localizada a aproximadamente 500 metros da UHE Salto Weissbach
- Seção 02 – Localizada a aproximadamente 4,5 km da UHE Salto Weissbach
- Seção 03 – Localizada a aproximadamente 16 km da UHE Salto Weissbach
- Seção 04 – Localizada a aproximadamente 24,5 km da UHE Salto Weissbach
- Seção 05 – Localizada a aproximadamente 56,5 km da UHE Salto Weissbach

Nos quadros abaixo são apresentados os resultados obtidos a partir das simulações efetuadas.

Quadro 17 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário N1 (TR10).

Seção	Tempo de chegada de onda (h)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico h	Elevação máxima do nível d'água (m)
S1	0.00	4001.47	0.33	16.74
S2	1.33	3763.45	4.33	15.69
S3	4.17	3664.02	10.67	12.31
S4	6.17	3632.84	12.83	10.59
S5	14.50	3075.61	49.00	4.99

Quadro 18 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário N2 (TR100).

Seção	Tempo de chegada de onda (h)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico h	Elevação máxima do nível d'água (m)
S1	0.00	6166.95	0.33	20.06
S2	1.33	5738.09	2.83	18.74
S3	3.83	5605.07	11.33	15.2
S4	5.67	5558.83	14.50	13.02
S5	13.33	5104.08	37.50	5.99

Quadro 19 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário N3 (TR1000).

Seção	Tempo de chegada de onda (h)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico h	Elevação máxima do nível d'água (m)
S1	0.00	7924.38	0.17	22.4
S2	1.33	7672.23	3.83	20.8
S3	3.83	7755.51	10.33	16.94
S4	5.50	7727.15	12.00	14.25
S5	13.17	7118.51	30.67	6.7

Quadro 20 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C4 (Dambreak em Sunny Day)

Seção	Tempo de chegada de onda (h)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico h	Elevação máxima do nível d'água (m)
S1	0.00	1766.48	0.17	8.7
S2	0.1	885.50	0.50	4.57
S3	0.83	443.98	1.17	2.76
S4	1.00	374.67	2.50	1.83
S5	2.5	334.68	9.67	-2.27

Quadro 21 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C5 (Dambreak + TR10)

Seção	Tempo de chegada de onda (h)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico h	Elevação máxima do nível d'água (m)
S1	0.00	5327.95	0.17	17.2
S2	0.1	4044.04	0.33	15.71
S3	7.33	3679.55	10.17	12.33
S4	9.83	3647.27	12.33	10.6
S5	43.67	3086.66	47.33	4.99

Quadro 22 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C6 (Dambreak + TR100)

Seção	Tempo de chegada de onda (h)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico h	Elevação máxima do nível d'água (m)
S1	0.00	6715.16	0.17	20.04
S2	0.1	5815.14	0.83	18.77
S3	9.33	5629.41	12.17	15.17
S4	12.00	5585.88	14.83	13.05
S5	34.83	5119.36	37.17	5.99

Quadro 23 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C7 (Dambreak +TR1000)

Seção	Tempo de chegada de onda (h)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico h	Elevação máxima do nível d'água (m)
S1	0.00	7939.69	0.33	22.42
S2	3.00	7689.70	3.67	20.82
S3	8.50	7773.41	10.33	16.96
S4	10.33	7744.86	12.17	14.26
S5	27.50	7143.41	31.00	6.71

Quadro 24 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário ZAS (Dambreak em cheia sem extravasamento)

Seção	Tempo de chegada de onda (h)	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico h	Elevação máxima do nível d'água (m)
S1	0.00	2822	0.10	11.84
S2	0.10	1966	0.30	9.44
S3	0.20	1447	1.0	7.03
S4	0.50	1368	1.5	5.88
S5	1,5	1304	7.0	1.36

Percebe-se que para os cenário de rompimento em Sunny Day, uma vazão de pico da ordem de 1800 m³/s pode ser gerada na seção mais próxima da barragem. Entretanto, já na segunda seção essa vazão cai para algo da ordem de 900 m³/s, vazão que pode ser contemplada pela calha do rio, não havendo extravasamentos para as condições adotadas neste cenário. Nesse cenário, pode-se observar que a onda de ruptura da barragem de Salto Weissbach pode levar até 4 horas para chegar à foz do Rio Itajaí-Açu, com uma pequena magnitude.

Para os cenários de ruptura envolvendo cheias naturais (R5, R6 e R7), é possível comparar os resultados dos mesmos com os cenários sem ruptura (N1, N2 e N3), quanto à elevação do nível de água. Nessa comparação, é possível perceber que o rompimento da barragem de salto Weissbach gera uma sobrelevação da lâmina d'água em valores da ordem de 1 cm ou menos, com exceção ao cenário R5 na primeira seção, responsável por uma sobre elevação da lâmina d'água da ordem de 1 metro na comparação com o cenário N1.

8.7. Manchas de Inundação

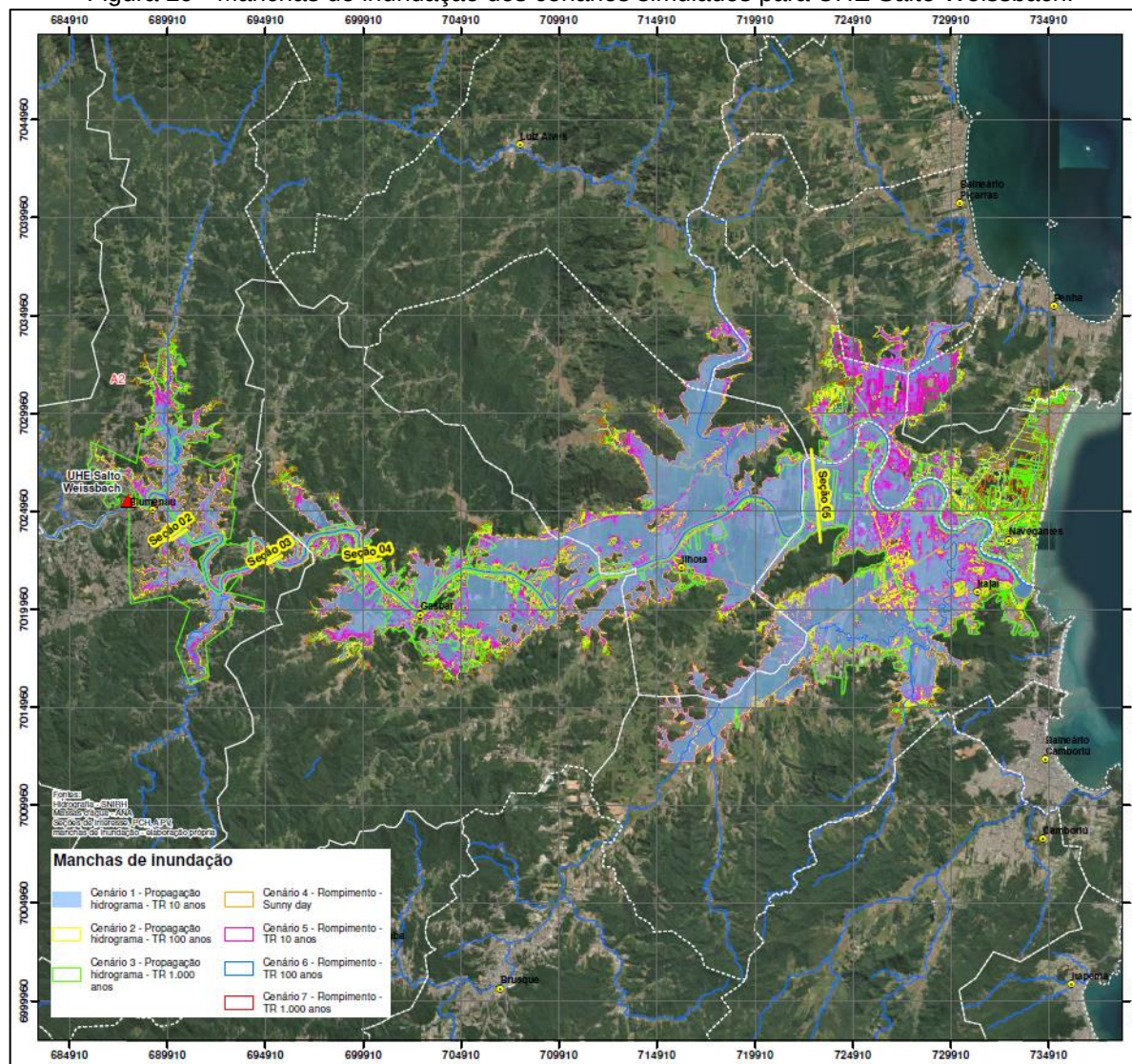
A seguir são apresentadas as abrangências das manchas de inundação obtidas nos cenários simulados. Os mapas das manchas de inundação podem ser conferidos em maior detalhe, na prancha DES-ISB-6090-SWB-01-01, as quais constam no ANEXO VI – Mapas das Manchas de Inundação.

A Figura 29 apresenta as manchas da inundação resultantes para os sete cenários simulados segundo o termo de referência. Neste mapa é possível perceber a existência de grandes manchas de inundação associadas aos cenários R5, R6 e R7, que são praticamente idênticas aos cenários sem rompimento (N1, N2 e N3). Nesse sentido é importante salientar que o rompimento da barragem de Salto Weissbach não é a variável explicativa por trás das grandes áreas inundadas nos cenários R5, R6 e R7, e sim os próprios hidrogramas naturais, que são responsáveis pelos impactos observados nesse mapa. Dessa forma, no mapa de cheias naturais por cenários é observada uma sobreposição de áreas inundadas de diferentes cenários (N1, N2, N3 e R5, R6 e R7), uma vez que eles diferem minimamente em termos de extensão de área inundada.

A Figura 30, por sua vez, apresenta os resultados associados à etapa de calibração do modelo hidrodinâmico a partir da utilização do evento de setembro de 2011, sendo possível perceber um bom acoplamento entre a simulação e as manchas de referência utilizadas.

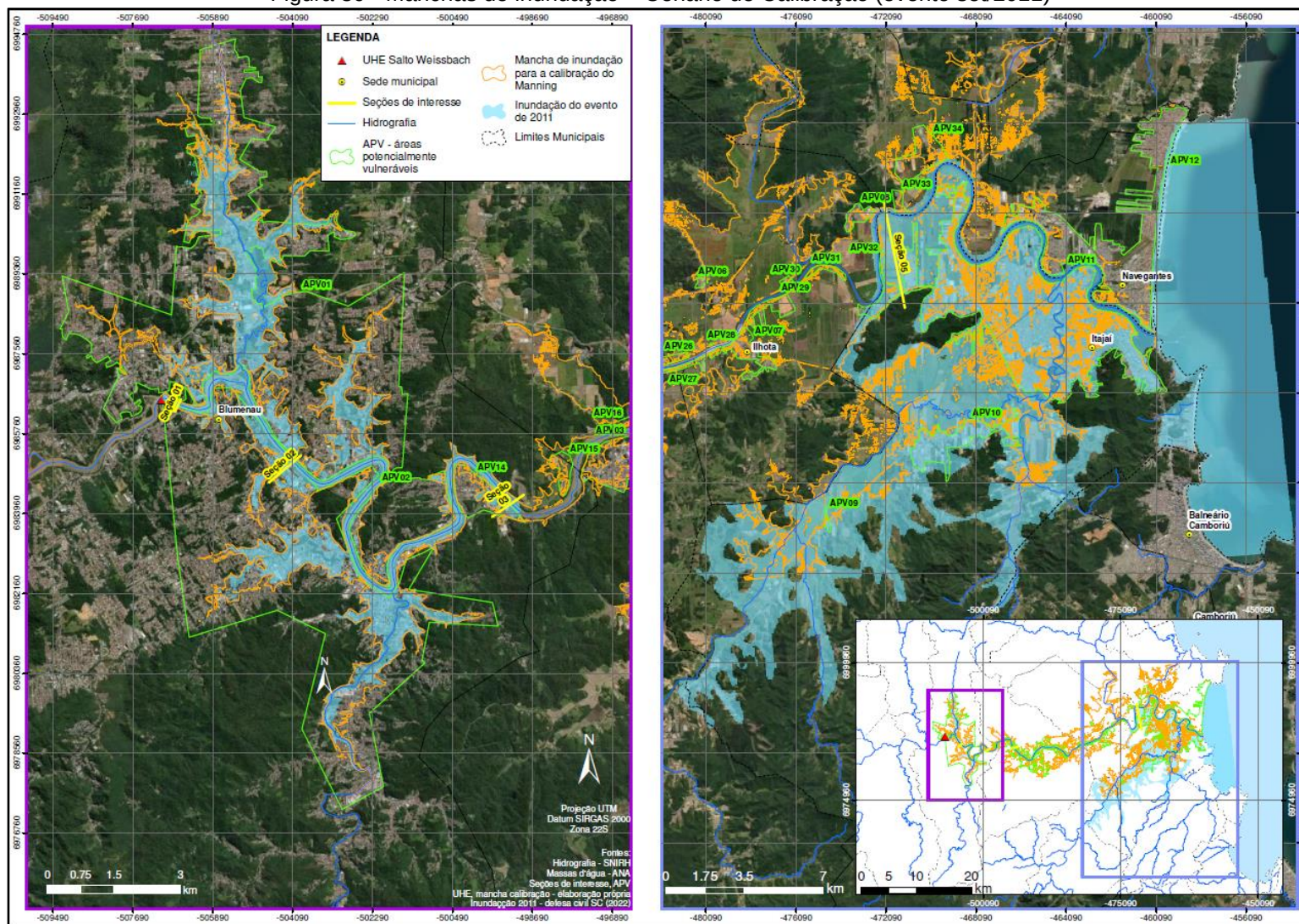
Nesse sentido, entendendo-se que tanto o “cenário R4” como o “Cenário ZAS” podem ser utilizados para verificar os possíveis impactos de rompimento com menor influência das grandes cheias, é possível perceber que, para as condições adotadas nestes cenários, o rompimento da barragem de Salto Weissbach não tem potencial para gerar extravasamento da calha do rio Itajaí-Açu, exercendo pouca influência a partir da terceira seção analisada. Por outro lado, é importante ressaltar que o rompimento da barragem pode resultar no extravasamento da calha do Rio Itajaí-Açu caso a diferença existente para o extravasamento (entre a lâmina d’água do rio e as margens) seja inferior a 3 metros na vertical até a seção 02 e de 1 metro na vertical a partir da seção 02

Figura 29 - Manchas de inundação dos cenários simulados para UHE Salto Weissbach.



DS
SJS

Figura 30 - Manchas de inundação – Cenário de Calibração (evento set/2011)



DS
SOS

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

A Zona de Auto Salvamento (ZAS), segundo a Política Nacional de Segurança de barragens (Lei 14.066 de 2020), é definida como aquela região a jusante da barragem em que não há tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. Neste sentido, considera-se (ANA, 2012) que a ZAS é delimitada utilizando-se ou uma distância de 10 km a jusante da barragem ou a distância que corresponde a um tempo de chegada de onda de inundação igual a trinta minutos. Na prancha DES-ISB-6090-USO-03-01, mostrada na sequência, traz-se a ZAS e ZSS da UHE Salto Weissbach.

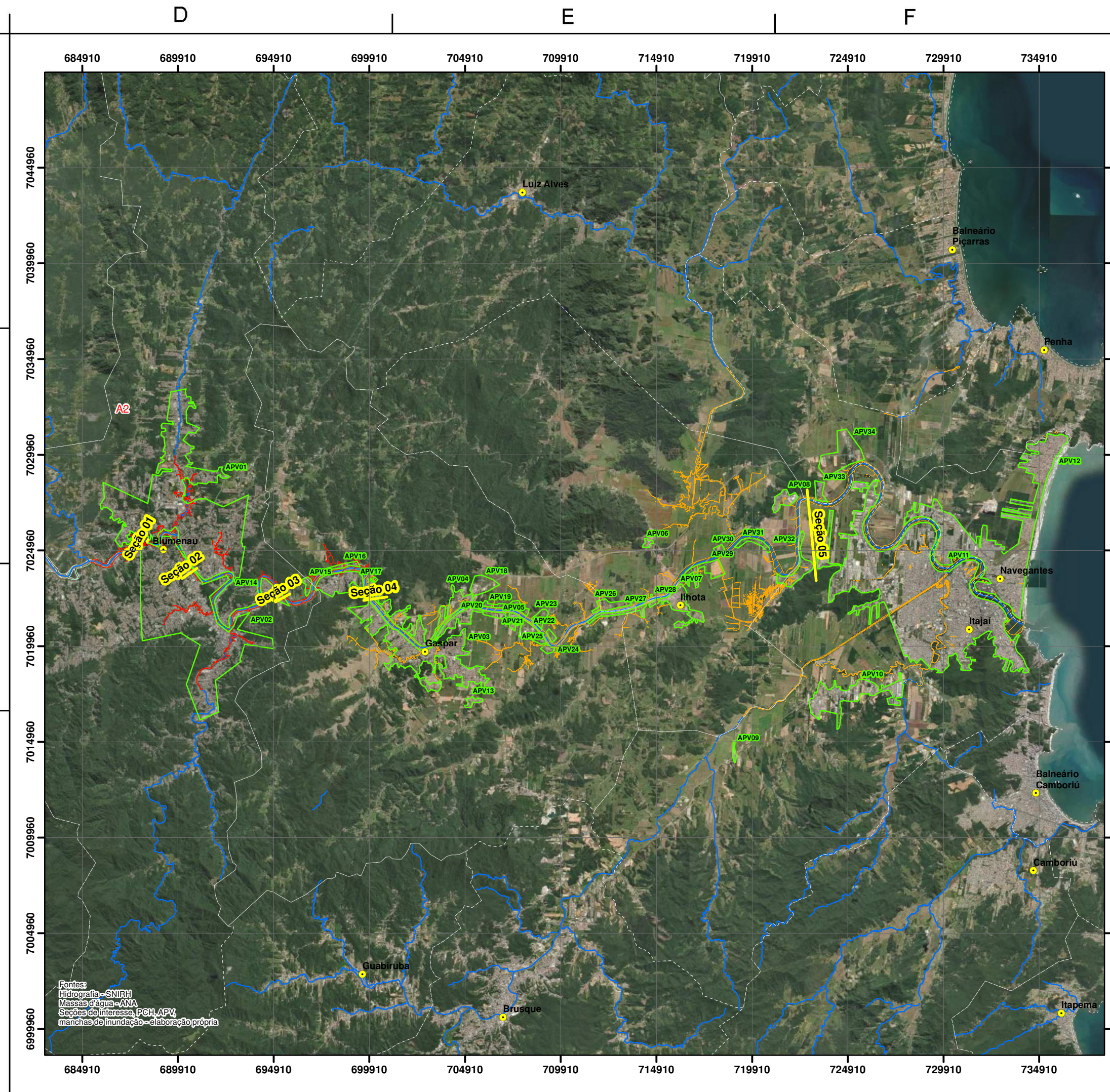
A ZAS foi definida a partir da abordagem associada ao tempo de 30 minutos decorrido após o início da formação da brecha, que resultou uma extensão que chega próxima à seção 03. Nota-se que, conforme explicitado anteriormente, as inundações naturais são as principais responsáveis pela existência de grandes áreas de inundação a jusante da barragem de Salto Weissbach para os cenários R5, R6 e R7. Dessa forma, a adoção dos limites dessas manchas de inundação para definir os limites da ZAS pode ser interpretado como incoerente e irrealista. Portanto, considerando que o cenário R4 (ruptura em Sunny day) considera apenas uma vazão média aportante no reservatório da barragem de Salto, optou-se por utilizar os resultados associados ao cenário “Cenário ZAS”, referente à simulação e ruptura da barragem com uma vazão de cheia no Rio Itajaí-Açu não suficiente, por outro lado, para extravasar a calha.

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, sendo delimitada até a foz do Rio Itajaí-Açu. Praticamente todas as Áreas Potencialmente Vulneráveis (APVs) são atingidas pela onda de cheia para os cenários extremos. Entretanto, considerando-se o “Cenário ZAS” para definição de área inundável, apenas algumas APVs são atingidas.

C

B

A



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

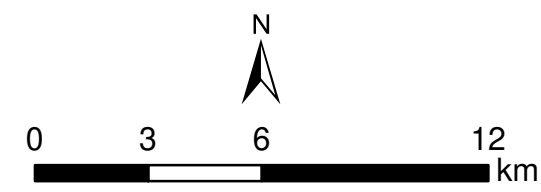
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

- ▲ UHE Salto Weissbach
- Sede municipal
- Seções de interesse
- Hidrografia
- APV - áreas potencialmente vulneráveis
- Massas d'água
- ▨ Zona de Auto Salvamento (ZAS)
- ▨ Zona de Segurança Secundária (ZSS)
- Limites Municipais



Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22S

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

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



DES-ISB-6090-USO-03-01

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

PROGRAMA: SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE SALTO WEISSBACH

ÁREA:

TÍTULO: Zona de Auto Salvamento (ZAS) da UHE Salto Weissbach

PROJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	APROV.	MARCELE C.
VERIF.	LUCAS T.	APROV.	FABRICIO V.		
DATA	11/11/2022	ESCALA	1 : 200,000	FOLHA	1 de 1

Nº

8.9. Conclusões do Estudo de Ruptura

- A partir das simulações realizadas foi possível identificar que os impactos decorrentes do rompimento da barragem de Salto Weissbach estão diretamente associados ao evento de cheia concomitante. Em eventos de cheias naturais muito intensos, associados a TRs como de 100 ou 1000 anos, o rompimento da barragem de Salto não gera diferenças substanciais nas manchas de inundação simuladas, conforme apresentado nos resultados apresentados. Entretanto, em situações associadas a cheias que não extravasam o a calha do Rio Itajaí-Açu, o rompimento da barragem de Salto Weissbach pode ser perceptível, gerando uma elevação de lâmina d'água de até 2,5 metros logo a jusante do barramento, e de 1 metro em seções localizadas a distâncias maiores do que 15 km da barragem;
- O rompimento da barragem de Salto Weissbach pode gerar uma onda de ruptura com vazão de pico da ordem de 1500 m³/s adicionais à vazão existente, em seções próximas à barragem. Entretanto, em seções mais distantes esse hidrograma de ruptura vai perdendo força ao longo do curso hídrico, chegando a uma vazão de pico da ordem de 300 m³/s adicionais à vazão base considerada, em pontos localizados 50 km a jusante do barramento, decorridas 7 horas após a ruptura da barragem;
- Outros impactos observados estão associados à elevação de lâmina d'água no canal principal em alguns pontos e consequente represamento de outros cursos hídricos afluentes ao Rio Itajaí-Açu. Esse tipo de comportamento pode ocorrer, gerando efeitos de remanso nesses cursos hídricos capazes de atingir residências localizadas junto às suas margens;
- Além disso, destaca-se que o rompimento da Barragem I, na porção mais a jusante, pode gerar trechos secos de rio a jusante das Barragens III e IV, pelo fato de que a diminuição de nível de água efluente pela brecha acarreta o não vertimento de água pelos vertedouros dessas barragens;
- Também é importante salientar que a área de planície do Rio Itajaí-Açu é constantemente acometida por inundações naturais, havendo diversos esforços de muitas instituições e pesquisadores para mapear inundações com diferentes tempos de retorno nessa região, em especial as associadas aos municípios de Blumenau, Itajaí e Navegantes. Nesse sentido, reforça-se que os resultados

apresentados no estudo não têm o intuito de substituírem (ou serem utilizados) para mapear potenciais áreas inundadas naturalmente em regiões localizadas a mais de 10 km da barragem. Em geral, estudos com esses objetivos devem considerar vazões geradas em cada curso hídrico de porte pequeno e médio associado ao rio principal, verificando-se potenciais situações de efeito de remanso;

- Por fim, ressalta-se que os estudos de ruptura aqui apresentados foram fundamentados em levantamentos topobatimétricos obtidos a partir de dados secundários, sendo importante a atualização desses dados para possíveis futuras revisões do estudo de ruptura, incluindo não só os dados de batimetria do reservatório, mas também de topobatimetria de seções a jusante até a foz do Rio Itajaí-Açu com o oceano. Esse tipo de atualização é importante pois a barragem de Salto Weissbach se encontra em um grande curso hídrico, de forma que a batimetria do mesmo é de suma importância para identificação da sua capacidade de condução de vazão em pontos específicos.

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:

- Prefeituras Municipais de Blumenau e Gaspar;;
- Defesa Civil do Estado de Santa Catarina e coordenadorias regionais de abrangência;
- Casa de Força da UHE Salto Weissbach;
- Escritório Sede da Celesc Geração;

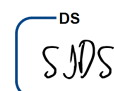
A lista de contatos do PAE deverá estar sempre atualizada, evitando falhas de comunicação e diminuindo o tempo de resposta a situações de emergência. Em uma situação de emergência, classificada como nível de segurança 3 (laranja) ou 4 (vermelho), o coordenador do PAE comunicará imediatamente via telefone,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

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

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

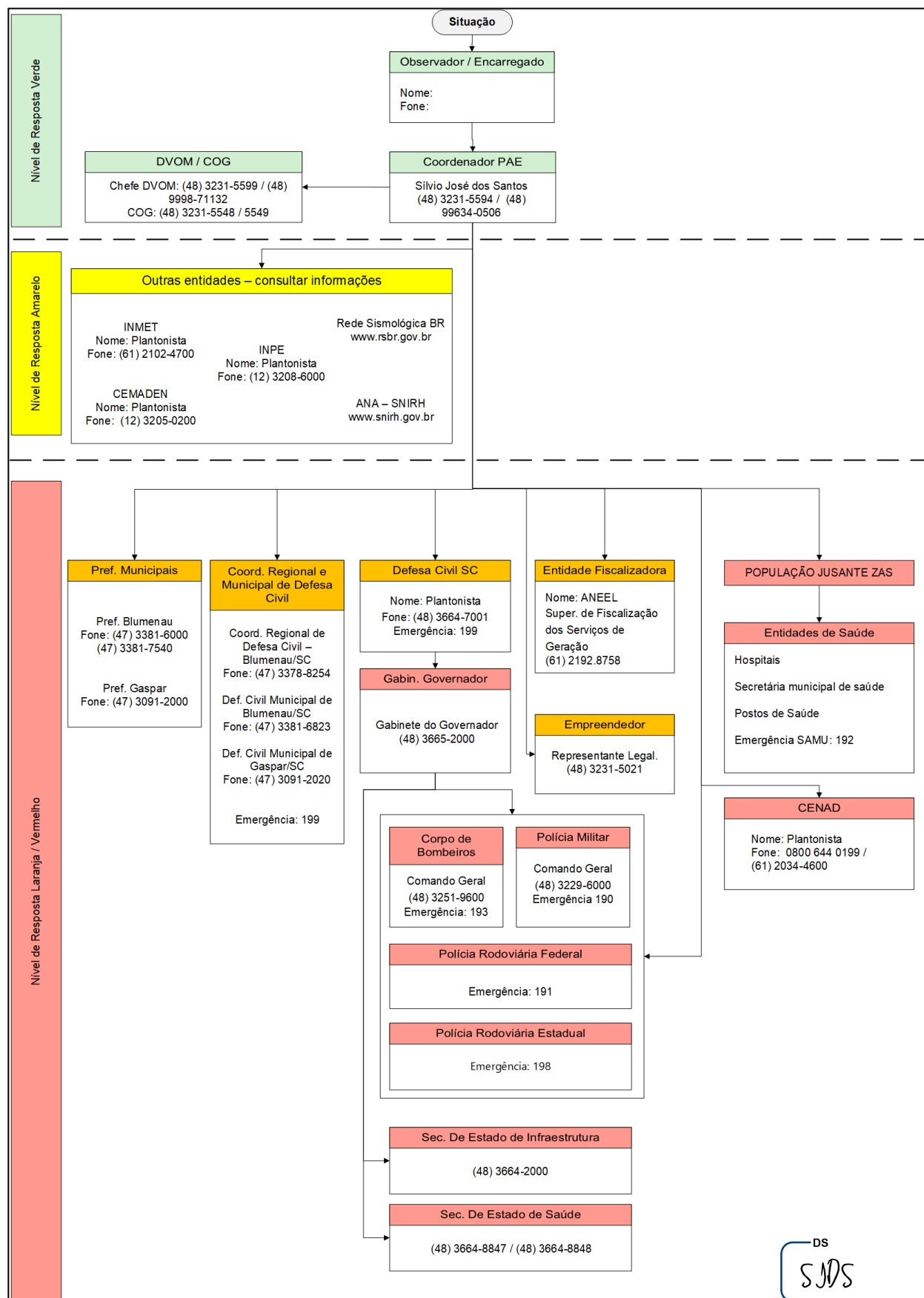
- Meios de comunicação social (rádio e televisão);
- Afixação de comunicados de alerta;
- Sistemas de mensagens do sistema de telefonia (SMS);
- E-mails / websites institucionais;

O fluxograma de notificações é apresentado na Figura 31.



DS
SIDS

Figura 31 - Fluxograma de Notificação



9.2. Alerta sonoro

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

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

9.3. Pontos de Encontro

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

A população de cada APV deve conhecer os limites das manchas de inundação, deslocando-se primeiramente para fora dos limites das áreas afetadas e, em seguida, para os pontos de encontro estabelecidos. Os pontos de encontro foram escolhidos considerando locais fora da mancha de inundação para convergência da população afetada, tais como intersecções de estradas, centros comunitários, igrejas e outros locais de acesso público, nos quais podem a população poderá se concentrar para receber o acolhimento e orientações das autoridades de Defesa Civil.

No caso dos pontos de encontro associados à ZAS, visto que não há tempo hábil de ação das autoridades e que a população deve providenciar o seu salvamento, os pontos indicados são sugestivos, de modo que a premissa principal seja que a população se desloque para fora dos limites da área da mancha e ir para uma zona segura por conta própria, independentemente de ser um ponto de encontro ou não.

Já para a ZSS não foram definidos pontos de encontro, uma vez que, devido às características da mancha de inundação do cenário definido com o crítico da ruptura do barramento (Cenário ZAS), não foram identificadas áreas habitadas que sejam atingidas, ficando a inundação contida nos limites da calha do rio Itajaí-Açu e suas confluências.

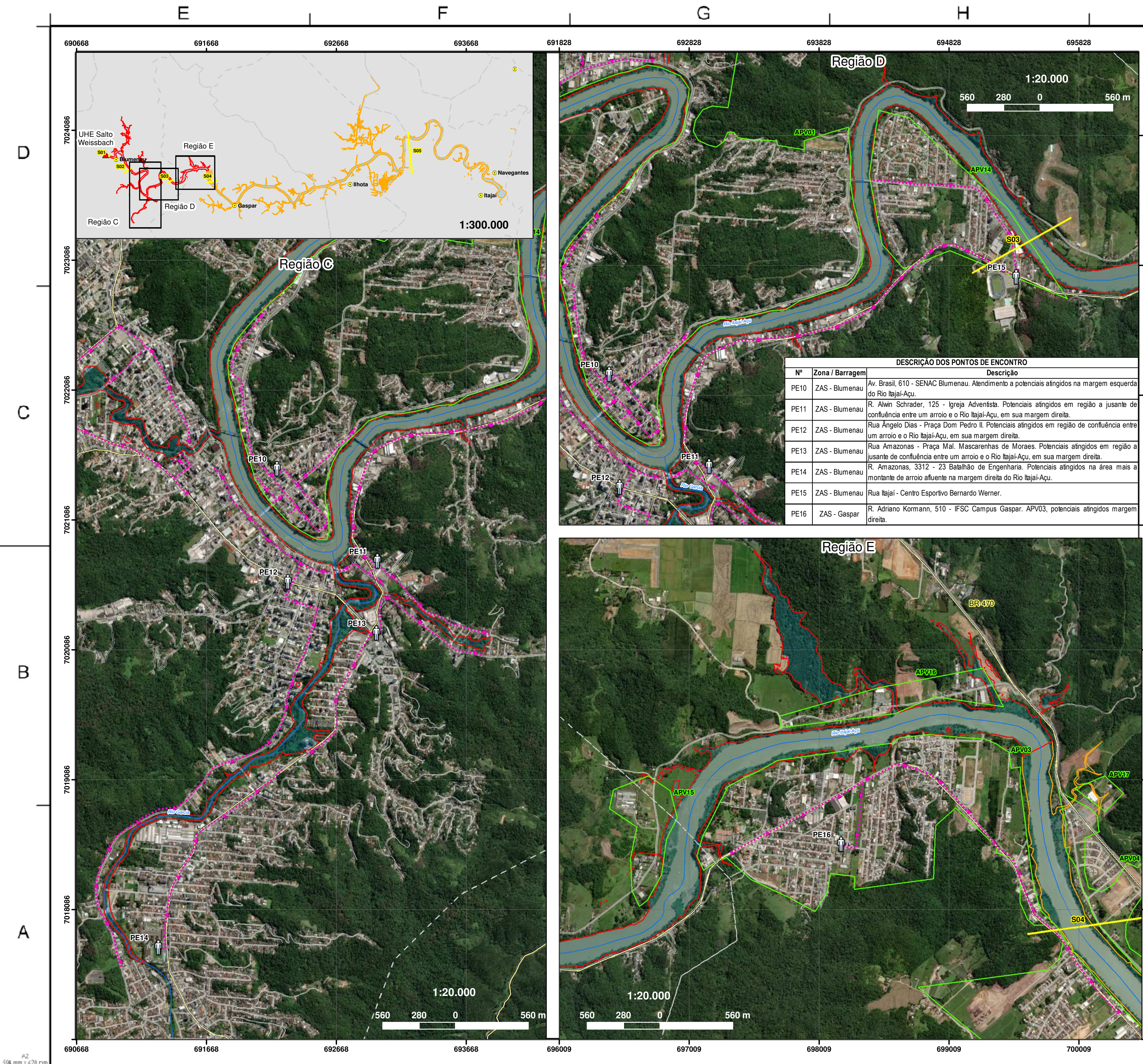
Tanto para a ZAS quanto para a ZSS os pontos de encontro poderão ser revisados e articulados juntamente com as autoridades de Defesa Civil, adotando aqueles locais que costumeiramente já são designados para acolhimento dos atingidos pelas inundações associadas a cheias naturais no Vale do Itajaí. Os pontos de encontro são indicados no Quadro 25. Nas pranchas subsequentes as APVs e os pontos de encontro são detalhados, contendo sua descrição, coordenadas, rotas de fuga sugeridas e demais estruturas notáveis de referência. Os mapas podem ser consultados também no ANEXO VII – Mapas das ZAS e ZSS.

Quadro 25 - Pontos de Encontro - ZAS

Nº	Zona / Município	Descrição	Coordenadas
PE01	ZAS - Blumenau	Rua Franz Volles 130, próximo a cabeceira da pista do Aeroporto de Blumenau. Atendimento a potenciais atingidos na margem direita de arroio afluente à margem esquerda do Rio Itajaí-Açu.	-26.8389630385999°S -49.092619993°O
PE02	ZAS - Blumenau	Rua Guilherme Scharf 1397 - Congregação Cristã no Brasil. Atendimento a potenciais atingidos na margem esquerda de arroio afluente à margem esquerda do Rio Itajaí-Açu.	-26.8460891106°S -49.0751506037°O
PE03	ZAS - Blumenau	Rua Marconi, próximo ao número 487. Área em local elevado, atendimento a potenciais atingidos na margem direita do arroio afluente ao Rio Itajaí-Açu,	-26.8512479191999°S -49.0916571368999°O
PE04	ZAS - Blumenau	Rua 1º de Janeiro. Área protegida da mancha de inundação, atendimento a potenciais atingidos na margem esquerda do arroio afluente à margem esquerda do Rio Itajaí-Açu,	-26.8528961536°S -49.0787273302°O
PE05	ZAS - Blumenau	Rua Dr. Pedro Zimmermann 385 - Uniasselvi. Atendimento a potenciais atingidos na margem direita de arroio afluente à margem esquerda do Rio Itajaí-Açu.	-26.8663328037°S -49.0869601672999°O
PE06	ZAS - Blumenau	Junto ao Shopping Park Europeu. Potenciais atingidos na margem esquerda do Rio Itajaí-Açu.	-26.8879715899999°S -49.0702708249°O

Nº	Zona / Município	Descrição	Coordenadas
PE07	ZAS - Blumenau	Rua Oscar Ewald 277 - Ginásio Escola Básica Municipal Machado de Assis. Atendimento a potenciais atingidos na APV02 margem direita.	-26.8939249999999°S -49.087105°O
PE08	ZAS - Blumenau	R. Joinville, 524 - SESC Vilanova. Atendimento a potenciais atingidos na margem de direita de arroio afluente à margem direita do Rio Itajaí-Açu.	-26.9061711754999°S -49.0806502175°O
PE09	ZAS - Blumenau	Rua Humberto de Campos 514 - Ginásio de Esportes Sebastião Cruz, Galegão. Potenciais atingidos na margem direita de arroio afluente à margem direita do Rio Itajaí-Açu.	-26.9145494282°S -49.0854101508°O
PE10	ZAS - Blumenau	Av. Brasil, 610 - SENAC Blumenau. Atendimento a potenciais atingidos na margem esquerda do Rio Itajaí-Açu.	-26.9152609247°S -49.0643807232°O
PE11	ZAS - Blumenau	R. Alwin Schrader, 125 - Igreja Adventista. Potenciais atingidos em região a jusante de confluência entre um arroio e o Rio Itajaí-Açu, em sua margem direita.	-26.9215588172°S -49.0565085591°O
PE12	ZAS - Blumenau	Rua Ângelo Dias - Praça Dom Pedro II. Potenciais atingidos em região de confluência entre um arroio e o Rio Itajaí-Açu, em sua margem direita.	-26.9231012011°S -49.0634141553999°O
PE13	ZAS - Blumenau	Rua Amazonas - Praça Mal. Mascarenhas de Moraes. Potenciais atingidos em região a jusante de confluência entre um arroio e o Rio Itajaí-Açu, em sua margem direita.	-26.926558784°S -49.0564937210999°O
PE14	ZAS - Blumenau	R. Amazonas, 3312 - 23 Batalhão de Engenharia. Potenciais atingidos na área mais a montante de arroio afluente na margem direita do Rio Itajaí-Açu.	-26.9486370834°S -49.0729918786°O
PE15	ZAS - Blumenau	Rua Itajaí - Centro Esportivo Bernardo Werner.	-26.9080628371°S -49.0329562912°O
PE16	ZAS - Gaspar	R. Adriano Kormann, 510 - IFSC Campus Gaspar. APV03, potenciais atingidos margem direita.	-26.900357°S -49.004548°O

DS
SJS



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

Sede municipal

Barragem

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 (ZSS)

Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária

SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
S3	16,0	00H12M
S4	24,5	00H30M

N

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

Celeesc

Geração S.A.

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 SALTO WEISSBACH

ÁREA:

II - ULC:

Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem da UHE Salto Weissbach - Área 02

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

DATA

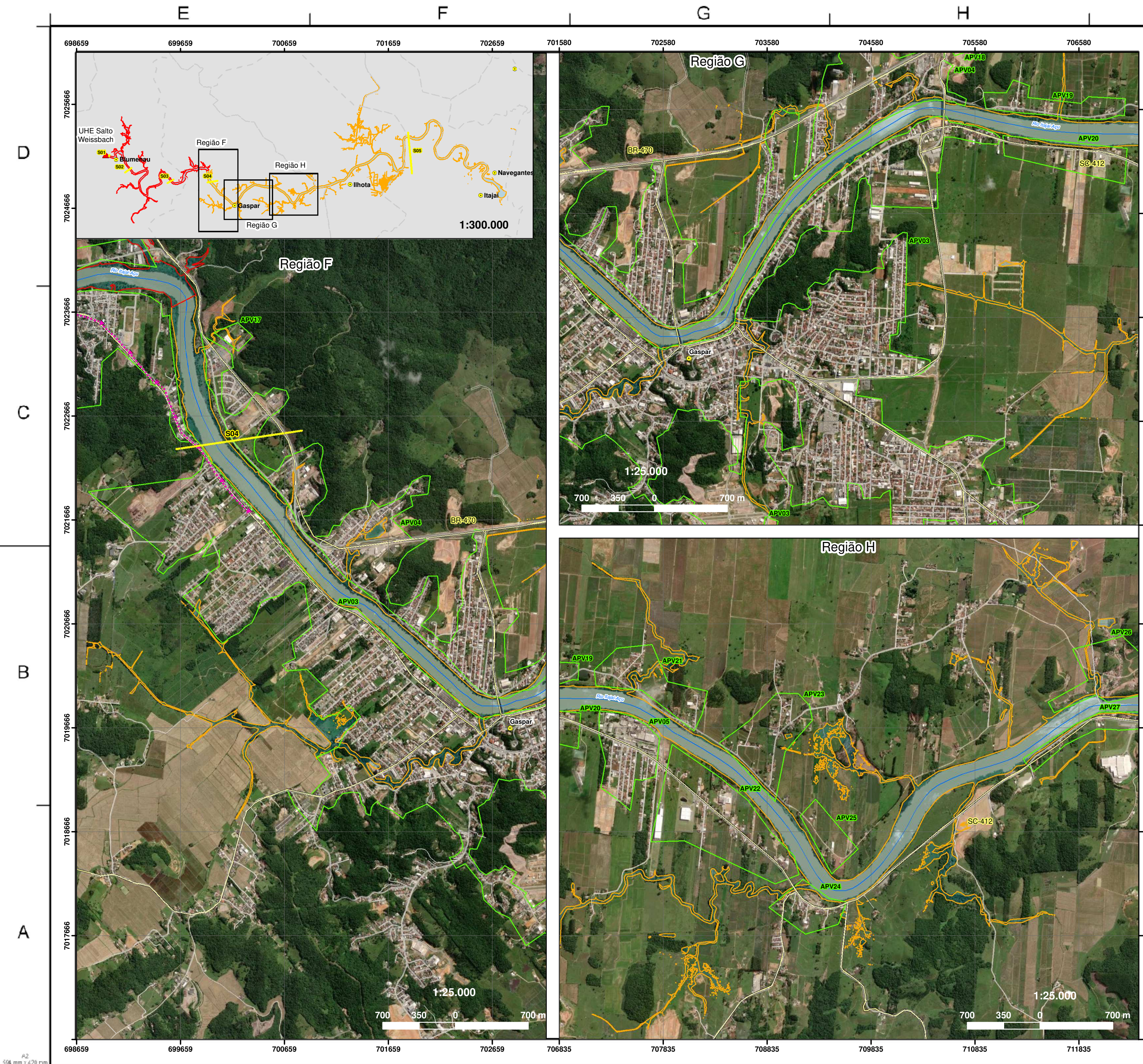
13/12/2022

Nº

DES-ISB-6090-USO-05-00

DS

SMS



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

Sede municipal

Barragem

Seções de interesse

Rotas de fuga

Hidrografia

Logradouros

Rodovias/estradas

Limite municipal

APV - áreas potencialmente vulneráveis

Zona de Auto-salvamento

Zona de Segurança Secundária (ZSS)

Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária

SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
S3	16,0	00H12M
S4	24,5	00H30M

N

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

Celeesc

Geração S.A.

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 SALTO WEISSBACH

ÁREA:

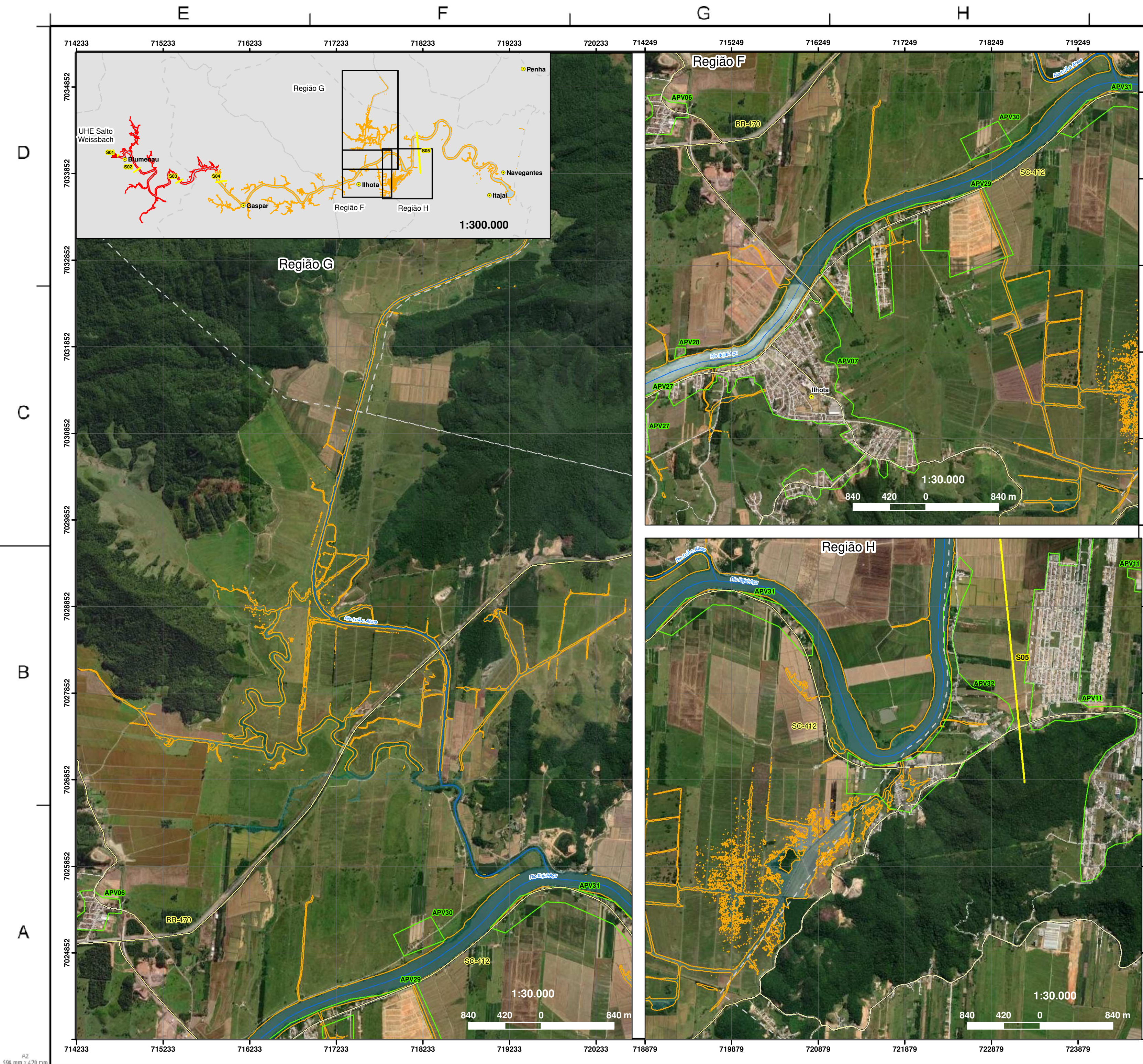
II ULC:
Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem da UHE Salto Weissbach - Área 03

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

DATA
13/12/2022

Nº
DES-ISB-6090-USO-06-00

DS
SJS



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

Sede municipal

Barragem

Seções de interesse

Hidrografia

Logradouros

Rodovias/estradas

Limite municipal

APV - áreas potencialmente vulneráveis

Zona de Auto-salvamento

Zona de Segurança Secundária (ZSS)

Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária

SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
S5	56,5	01H30M

N

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

Celeesc

Geração S.A.

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 SALTO WEISSBACH

ÁREA:

II ULC:

Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem da UHE Salto Weissbach - Área 04

PROJ. ARTHUR T.

EXEC. ARTHUR T.

VERIF. LUCAS T.

APROV. FABRÍCIO F.

APROV. MARCELO C.

ESCALA

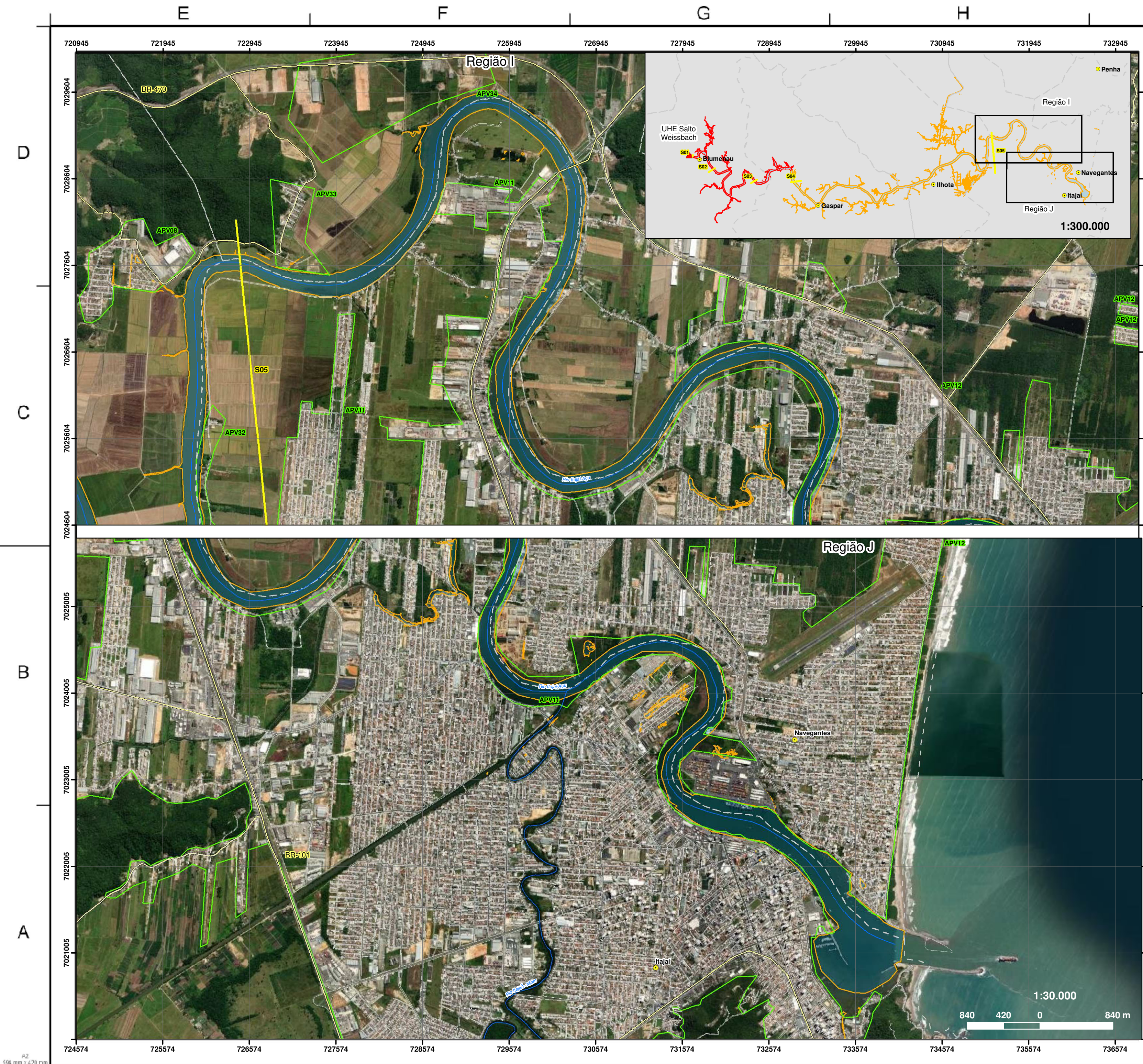
FO_HA: 1 de 1

DATA 13/12/2022

Nº DES-ISB-6090-USO-07-00

DS

SIDS



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

Sede municipal

Barragem

Seções de interesse

Hidrografia

Logradouros

Rodovias/estradas

Limite municipal

APV - áreas potencialmente vulneráveis

Zona de Auto-salvamento

Zona de Segurança Secundária (ZSS)

Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária

SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
S5	56,5	01H30M

N

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

Celeesc

Geração S.A.

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 SALTO WEISSBACH

ÁREA:

II - ULC:

Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem da UHE Salto Weissbach - Área 05

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

DATA

13/12/2022

Nº

DES-ISB-6090-USO-08-00

DS

SIDS

9.4. Simulações e treinamentos

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

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

Os exercícios e simulados devem abordar, minimamente:

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

Quadro 26 - Treinamentos do PAE

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

10. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS

Uma vez analisados os cenários e possibilidades de ocorrências nas barragens da UHE Salto Weissbach, o empreendedor deve disponibilizar os seus recursos humanos, materiais e logísticos para a ações de resposta a emergências. São recursos da Celesc Geração que poderão ser empregados nas ações de resposta às situações emergenciais:

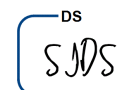
Quadro 27 - Recursos disponíveis para respostas a emergências

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. Atende sob demanda.
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 de atenção e de emergência. Na impossibilidade deste canal de comunicação, deve-se recorrer aos contatos do coordenador do PAE.



DS

11. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE

Quadro 28 - 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, Mestre 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, Mestre 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 nº12.334, 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 SALTO WEISSBACH. Blumenau, 2015. Código nº: 5062-SAL-6C-MPBA-001-01-15.

PROSUL PROJETOS SUPERVISÃO E PLANEJAMENTO LTDA (Santa Catarina). UHE SALTO WEISSBACH. PARTE III - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS - PAE. Blumenau, 2015. Código nº: 5062-SAL-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 – Fichas Notificação de Mau Funcionamento

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

Eu, _____ (nome e cargo), na
condição de _____ da **UHE
SALTO WEISSBACH** 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}
SND

ANEXO II – Ficha de Notificação de Condição Potencial de Ruptura.

SITUAÇÃO: _____.

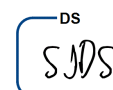
EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

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

_____, _____ de _____ de _____.
(Local e data)

(nome e assinatura)



DS
SJS

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

URGENTE

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

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

_____.

_____, ____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

(cargo e RG)

DS
SJS

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

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

Eu, _____ (nome e cargo), na
condição de _____ da **UHE
SALTO WEISSBACH** 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: _____

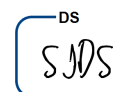
_____.

_____, ____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

(cargo e RG)



DS
SADS

ANEXO V - Planos de Ações Específicas para Contingências

V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO

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

V.2 RUPTURA IMINENTE

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

DS
SND

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 sísmico que seja enunciado nas proximidades, sentidos por pessoas na área da barragem, notificados pela imprensa, registrados pelos observatórios sismológicos da rede sismológica brasileira para a área da barragem)
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 – danos que não comprometam a segurança da barragem LARANJA – danos que coloquem a barragem em risco e devem ser imediatamente sanados
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 os níveis de atenção dos reservatórios, conforme cartas de risco, sejam atingidos, com as seguintes informações: - Elevação atual do nível do reservatório e borda livre; - Taxa de elevação do nível do reservatório (cm/hora, cm/min...); - Condições climáticas; - Condições de descarga dos canais e rios de jusante; - Vazão nos drenos (se existentes) Caso o nível continuar a subir se aproximando do nível de alerta, o Operador residente deverá notificar o Engenheiro Responsável com as informações citadas acima e aplicar as mesmas do nível de resposta laranja.
Nível de resposta:	AMARELO
ACIONAR	
Quando:	Assim que a condição descrita ocorrer.
Responsável por:	Operador, Engenheiro Responsável, Equipe de Inspeção regular (caso no local)
Quem:	- COG e DVOP para ficar em ficarem em prontidão e efetuar as manobras dos dispositivos de descarga, se necessários; - Consultar informações climatológicas e de vazões afluentes com entidades com responsabilidade atribuída;
Como:	Através de telefone

DS
SMS

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:	- Proceder monitoramento contínuo e operação das estruturas de descargas, conforme regras operacionais estabelecidas; - Ficar em prontidão para eventual necessidade de notificação da população a jusante.
Nível de resposta:	AMARELO
ACIONAR	
Quando:	Imediatamente
Responsável por:	COG, DVOP e Engenheiro Responsável
Quem:	Conforme fluxograma de notificações.
Como:	Através de telefone

V.9 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS

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

^{DS}
SIDS

V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

Descrição:	O nível do reservatório está elevado de forma a atingir ou quase atingir a cota de galgamento das estruturas de proteção da usina ou do canal de adução;
Ações:	a) abrir os dispositivos de descarga gradualmente até o seu limite máximo de segurança; b) forçar um maior fluxo pela geração e dispositivos de descarga; c) derivar, se possível, parte da vazão afluente na região do reservatório; d) aumentar a descarga de sangria, efetuando aberturas em pequenos aterros, diques ou barragens auxiliares, onde os materiais de fundação forem mais resistentes à erosão. CUIDADO: Executar esta ação somente em último caso. Contatar o PROPRIETÁRIO DA BARRAGEM antes de tentar executar uma abertura controlada em um aterro.
Nível de resposta:	LARANJA
ACIONAR	
Quando:	Imediatamente.
Responsável por:	DPOM, Engenheiro Responsável
Quem:	Engenheiro Responsável
Como:	Por telefone.

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

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

V.12 FALHA NO VERTEDOIRO

Descrição:	A estrutura dos vertedouros, 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.

^{DS}
SIDS

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

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

DS
SIDS

ANEXO VI – Mapas das Manchas de Inundação

ANEXO VII – Mapas das ZAS e ZSS

^{DS}
SAS

ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica

DS
SAS