DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Celesc Geração S.A.

ISB SEGURANÇA DE BARRAGENS

Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC

ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

BARRAGEM DO 1º SALTO

BARRAGEM DO 8º SALTO

BARRAGEM DO RIO DO JÚLIO

Instrumento Contratual nº 4600006090

DEZEMBRO/2022

DS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	ISB-6090-UBO-009-01.docx
Título do Documento:	Relatório de Atualização do Plano de Ação de Emergência das Barragens da UHE Bracinho
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	10/09/2022	F. F. V.	
00	Revisão 01	14/12/2022	F. F. V.	

DocuSigned by:
GUSTAVO BOFF KLAUS
9E2EE810F21C4E1...
d stavo o hla s
Engenheiro Civil
CREA RS 6. 86

DocuSigned by:
Lucas Rangel Martins
6DAAE16514514A5...
i as Rangel artins
Engenheiro Civil
CREA RS . 8

DocuSigned by:
CF4D05CE050C40C...
a rí io ernandes sieira
Engenheiro Civil
CREA 506 83 - a-SP

DocuSigned by:
Sílvio José dos santos
757D3D7D0E5E455...
Sílvio José dos Santos
Engenheiro Civil
Coordenador do PAE
CREA-SC 065.583-8

DocuSigned by:
Cleicio Poleto Martins
27E83838FB6A4C3...
Clei io Poleto artins
airetor Presidente

DocuSigned by:
José Carlos Ferreira Junior
95274FBE5209434...
José Carlos erreira J nior
airetor de dera o rans iss o

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM – UHE BRACINHO

RELATÓRIO DE ATUALIZAÇÃO DO PLANO AÇÃO DE EMERGÊNCIA DAS BARRAGENS DA UHE BRACINHO

Equipe Técnica

Fabrício 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

DS SJDS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS.....12
2. INTRODUÇÃO.....13
3. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....15
4. LISTA DE CONTATOS DO PAE.....15
5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....17
5.1. BARRAGENS E RESERVATÓRIOS.....19
5.1.1. BARRAGEM DO 1º SALTO.....19
5.1.2. BARRAGEM DO 8º SALTO.....19
5.1.3. BARRAGEM DO RIO DO JÚLIO.....20
5.2. VERTEDOUROS.....21
5.2.1. VERTEDOURO DO 1º SALTO.....21
5.2.2. VERTEDOURO DO 8º SALTO.....25
5.2.3. VERTEDOURO DO RIO DO JÚLIO.....26
5.3. CIRCUITO HIDRÁULICO DE ADUÇÃO.....30
5.3.1. TOMADA DE ÁGUA - BARRAGEM DO 1º SALTO.....30
5.3.2. TOMADA DE ÁGUA - BARRAGEM DO 8º SALTO.....30
5.3.3. TOMADA DE ÁGUA - BARRAGEM DO RIO DO JÚLIO.....30
5.3.4. TÚNEIS DE ADUÇÃO – BARRAGEM DO RIO DO JÚLIO.....31
5.3.5. TÚNEIS DE ADUÇÃO – BARRAGEM DO 1º SALTO.....31
5.3.6. CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO – BARRAGEM DO 1º SALTO.....31
5.3.7. CONDUTOS FORÇADOS E CASA DE FORÇA.....31
5.4. CARACTERÍSTICA HIDROLÓGICAS E FISIOGRÁFICAS DA BACIA.....31
5.4.1. CARACTERÍSTICA HIDROLÓGICAS E FISIOGRÁFICAS DA BACIA – BARRAGEM DO RIO DO JÚLIO.....32

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

5.4.2. CARACTERÍSTICA HIDROLÓGICAS E FISIOGRÁFICAS DA BACIA – BARRAGEM DO 8º SALTO 33

5.4.3. CARACTERÍSTICA HIDROLÓGICAS E FISIOGRÁFICAS DA BACIA – BARRAGEM DO 1º SALTO 34

5.5. QUADRO RESUMO – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 35

6. ATRIBUIÇÕES DE RESPONSABILIDADES NO PAE 36

6.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR 36

6.1.1. RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE 37

6.1.2. RESPONSABILIDADES DA EQUIPE TÉCNICA 38

6.2. ENTIDADE FISCALIZADORA 39

6.3. SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL 39

7. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE RISCO E EMERGÊNCIA 42

7.1. CAUSAS DE DEFEITOS EM BARRAGENS 42

7.2. IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO 43

7.3. IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA 43

7.4. NÍVEIS DE RESPOSTA 44

7.5. AÇÕES A IMPLEMENTAR 57

7.6. PLANO DE AÇÕES ESPECÍFICAS PARA CONTINGÊNCIAS 66

8. ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO 68

8.1. CONTEXTUALIZAÇÃO 68

8.1.1. GALGAMENTO (OVERTOPPING) 68

8.1.2. EROSÃO INTERNA (PIPING) 69

8.1.3. FALHA ESTRUTURAL 70

8.2. METODOLOGIA 71

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

8.3. CENÁRIOS SIMULADOS 71

8.4. DADOS DE ENTRADA 76

8.4.1. TOPOGRAFIA 76

8.4.2. COEFICIENTE DE MANNING 77

8.4.3. PARÂMETROS DE FORMAÇÃO DA BRECHA 77

8.4.4. CURVA COTA X ÁREA X VOLUME E HIDROGRAMAS AFLUENTES 77

8.4.5. CONDIÇÕES DE CONTORNO 77

8.5. PONTOS NOTÁVEIS E ÁREAS DE INTERESSE 79

8.6. SEÇÕES DE INTERESSE, TEMPO DE CHEGADA DE ONDA E NÍVEIS D'ÁGUA MÁXIMOS 83

8.6.1. RIO DO JÚLIO – CENÁRIO RJ7 83

8.6.2. 8º SALTO E 1º SALTO – CENÁRIOS S7-8S E S7-1S 85

8.6.3. ROMPIMENTOS EM CASCATA – CENÁRIOS C1 E C2 89

8.7. MANCHAS DE INUNDAÇÃO 91

8.8. ZONA DE AUTO SALVAMENTO (ZAS) E ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS) 96

8.9. CONCLUSÕES DO ESTUDO DE RUPTURA 99

9. NOTIFICAÇÃO E SISTEMAS DE ALERTA 101

9.1. MEIOS DE DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO 101

9.2. ALERTA SONORO 103

9.3. PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA 103

9.4. SIMULAÇÕES E TREINAMENTOS 112

10. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS 113

11. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE 115

12. REFERÊNCIAS 116

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

13. ANEXOS 118

ANEXO I – Fichas Notificação de Mau Funcionamento 118
ANEXO II – Ficha de Notificação de Condição Potencial de Ruptura. 119
ANEXO III – Declaração de Início de Situação de Alerta ou Emergência 120
ANEXO IV – Declaração de Término de Situação de Alerta ou Emergência 121
ANEXO V – Planos de Ações Específicas para Contingências 122
V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO 122
V.2 RUPTURA IMINENTE 122
V.3 FALHA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL 123
V.4 ABALO SÍSMICO 123
V.5 ENCHENTE 124
V.6 INFILTRAÇÕES, CHARCOS, AUMENTO DE FLUXO OU SUMIDOUROS 125
V.7 DESLIZAMENTOS 125
V.8 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA 126
V.9 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS 126
V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO 127
V.11 EROSÃO REGRESSIVA (PIPING) NO ATERRO, FUNDAÇÃO OU OMBREIRAS 127
V.12 FALHA NO VERTEDOURO 128
V.13 PERDA DE SUPORTE DAS OMBREIRAS OU TRINCAMENTO EXCESSIVO EM BARRAGEM/OBRA DE CONCRETO 128
V.14 INVASÃO DA ÁREA DA BARRAGEM 129
V.15 PÓS EVENTO 129
V.16 RISCO DE ALAGAMENTO A JUSANTE POR OPERAÇÃO DE DESCARGA 130
ANEXO VI – Mapas das Manchas de Inundação 131
ANEXO VII – Mapas das ZAS e ZSS 132
ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica 133

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da UHE Bracinho e Barragens que a compõem 17
Figura 2 - Arranjo geral do aproveitamento da UHE Bracinho 18
Figura 3 - Planta Cadastral da Barragem do 8º Salto. 20
Figura 4 – Planta Cadastral da Barragem do Rio do Júlio 21
Figura 5 – Seção transversal do Vertedouro de Soleira Livre – Barragem do 1º Salto 22
Figura 6 – Vista da crista da barragem do 1° Salto. 22
Figura 7 – Vista de jusante, onde se observam dois vãos sobre os descarregadores de fundo e uma abertura junto à ombreira esquerda. 23
Figura 8 – Curvas de descarga do vertedouro da barragem 1° Salto. 24
Figura 9 – Seção do vertedouro em canal natural da barragem do 8° Salto. 25
Figura 10 – Curva de descarga do vertedouro da Barragem do 8° Salto. 26
Figura 11 – Planta Cadastral da Barragem do Rio do Júlio 27
Figura 12 – Vista de jusante do vertedouro da barragem do Rio do Júlio. 27
Figura 13 - Seção longitudinal e transversal do vertedouro da Barragem do Rio do Júlio 28
Figura 14 – Curva de descarga do vertedouro da Barragem do Rio do Júlio. 30
Figura 15 - Localização da bacia hidrográfica da UHE Bracinho. 32
Figura 16 - Fluxograma de Ações a Implementar pelo Coordenador do PAE 38
Figura 17 - Organização Esquemática do SINPDEC 40
Figura 18 - Gráfico: Carta de Risco – Barragem do 1º Salto 56
Figura 19 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança 67
Figura 20 - Processo de ruptura por galgamento em barragem 69
Figura 21 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem 70
Figura 22 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento 76
Figura 23 – Hidrogramas afluentes naturais – Rio do Júlio 78
Figura 24 – Hidrogramas afluentes naturais – 1º Salto 79
Figura 25 – Hidrogramas afluentes naturais – 8º Salto 79
Figura 26 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV) 82
Figura 27 – Seções de interesse e Tempos de Chegada de Onda – Cenário RJ7 84
Figura 28 – Seções de interesse e Tempos de Chegada de Onda – Cenário S7-8S 86
Figura 29 – Seções de interesse e Tempos de Chegada de Onda – Cenário S7-1S 88
Figura 30 – Seções de interesse e Tempos de Chegada de Onda – Cenário C2 90
Figura 31 - Mapas de Inundação – Cenários RJ4 a RJ7 92
Figura 32 - Mapas de Inundação – Cenários S4-8S a S7-8S 93
Figura 33 - Mapas de Inundação – Cenários S4-1S a S7-1S 94
Figura 34 - Mapas de Inundação – Cenários C1 e C2 95
Figura 35 – Mancha de Inundação decorrente do cenário C2, trecho final da simulação 100
Figura 36 - Fluxograma de Notificação 102

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação do empreendedor. 15
Quadro 2 - Lista de Contatos do PAE – UHE Bracinho 15
Quadro 3 – Cálculo da curva de descarga da abertura junto à ombreira esquerda (vertedouro complementar) - barragem do 1° Salto. 23
Quadro 4 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro principal da barragem do 1° Salto. 24
Quadro 5 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro da Barragem do 8° Salto. 25
Quadro 6 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro da Barragem do Rio do Júlio. 29
Quadro 7 – Parâmetros fisiográficos para a bacia hidrográfica da barragem Rio do Júlio. 33
Quadro 8 – Vazões máximas médias e instantâneas na seção da barragem Rio do Júlio. 33
Quadro 9 – Parâmetros fisiográficos para a bacia hidrográfica da Barragem do 8º Salto. 33
Quadro 10 – Vazões máximas afluentes e efluentes e níveis máximos de água calculados, conforme Tempo de Retorno – barragem do 8° Salto. 33
Quadro 11 – Parâmetros fisiográficos para a bacia hidrográfica da Barragem do 1º Salto. 34
Quadro 12 – Vazões máximas afluentes e efluentes e níveis máximos de água calculados, conforme Tempo de Retorno – barragem do 1º Salto. 34
Quadro 13 – Quadro Resumo das barragens da UHE Bracinho 35
Quadro 14 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas 45
Quadro 15 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala 47
Quadro 16 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual 49
Quadro 17 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela instrumentação de auscultação 52
Quadro 18 - Carta de Risco – Barragem do 8º Salto 53
Quadro 19 - Carta de Risco – Rio do Júlio 54
Quadro 20 - Carta de Risco – 1º Salto 55
Quadro 21 - Nível de resposta verde: ações a implementar 57
Quadro 22 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar 59
Quadro 23 - Nível de resposta laranja: ações a implementar 61
Quadro 24 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar 64
Quadro 25 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da UHE Bracinho 72
Quadro 26 - Áreas Potencialmente Vulneráveis 80
Quadro 27 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário RJ7 83
Quadro 28 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário S7-8S 85
Quadro 29 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário S7-1S 87
Quadro 30 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C1 89
Quadro 31 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C2 89
Quadro 32 - Pontos de Encontro – ZAS e ZSS 104

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 33 - Treinamentos do PAE 113
Quadro 34 - Recursos disponíveis para respostas à emergências 113
Quadro 35 - Responsáveis Técnicos pela atualização do PSB 115

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

LISTA DE SIGLAS

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 Bracinho, 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 na barragem da UHE Bracinho suas estruturas auxiliares e entorno,

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 respetivas manchas de inundação associadas;

g) Indicação da Zona de Autossalvamento (ZAS), Zona de Segurança Secundária (ZSS), pontos de encontro e rotas de fuga, estratégias para a notificação e alertas às comunidades potencialmente afetadas por eventual ruptura da barragem;

h) Treinamento de pessoal habilitado para operar os equipamentos necessários ao controle das emergências;

i) Minimização das consequências e impactos associados e estabelecimento das diretrizes básicas, necessárias para atuações emergenciais;

j) Disponibilizar recursos para o controle das emergências;

No PAE, o termo barragem é utilizado compreendendo todas as estruturas complementares que existam (e.g. tomada de água, vertedouro, canais, etc.), e não apenas as estruturas de barramento. Este documento deverá estar disponível na Usina da UHE Bracinho e nas Prefeitura Municipal de Schroeder/SC. Também será encaminhada cópia para a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina. O PAE deverá ser mantido atualizado, executando-se as atualizações quando dos ciclos de RPSB, ou quando houverem alterações do enquadramento e/ou características do empreendimento, das ocupações a jusante, dos contatos, do coordenador do PAE ou outras que justifiquem a confecção de versão atualizada.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 Poleto 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 Bracinho, 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 Bracinho

EMPREENDEDOR – CELESC GERAÇÃO S.A.	
Centro de Operação da Geração – COG	Operador do turno (48) 3231-5548 / 5549 / (48) 99978-1638 cog@celesc.com.br
Responsável Técnico das Barragens e Coordenador do PAE:	Sílvio José dos Santos (48) 3231-5594 / (48) 99919-6446 / silviojs@celesc.com.br
Substituto do Coordenador do PAE e chefe do Depto. de Operação e Manutenção	Igor Kursancew Khairalla (48) 3231-5708 / igorkk@celesc.com.br
Divisão de Operação	Tiago Lage Nascimento (48) 3231-5599 / tiagoln@celesc.com.br
Divisão de Manutenção	Rafael Hoffmann Paludo (48) 3231-5598 / rafaelhp@celesc.com.br
UHE Bracinho - Equipes Locais: Conservação / Manutenção Eletromecânica / Técnicos Celesc	Casa de força: (47) 3372-8633

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

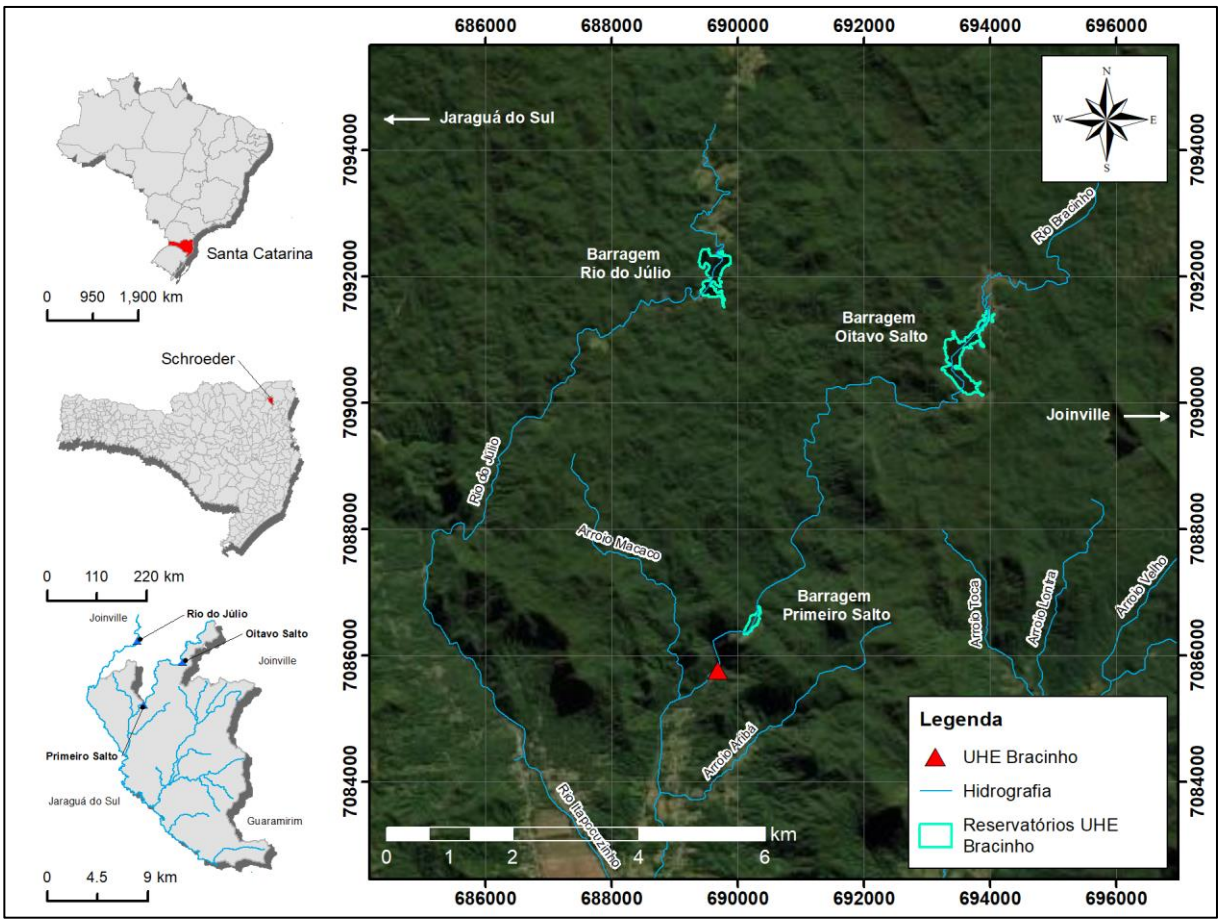
ENTIDADE FISCALIZADORA	
ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica	Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração (61) 2192.8758 / segurancadebarragens@aneel.gov.br
ENTIDADES DE DEFESA CIVIL E SEGURANÇA PÚBLICA	
Prefeitura Municipal de Schroeder/SC	Gabinete do Prefeito (47) 3374-6504/ prefeitura@schroeder.sc.gov.br
Secretaria de Estado de Defesa Civil	(48) 3664-7001 / (48) 3664-7002 secretario@sdc.sc.gov.br Emergência: 199
Coordenadoria Regional da Defesa Civil de Santa Catarina – Joinville/SC	(47) 3481-2823 / joinville@defesacivil.sc.gov.br Emergência: 199
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil – Schroeder/SC	(47) 3374-6599 defesacivil@schroeder.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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A UHE Bracinho situa-se no município de Schroeder, no estado de Santa Catarina. O Rio Bracinho, afluente do Rio Itapocuzinho pela margem esquerda, faz parte da Região Hidrográfica RH-6, segundo o Diagnóstico Geral das Bacias Hidrográficas do estado de Santa Catarina, publicado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. O acesso à usina dá-se através da rodovia federal BR-280, seguindo então em direção a Guaramirim, até o trevo do município de Schroeder (4 km), e seguindo por estrada secundária parcialmente não pavimentada, porém com boa conservação, por cerca de 13 km. Sua localização é apresentada na Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Localização da UHE Bracinho e Barragens que a compõem



A UHE Bracinho possui três barramentos, sendo 2 reservatórios de regularização (Rio do Júlio e 8º Salto) e um reservatório de derivação (1º Salto). O aproveitamento hidrelétrico utiliza o Rio Bracinho, com uma área de drenagem de 82,6 km² no local do barramento do chamado 1º Salto, regularizando os níveis de seu reservatório através de seu barramento. Os volumes acumulados até a crista da soleira são desviados por túnel de 192 m, escavado em rocha, levando

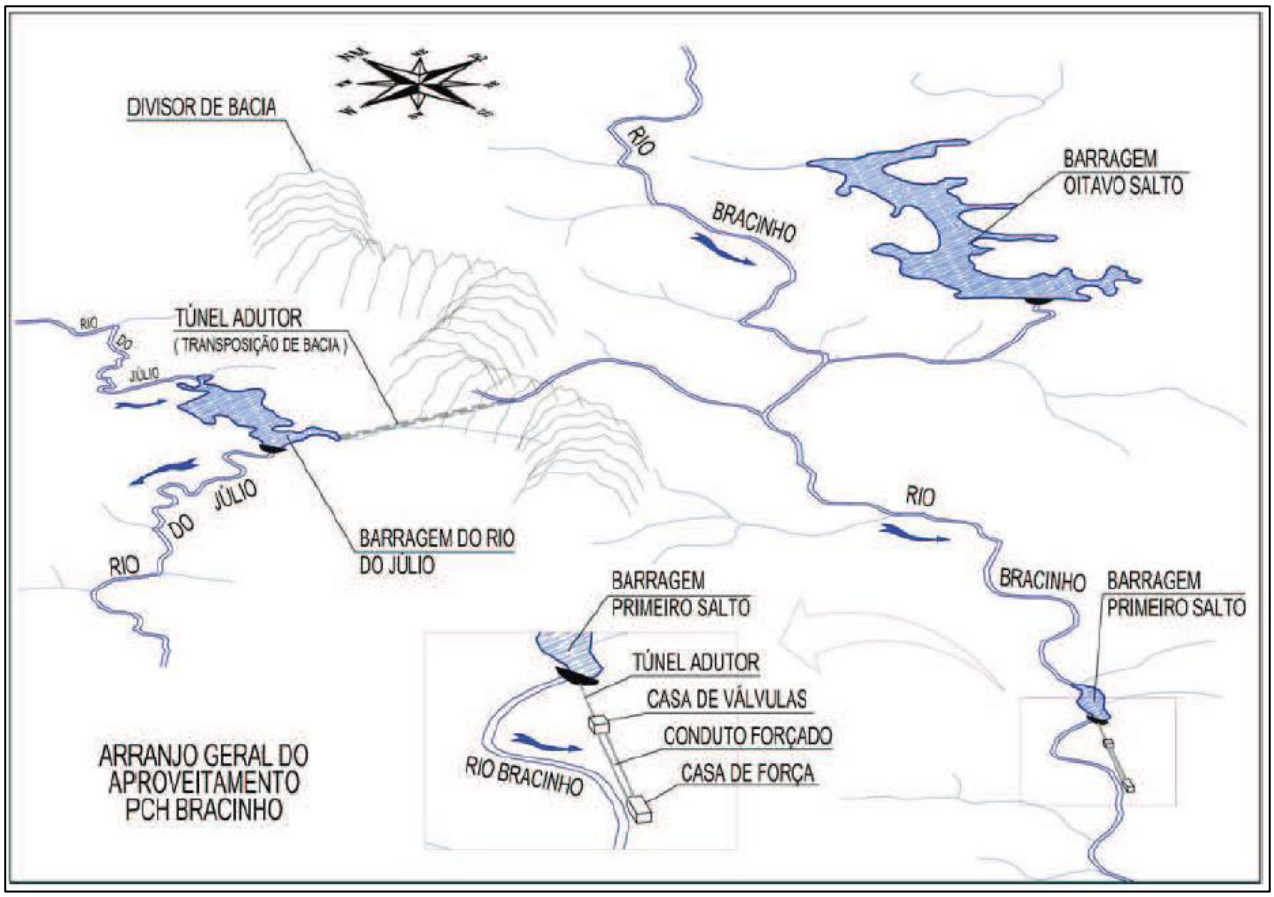
DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

as vazões a um conduto forçado metálico, de 742 m de comprimento e diâmetro variando de 1,17 a 1,32 m.

Existem 2 reservatórios a montante: o do 8º Salto, no próprio Rio Bracinho, e o Reservatório do Rio do Júlio, situado na bacia vizinha do Rio do Júlio. Os volumes armazenados no reservatório da barragem do 8º Salto seguem superficialmente pelo próprio canal do Rio Bracinho. Os volumes armazenados no reservatório do Rio do Júlio são levados a um afluente pela margem direita do Rio Bracinho para, logo a jusante, juntar-se às vazões regularizadas pelo reservatório do 8º Salto. Pelo canal principal do Rio Bracinho, as vazões regularizadas a montante alimentam o pequeno reservatório de captação e regularização de níveis do 1º Salto.

A Figura 2 mostra esquematicamente a localização dos reservatórios de acumulação (Barragem 8° Salto e Barragem do Rio do Júlio) e do reservatório de captação (Barragem do 1° Salto), a captação de suas vazões regularizadas e, finalmente, a condução dessas até a Casa de Força no Rio Bracinho, onde estão localizadas as turbinas e geradores do aproveitamento.

Figura 2 - Arranjo geral do aproveitamento da UHE Bracinho



Fonte: Avaliação Técnica-Operacional dos Ativos de Geração da CELESC ENERGIA. Relatório de Avaliação da PCH Bracinho (8903/00-01-RL-0008-0). Engevix, março/2006.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

5.1. Barragens e Reservatórios

5.1.1. Barragem do 1º Salto

A Barragem 1º Salto, localizada no rio Bracinho, possui comprimento de 57,85 m, sendo 32,05 m de soleira vertente. A estrutura é em concreto com altura máxima de 12 m. O volume de seu reservatório é de aproximadamente 200.000 metros cúbicos. Esta barragem tem nível da cota de coroamento da barragem a 416,74 m, Nível Máximo Normal na elevação 415,24 m e Nível Máximo Maximorum, correspondente ao Tempo de Retorno de 1.000 anos, igual a 416,98 m, havendo assim a necessidade de alteamento deste barramento em 0,80 m, de acordo com a atualização dos estudos hidrológicos (documento nº ISB-6090-UBO-005-02) para atendimento aos critérios de segurança quanto ao atendimento da borda livre mínima de 50 cm para barragens de concreto.

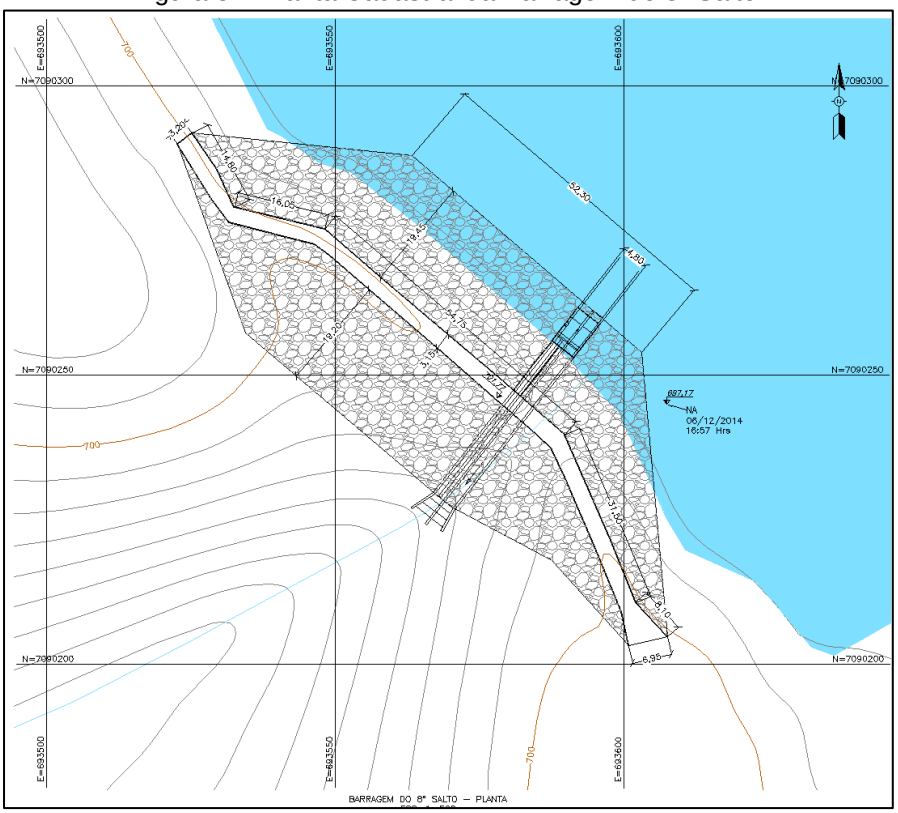
5.1.2. Barragem do 8º Salto

A Barragem 8º Salto, localizada no Rio Bracinho, configura um dos reservatórios de armazenamento que regularizam as vazões turbinadas da UHE Bracinho. O barramento constitui-se de estrutura a gravidade, de enrocamento, com núcleo de concreto ciclópico, com comprimento total de 125,20 m e altura máxima de 17,00 m, tendo o volume máximo operativo normal do seu reservatório de 7.100.000 m³. Esta barragem tem Nível Máximo Normal na elevação 699,72 m, Nível Máximo Maximorum, correspondente ao Tempo de Retorno de 1.000 anos, na elevação 700,20 m, estando a crista da barragem na elevação 701,77 m.

Sendo assim, a barragem atende ao critério de borda livre mínima de 1,0 para barragens de terra/enrocamento, estando ainda protegida para a cheia decamilenar (nível do reservatório na elevação 700,43 m), de acordo com a atualização dos estudos hidrológicos (documento nº ISB-6090-UBO-005-02). Quanto a instrumentação de auscultação civil, no Barramento da 8° Salto, existem 06 marcos superficiais instalados para monitoramento dos deslocamentos do barramento e estruturas auxiliares, cujo serviços se encontram em fase de contração pelo empreendedor. A figura abaixo apresente a vista em planta da Barragem do 8º Salto.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 3 - Planta Cadastral da Barragem do 8º Salto.



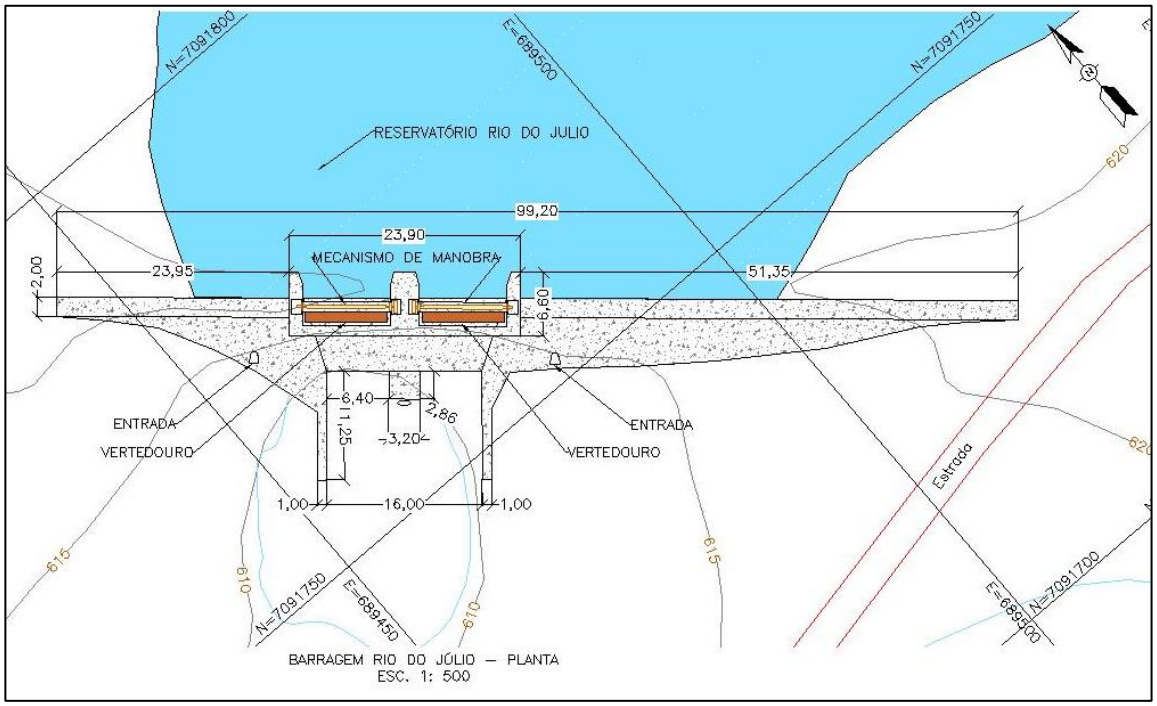
Fonte: adaptado de PROSUL, 2015 – documento 5062-BRA-6C-DEBA-004.

5.1.3. Barragem do Rio do Júlio

A Barragem do Rio do Júlio forma o segundo reservatório do sistema de armazenamento da UHE Bracinho. O barramento se constitui de estrutura de gravidade, executada em concreto estrutural, possuindo comprimento total de 99,20 m, altura máxima de 14,60 m, Nível Máximo Normal de operação na elevação 620,16 m, Nível Máximo Maximorum, correspondente ao Tempo de Retorno na elevação 623,84 m, estando a crista da barragem na elevação 623,96 m. Desse modo, foi identificada a necessidade de alteamento deste barramento em 0,40 m, de acordo com a atualização dos estudos hidrológicos (documento nº ISB-6090-UBO-005-02) para atendimento aos critérios de segurança quanto ao atendimento da borda livre mínima de 50 cm para barragens de concreto. A figura abaixo ilustra a vista em planta das instalações da Barragem do Rio do Júlio.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 4 – Planta Cadastral da Barragem do Rio do Júlio



Fonte: adaptado de PROSUL, 2015 – documento 5062-BRA-6C-DEBA-008.

5.2. Vertedouros

5.2.1. Vertedouro do 1º Salto

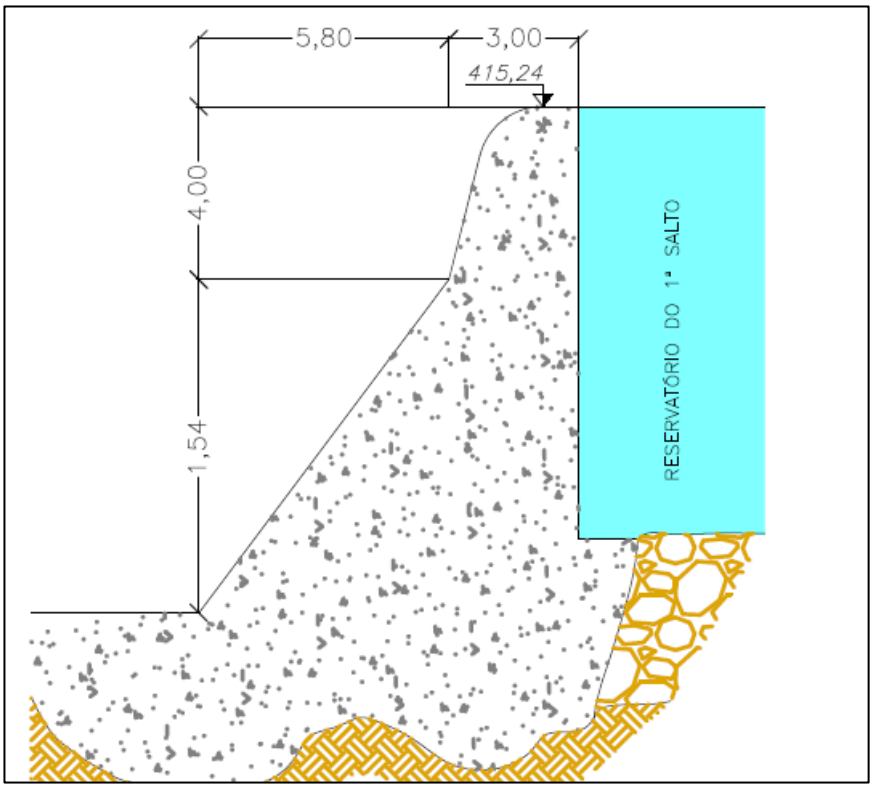
O vertedouro do 1º Salto é caracterizado por ser de soleira livre, com perfil do tipo Creager, totalizando 35,75 m de comprimento. À esquerda hidráulica do vertedouro se encontram duas comportas descarregadoras de fundo para o controle das vazões descarregadas e também para desassorear a região da tomada d'água.

Além do vertedouro principal, há dois vãos com escoamento livre a partir da cota 415,24 m sobre as aberturas de descarga de fundo com comprimento unitário de 2,60 m, e há uma abertura na crista da barragem junto à ombreira esquerda, com cerca de 14,50 m, com base na elevação 415,79 m (Figura 7). Como a base desta abertura junto à ombreira está em cota inferior à cota da crista da barragem, também se considera o vertimento através desta seção.

A seção transversal do vertedouro é mostrada na Figura 5 e uma vista da estrutura na Figura 6.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 5 – Seção transversal do Vertedouro de Soleira Livre – Barragem do 1º Salto



Fonte: adaptado de PROSUL, 2015 – documento 5062-BRA-6C-DEBA-001

Figura 6 – Vista da crista da barragem do 1° Salto.

Fonte: CELESC – ISR, 2019.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 7 – Vista de jusante, onde se observam dois vãos sobre os descarregadores de fundo e uma abertura junto à ombreira esquerda.

Fonte: CELESC – ISR, 2019.

As curvas de descarga que representam os vertedores do 1º Salto estão na Figura 8 e em formato tabular no Quadro 3 e

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro **4**.

Quadro 3 – Cálculo da curva de descarga da abertura junto à ombreira esquerda (vertedouro complementar) - barragem do 1° Salto.

NA Mont.	**Vazão**
(m)	**(m³/s)**
415,24	-
415,39	-
415,59	-
415,79	-
415,99	1,84
416,19	5,18
416,39	9,49
416,59	14,57
16,74	18,82
417,44	42,65

* Considerou-se um vertedouro de soleira espessa

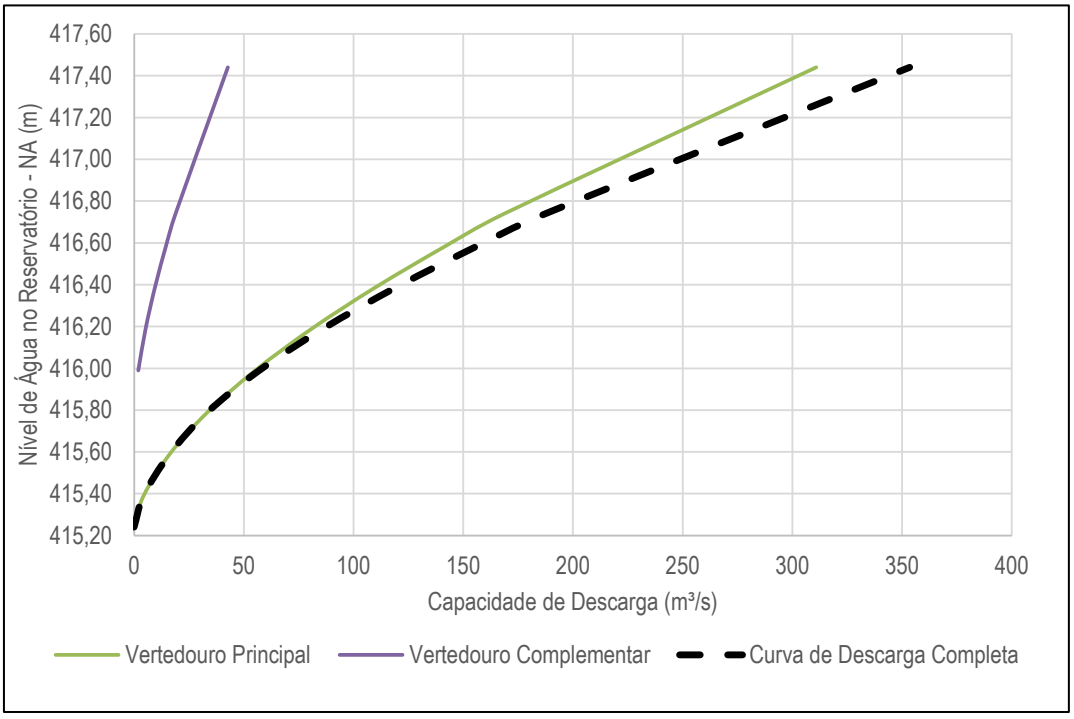
DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 4 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro principal da barragem do 1° Salto.

NA Mont. (m)	Vazão (m³/s)
415,24	0,00
415,39	4,34
415,59	16,29
415,79	33,50
415,99	55,27
416,19	81,09
416,39	110,44
416,59	142,84
416,74	168,80
417,44	310,92

A Figura 8 apresenta a curva de descarga das duas estruturas e a curva de descarga final.

Figura 8 – Curvas de descarga do vertedouro da barragem 1° Salto.

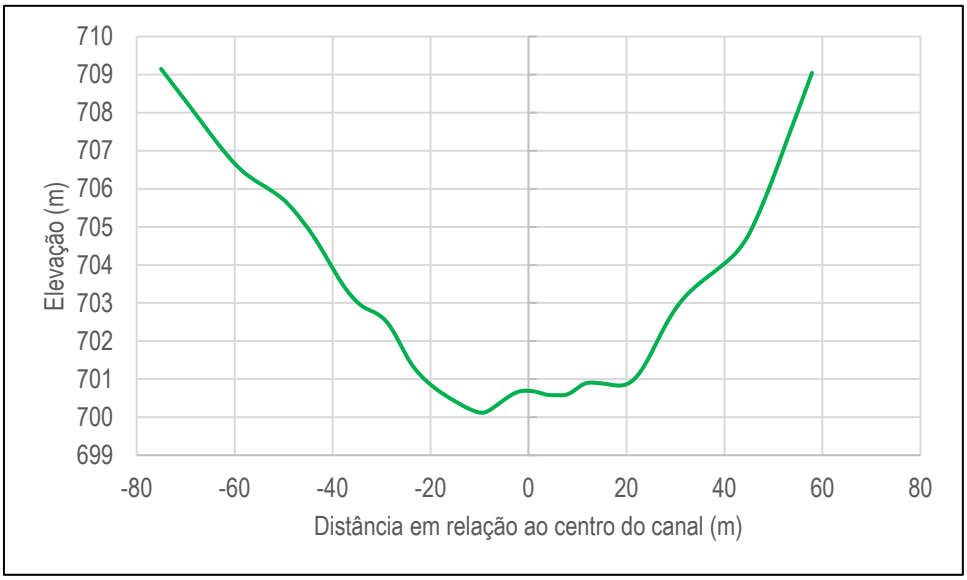


DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

5.2.2. Vertedouro do 8º Salto

A barragem do 8º Salto tem seu vertedouro situado fora da estrutura da barragem. O mesmo consiste em um canal natural livre na margem esquerda do reservatório. A cota de vertimento é de 699,72 metros. A seção do vertedouro foi definida a partir de um MDT de 1,0 m de resolução, proveniente de um levantamento aerofotogramétrico realizado para o estado de Santa Catarina[1], apresentada na Figura 9. Já a curva de descarga (Figura 10 e Quadro 5) desse barramento foi obtida a partir da seção transversal representativa do vertedouro.

Figura 9 – Seção do vertedouro em canal natural da barragem do 8° Salto.



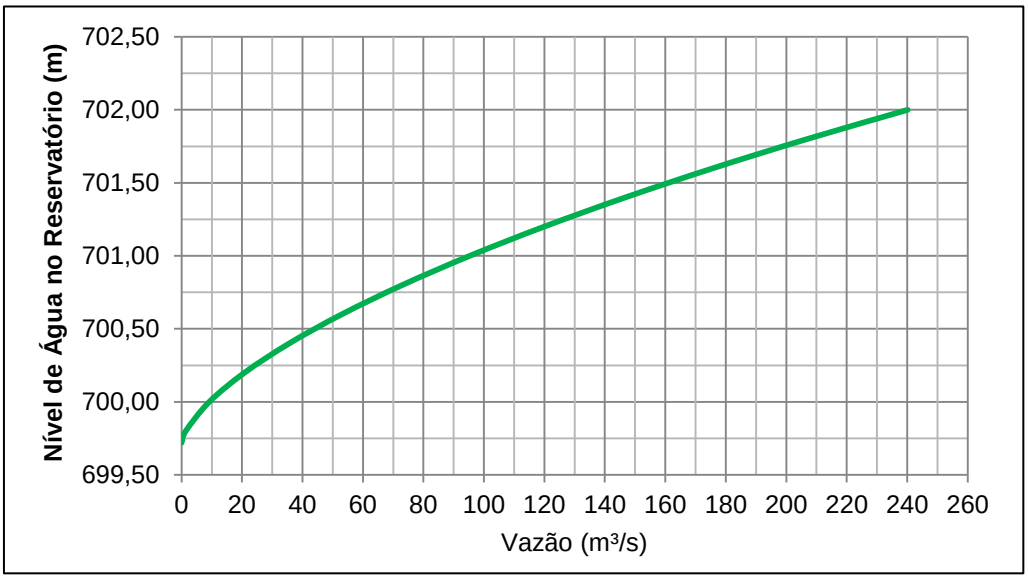
Quadro 5 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro da Barragem do 8° Salto.

NA Mont.	Vazão Total
(m)	(m³/s)
699,72	0,00
699,80	1,38
700,00	9,17
700,20	20,84
700,40	35,57
700,60	53,02
700,80	72,98
701,00	95,30
701,20	119,91
701,40	146,73
701,60	175,74
701,80	206,88
702,00	240,14

[1] Bases cartográficas públicas, disponibilizadas através do portal SIGSC, de onde pode-se obter ortofotos com resolução espacial de 39 cm e modelos digitais de terreno e de superfície com resolução de 1,0 m.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 10 – Curva de descarga do vertedouro da Barragem do 8° Salto.

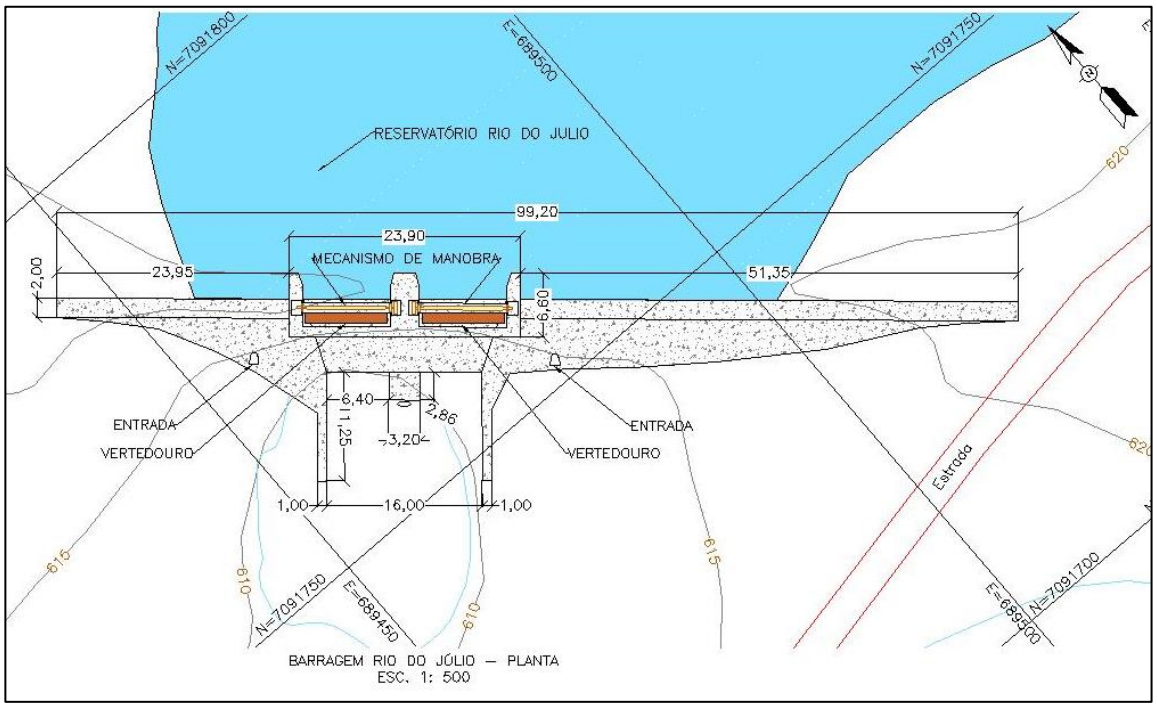


5.2.3. Vertedouro do Rio do Júlio

A Barragem do Rio do Júlio (Figura 11) é dotada de vertedouro de superfície, com dois vãos em perfil tipo Creager, controlado por comportas metálicas basculantes acionadas mecânica/eletricamente. Essas comportas têm 8,50 m de largura, 2,45 de altura e soleira na elevação 620,16 m. A Figura 13 mostra a seção longitudinal e transversal das instalações do vertedouro. Na Barragem do Rio do Júlio, também há um descarregador de fundo localizado entre os dois vãos da soleira vertente, com 1,40 m, sendo dotado de válvula de dispersão do tipo cônico de camisa deslizante. A válvula é acionada manualmente por meio um pedestal de manobra instalada em um nicho na galeria de drenagem da barragem. A curva de descarga desse vertedouro se encontra na Figura 14 e em formato tabular no Quadro 6.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 11 – Planta Cadastral da Barragem do Rio do Júlio



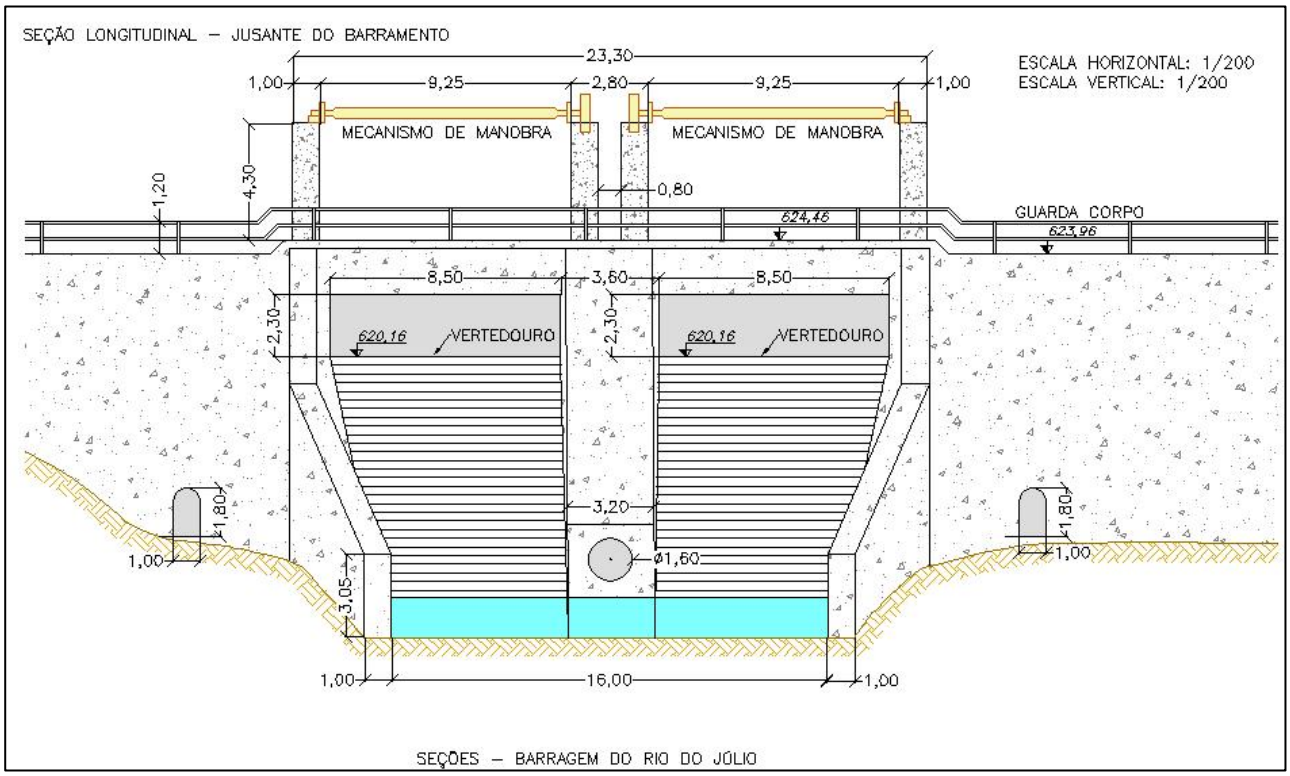
Fonte: adaptado de PROSUL, 2015 – documento 5062-BRA-6C-DEBA-008.

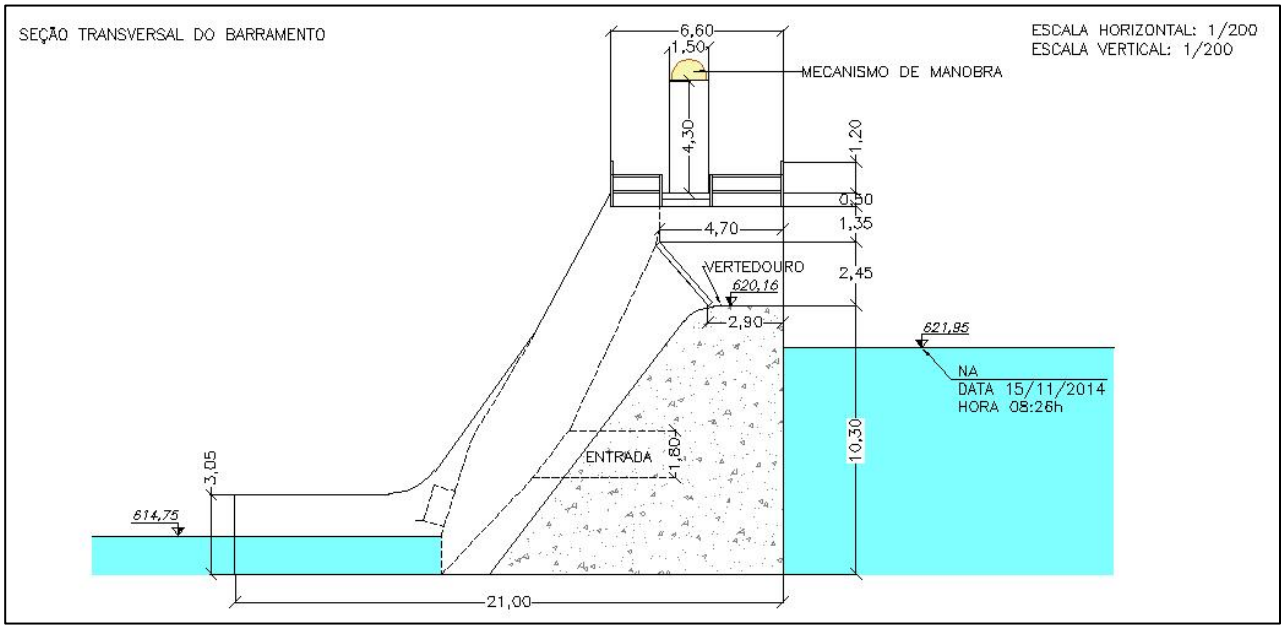
Figura 12 – Vista de jusante do vertedouro da barragem do Rio do Júlio.

Fonte: CELESC – ISR, 2019.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 13 - Seção longitudinal e transversal do vertedouro da Barragem do Rio do Júlio





Fonte: adaptado de PROSUL, 2015 – documento 5062-BRA-6C-DEBA-008 e 009.

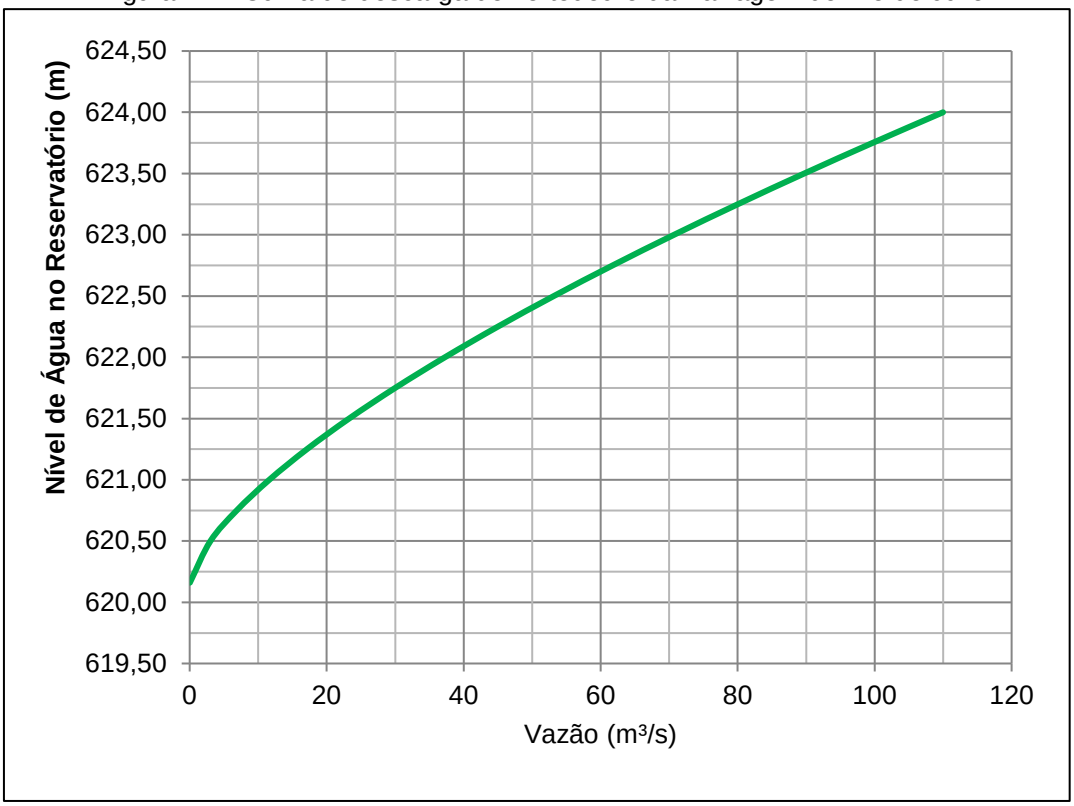
DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 6 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro da Barragem do Rio do Júlio.

NA Mont. (m)	Vazão Total (m³/s)
620,16	0,00
620,50	6,02
620,75	13,70
621,00	23,20
621,25	34,21
621,50	46,51
621,75	59,97
622,00	74,48
622,25	89,95
622,50	106,30
622,75	123,47
623,00	141,41
623,25	160,07
623,50	179,42
623,75	199,40
624,00	219,98
624,25	241,14
624,50	262,83
624,75	285,04
625,00	307,73
625,25	330,89

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 14 – Curva de descarga do vertedouro da Barragem do Rio do Júlio.



5.3. Circuito Hidráulico de Adução

5.3.1. Tomada de Água - Barragem do 1º Salto

No 1º Salto, a Tomada d'Água agregada à ombreira direita do barramento é dotada de uma comporta guilhotina operada por motor elétrico ou manualmente, para o controle da alimentação das vazões ao túnel de adução.

5.3.2. Tomada de Água - Barragem do 8º Salto

O 8º Salto é dotado de uma estrutura em torre para a tomada d'água, em alvenaria de pedra argamassada e acabamento em alvenaria comum, onde está instalada a grade e uma comporta gaveta, operada eletricamente. Também se encontra em operação um descarregador de fundo, constituído de um tubo de aço provido de válvula de bloqueio do tipo borboleta, acionado manualmente. A vazão liberada pela tomada d'água escoa livremente pelo leito do rio até a chegada no reservatório do 1º Salto. À jusante da barragem, localiza-se a casa de força e mais adiante o Município de Schroeder. Não existem barragens à montante da Barragem do 8º Salto.

5.3.3. Tomada de Água - Barragem do Rio do Júlio

A Barragem do Rio do Júlio possui uma tomada d'água constituída de uma estrutura de concreto, provida de dois vãos, a partir dos quais parte um túnel de adução. Este, por sua vez,

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

descarrega em um canal retangular, a partir do qual o escoamento segue até o leito natural do rio Bracinho.

5.3.4. Túneis de adução – Barragem do Rio do Júlio

O túnel de adução do Rio do Júlio tem 1.071 m de comprimento e seção com largura de 2,50 m por 2,50 m de altura. Esta descarrega em um canal de adução que, por sua vez, descarrega no Rio Bracinho.

5.3.5. Túneis de adução – Barragem do 1º Salto

O túnel de adução do 1º Salto possui 192 m de comprimento e 2,50 m de diâmetro. Ao seu final encontra-se à casa de válvulas que controla o fluxo para o trecho do conduto forçado de alta pressão.

5.3.6. Chaminé de equilíbrio – Barragem do 1º Salto

Dentro do complexo da UHE Bracinho, especificamente no barramento do 1º Salto, existe uma chaminé de equilíbrio constituída através de escavação em rocha no próprio túnel de adução. Esta possui 38,00 m de altura e diâmetro variando entre 2,50 m e 3,50 m.

5.3.7. Condutos Forçados e Casa de Força

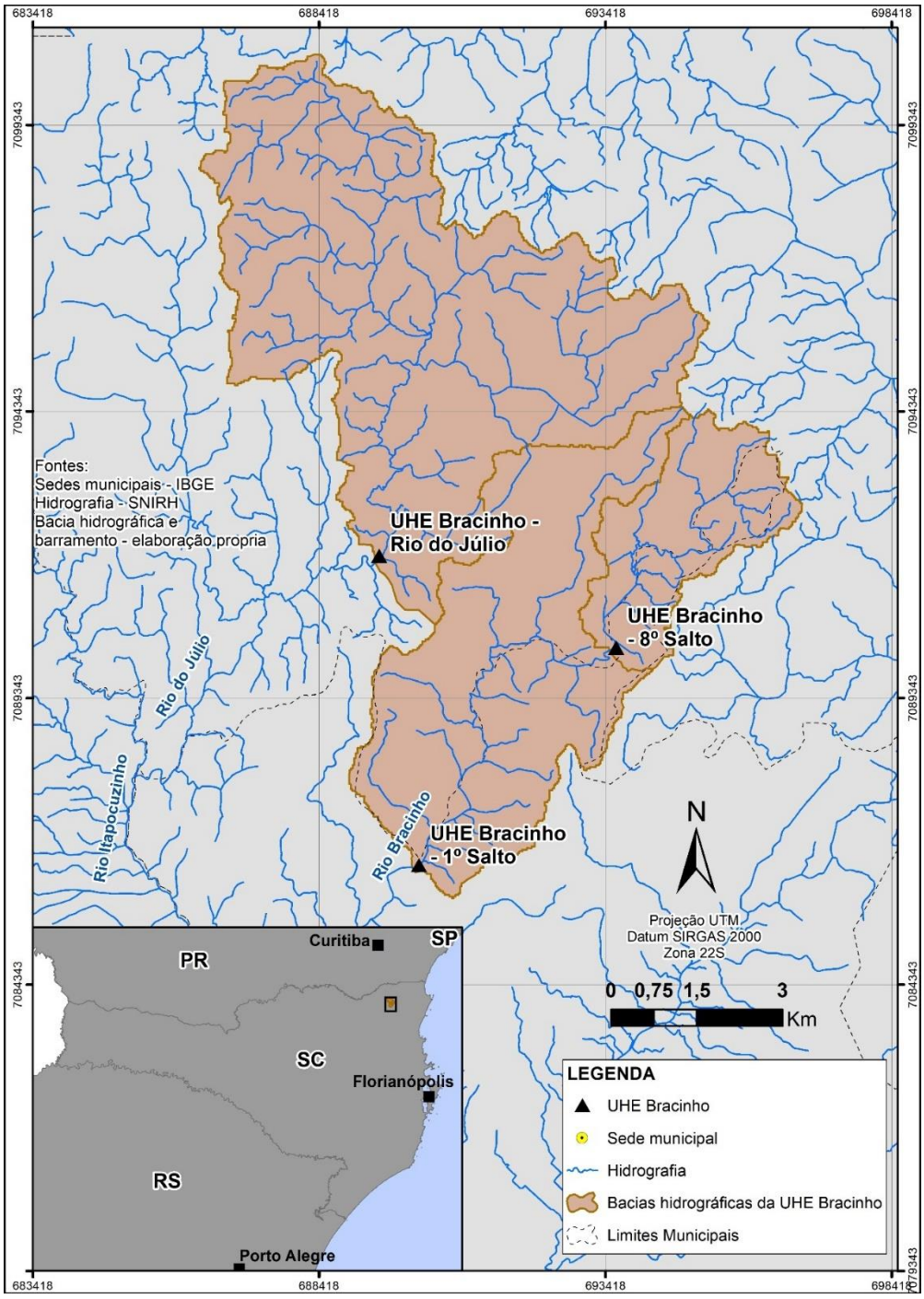
Ao final do túnel de adução da Barram do 1º Salto se encontra a alimentação para o conduto forçado para, em seguida, chegar à casa de válvulas que controlam os fluxos para o trecho dos condutos forçados de alta pressão. O Conduto Forçado metálico conduz as vazões a serem turbinadas através de uma bifurcação dupla, sendo mantida a sua estabilidade através de blocos de ancoragem distribuídos em todo o trecho. Tem comprimento total de 742 m e diâmetro de 1,20 m. A Casa de Força compõe-se de estrutura em pedra argamassada e alvenaria comum, abrigando as 2 (duas) unidades geradoras e todo o sistema auxiliar mecânico e elétrico da usina, além da sala de controle, copa, sanitários e oficina. A cota do pátio da Casa de Força está na elevação 108,50 m.

5.4. Característica hidrológicas e fisiográficas da bacia

A bacia hidrográfica da UHE Bracinho e seus barramentos estão localizadas na porção Nordeste do estado de Santa Catarina, como é ilustrado na Figura 15.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 15 - Localização da bacia hidrográfica da UHE Bracinho.



5.4.1. Característica hidrológicas e fisiográficas da bacia – Barragem do Rio do Júlio

Acerca da caracterização fisiográfica da bacia da barragem do Rio do Júlio, está se encontra inserida em uma zona de clima Oceânico temperado, os parâmetros desta bacia são mostrados no Quadro 7. Já o Quadro 8 traz a tabulação dos dados de vazão para cada tempo de retorno.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 7 – Parâmetros fisiográficos para a bacia hidrográfica da barragem Rio do Júlio.

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)	Kirpich Modificada (DNIT, 2005)
UHE Bracinho - Rio do Júlio	40,7	345,0	12,9	0,02676	1,91	2,65	2,87

Quadro 8 – Vazões máximas médias e instantâneas na seção da barragem Rio do Júlio.

Tempo de retorno (anos)	Vazão Máxima Afluente (m³/s)	Vazão Máxima Efluente (m³/s)	Nível Máximo Instantâneo (m)
10	88,8	68,2	621,89
100	153,2	123,2	622,75
500	215,7	178,6	623,49
1000	247,9	207,1	623,84
10000	381,6	329,4	625,23

5.4.2. Característica hidrológicas e fisiográficas da bacia – Barragem do 8º Salto

Acerca da caracterização fisiográfica da região da Barragem do 8º Salto, os parâmetros são mostrados no Quadro 9. O Quadro 10 traz a tabulação dos dados de vazão para cada tempo de retorno.

Quadro 9 – Parâmetros fisiográficos para a bacia hidrográfica da Barragem do 8º Salto.

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)	Kirpich Modificada (DNIT, 2005)
UHE Bracinho - 8º Salto	8,6	206,0	6,1	0,03361	0,99	1,44	1,48

Quadro 10 – Vazões máximas afluentes e efluentes e níveis máximos de água calculados, conforme Tempo de Retorno – barragem do 8° Salto.

Tempo de retorno (anos)	Vazão Máxima Afluente (m³/s)	Vazão Máxima Efluente (m³/s)	Nível Máximo Instantâneo (m)
10	31,5	5,6	699,91
100	54,3	11,0	700,03
500	76,3	17,6	700,14
1000	87,7	21,0	700,20
10000	134,8	38,2	700,43

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

5.4.3. Característica hidrológicas e fisiográficas da bacia – Barragem do 1º Salto

Acerca da caracterização fisiográfica da bacia da Barragem do 1º Salto, os parâmetros são mostrados no Quadro 11. O Quadro 12 traz a tabulação dos dados de vazão para cada tempo de retorno.'

Quadro 11 – Parâmetros fisiográficos para a bacia hidrográfica da Barragem do 1º Salto.

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)	Kirpich Modificada (DNIT, 2005)
UHE Bracinho - 1º Salto	31,9	513,0	10,6	0,04831	1,31	2,05	1,97

Quadro 12 – Vazões máximas afluentes e efluentes e níveis máximos de água calculados, conforme Tempo de Retorno – barragem do 1º Salto.

Tempo de retorno (anos)	Vazão Máxima Afluente (m³/s)	Vazão Máxima Efluente (m³/s)	Nível Máximo Instantâneo (m)
10	77,6	416,13	10
100	134,0	416,54	100
500	189,2	416,84	500
1000	217,8	416,98	1000
10000	337,9	417,57	10000

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

5.5. Quadro Resumo – Características técnicas

Quadro 13 – Quadro Resumo das barragens da UHE Bracinho

Barragem	Rio do Júlio	8º Salto	1º Salto
Conclusão da Construção	1960	1947	1931
Material de construção	Concreto	Enrocamento com núcleo de concreto	Concreto
Comprimento da barragem (m)	99,20	125,20	57,82
Altura da barragem (m)	14,60	17,00	12,00
Cota do Coroamento da Barragem (m)	623,96	701,77	416,74
NA Máximo Maximorum (m) (Cheia Milenar)	623,84	700,20	416,98
Estrutura extravasora	Vertedouro de superfície, com dois vãos em perfil tipo Creager controlado por comportas metálicas basculantes	Canal natural na margem esquerda	Vertedouro de soleira livre perfil do tipo Creager
Cota do Coroamento do Vertedouro (m)	620,16	699,72	415,24
Altura das comportas (m)	2,45	-	-
Comprimento do Vertedouro (m)	2 x 8,50 m = 19,00	Variável	35,75
Descarregador de fundo	Válvula de dispersão	Comporta de fundo	Comporta de fundo
Unidades geradoras	2 Turbinas tipo Pelton		
Potência nominal (eixo) (MW)	7.350,00		

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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;

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

6.1.1. Responsabilidades do Coordenador do PAE

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

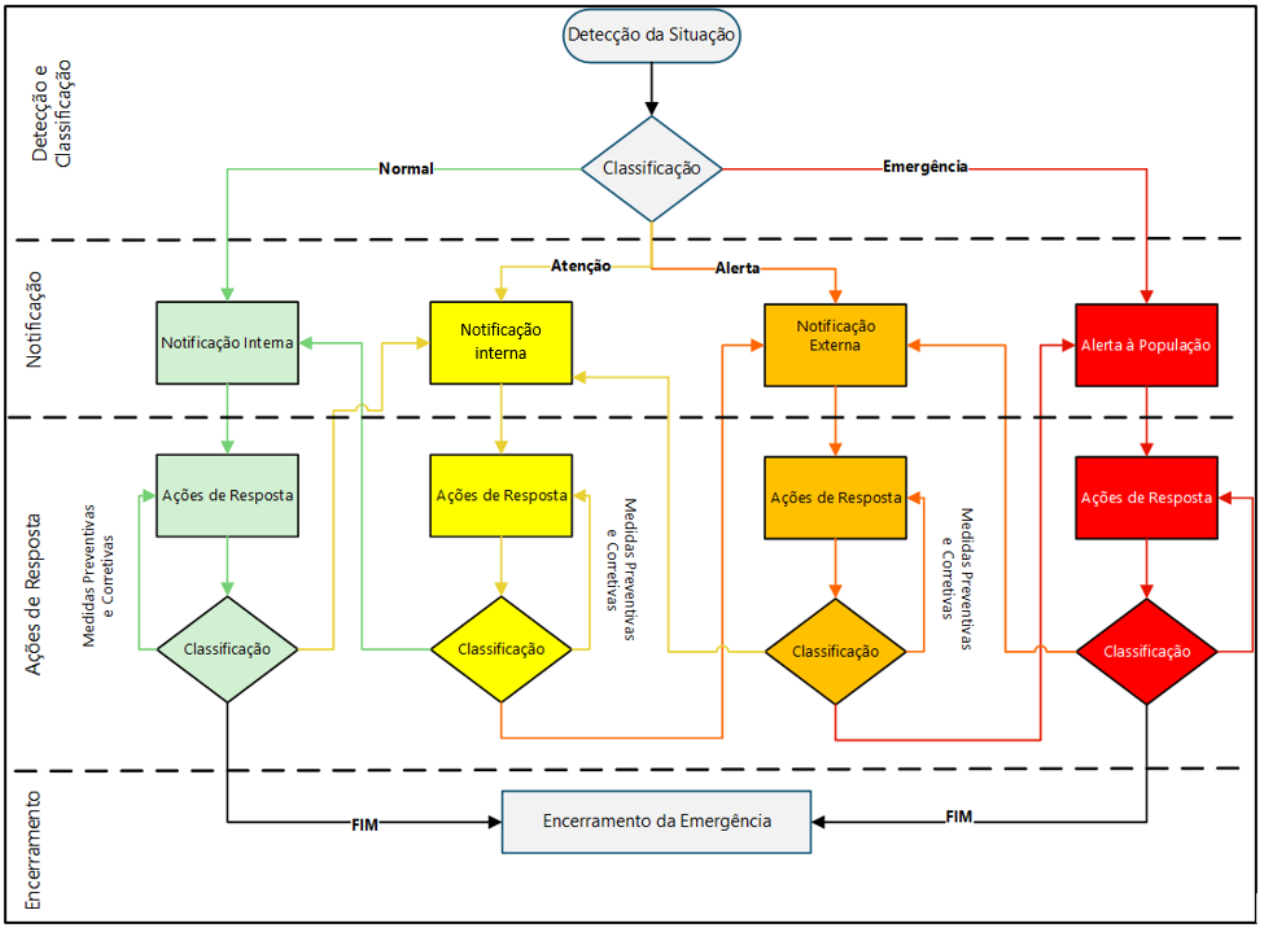
Em particular, o Coordenador do PAE tem a função de assegurar as quatro etapas de ações após a detecção de uma circunstância excepcional ou situação anômala, a saber:

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

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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



6.1.2. Responsabilidades da Equipe Técnica

É responsabilidade da equipe técnica do Departamento de Operação e Manutenção, designadas nos Plano de Segurança da Barragem da UHE Bracinho, 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.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

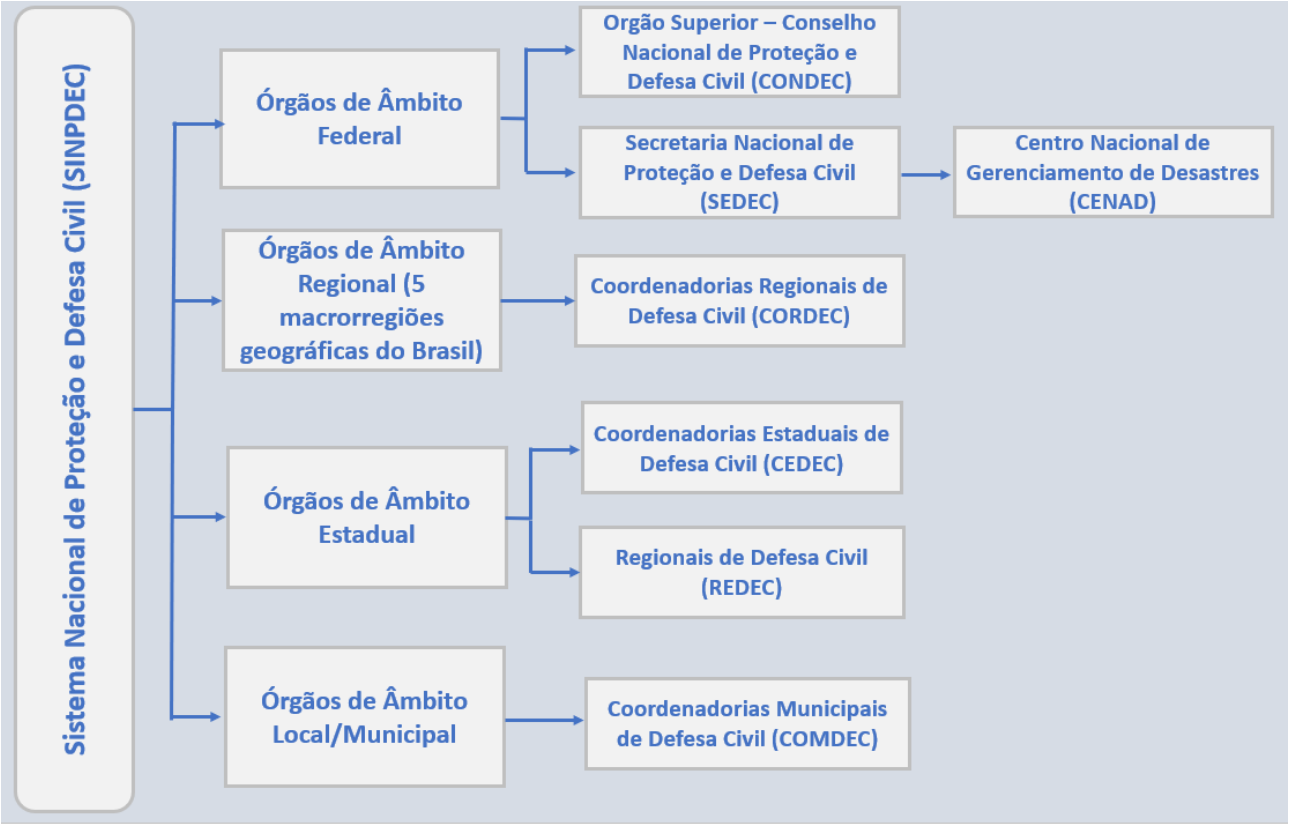
A gestão do risco, no que diz respeito à população que reside nos vales com barragens, envolve a participação de um maior número de instituições. Tipicamente, as responsabilidades deste sistema relacionam-se com o alerta, a evacuação e a sensibilização e educação das populações no que diz respeito a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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

Figura 17 - Organização Esquemática do SINPDEC



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

Nível Federal:

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

Nível Estadual – Santa Catarina:

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

DS SJDS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Nível Municipal – Schroeder/SC

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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;

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

- 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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 14 - 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 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 providencias 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.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 15 traz as ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas que podem ocorrer, associadas aos possíveis cenários e níveis de resposta resultantes. Em seguida, o Quadro 16 e o Quadro 17 trazem a classificação do nível de resposta de acordo com indicadores qualitativos detectáveis por inspeção visual.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 15 - 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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 nevrálgicos, acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo	• Danos pessoais	• Verde
	• Danos materiais • Eventual impossibilidade de operar à distância órgãos de manobra • Eventual impossibilidade de notificação e de alerta	• Verde (pode afetar a funcionalidade) • Amarelo (pode afetar a segurança)

DS SJDS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 16 - 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

DS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

DS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
VERTEDOURO	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 HIDROMECÂNICOS	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente	• Prejuízo à operação de aproveitamento hidroelétrico ou à captação d'água	• Intervenções de reabilitação e/ou substituição de componentes	Verde / Amarelo

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 17 - 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 carreados 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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Assim, havendo a situação de cheia excepcional ou alguma anomalia que implique em risco iminente às barragens da UHE Bracinho, o responsável técnico deve avaliar a situação e atribuir o nível de resposta correspondente, desencadeando o fluxograma de notificação e implementando as ações necessárias. Traz-se, nos quadros abaixo, as cartas de risco dos barramentos da UHE Bracinho, relativa aos estados operacionais conforme condição hidrológica e/ou estrutural. Para a Barragem do 1º Salto, por se tratar de estrutura mais a jusante do complexo da Usina e próxima à núcleos urbanos, a informação é complementada com o gráfico da Figura 18, os estados operacionais são relacionados às vazões afluentes e níveis do reservatório.

Quadro 18 - Carta de Risco – Barragem do 8º Salto

Estado Operacional	Condições e Situações
0 – Verde (Normal)	• NA até a elevação 699,72 m (soleira do vertedouro); • Monitorar a elevação de nível do reservatório e ocorrência de impactos de alagamentos à jusante;
1 – Amarelo (Atenção)	• NA entre a elevação 699,72 m e 700,03 m (TR 100 anos); • Monitoramento intenso das vazões afluentes e do NA do reservatório, manter equipes em prontidão; • Ocorrência de eventos com precipitação na bacia igual ou superior a 50 mm; • Observação contínua de possíveis sinais e anomalias correlatas à rompimento estrutural;
2 – Laranja (Alerta)	• NA acima da elevação 700,03 m (TR 100 anos) e até 700,20 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 700,20 m (NA máx maximorum), iminência de galgamento ou 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.	

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 19 - Carta de Risco – Rio do Júlio

Estado Operacional	Condições e Situações
0 – Verde (Normal)	• NA até a elevação 622,61 m; • Monitorar a elevação de nível do reservatório e ocorrência de impactos de alagamentos à jusante;
1 – Amarelo (Atenção)	• NA entre a elevação 622,61 m e 623,49 m (TR 500 anos e perda da borda livre mínima da barragem); • Eventos com precipitação na bacia hidrográfica do reservatório superior a 50 mm – proceder operação dos dispositivos de descarga; • Monitoramento intenso das vazões afluentes e do NA do reservatório, manter equipes em prontidão; • Informação órgãos externos no caso de abertura das comportas basculantes do vertedouro; • Observação contínua de possíveis sinais e anomalias correlatas à rompimento estrutural*;
2 – Laranja (Alerta)	• NA acima da elevação 623,49 m (TR 500 anos) e até 623,84 m (NA Máx. Maximorum – TR 1000 anos); • 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;
4 – Vermelho (Emergência)	• NA subindo acima da elevação 623,84 m (NA máx maximorum), iminência de galgamento e enchentes extremas a jusante; • Ocorrência de ruptura por falha estrutural/anomalias, independentemente do nível do reservatório; • Desencadear ações e comunicações previstas no PAE;
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. * A verificação da estabilidade estrutural do barramento foi verificada, conforme documento 5062-CEG-6C-MCBA-009-01-20, até a elevação 623,47 m, utilizada como condição de carregamento extraordinária e estando os Fatores de Segurança com valores satisfatórios para as premissas adotadas na análise;	

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

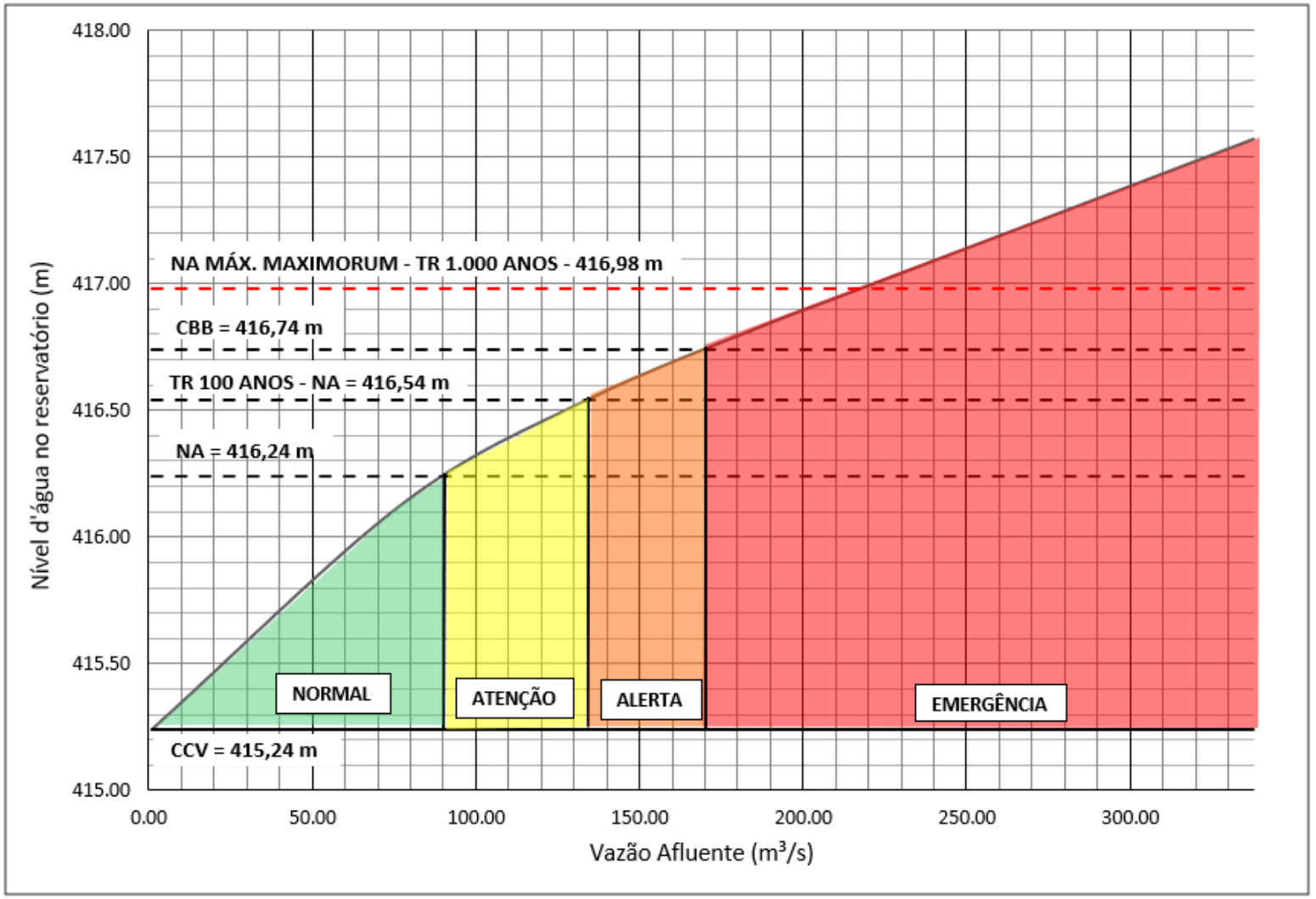
Quadro 20 - Carta de Risco – 1º Salto

Estado Operacional	Condições e Situações
0 – Verde (Normal)	• NA até a elevação 416,24 m*; • Monitorar a elevação de nível do reservatório e ocorrência de impactos de alagamentos à jusante;
1 – Amarelo (Atenção)	• NA entre a elevação 416,24 m e 416,54 m (TR 100 anos); • Monitoramento intenso das vazões afluentes e do NA do reservatório, manter equipes em prontidão; • Proceder operação da comporta descarregadora de fundo; • Observação contínua de possíveis sinais e anomalias correlatas à rompimento estrutural**;
2 – Laranja (Alerta)	• NA acima da elevação 416,54 m (TR 100 anos) e até 416,74 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 416,74 m (Cota da crista da barragem), causando o galgamento da barragem 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.
* Limite da borda livre mínima da barragem (Cota da crista da barragem - 0,50 m = 416,74 – 0,50 m = 416,24 m) e lâmina vertente de 1,0 m sobre o vertedouro;
* A verificação da estabilidade estrutural do barramento foi verificada, conforme documento 5062-CEG-6C-MCBA-009-01-20, no caso de carregamento extraordinário, para uma lâmina vertente de 0,46 m sobre a seção da barragem e 1,96 m sobre a seção do vertedouro. Foi verificado o atendimento aos Fatores de Segurança mínimo requeridos e quanto à ocorrência de tensões de tração e aberturas de fissuras na base da estrutura segundo os critérios da Eletrobrás (2003).

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 18 - Gráfico: Carta de Risco – Barragem do 1º Salto



DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

7.5. Ações a Implementar

Quadro 21 - 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 afluências, meteorológica ou sismológica	Após identificar nível de resposta	Coordenador do PAE	Telefone ou pessoalmente Faz registro formal por e-mail e/ou aplicativo de mensagens
• Inspeção da barragem; • Especifica medidas preventivas e/ou corretivas; • Instrui a operação dos reservatórios de modo a manter a sua operação segura.	Após identificar o nível de resposta	Coordenador do PAE e/ou equipes de operação designadas	Relatórios texto e fotográfico Mensagens operativas Especificações de serviços
• Intensifica o monitoramento das afluências ou a observação da barragem • Monitora as descargas para jusante da barragem • Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários • Registra todas as observações e ações	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a ocorrência	DPOM e Coordenador do PAE	Telefone ou pessoalmente Registro por e-mail e/ou aplicativo de mensagens

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 22 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 especializa (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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 23 - 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
• Notificas as autoridades de **Defesa Civil** estadual e municipal, com envio da notificação de início de ocorrência	Após identificar nível de resposta	Telefone ou pessoalmente; E-mail. (registro)	Coordenador do PAE
• 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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 24 - 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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 DS SJDS
• 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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

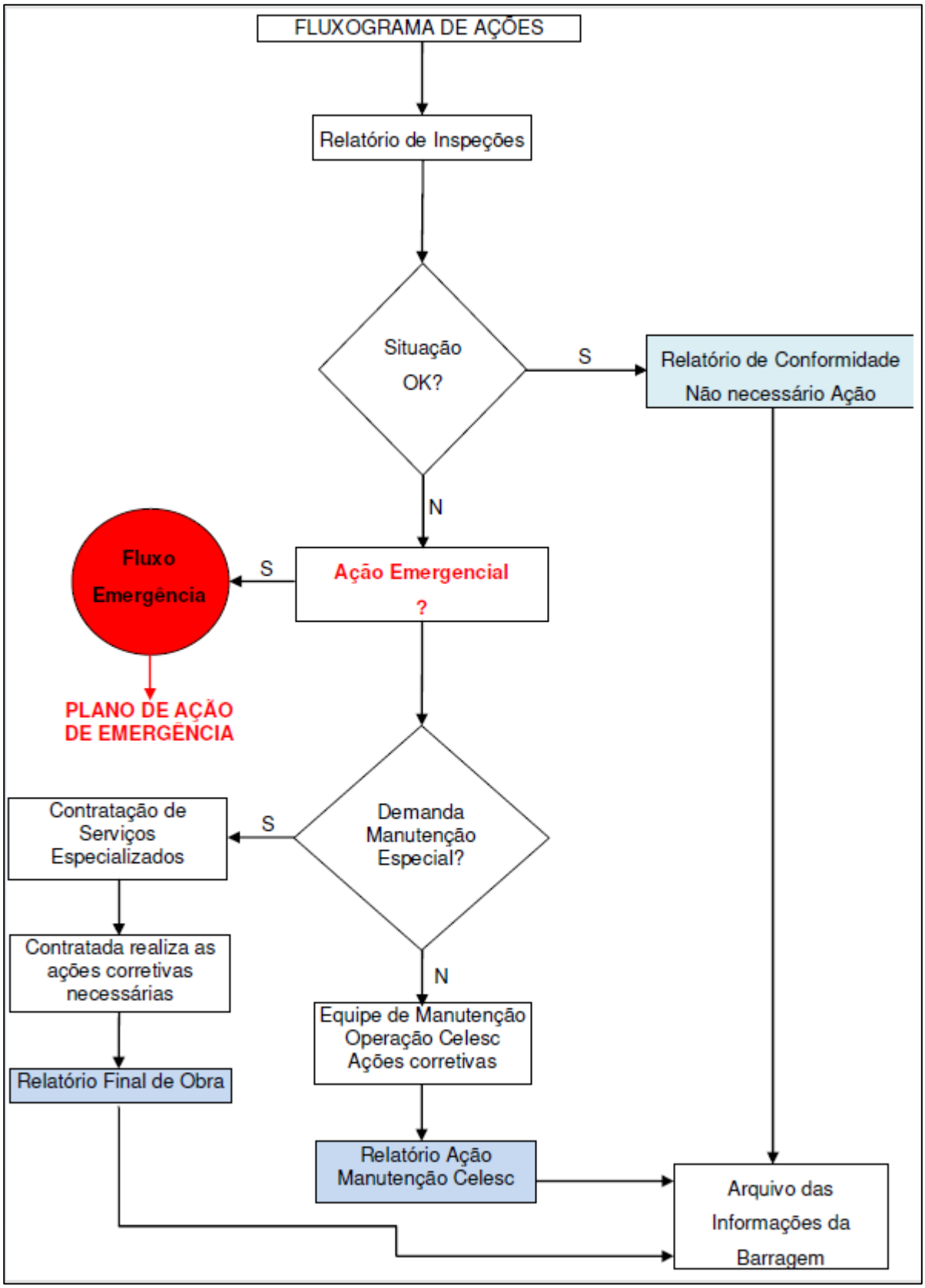
7.6. Plano de Ações Específicas para contingências

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 a barragem ou, em último caso, resguardar vidas e propriedades. Algumas destas ações somente devem ser implementadas sob a orientação do Responsável Técnico da Barragem ou de outros profissionais de engenharia devidamente qualificados. Algumas destas situações podem ocorrer concomitantemente.

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 19 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança



DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

8. ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO

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

8.1. Contextualização

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

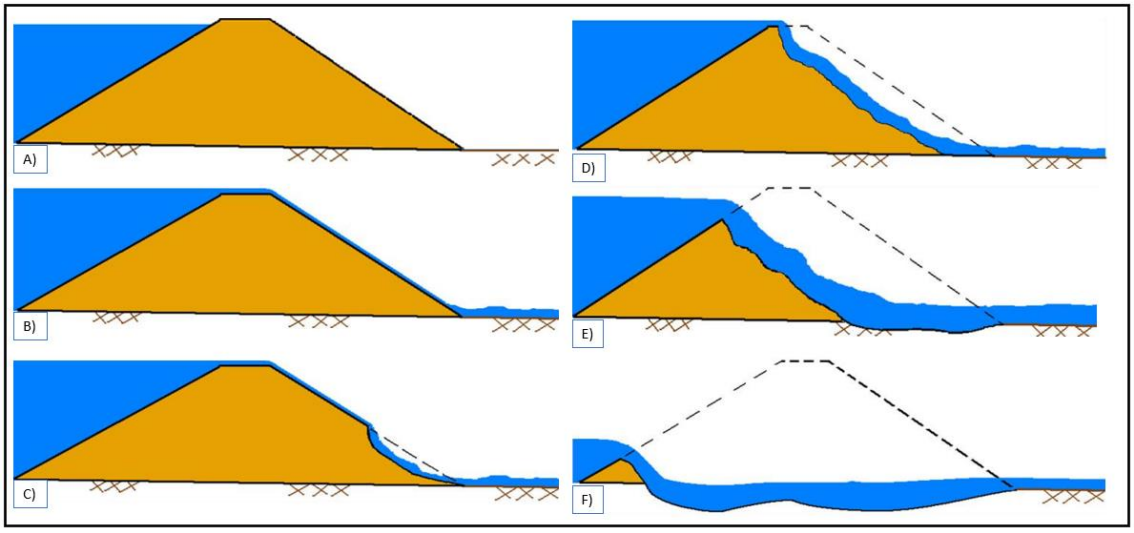
Os mecanismos de falha que geram rompimentos de barragens podem ser divididos em diversos grupos. Majoritariamente, para barragens de armazenamento de água, os processos físicos que levam a rompimentos são divididos em galgamento (*overtopping)*, erosão interna (*piping),* entre outros motivos possam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

8.1.1. Galgamento (overtopping)

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 20 - Processo de ruptura por galgamento em barragem

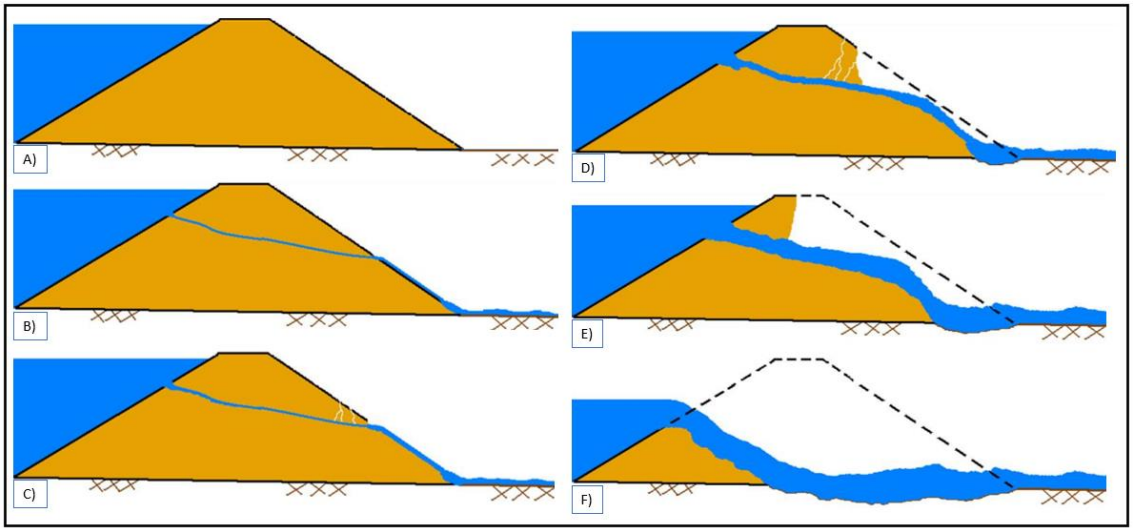


8.1.2. Erosão interna (piping)

Já o processo de erosão interna tem potencial para ocorrer a qualquer altura do barramento, desde que haja transporte de partículas para jusante através do fluxo de percolação. O início do processo ocorre quando forças resistentes à erosão se tornam menores do que forças de percolação, ocorrendo perda de material de jusante para montante, associado ao fluxo de montante para jusante, conforme apresentado na Figura 21. Ao passo que a água vai se infiltrando internamente 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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 21 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem



8.1.3. Falha estrutural

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

Neste sentido, dimensionamentos equivocados e falta de fiscalização, bem como a ausência de instrumentação e monitoramento de barragens, podem dar origem a recalques diferenciais, tombamentos, deslizamentos, movimentos diferenciais entre blocos, fissuras no concreto, surgências e rachaduras em diferentes estruturas que, por sua vez, podem iniciar a formação de brechas por falhas estruturais (COSTA, 2019; ANA, 2021).

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

8.2. Metodologia

As simulações de deslocamento de onda de cheia ao longo do vale de jusante da UHE Bracinho 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 Bracinho, 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, por um período de 03 horas, equivalente a vazão média, com vistas a calibração do modelo, seguida então pela entrada do hidrograma afluente para cada tempo de retorno analisado. 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 25 traz a síntese dos cenários simulados e suas características.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 25 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da UHE Bracinho

#	Barragem	Cenário simulado	Vazão afluente	NA inicial (m)	Observação/ Parâmetros de Formação da Brecha
RJ1	Rio do Júlio	Sem rompimento – TR 10	Cheia com TR 10 anos	Equiv. a vazão média	-
RJ2	Rio do Júlio	Sem rompimento – TR 100	Cheia com TR 100 anos	Equiv. a vazão média	-
RJ3	Rio do Júlio	Sem rompimento – TR 1.000	Cheia com TR 1000 anos	Equiv. a vazão média	-
RJ4	Rio do Júlio	Rompimento em “Sunny day” (Vazão e NA normais)	2 m³/s – Vazão Média	620,16m (CCV)	• Gatilho associado a falha estrutural da seção do vertedouro; • Retangular, c/ inclinação vertical; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de toda a seção do vert. – 25 m; • Tempo de formação 6 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
RJ5	Rio do Júlio	Rompimento – Cheia TR 10	Cheia com TR 10 anos	620,16m (CCV)	• Gatilho associado a falha estrutural da seção do vertedouro; • Retangular, c/ Inclinação vertical; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de toda a seção do vert. – 25 m; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma
RJ6	Rio do Júlio	Rompimento – Cheia TR 100	Cheia com TR 100 anos	620,16m (CCV)	• Gatilho associado a falha estrutural da seção do vertedouro; • Retangular, c/ Inclinação vertical; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de toda a seção do vert. – 25 m; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma
RJ7	Rio do Júlio	Rompimento – Cheia TR 1.000	Cheia com TR 1000 anos	620,16m (CCV)	• Gatilho associado a falha estrutural; • Retangular, c/ Inclinação vertical; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de toda a seção da barragem – 75 m; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

#	Barragem	Cenário simulado	Vazão afluente	NA inicial (m)	Observação/ Parâmetros de Formação da Brecha
S1	8º Salto e 1º Salto	Sem rompimento – TR 10	Cheia com TR 10 anos*	Equiv. a vazão média	-
S2	8º Salto e 1º Salto	Sem rompimento – TR 100	Cheia com TR 100 anos*	Equiv. a vazão média	-
S3	8º Salto e 1º Salto	Sem rompimento – TR 1.000	Cheia com TR 1000 anos*	Equiv. a vazão média	-
S4	8º Salto e 1º Salto	Rompimento em “Sunny day” (Vazão e NA normais) - 8º Salto	1 m³/s (vazão média)	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB)	• Gatilho associado a piping; • Trapezoidal, c/ Inclinação 45º; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de 2x a altura da barragem – 34 m; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma
S5-8S	8º Salto e 1º Salto	Rompimento 8º Salto – TR 10	Cheia com TR 10 anos*	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB	• Gatilho associado a piping; • Trapezoidal, c/ Inclinação 45º; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de 2x a altura da barragem – 34 m; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma
S6-8S	8º Salto e 1º Salto	Rompimento 8º Salto – TR 100	Cheia com TR 100 anos*	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB	• Gatilho associado a piping; • Trapezoidal, c/ Inclinação 45º; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de 2x a altura da barragem – 34 m; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma
S7-8S	8º Salto e 1º Salto	Rompimento 8º Salto – TR 1000	Cheia com TR 1000 anos*	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB	• Gatilho associado a piping; • Trapezoidal, c/ Inclinação 45º; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de praticamente toda a barragem – 85 m; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

#	Barragem	Cenário simulado	Vazão afluente	NA inicial (m)	Observação/ Parâmetros de Formação da Brecha
S4-1S	8º Salto e 1º Salto	Rompimento em “Sunny day” (Vazão e NA normais) - 1º Salto	1 m³/s (vazão média)	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB	• Gatilho associado a desestabilização da barragem. • Retangular, c/ Inclinação vertical; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de toda a seção do vertedouro; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma
S5-1S	8º Salto e 1º Salto	Rompimento 1º Salto – TR 10	Cheia com TR 10 anos*	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB	• Gatilho associado a desestabilização da barragem. • Retangular, c/ Inclinação vertical; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de toda a seção do vertedouro; Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma
S6-1S	8º Salto e 1º Salto	Rompimento 1º Salto – TR 100	Cheia com TR 100 anos*	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB	• Gatilho associado a desestabilização da barragem. • Retangular, c/ Inclinação vertical; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de toda a seção do vertedouro; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma
S7-1S	8º Salto e 1º Salto	Rompimento 1º Salto – TR 1000	Cheia com TR 1000 anos*	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB	• Gatilho associado a desestabilização da barragem. • Retangular, c/ Inclinação vertical; • Altura aprox. até a base da barragem; • Largura de aprox.. toda a seção da barragem – 55 m; • Tempo de formação 6 min coincidindo c/ o pico do hidrograma

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

#	Barragem	Cenário simulado	Vazão afluente	NA inicial (m)	Observação/ Parâmetros de Formação da Brecha
C1	8º Salto e 1º Salto	Rompimento em cascata da 8º Salto e 1º Salto	Cheia com TR 1000 anos*	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB	• Ruptura da 8º Salto ocasiona a consequente ruptura da 1º salto, que está a jusante; • 8º Salto: idem ao cenário S7-8S; • 1º Salto: idem ao cenário S7-1S.
C2	8º Salto, 1º Salto e Rio do Júlio	Rompimento em cascata da 8º Salto e 1º Salto, concomitante com o rompimento da Rio do Júlio	Cheia com TR 1000 anos*	8º Salto: 701,77 (CCB) 1º Salto: 416,74 (CCB RJ: 620,16 (CCV)	• Ruptura da 8º Salto ocasiona a consequente ruptura da 1º salto, que está a jusante, ao mesmo tempo em que ocorre a ruptura da Rio do Júlio, sendo o hidrograma efluente dessa última condição de contorno de jusante no trecho de confluência dos rios; • O evento extremo de 1000 pode afetar tanto a bacia das barragens 8º Salto e 1º Salto, como a bacia do Rio do Júlio, por serem vizinhas; • 8º Salto: idem ao cenário S7-8S; • 1º Salto: idem ao cenário S7-1S; • Rio do Júlio: idem ao cenário RJ7.

* Hidrogramas das cheias aportantes no reservatório do 8º Salto e um hidrograma incremental adicional aportante no reservatório do 1º Salto que teve o intuito de simular o hidrograma natural calculado para essa barragem calculado nos relatórios de atualização de estudos hidrológicos (ISB-6090-UBO-005-02).

DS

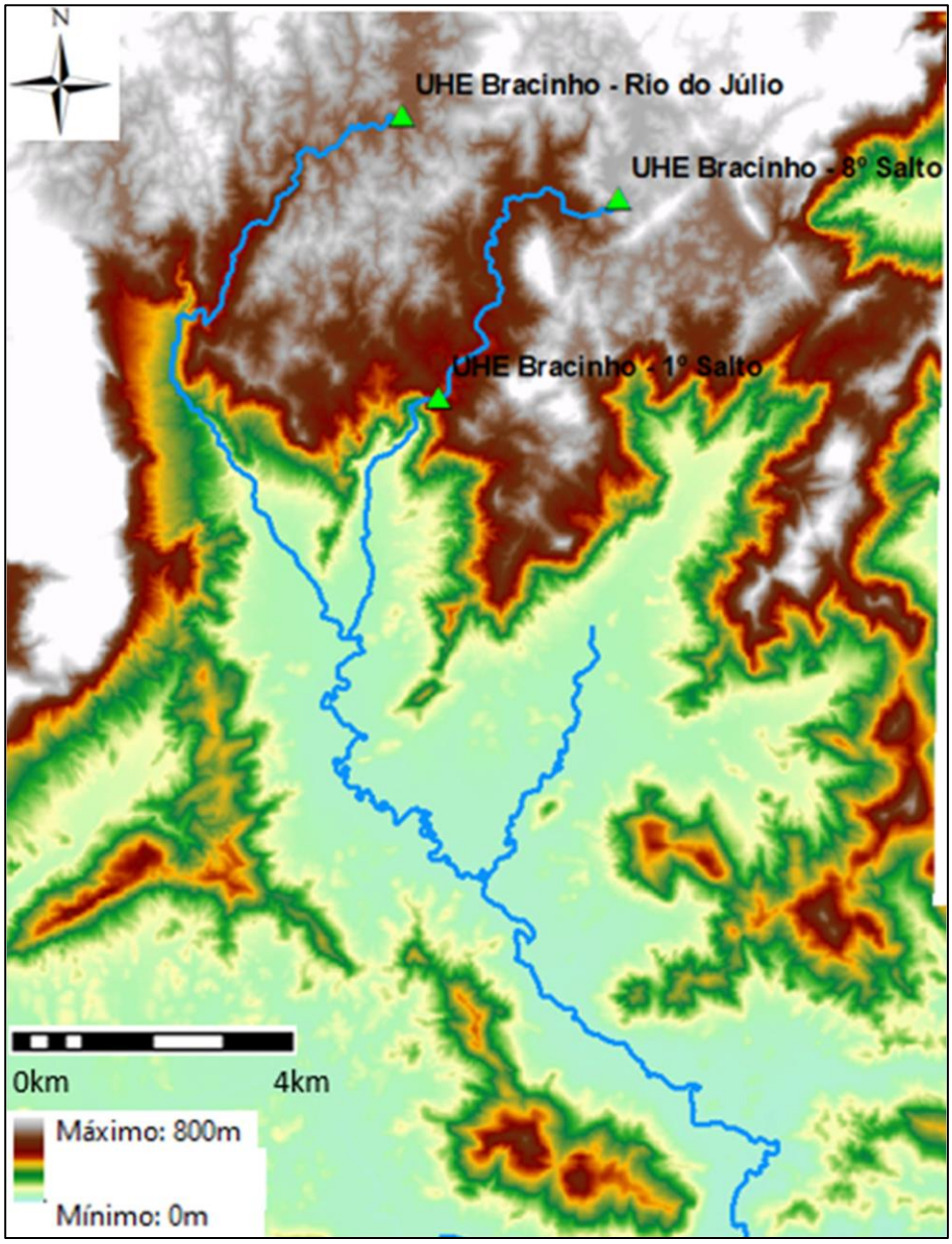
DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

8.4. Dados de entrada

8.4.1. Topografia

Foram utilizados os modelos digitais de terreno disponíveis do Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina[2]. 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. A Figura 22 mostra o MDT empregado nos estudos de rompimento.

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



[2] http://sigsc.sc.gov.br

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

8.4.2. Coeficiente de Manning

O coeficiente de Manning é um parâmetro associado ao grau de rugosidade do fundo do rio e da planície. Normalmente, o coeficiente de Manning é menor em rios e maior em planícies de inundação. Nas simulações realizadas aqui foram adotados os valores n=0,035 para áreas cobertas por água na condição normal, como rios e reservatórios, e n=0,08 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 barragem da UHE Bracinho são de concreto (Rio do Júlio e 1º Salto) e enrocamento (8º Salto), adotou-se uma brecha com inclinação vertical e formato retangular, para as barragens de concreto, e brecha com inclinação de 45º e formato trapezoidal, para a barragem de enrocamento. O tempo de formação em todos os casos foi de 0,1 horas e. Para as alturas das brechas foram adotadas alturas próximas da totalidade da altura dos barramentos. A largura adotada para as brechas consiste na largura de toda a seção dos vertedouros, no rompimento para os cenários em Sunny Day e para TR com 10 e 100 anos. Para o cenário aqui considerado como de “Ruptura Extrema” (TR 1.000 anos), adota-se uma brecha maior, contemplando uma seção que representa aproximadamente a totalidade do comprimento das barragens.

8.4.4. Curva Cota x Área x Volume e Hidrogramas afluentes

Para as barragens da UHE Bracinho não foram identificadas existências de curvas Cota-Area- Volume (CAV) para nenhuma estrutura. Dessa forma, a batimetria dos reservatórios das 3 barragens foi definida a partir do uso de técnicas de *stream burning* considerando a cota do início do pé da barragem e o final do reservatório, respectivamente.

8.4.5. Condições de Contorno

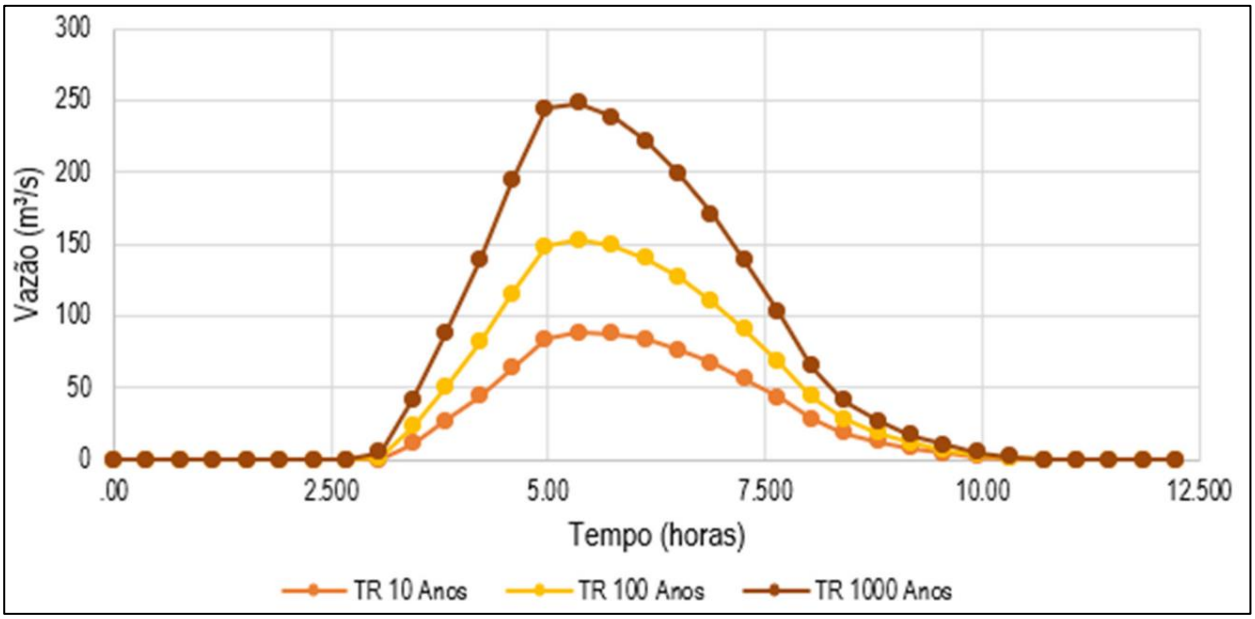
Segundo o Volume IV do Manual do empreendedor da ANA (ANA, 2016), os cálculos associados à mancha de inundação devem ser realizados até no mínimo 50km a jusante da barragem. Ao mesmo tempo, também sugere que os cálculos devem ser realizados até a região

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 Bracinho foram realizadas até um ponto distante aproximadamente 35 km da barragem do Rio do Júlio em que se observou, em simulações anteriores, que o impacto do rompimento de qualquer uma das 3 barragens é similar ou menor do que o impacto decorrente de uma cheia de 100 anos de TR no local. Para a verificação detalhada das demais condições de contorno usadas nas simulações de rompimento, recomenda-se a consulta ao relatório ISB-6090-UBO-007-01.

Os hidrogramas relativos às cheias afluentes em cada reservatório, para os diferentes TRs estudados, são apresentados nas figuras abaixo.

Figura 23 – Hidrogramas afluentes naturais – Rio do Júlio



DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 24 – Hidrogramas afluentes naturais – 1º Salto

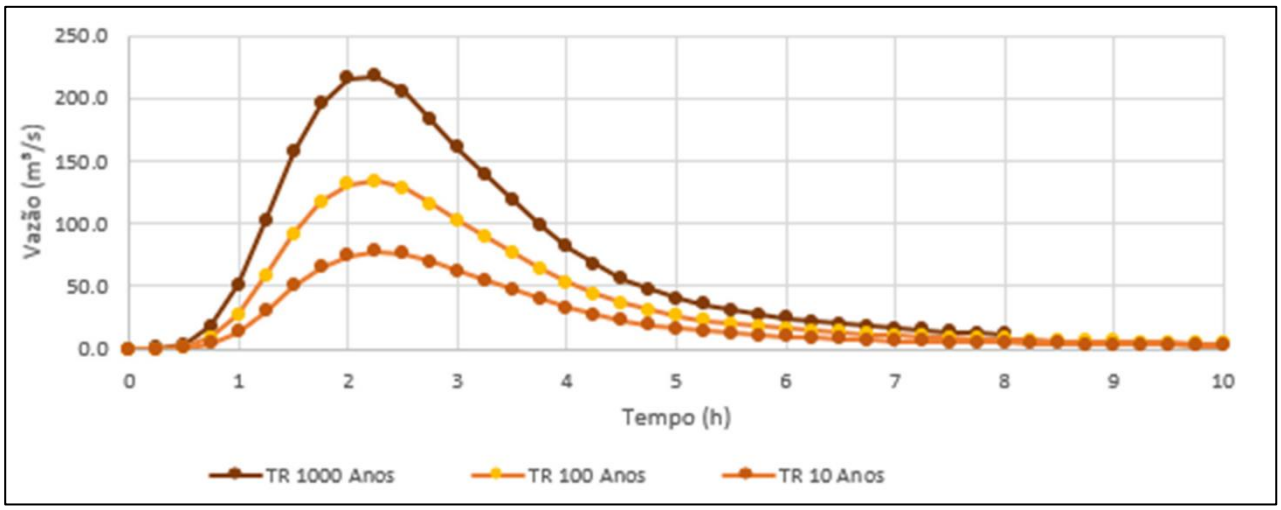
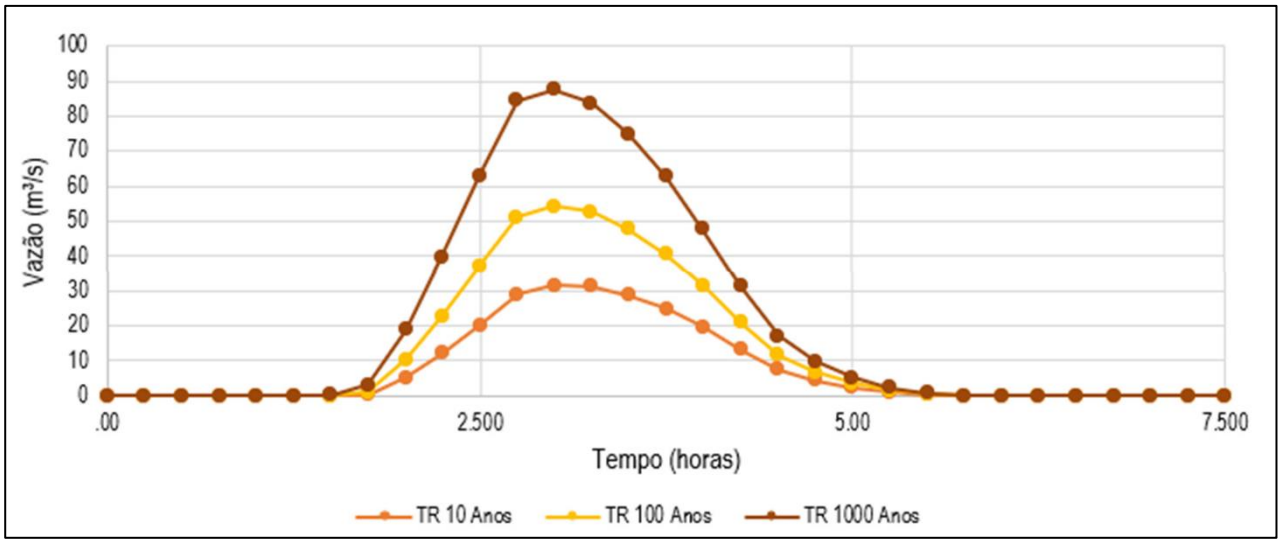


Figura 25 – Hidrogramas afluentes naturais – 8º Salto



8.5. Pontos Notáveis e Áreas de Interesse

Para a definição de áreas de interesse foi realizada a identificação de Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV), realizada com base nas imagens do Google Earth. Foi avaliado um trecho de aproximadamente 15,8 km do longo do Rio do Júlio, 13,3 km do longo do rio Bracinho e mais 27,5 km do longo do rio Itapocuzinho, até a confluência com o Rio Itapocu. Foram encontrados empreendimentos e conjuntos habitacionais urbanos próximos ao leito em praticamente toda a extensão analisada do leito do rio Itapocuzinho, já nos rios do Júlio e Bracinho as residências são mais espaçadas e geralmente com características rurais. Além das APV foram buscadas pontes a jusante dos reservatórios. A Figura 26 apresenta a localização das APV

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

encontradas, enquanto o Quadro 26 apresenta uma legenda para a identificação de cada uma delas.

Quadro 26 - Áreas Potencialmente Vulneráveis

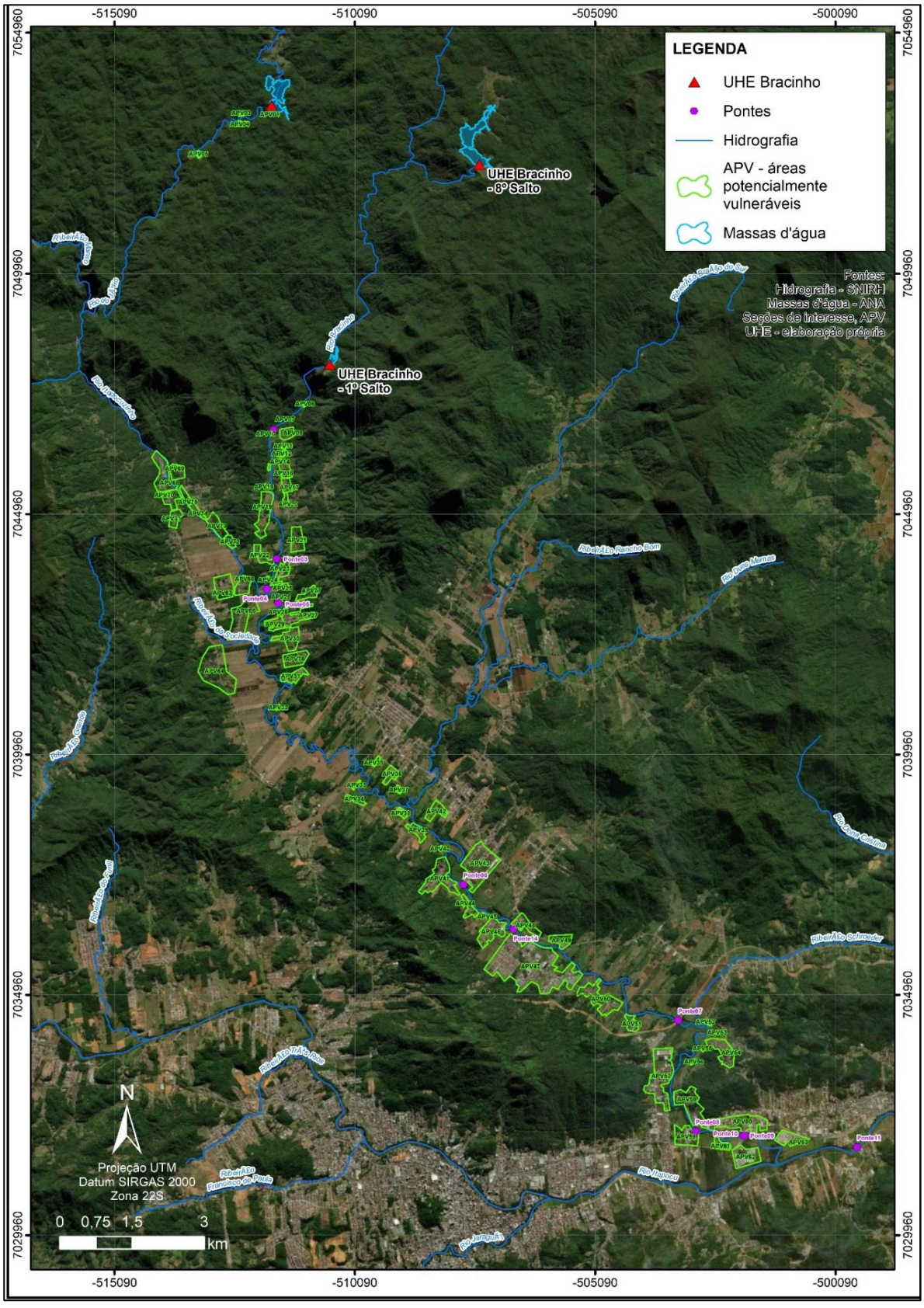
APV	Descrição	Barramento a montante mais próximo	Observações
APV01	Construções do próprio barramento	Rio do Julio	Uma construção
APV02	Hotel Vale das Hortênsisas	Rio do Julio	Cerca de 6 construções
APV03	Sítio com residências	Rio do Julio	Cerca de 3 construções
APV04	Sítio com residências	Rio do Julio	Cerca de 6 construções
APV05	Sítio com residências	Rio do Julio	Cerca de 3 construções
APV06	Estruturas da Usina	Primeiro Salto	3 construções
APV07	Sítio com residências	Primeiro Salto	1 construção
APV08	Sítio com residências	Primeiro Salto	2 construções
APV09	Sítio com residências	Primeiro Salto	1 construção
APV10	Sítio com residências	Primeiro Salto	1 construção
APV11	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 5 construções
APV12	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 8 construções
APV13	Sítio com residências	Primeiro Salto	1 construção
APV14	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 5 construções
APV15	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 3 construções
APV16	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 4 construções
APV17	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 2 construções
APV18	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 4 construções
APV19	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 35 construções
APV20	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 5 construções
APV21	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 5 construções
APV22	Sítio com residências e pavilhões	Primeiro Salto	Cerca de 30 construções
APV23	Sítio com residências e pavilhões	Primeiro Salto	Cerca de 28 construções
APV24	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 3 construções
APV25	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 5 construções
APV26	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 5 construções
APV27	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 40 construções
APV28	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 3 construções
APV29	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 40 construções
APV30	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 40 construções
APV31	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 40 construções
APV32	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 5 construções
APV33	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 5 construções
APV34	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 8 construções
APV35	Bairro residencial	Primeiro Salto	Cerca de 8 construções
APV36	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Cerca de 15 construções
APV37	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 5 construções
APV38	Pavilhão industrial	Primeiro Salto	4 construções
APV39	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 35 construções
APV40	Sítio com residências	Primeiro Salto	Duas construções
APV41	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 40 construções
APV42	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Cerca de 17 construções
APV43	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 40 construções

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

APV44	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 20 construções
APV45	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cerca de 3 construções
APV46	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 40 construções
APV47	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 50 construções
APV48	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 13 construções
APV49	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 20 construções
APV50	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 18 construções
APV51	Residências e sítios	Primeiro Salto	Cerca de 15 construções
APV52	Residências e sítios	Primeiro Salto	Cerca de 12 construções
APV53	Sítio com residências	Primeiro Salto	Duas construções
APV54	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 50 construções
APV55	Sítio com residências	Primeiro Salto	Duas construções
APV56	Sítio com residências	Primeiro Salto	Cinco construções
APV57	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 65 construções
APV58	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 50 construções
APV59	Bairro residencial	Primeiro Salto	Cerca de 17 construções
APV60	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 50 construções e rodovia
APV61	Bairro residencial	Primeiro Salto	Cerca de 15 construções
APV62	Pavilhão industrial	Primeiro Salto	Cerca de 20 pavilhões
APV63	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 40 construções
APV64	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 50 construções
APV65	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 50 construções
APV66	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 50 construções
APV67	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 50 construções
APV68	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 40 construções
APV69	Residências e sítios	Primeiro Salto	Mais de 20 construções
APV70	Bairro residencial com pavilhões	Primeiro Salto	Mais de 40 construções
APV71	Residências e sítios	Primeiro Salto	Mais de 20 construções
APV72	Residências e sítios	Primeiro Salto	Mais de 20 construções
APV73	Residências e sítios	Primeiro Salto	Mais de 20 construções
APV74	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 25 construções
APV75	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 25 construções
APV76	Bairro residencial	Primeiro Salto	Mais de 25 construções
APV77	Residências e sítios	Primeiro Salto	Cerca de 20 construções

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 26 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV)



DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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.

8.6.1. Rio do Júlio – Cenário RJ7

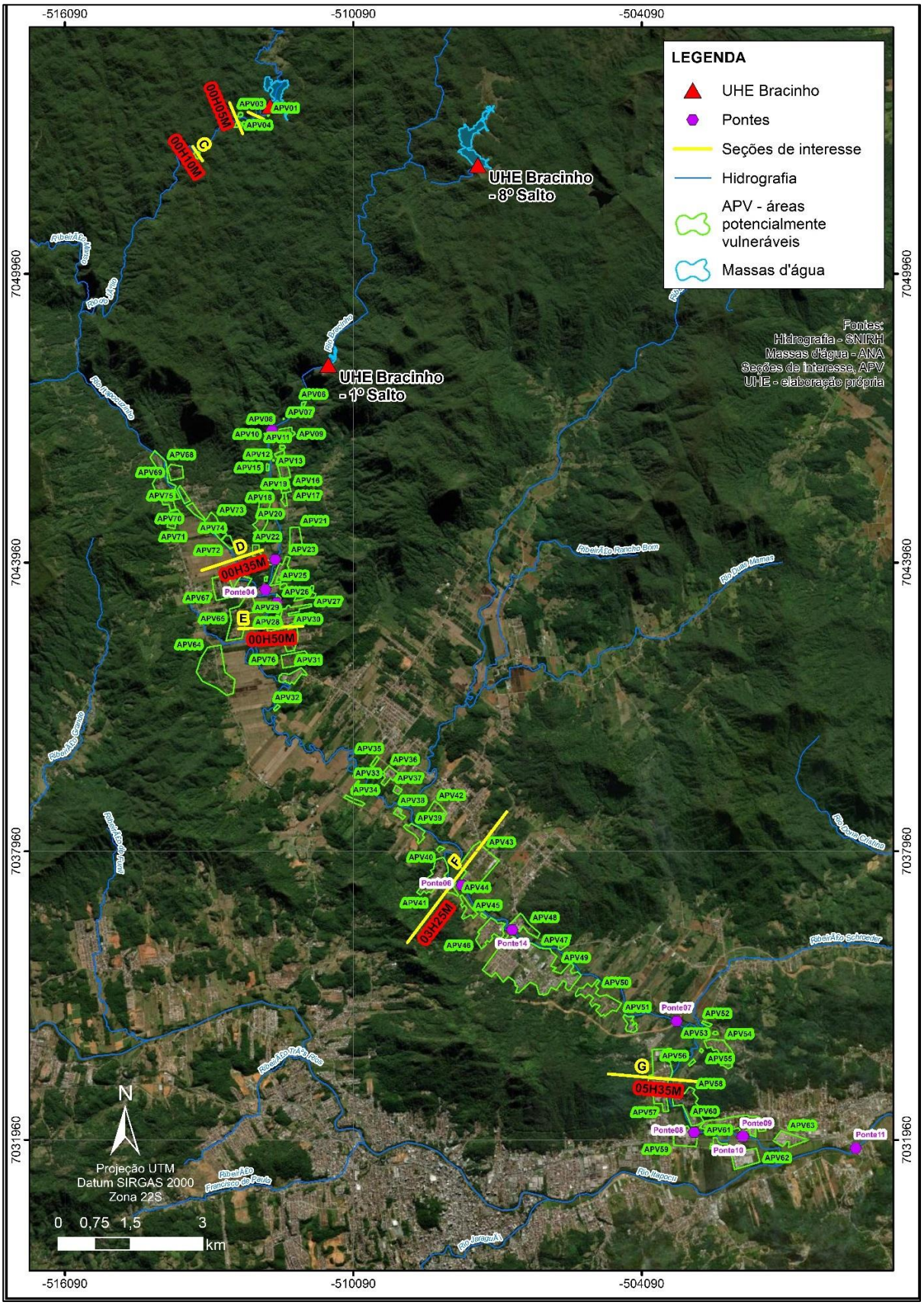
- Seção A – Localizada a aproximadamente 0,5 km a jusante do reservatório do rio do Júlio;
- Seção B – Localizada a aproximadamente 1 km a jusante reservatório do rio do Júlio;
- Seção C – Localizada a aproximadamente 2,5 km a jusante reservatório do rio do Júlio;
- Seção D – Localizada a aproximadamente 14,8 km a jusante reservatório do rio do Júlio;
- Seção E – Localizada a aproximadamente 17,3 km a jusante reservatório do rio do Júlio;
- Seção F – Localizada a aproximadamente 22,5 km a jusante reservatório do rio do Júlio;
- Seção G – Localizada a aproximadamente 31,7 km a jusante reservatório do rio do Júlio;

Quadro 27 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário RJ7

Seção	Tempo de chegada de onda	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico	Elevação máxima do nível d'água (m)	Velocidade máxima (m/s)
A	00H00M	1933,76	00H05M	617,91	3,94
B	00H05M	989,85	00H08M	615,7	3,31
C	00H10M	674,75	00H25M	602,68	2,25
D	00H35M	632,11	00H10M	48,1	1,98
E	00H50M	566,36	01H40M	42,35	2,27
F	03H25M	232,17	07H40M	27,09	1,45
G	05H35M	182,72	09H05M	18,64	1,03

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 27 – Seções de interesse e Tempos de Chegada de Onda – Cenário RJ7



DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

8.6.2. 8º Salto e 1º Salto – Cenários S7-8S e S7-1S

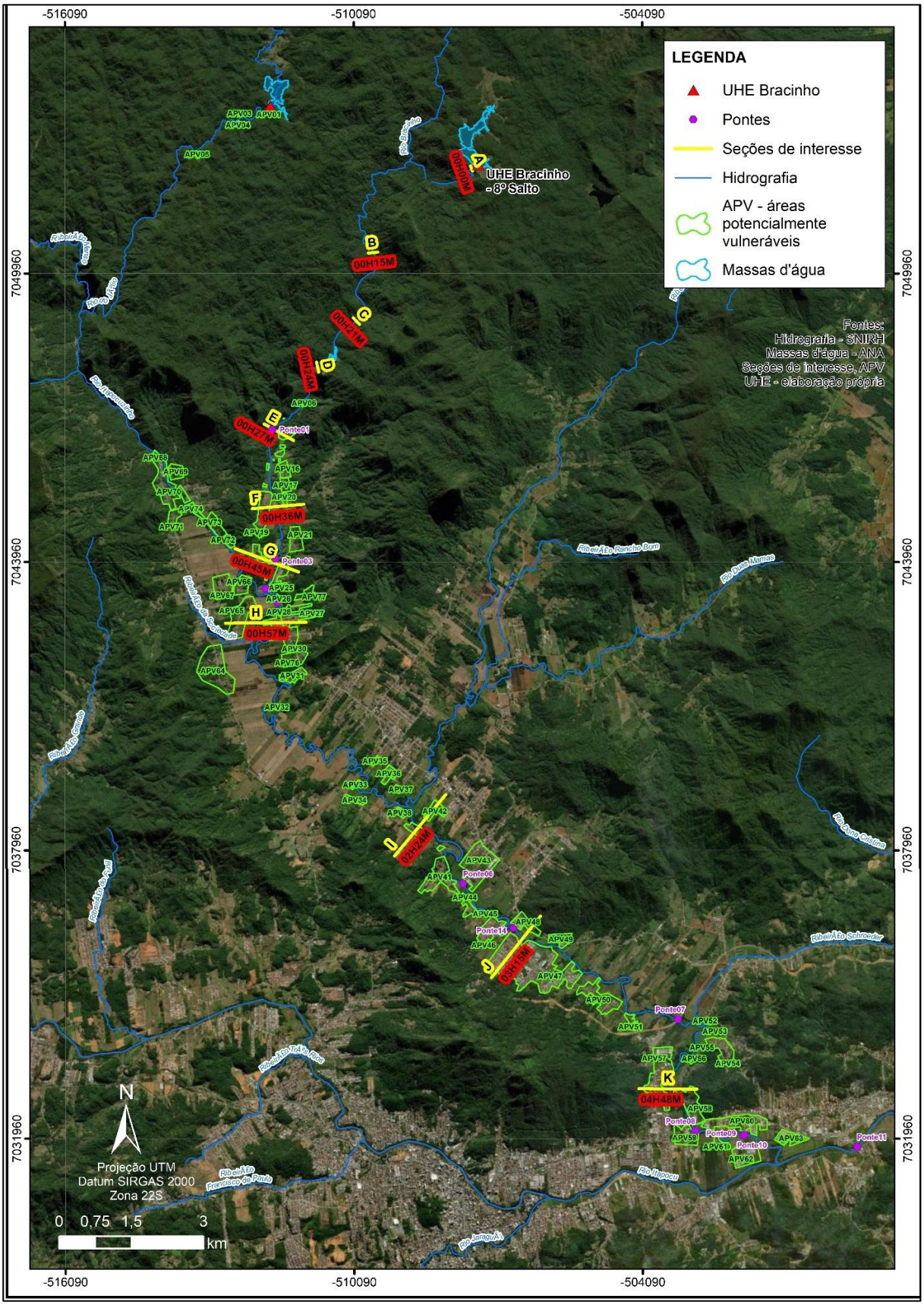
- Seção A – a aproximadamente 0,1 km a jusante do reservatório do 8º Salto;
- Seção B – a aproximadamente 5,3 km a jusante reservatório do 8º Salto;
- Seção C – a aproximadamente 7,3 km a jusante reservatório do 8º Salto;
- Seção D – a aproximadamente 8,8 km a jusante reservatório do 8º Salto e 0,3 km a jusante do reservatório do 1º Salto;
- Seção E – a aproximadamente 10,7 km jusante reservatório do 8º Salto e 2,2 km a jusante do reservatório do 1º Salto;
- Seção F – a aproximadamente 12,5 km jusante reservatório do 8º Salto e 4,0 km a jusante do reservatório do 1º Salto;
- Seção G – a aproximadamente 13,9 km jusante reservatório do 8º Salto e 5,4 km a jusante do reservatório do 1º Salto;
- Seção H – a aproximadamente 15,9 km jusante reservatório do 8º Salto e 7,4 km a jusante do reservatório do 1º Salto e a 1,2 km jusante da confluência com o Rio do Júlio;
- Seção I – a aproximadamente 27,6 km jusante reservatório do 8º Salto e 19,1 km a jusante do reservatório do 1º Salto;
- Seção J – a aproximadamente 32,3 km jusante reservatório do 8º Salto e 23,1 km a jusante do reservatório do 1º Salto;
- Seção K – a aproximadamente 39,9 km jusante reservatório do 8º Salto e 31,4 km a jusante do reservatório do 1º Salto.

Quadro 28 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário S7-8S

Seção	Tempo de chegada de onda	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico	Elevação máxima do nível d'água (m)	Velocidade máxima (m/s)
A	00H00M	5092,14	00D00H06M	673,9	12,64
B	00H15M	2970,02	00D00H27M	509,8	5,34
C	00H21M	2811,08	00D00H36M	433,5	5,53
D	00H24M	2869,42	00D00H42M	384,2	22,04
E	00H27M	2856,84	00D00H45M	81,2	5,02
F	00H36M	2810,9	00D00H51M	58,3	3,14
G	00H45M	2740,92	00D01H00M	49,0	3,5
H	00H57M	2219,81	00D01H18M	43,5	2,93
I	02H24M	736,08	00D03H24M	31,1	1,75
J	03H15M	540,9	00D04H51M	27,2	1,58
K	04H48M	438,06	00D07H30M	20,6	1,28

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 28 – Seções de interesse e Tempos de Chegada de Onda – Cenário S7-8S



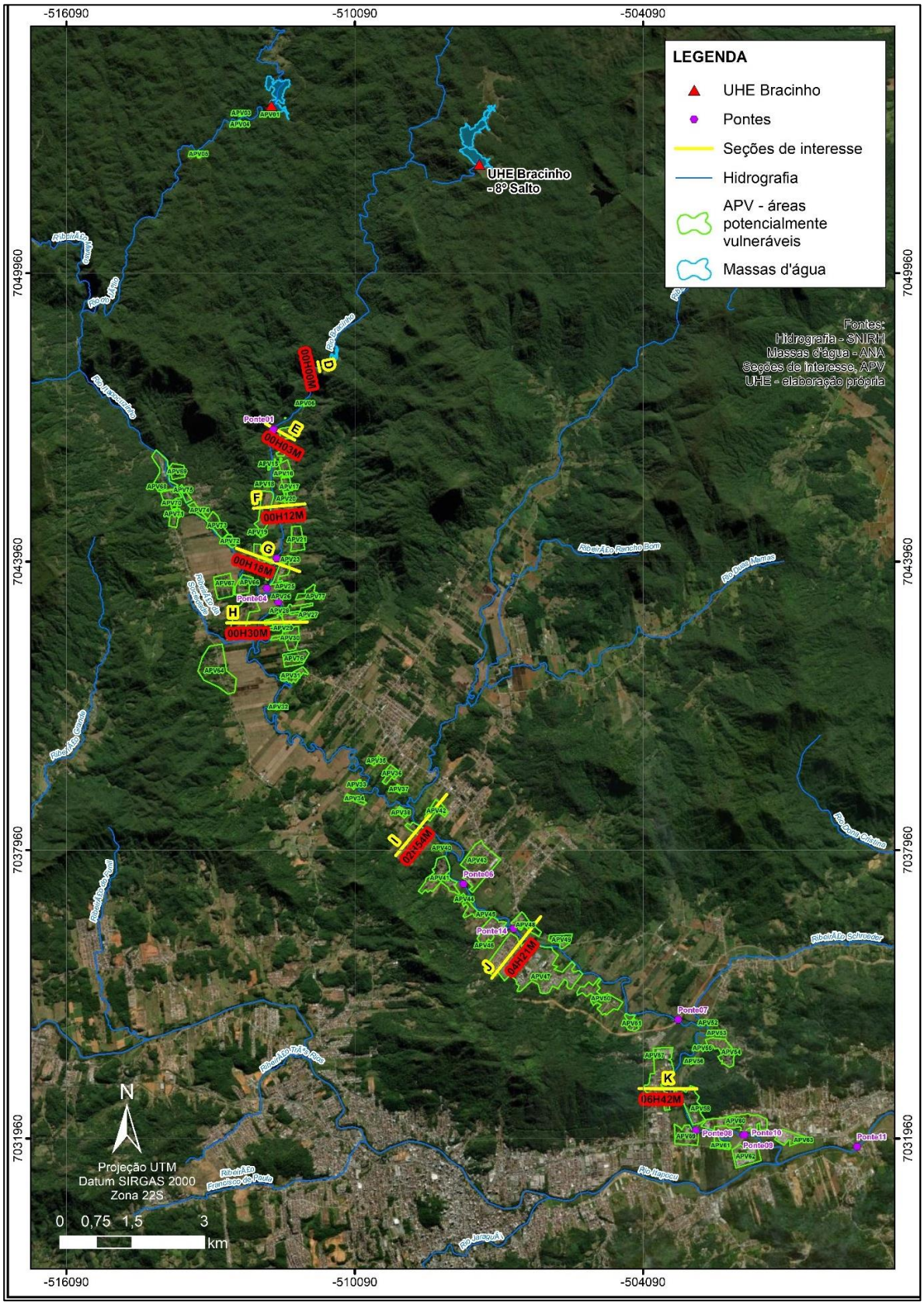
DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 29 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário S7-1S

Seção	Tempo de chegada de onda	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico	Elevação máxima do nível d'água (m)	Velocidade máxima (m/s)
D	00H00M	1,278.9	00D00H03M	381.7	20.67
E	00H03M	1,228.3	00D00H06M	79.6	4.21
F	00H12M	763.1	00D00H15M	56.5	2.21
G	00H18M	551.4	00D00H27M	47.3	2.55
H	00H30M	371.5	00D00H48M	42.2	2.00
I	02H54M	136.2	00D04H39M	28.4	0.96
J	04H21M	112.2	00D06H42M	23.8	0.86
K	06H42M	96.0	00D09H27M	17.7	1.01

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 29 – Seções de interesse e Tempos de Chegada de Onda – Cenário S7-1S



DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

8.6.3. Rompimentos em Cascata – Cenários C1 e C2

Para os cenários de rompimento em cascatas, as seções de interesse são as mesmas estabelecidas no item 8.6.2, sendo que as vazões provenientes do Rio do Júlio foram inseridas como condição de contorno, logo a montante da seção H.

Quadro 30 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C1

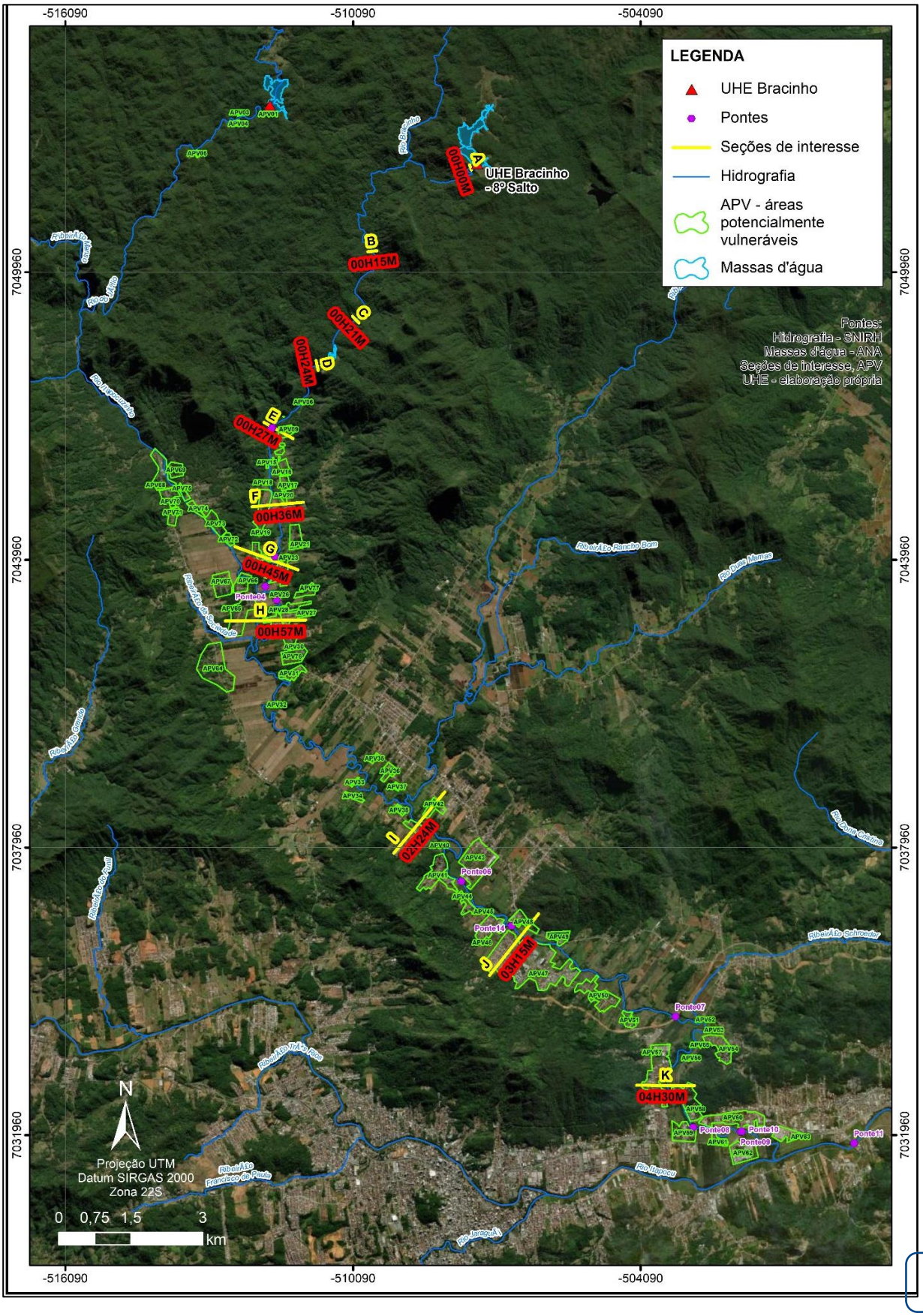
Seção	Tempo de chegada de onda	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico	Elevação máxima do nível d'água (m)	Velocidade máxima (m/s)
A	00H00M	5092,14	00H06M	673,86	12,64
B	00H15M	2970,02	00H27M	509,77	5,34
C	00H21M	2811,08	00H36M	433,53	5,53
D	00H24M	3247,56	00H48M	384,76	-
E	00H27M	3229,83	00H51M	81,41	5,17
F	00H36M	3096,84	00H57M	58,48	3,26
G	00H45M	3004,05	01H03M	49,08	3,52
H	00H57M	2372,56	01H18M	43,56	2,96
I	02H27M	773,03	03H21M	31,23	1,76
J	03H21M	563,26	04H42M	27,26	1,6
K	04H40M	456,72	07H27M	20,69	1,3

Quadro 31 - Resumo dos resultados obtidos para a simulação no Cenário C2

Seção	Tempo de chegada de onda	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico	Elevação máxima do nível d'água (m)	Velocidade máxima (m/s)
A	00H00M	5092,14	00H06M	673,86	12,64
B	00H15M	2970,02	00H27M	509,77	5,34
C	00H21M	2811,08	00H36M	433,53	5,53
D	00H24M	3247,56	00H48M	384,76	-
E	00H27M	3229,83	00H51M	81,41	5,17
F	00H36M	3096,84	00H57M	58,48	3,26
G	00H45M	3003,69	01H03M	49,08	3,52
H	00H57M	2578,39	01H21M	43,65	2,97
I	02H24M	1043,57	03H33M	31,81	1,85
J	03H15M	766,73	05H03M	28,06	1,75
K	04H30M	627,63	07H33M	21,4	1,39

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 30 – Seções de interesse e Tempos de Chegada de Onda – Cenário C2



DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

8.7. Manchas de Inundação

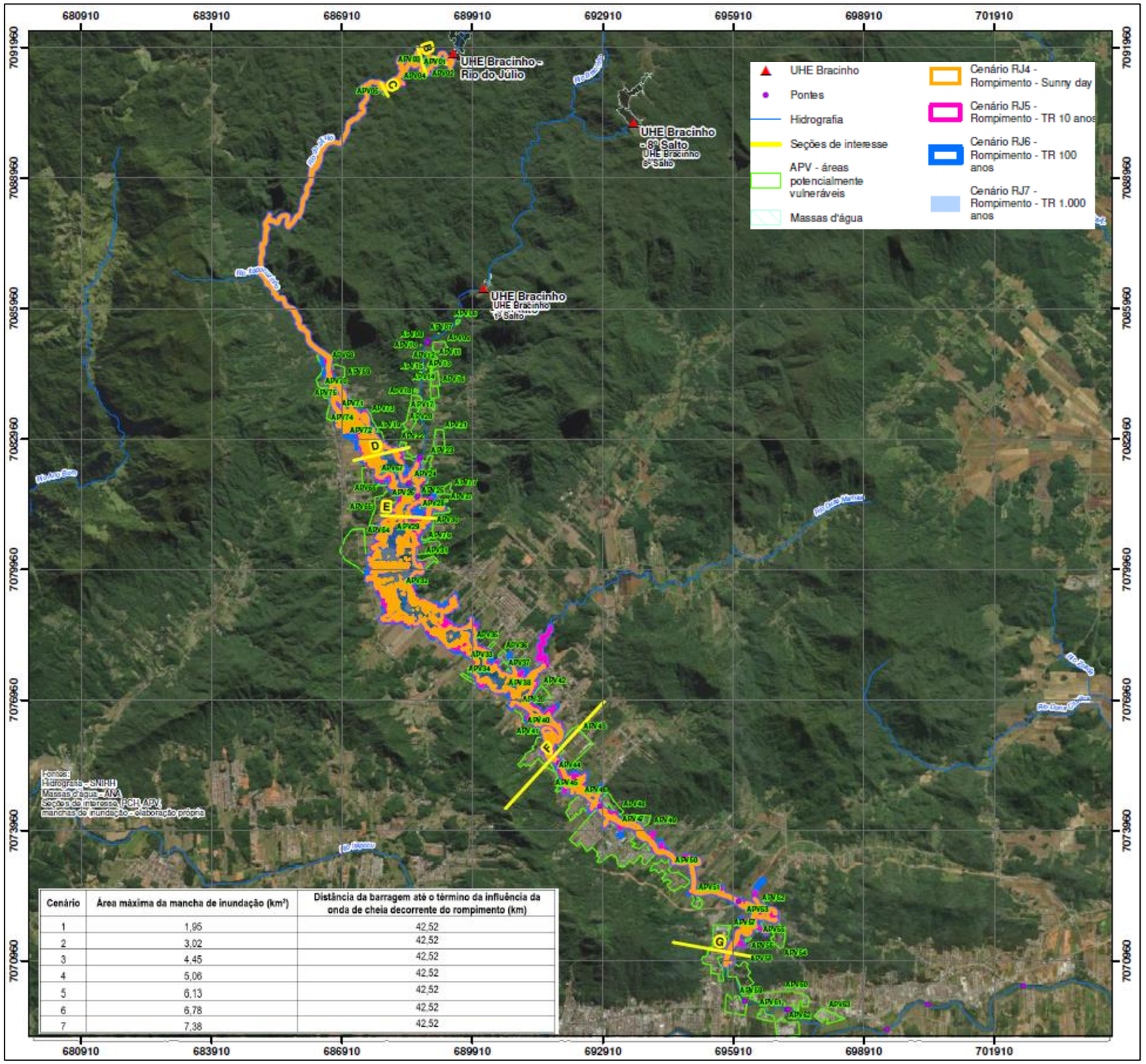
A seguir são apresentadas as abrangências das manchas de inundação obtidas nos cenários simulados. Os mapas das manchas de inundação podem ser conferidos em maior detalhe, nas pranchas no ANEXO VI – Mapas das Manchas de Inundação.

A Figura 31 apresenta as manchas da inundação resultantes para os sete cenários simulados do Rio do Júlio. Nela, é possível observar que quase todas as APVs no curso da simulação são atingidas em pelo menos um dos cenários. As APVs que não são atingidas são as que estão nas margens do rio Bracinho (APVs 06 até APV 23).

A Figura 32 e s Figura 33, apresentam, respectivamente, as manchas da inundação resultantes para as simulações de rompimento do 8º e do 1º Salto. Nelas, é possível observar que quase todas as APVs no curso da simulação no Rio Bracinho são atingidas em pelo menos um dos cenários.

A Figura 34 apresenta as manchas da inundação resultantes para os dois cenários de rompimentos em cascata simulados (C1 e C2). Novamente, nela é possível observar que quase todas as APVs no curso da simulação são atingidas em pelo menos um dos cenários. Destaca-se que a distância da barragem até o término da área de influência da onda de cheia para todos os cenários é mesmo porque todas as simulações possuem o mesmo comprimento

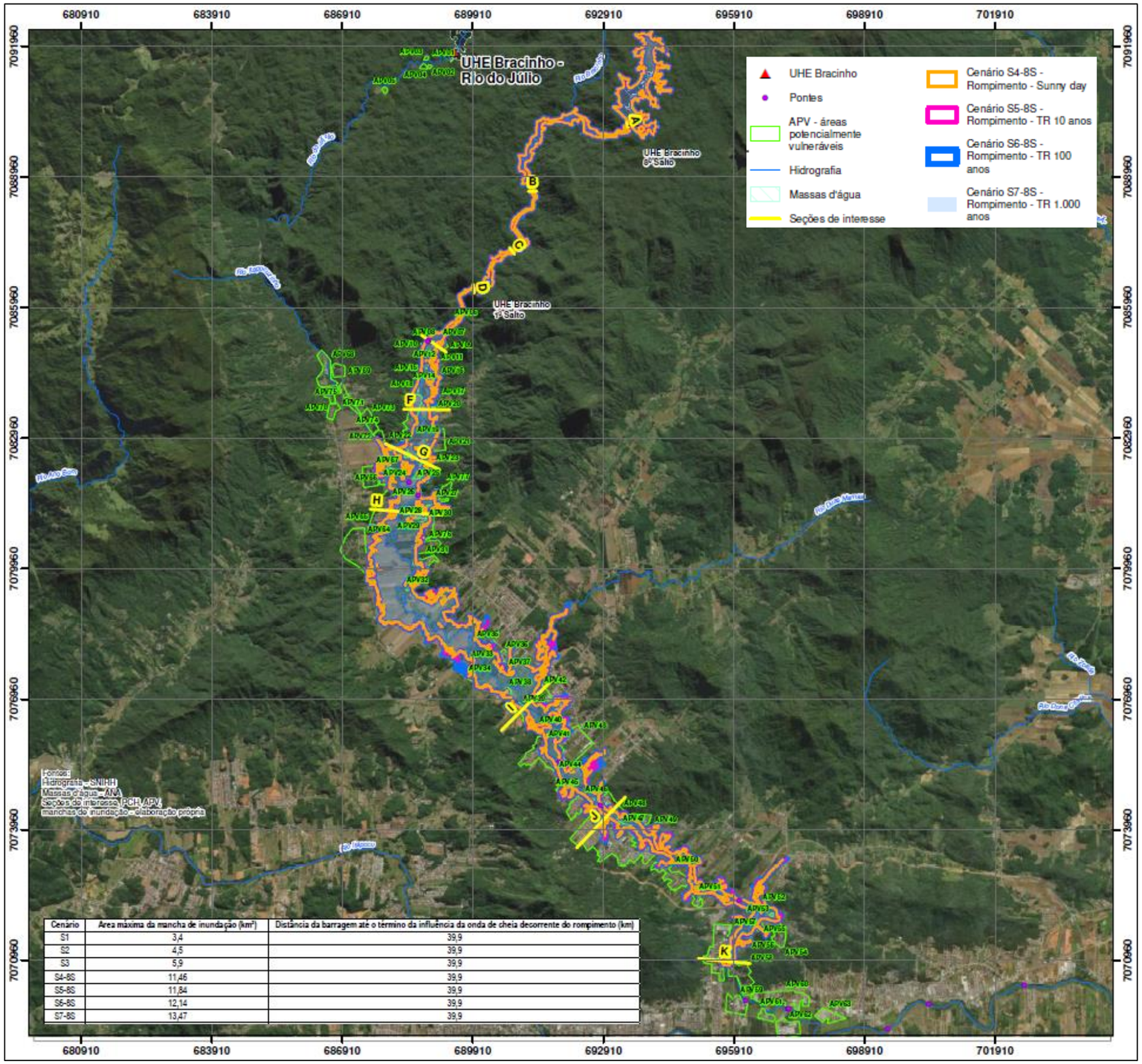
Figura 31 - Mapas de Inundação – Cenários RJ4 a RJ7



Cenário	Área máxima da mancha de inundação (km²)	Distância da barragem até o término da influência da onda de cheia decorrente do rompimento (km)
1	1,95	42,52
2	3,02	42,52
3	4,45	42,52
4	5,06	42,52
5	6,13	42,52
6	6,78	42,52
7	7,38	42,52

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

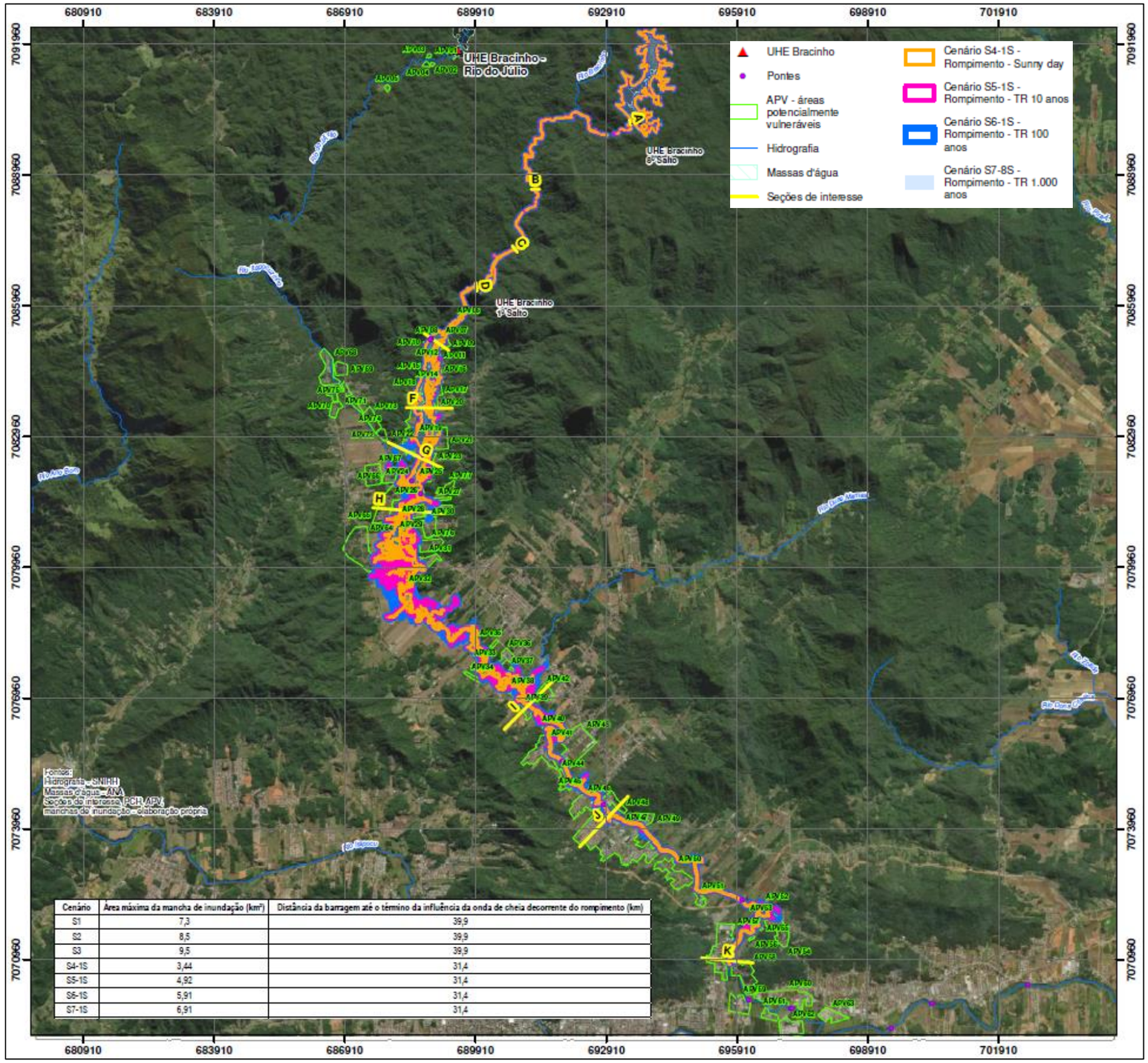
Figura 32 - Mapas de Inundação – Cenários S4-8S a S7-8S



Cenário	Área máxima da mancha de inundação (km²)	Distância da barragem até o término da influência da onda de cheia decorrente do rompimento (km)
S1	3,4	39,9
S2	4,5	39,9
S3	5,9	39,9
S4-8S	11,46	39,9
S5-8S	11,84	39,9
S6-8S	12,14	39,9
S7-8S	13,47	39,9

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

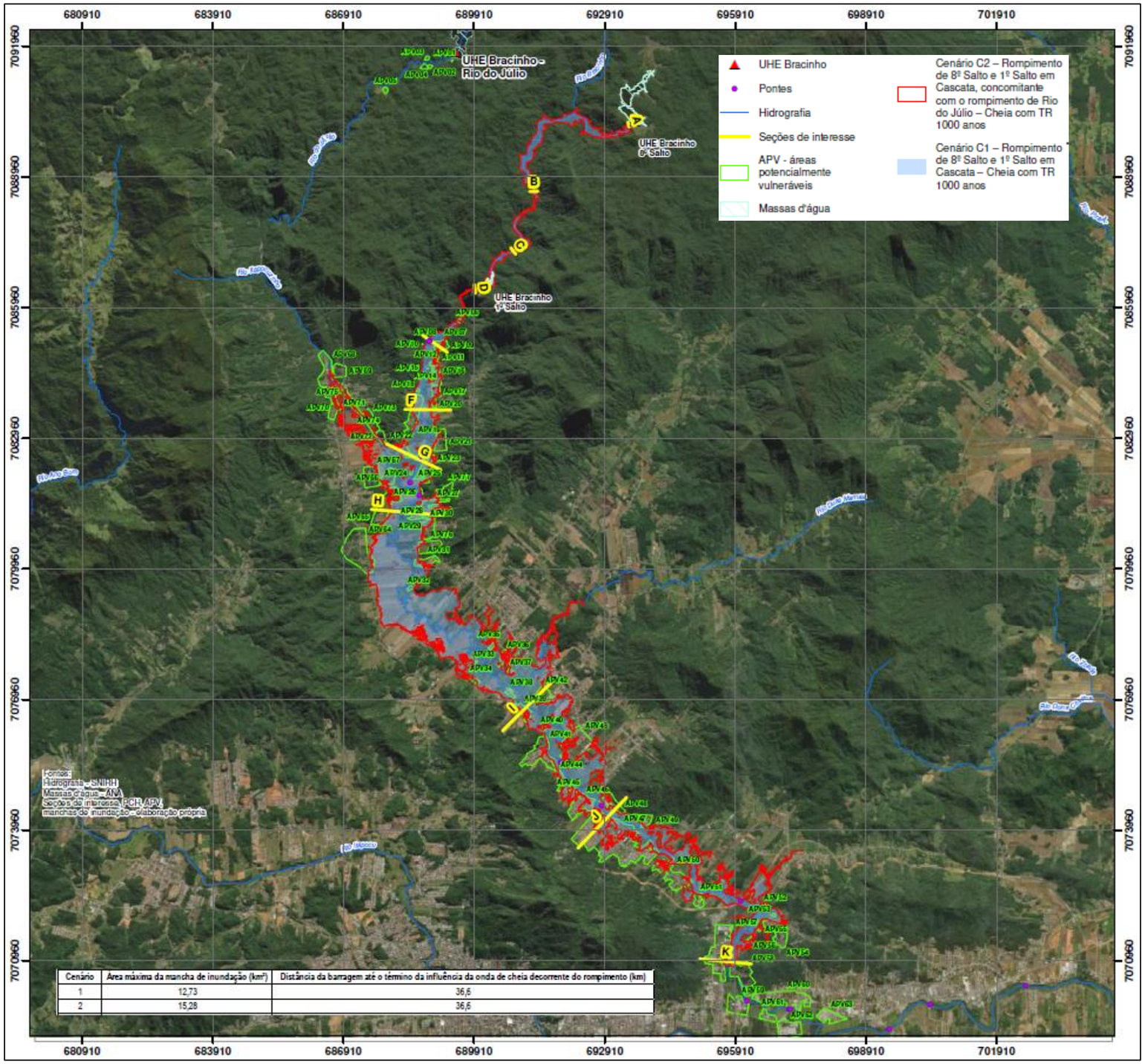
Figura 33 - Mapas de Inundação – Cenários S4-1S a S7-1S



Cenário	Área máxima da mancha de inundação (km²)	Distância da barragem até o término da influência da onda de cheia decorrente do rompimento (km)
S1	7,3	39,9
S2	8,5	39,9
S3	9,5	39,9
S4-1S	3,44	31,4
S5-1S	4,92	31,4
S6-1S	5,91	31,4
S7-1S	6,91	31,4

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 34 - Mapas de Inundação – Cenários C1 e C2



Cenário	Área máxima da mancha de inundação (km²)	Distância da barragem até o término da influência da onda de cheia decorrente do rompimento (km)
1	12,73	36,6
2	15,28	36,6

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

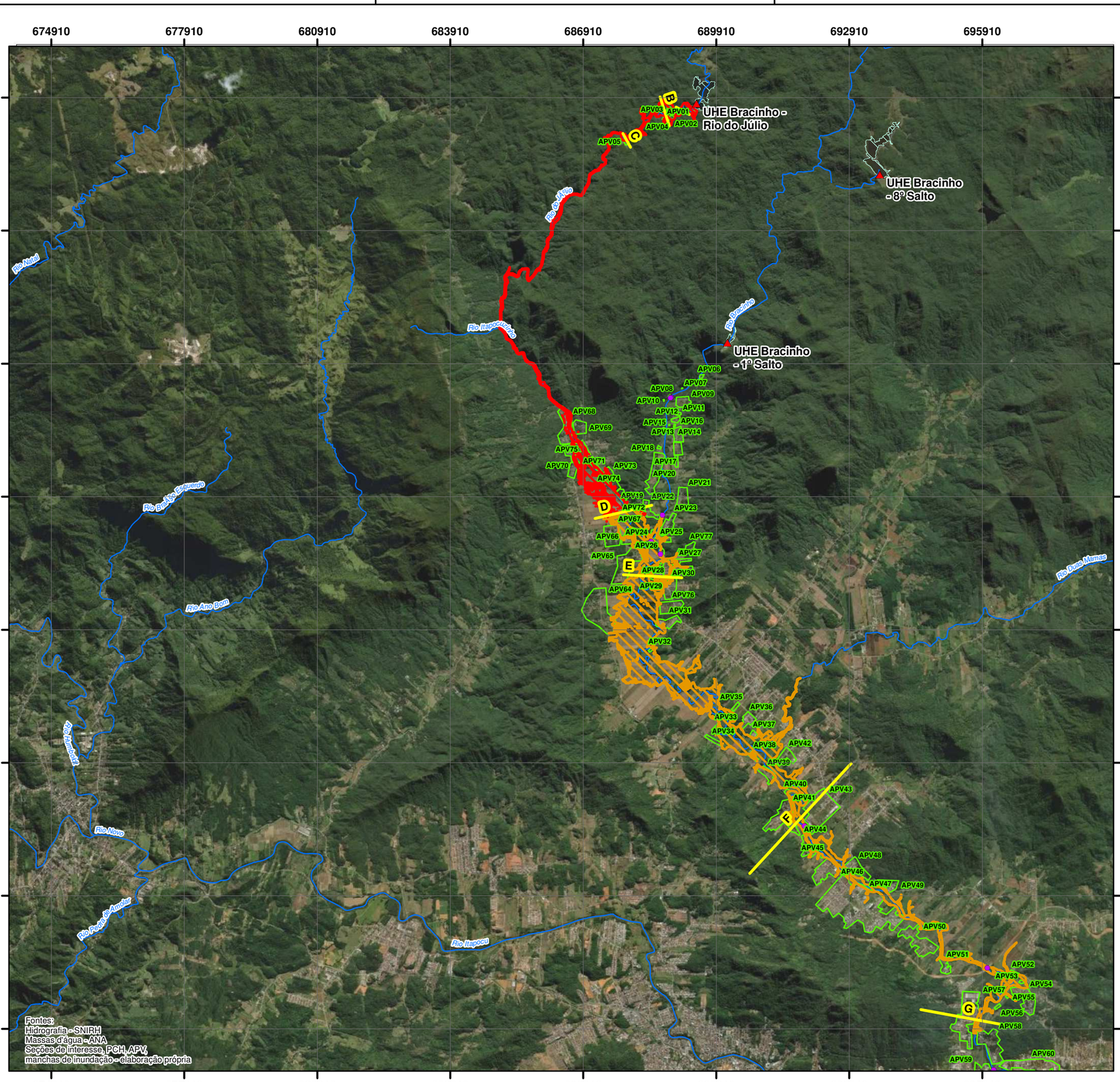
A Zona de Auto Salvamento (ZAS), segundo a Política Nacional de Segurança de barragens (Lei 14.066 de 2020), é definida como aquela região a jusante da barragem em que não há tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. Neste sentido, considera-se (ANA, 2012) 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.

Por sua vez, 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.

Na DES-ISB-6090-UBO-02-01 é apresentada a ZAS e ZSS para a barragem do Rio do Júlio. A ZAS foi definida de forma conservadora considerando a extensão da mancha limitada pela seção D, caracterizada por um tempo de chegada de onda de 35 min, numa distância de 14 km do barramento. Já a ZSS, neste caso, correspondeu à diferença entre as seções E e G, ocorrendo entre 14 km e 31 km a jusante do barramento do Rio do Júlio.

Para as barragens do 8º Salto e 1º Salto, em função da possibilidade de rompimento em cascata e proximidade dos empreendimentos, definiu-se uma única ZAS e ZSS para o conjunto de cenários referentes aos dois empreendimento. Na prancha DES-ISB-6090-UBO-06-01 é apresentada a ZAS e ZSS para essas barragens, definida de forma conservadora considerando a extensão da mancha do Cenário C2 limitada por uma seção logo a jusante da seção H, que representa uma distância de pelo menos 10km a jusante da Barragem do 1º Salto, e caracterizada por um tempo de chegada de onda superior a 30 min nos três cenários mais críticos para esses barramentos, em termos de tempo de chegada (S7-8S, S7-1S e C2). No caso da ZSS, ela correspondeu à diferença entre uma seção logo a jusante da seção H, localizada a 10 km da Barragem 1º Salto, e a seção K, ocorrendo entre 10 km e 31,4 km a jusante da Barragem do 1º Salto.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

- UHE Bracinho
- Pontes
- Hidrografia
- Seções de interesse
- Massas d'água
- APV - áreas potencialmente vulneráveis
- Zona de Auto-salvamento
- Zona de Segurança Secundária

N

0 1.25 2.5 5 km

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22S

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

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

ISB SEGURANÇA DE BARRAGENS

Celesc Geração S.A.

DES-ISB-6090-UBO-02-01

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

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

ÁREA:

TÍTULO:

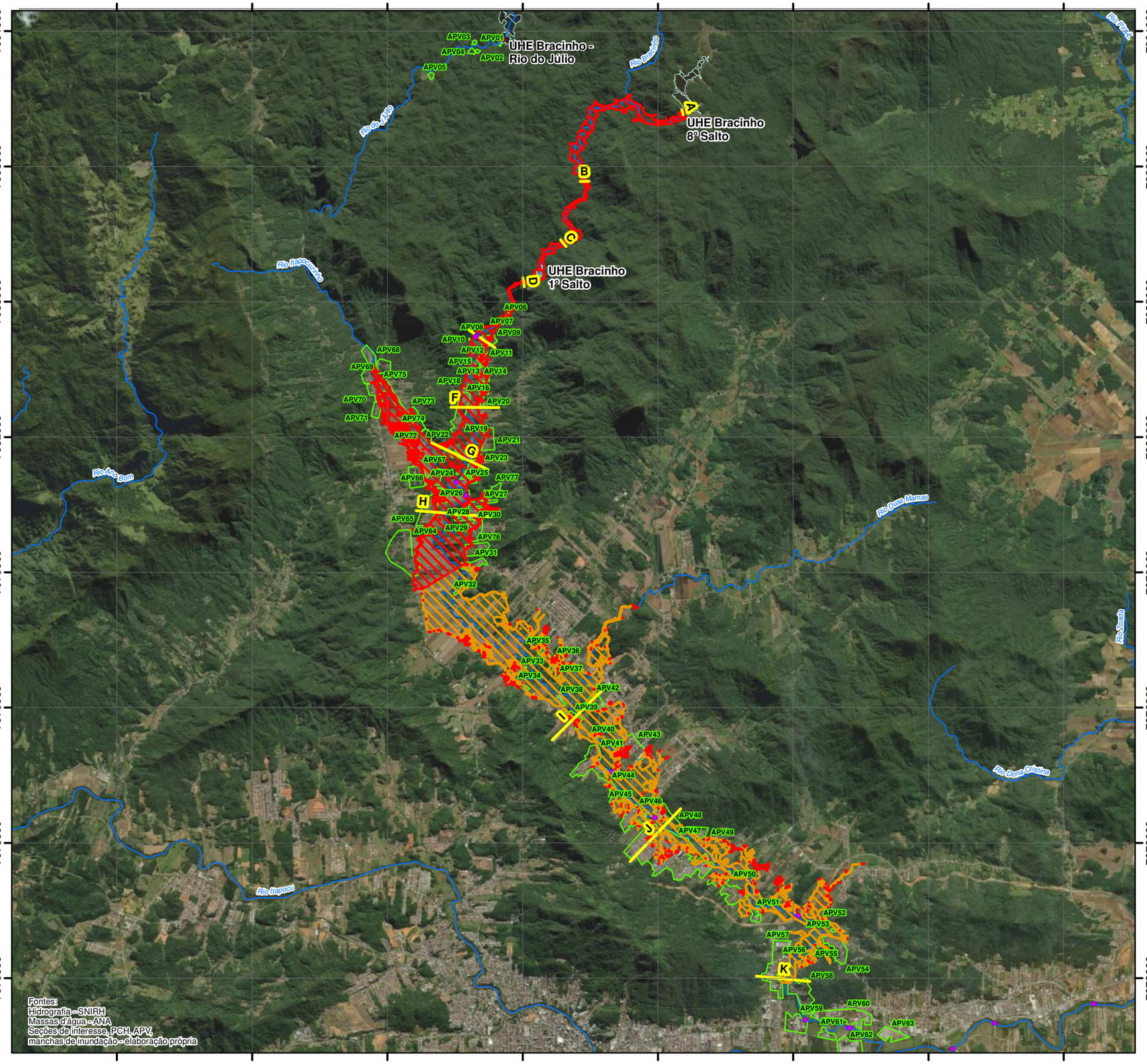
Zona de Auto Salvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS) da Barragem do Rio do Júlio

PROJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	APROV.	MARCELE C.
VERIF.	LUCAS T.	APROV.	FABRICIO V.		
DATA	11/11/2022	ESCALA	1 : 90,000	FOLHA	1 de 1

Nº

A-3
297 mm x 420 mm

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

- UHE Bracinho
- Pontes
- Hidrografia
- Seções de interesse
- Massas d'água
- APV - áreas potencialmente vulneráveis
- Zona de Auto-salvamento
- Zona de Segurança Secundária

N

0 1.25 2.5 5 km

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22S

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

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

ISB SEGURANÇA DE BARRAGENS

Celesc Geração S.A.

DES-ISB-6090-UBO-06-01

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

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

ÁREA:

TÍTULO: **Zona de Auto Salvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS) da barragens do 8º Salto e do 1º Salto**

PROJ. ARTHUR T.	EXEC. ARTHUR T.	APROV. MARCELE C.
VERIF. LUCAS T.	APROV. FABRICIO V.	
DATA 11/11/2022	ESCALA 1 : 90,000	FOLHA 1 de 1

Nº

A-3
297 mm x 420 mm

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

8.9. Conclusões do Estudo de Ruptura

- As simulações realizadas permitiram identificar que a área que poderá ser impactada por um potencial rompimento das barragens que fazem parte do complexo da UHE Bracinho apresenta características distintas, podendo ser dividida majoritariamente em três partes: (i) o trecho a jusante da barragem Rio do Júlio, de aproximadamente 14 km, altamente declivoso e com poucas APVs; (ii) o trecho a jusante da barragem do 8º Salto, que contempla a barragem do 1º Salto, também altamente declivoso, de aproximadamente 12 km e com poucas APVs e; (iii) o trecho de planície e baixa declividade (de aproximadamente 30 km de extensão) que se caracteriza como sendo aquele que recebe os afluentes oriundos do trecho (i) e do trecho (ii) e que contém uma quantidade considerável de APVs;

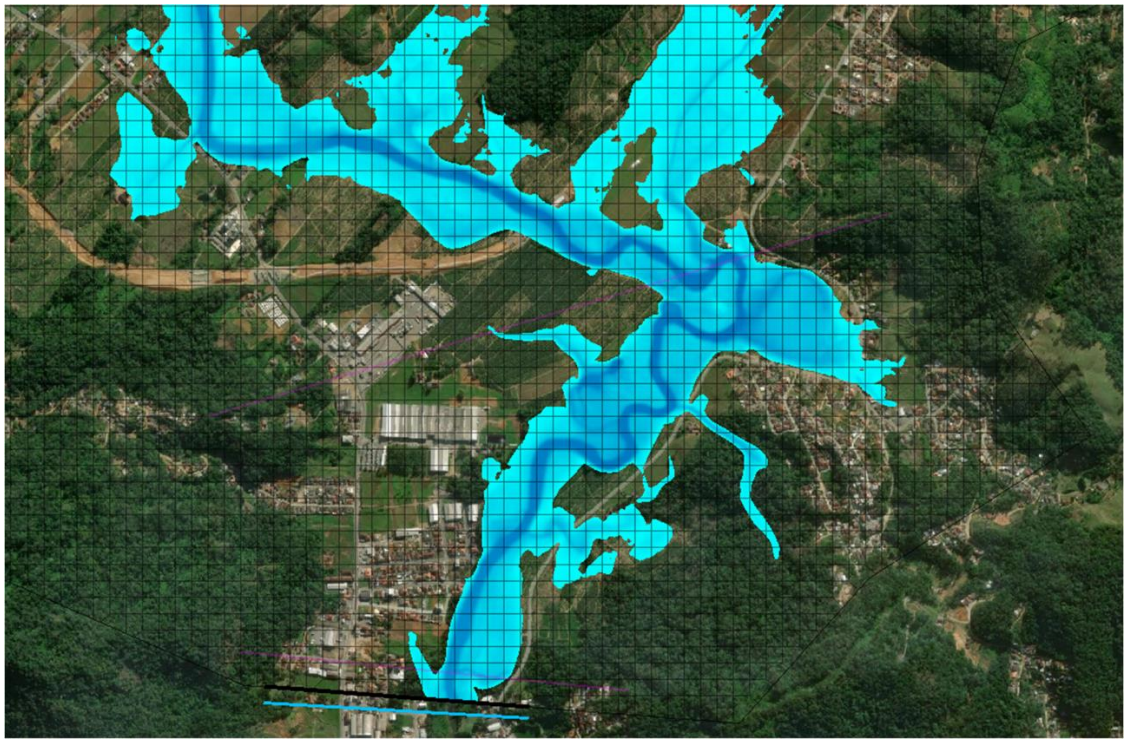
- No estudo em tela, diversos cenários foram simulados. Dentre eles, destaca-se os cenários C1, que simula o impacto decorrente do rompimento da barragem de 8º Salto e consequente rompimento em cascata da barragem 1º Salto (que tem potencial para receber o hidrograma de ruptura do 8º Salto aproximadamente 20 minutos após o início da formação da brecha em 8º Salto). Nesse cenário, a vazão de pico gerada após o acúmulo da onda de ruptura do 8º Salto com a onda de ruptura do 1º Salto é da ordem de 3000 m³/s, sendo esse hidrograma responsável por inundar grande parte do trecho (iii), que é relativamente plano e contém diversas APVs, conforme anteriormente apresentado. Ao final do trecho simulado (32 km a jusante de 1º Salto), essa vazão de pico é diminuída para aproximadamente 450 m³/s, sendo este hidrograma propagado majoritariamente dentro da calha maior do curso hídrico (na seção mais de jusante);

- Também se destaca o cenário C2, que é decorrente do rompimento das 3 barragens simuladas (8º Salto, 1º Salto e Rio do Júlio), com as vazões de pico se encontrando de forma concomitante no início do chamado terceiro trecho, ou local mais plano a jusante, sendo esse portanto o cenário mais catastrófico dentre os analisados. Neste cenário, todas as APVs dentro dos 36,6 km de simulação são impactadas, com a onda chegando, após o rompimento da barragem 1º Salto, aproximadamente 4 horas e meia na última seção, distante aproximadamente 32 km da barragem do 1º Salto, desenvolvendo, portanto, uma velocidade média de 7,1 km/h. A região desta última seção é apresentada na Figura 35;

DS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 35 – Mancha de Inundação decorrente do cenário C2, trecho final da simulação



- Para os diferentes cenários de simulações realizadas foram delimitadas duas ZAS: a primeira, considerando somente o rompimento da barragem do Rio do Júlio, em seu cenário mais crítico (RJ7) e a outra considerando os rompimentos em cascata dos barramentos, também em seu cenário mais crítico (C2). Para o Rio do Júlio foi definida uma área de ZAS exclusiva por se tratar de um barramento que não está no mesmo curso hídrico dos demais. Para as barragens no Rio Bracinho se considerou o pior cenário;

- Para o Rio do Júlio, a ZAS foi definida de forma conservadora considerando a extensão da mancha limitada pela seção D, caracterizada por um tempo de chegada de onda de 35 min, numa distância de 14 km do barramento. Já para os rompimentos em cascata, a ZAS correspondeu à diferença entre uma seção logo a jusante da seção H, e a seção K, ocorrendo entre 10 km e 31,4 km a jusante do barramento do 1º Salto;

- Ainda, as profundidades simuladas atingem níveis muito variados ao longo das simulações, característica principalmente decorrente dos diferentes cenários adotados, bem como as diferentes características geomorfológicas dos distintos trechos que contemplam a área simulada. As profundidades simuladas na planície de inundação obtida dificilmente ultrapassam o valor de 5 metros. Em locais mais montanhosos e próximos dos barramentos simulados, profundidades substancialmente maiores foram obtidas (15 m ou mais), principalmente em locais de vales muito encaixados.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

9. NOTIFICAÇÃO E SISTEMAS DE ALERTA

O sistema de notificação e alerta tem como objetivo avisar os intervenientes e decisores principais das ações de emergência e, quando necessário, alertar a população em risco pela ruptura hipotética da(as) barragem(ens). É necessária a especificação dos indivíduos e entidades a que se deve notificar em caso de necessidade, os quais se encontram no Quadro 2, já apresentado anteriormente, e a definição de um conjunto de meios de comunicação que estejam sempre em condições confiáveis e eficazes de uso.

9.1. Meios de divulgação e Comunicação

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

- Prefeitura Municipal de Schroeder/SC;
- Defesa Civil do Estado de Santa Catarina e coordenadorias regionais de abrangência;
- Casa de Força da UHE Bracinho;
- Escritório Sede da Celesc Geração;

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

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

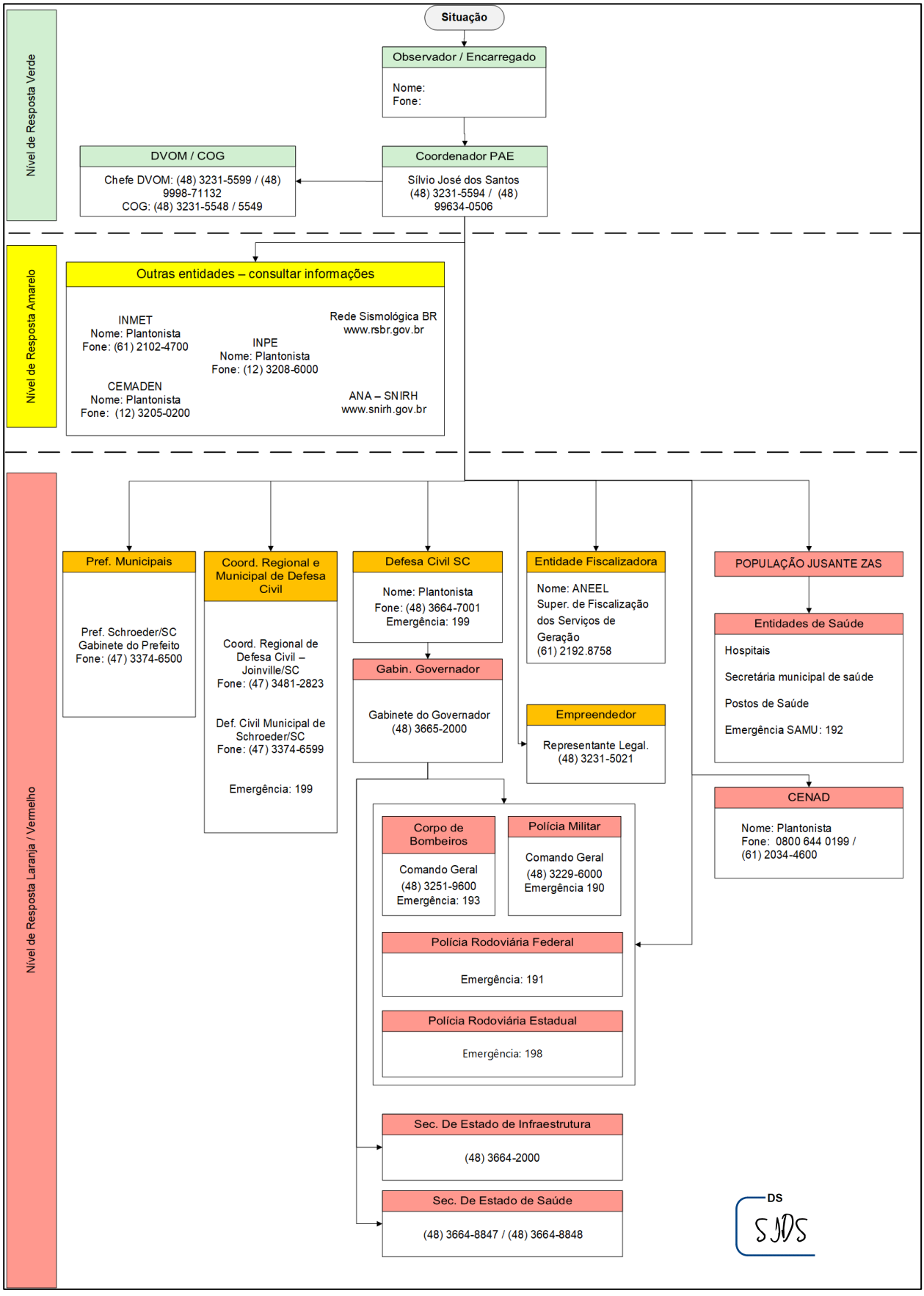
Conforme definição dos órgãos externos de defesa civil, poderão ser utilizados outros meios externos para sistema de alerta, de forma a promover a exaustiva comunicação aos agentes envolvidos, sempre partindo do comunicado de situação de emergência emitido pelo coordenador do PAE, tais como:

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

O fluxograma de notificações é apresentado na Figura 36.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Figura 36 - Fluxograma de Notificação



DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

9.3. Pontos de Encontro e Rotas de Fuga

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

A população de cada APV deve conhecer os limites das mancha de inundação, deslocando-se primeiramente para fora dos limites das áreas afetadas e pelas rotas de fuga buscar os pontos de encontro estabelecidos. No caso dos barramentos das UHE Bracinho, os pontos de encontro foram mapeados considerando o cenário de mais criticidade obtido dos estudos de rompimento, ou seja, os cenários de ruptura em cascata dos barramentos do 8º Salto e 1º Salto, associados com o rompimento concomitante da Barragem do Rio do Júlio.

Os pontos de encontro foram estabelecidos considerando locais fora da mancha de inundação para convergência da população afetada, tais como intersecções de estradas, centros comunitários, igrejas e outros locais de acesso público, nos quais podem a população poderá se concentrar para receber o acolhimento e orientações das autoridades de Defesa Civil. Devido às características geográficas do vale a jusante da UHE Bracinho, ressalta-se que em diversos trechos da ZAS e ZSS, as vias de acesso ou saída de algumas APVs se encontram dentro dos limites da mancha de inundação.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 indicado 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.

Para os pontos nas ZSS, há tempo suficiente para que pessoas com treinamento adequado procedam seu próprio salvamento e retirada em direção aos pontos de encontro onde acontece o acolhimento. Os pontos de encontros são conhecidos durante o treinamento conduzido pela Defesa Civil. Os pontos de encontro são indicados no Quadro 32 e nas pranchas subsquentes, contendo o seu detalhamento, rotas de fuga sugeridas e demais estruturas notáveis de referências nas áreas afetadas.

Quadro 32 - Pontos de Encontro – ZAS e ZSS

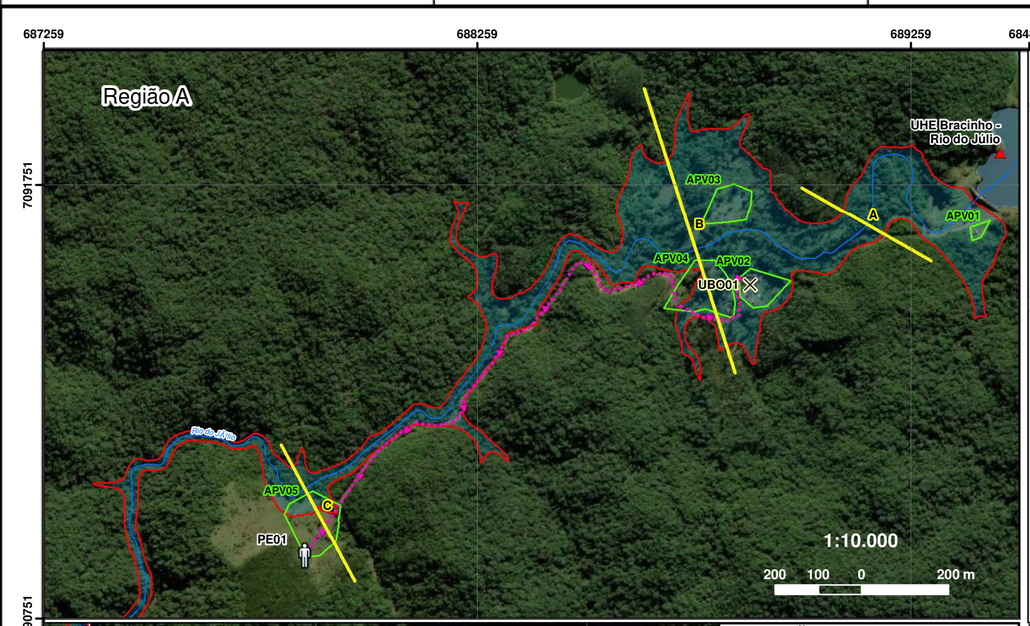
Nº	Zona / Barragem	Descrição	Coordenadas
PE01	ZAS - Rio do Júlio	Local junto à propriedade rural da APV 05, na Estrada Rio do Júlio. Definido para atendimento aos afetados das APVs 01 a 05.	-26.2894378489999º S -49.118434346º O
PE02	ZAS - Rio do Júlio	Local de acesso à PCH, na margem direita do Rio Itapocuzinho.	-26.3216461797999º S -49.1468989286º O
PE03	ZAS - Rio do Júlio	Igreja N. S. de Fátima, na Rod. Municipal JGS 010	-26.3499152219º S -49.1307117034º O
PE04	ZAS - Rio do Júlio	Rua 23 de Março, próximo ao nº 2217, atendimento a afetados na margem esquerda do Rio Itapocuzinho.	-26.3544902050999º S -49.1233165869999º O
PE05	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade Evangélica Luterana Redentor, na Estrada Bracinho. Atendimento a afetados na margem esquerda do Rio Bracinho.	-26.354575463º S -49.1055217709999º O
PE06	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Estrada Otto Carlos Doege, atendimento à afetados nas adjacências da APV 19, margem direita do Rio Bracinho	-26.3572670084999º S -49.1108118483999º O
PE07	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Rua Tifá Geiper, atendimento a afetados na margem esquerda do Rio Bracinho, APV 21 e adjacências.	-26.3624835008º S -49.1046373850999º O
PE08	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Rua Erminio Nicolini, em frente ao Residencial Santa Luzia. Atendimento a afetados na margem direita do Rio Itapocuzinho, APVs 64 a 67 e adjacências.	-26.369099973º S -49.1204165549999º O

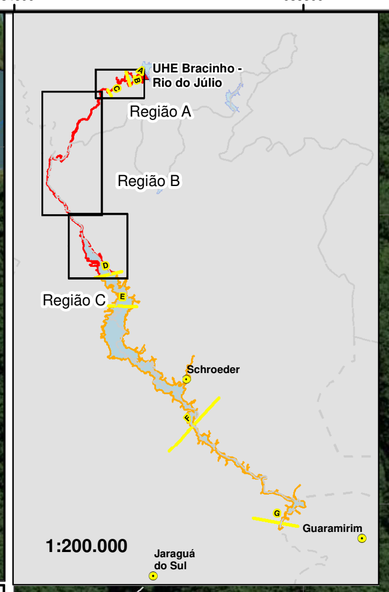
DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

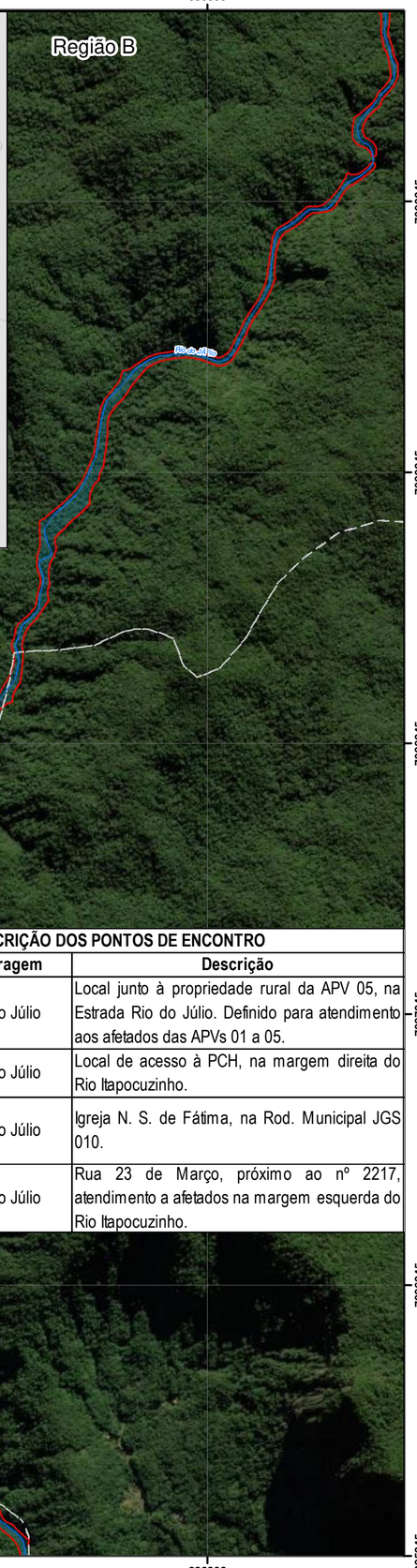
Nº	Zona / Barragem	Descrição	Coordenadas
PE09	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Sociedade Bracinho – APVs próximas na margem esquerda do Rio Itapocuzinho	-26.3833293379999º S -49.105837715º O
PE10	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade São Paulo Apóstolo – APVs próximas na margem direita do Rio Itapocuzinho	-26.423711344º S -49.079310258º O
PE11	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Paróquia São Vendelino – atingidos nas APVs próximas, margem esquerda Rio Itapocuzinho	-26.420424468º S -49.071011572º O
PE12	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade São José – atingidos nas APVs próximas, margem direita Rio Itapocuzinho	-26.4438806219999º S -49.061461657º O
PE13	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Centro Municipal de Educação Infantil Sidnei Alexandre Berns - atingidos nas APVs próximas, Margem direita Rio Itapocuzinho	-26.4647121339999º S -49.037752638º O
PE14	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade Sagrado Coração de Jesus - atingidos nas APVs próximas, margem esquerda do Rio Itapocuzinho	-26.461318768º S -49.0228117939999º O
PE15	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Uniasselvi - Guaramirim/SC, BR-280 – adjacências da zonas mais a jusante das áreas atingidas	-26.4747193729999º S -49.026929451º O
PE16	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Lote junto a BR-280 (Av. Prefeito Valdemar Grubba, altura do nº 4725). Possíveis atingidos na APV 59.	-26.4778195449999º S -49.0368854056º O

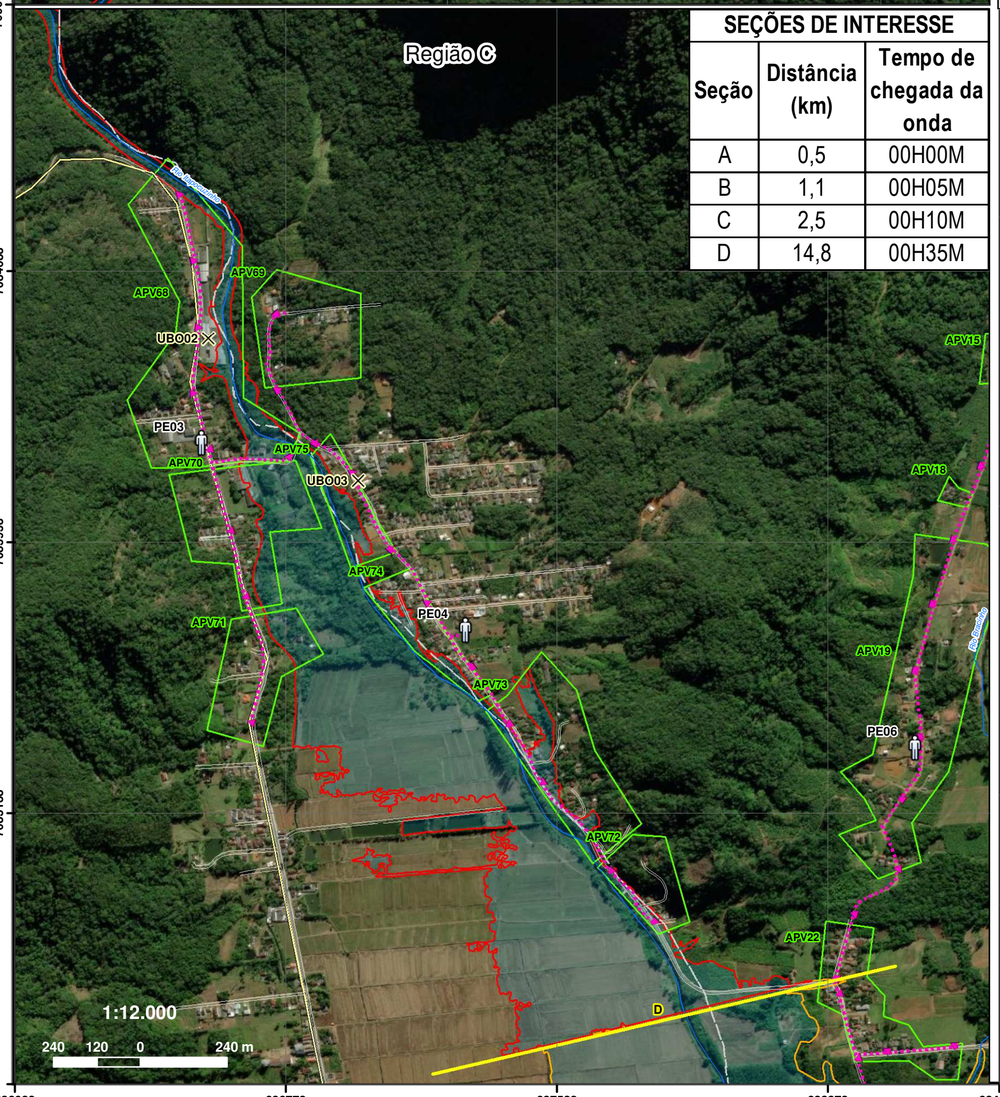
Todos os mapas de delimitação das ZAS e ZSS e caracterização dos pontos de encontro também podem ser conferidos no ANEXO VII – Mapas das ZAS e ZSS.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028









SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
A	0,5	00H00M
B	1,1	00H05M
C	2,5	00H10M
D	14,8	00H35M

DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO

Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE01	ZAS - Rio do Júlio	Local junto à propriedade rural da APV 05, na Estrada Rio do Júlio. Definido para atendimento aos afetados das APVs 01 a 05.
PE02	ZAS - Rio do Júlio	Local de acesso à PCH, na margem direita do Rio Itapocuzinho.
PE03	ZAS - Rio do Júlio	Igreja N. S. de Fátima, na Rod. Municipal JGS 010.
PE04	ZAS - Rio do Júlio	Rua 23 de Março, próximo ao nº 2217, atendimento a afetados na margem esquerda do Rio Itapocuzinho.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES

Legenda	Local
UBO01	Hotel Vale das Hortênsias
UBO02	Delmax Papelão e Embalagens
UBO03	Escola Municipal Rui Barbosa

N

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22s

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

ISB SEGURANÇA DE BARRAGENS — Celesc 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: SERVIÇOES DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE BRACINHO

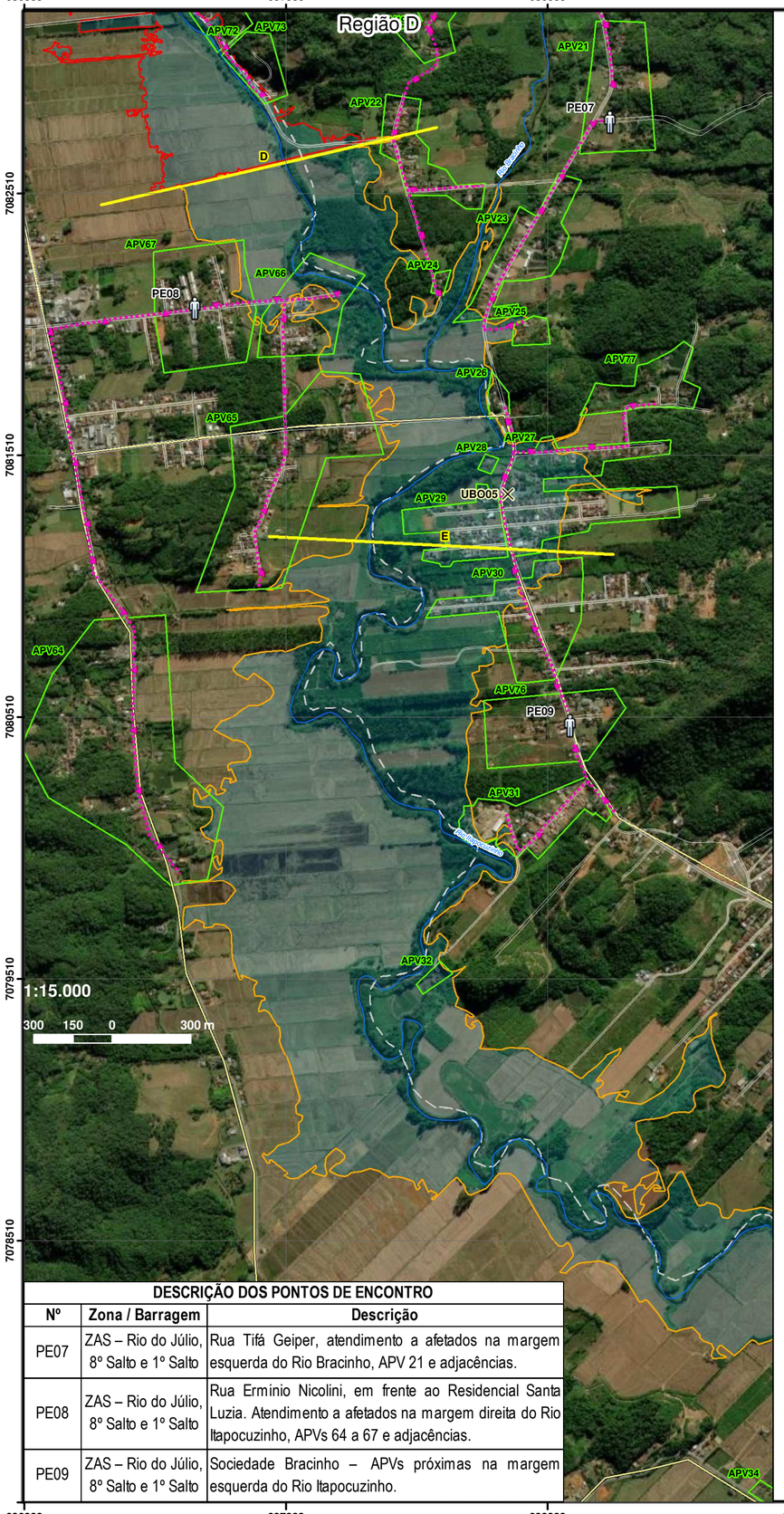
ÁREA:

TÍTULO: **Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem Rio do Júlio da UHE Bracinho – Parte 01**

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

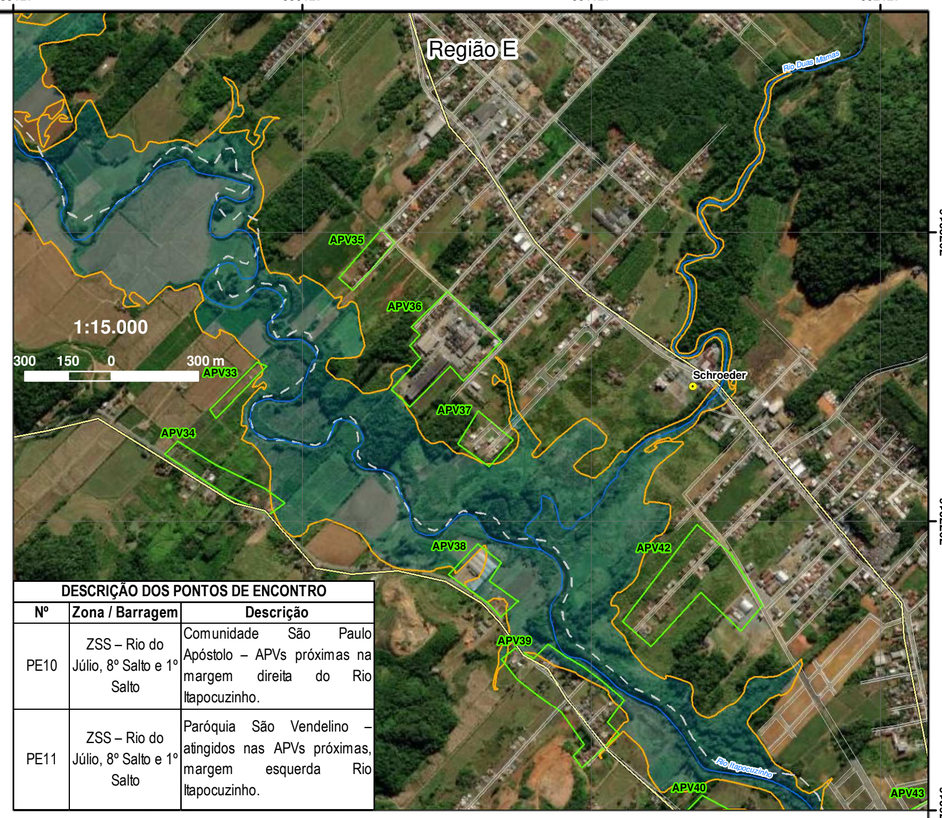
DATA: 12/12/2022 — Nº: DES-ISB-6090-UBO-07-00

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028



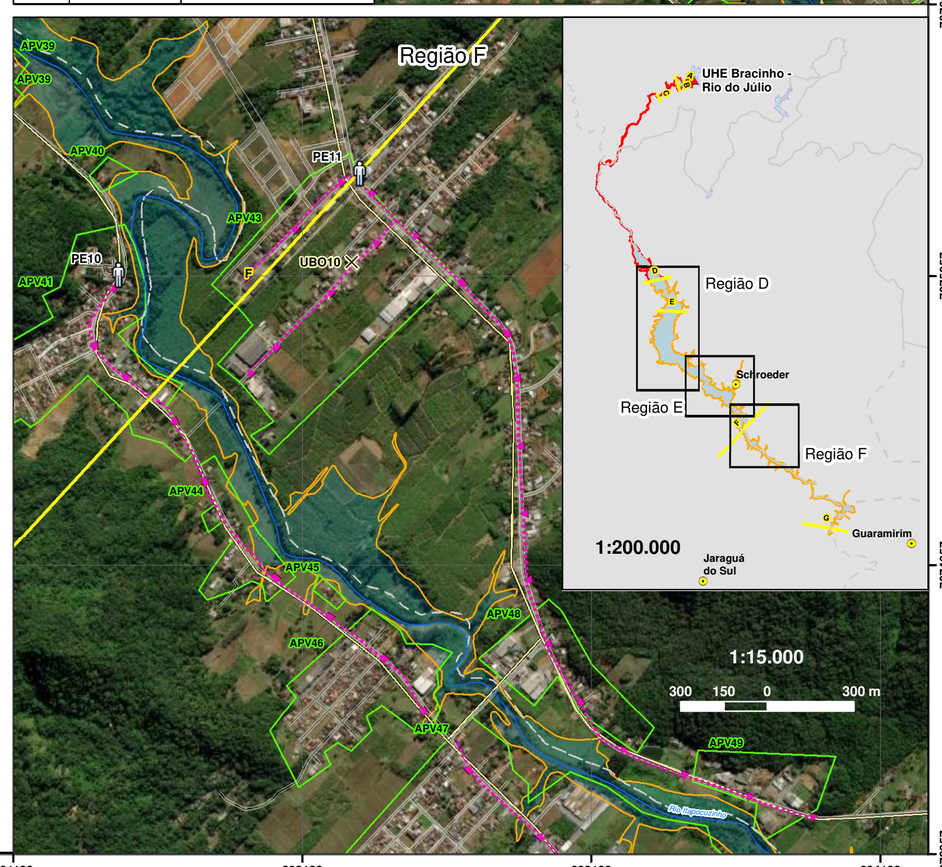
DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO

Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE07	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Rua Tifá Geiper, atendimento a afetados na margem esquerda do Rio Bracinho, APV 21 e adjacências.
PE08	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Rua Erminio Nicolini, em frente ao Residencial Santa Luzia. Atendimento a afetados na margem direita do Rio Itapocuzinho, APVs 64 a 67 e adjacências.
PE09	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Sociedade Bracinho – APVs próximas na margem esquerda do Rio Itapocuzinho.



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO

Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE10	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade São Paulo Apóstolo – APVs próximas na margem direita do Rio Itapocuzinho.
PE11	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Paróquia São Vendelino – atingidos nas APVs próximas, margem esquerda Rio Itapocuzinho.



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES

Legenda	Local
UBO05	Escola Municipal Frida Hein Krause
UBO10	Polícia Militar

SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
D	14,8	00H35M
E	17,3	00H50M
F	22,5	03H25M

N

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22s

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

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

CLIENTE:
CELESC GERAÇÃO S.A.

PROGRAMA:
SERVIÇOES DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE BRACINHO

ÁREA:

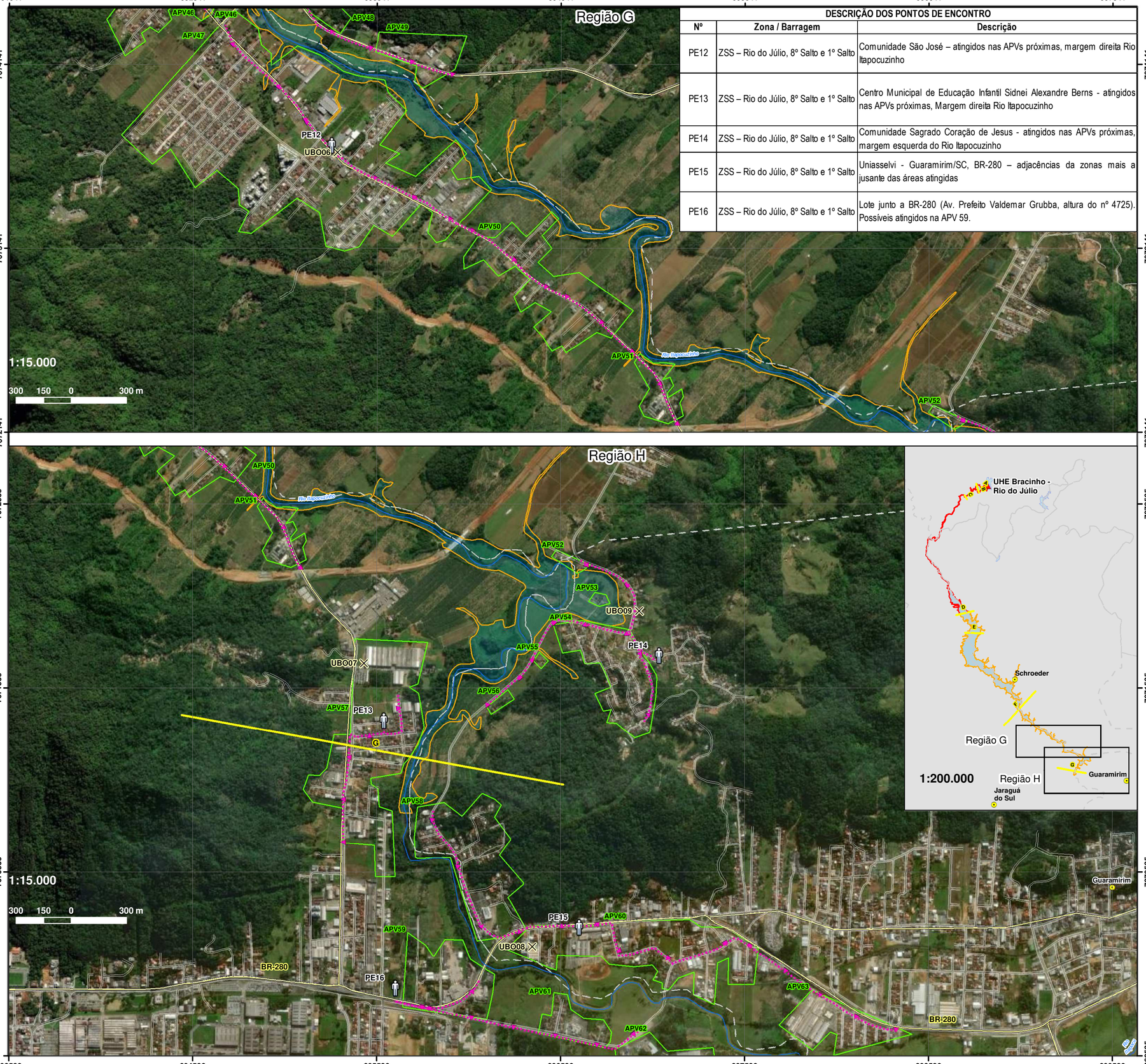
TÍTULO:
Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem Rio do Júlio da UHE Bracinho – Parte 02

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

DATA: 13/12/2022
Nº: DES-ISB-6090-UBO-08-00

A2
594 mm x 420 mm

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE12	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade São José – atingidos nas APVs próximas, margem direita Rio Itapocuzinho
PE13	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Centro Municipal de Educação Infantil Sidnei Alexandre Berns - atingidos nas APVs próximas, Margem direita Rio Itapocuzinho
PE14	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade Sagrado Coração de Jesus - atingidos nas APVs próximas, margem esquerda do Rio Itapocuzinho
PE15	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Uniasselvi - Guaramirim/SC, BR-280 – adjacências da zonas mais a jusante das áreas atingidas
PE16	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Lote junto a BR-280 (Av. Prefeito Valdemar Grubba, altura do nº 4725). Possíveis atingidos na APV 59.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES	
Legenda	Local
UBO06	Escola Municipal de Educação Básica Machado de Assis
UBO07	Fábrica de tecidos Elian
UBO08	Grupo Romitex
UBO09	Escola Municipal Gustavo Tank

SEÇÕES DE INTERESSE		
Seção	Distância (km)	Tempo de chegada da onda
G	31,7	05H35M

N

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22s

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

ISB SEGURANÇA DE BARRAGENS

Celesc 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:
SERVIÇOES DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE BRACINHO

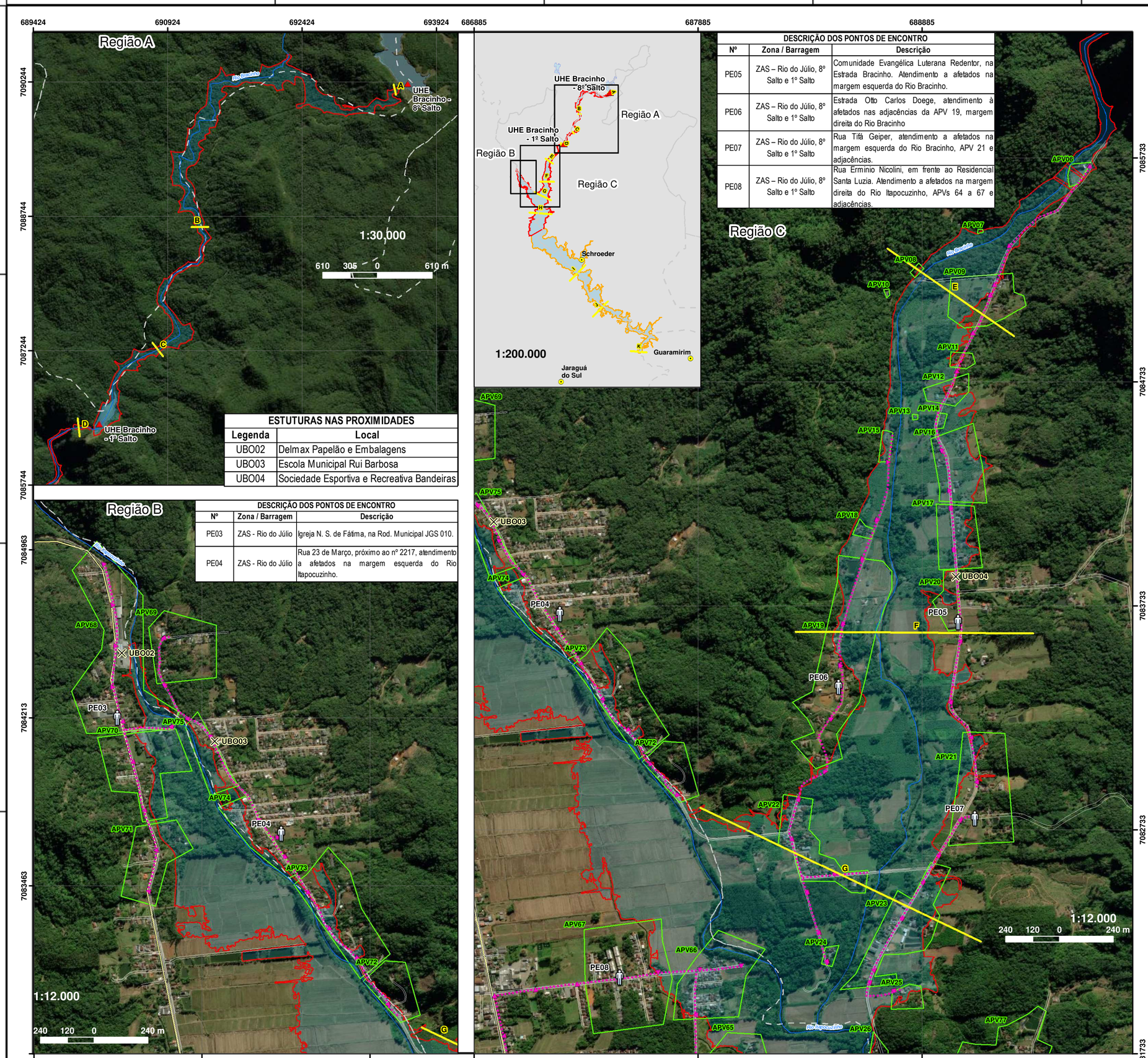
ÁREA:

TÍTULO:
Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragem Rio do Júlio da UHE Bracinho – Parte 03

PROJ.	EXEC.	VERIF.	APROV.
ARTHUR T.	ARTHUR T.	LUCAS T.	FABRÍCIO F.
APROV. MARCELE C.	ESCALA		FOLHA: 1 de 1
DATA 13/12/2022	Nº DES-ISB-6090-UBO-09-00		

A2
594 mm x 420 mm

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028



ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES	
Legenda	**Local**
UBO02	Delmax Papelão e Embalagens
UBO03	Escola Municipal Rui Barbosa
UBO04	Sociedade Esportiva e Recreativa Bandeiras

DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	**Zona / Barragem**	**Descrição**
PE03	ZAS - Rio do Júlio	Igreja N. S. de Fátima, na Rod. Municipal JGS 010.
PE04	ZAS - Rio do Júlio	Rua 23 de Março, próximo ao nº 2217, atendimento a afetados na margem esquerda do Rio Itapocuzinho.

DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	**Zona / Barragem**	**Descrição**
PE05	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade Evangélica Luterana Redentor, na Estrada Bracinho. Atendimento a afetados na margem esquerda do Rio Bracinho.
PE06	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Estrada Otto Carlos Doege, atendimento à afetados nas adjacências da APV 19, margem direita do Rio Bracinho
PE07	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Rua Tifá Geiper, atendimento a afetados na margem esquerda do Rio Bracinho, APV 21 e adjacências.
PE08	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Rua Erminio Nicolini, em frente ao Residencial Santa Luzia. Atendimento a afetados na margem direita do Rio Itapocuzinho, APVs 64 a 67 e adjacências.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

SEÇÕES DE INTERESSE			
Seção	**Distância do 8º Salto (km)**	**Distância do 1º Salto (km)**	**Tempo de chegada da onda**
A	0,1	-	00H00M
B	5,3	-	00H15M
C	7,3	-	00H21M
D	8,8	0,3	00H24M
E	10,7	2,2	00H27M
F	12,5	4,0	00H36M
G	13,9	5,4	00H45M

N

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22s

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

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

CLIENTE:
CELESC GERAÇÃO S.A.

PROGRAMA:
SERVIÇOES DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE BRACINHO

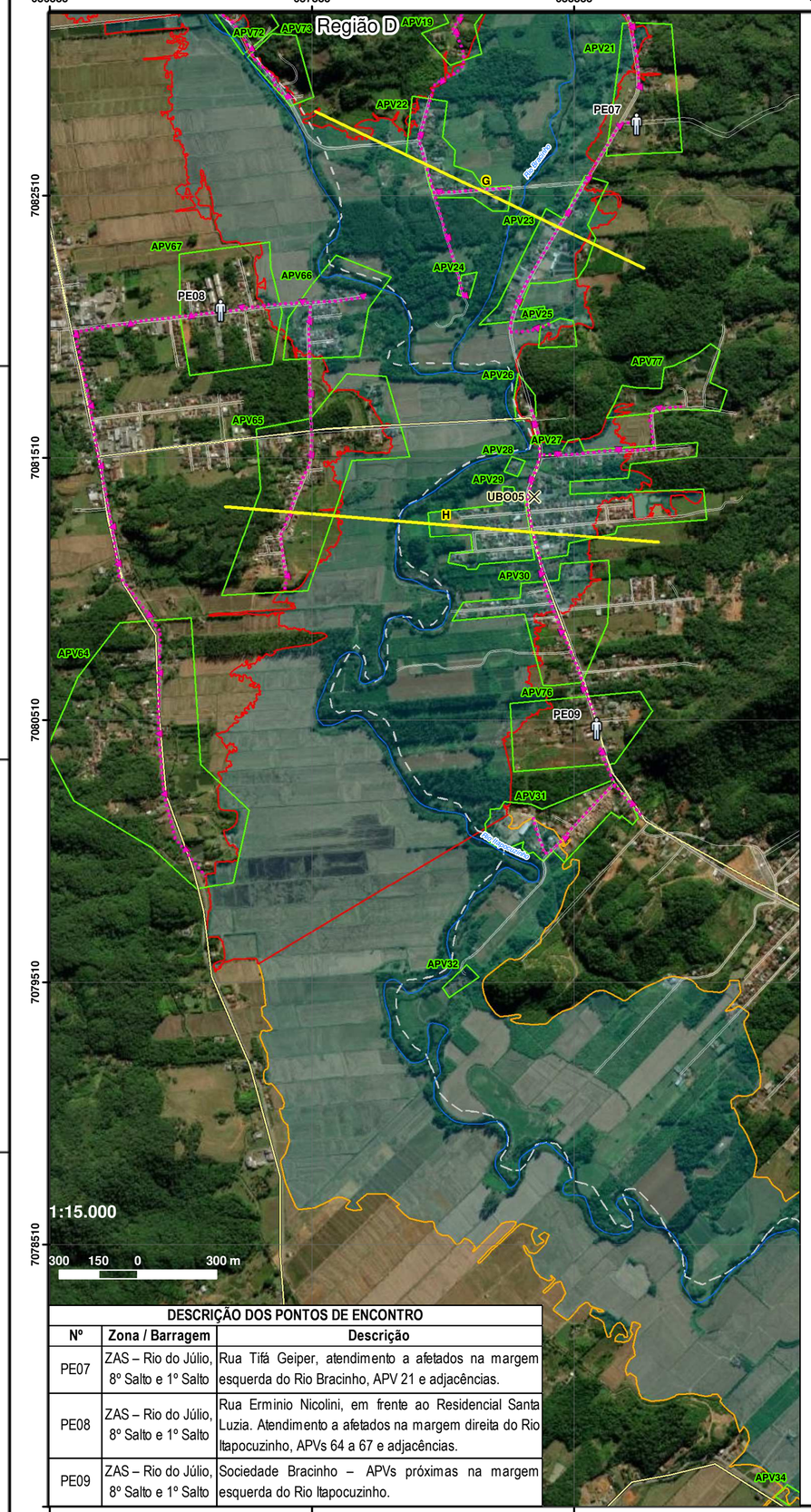
ÁREA:

TÍTULO:
Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragens 1º e 8º Salto da UHE Bracinho – Parte 01

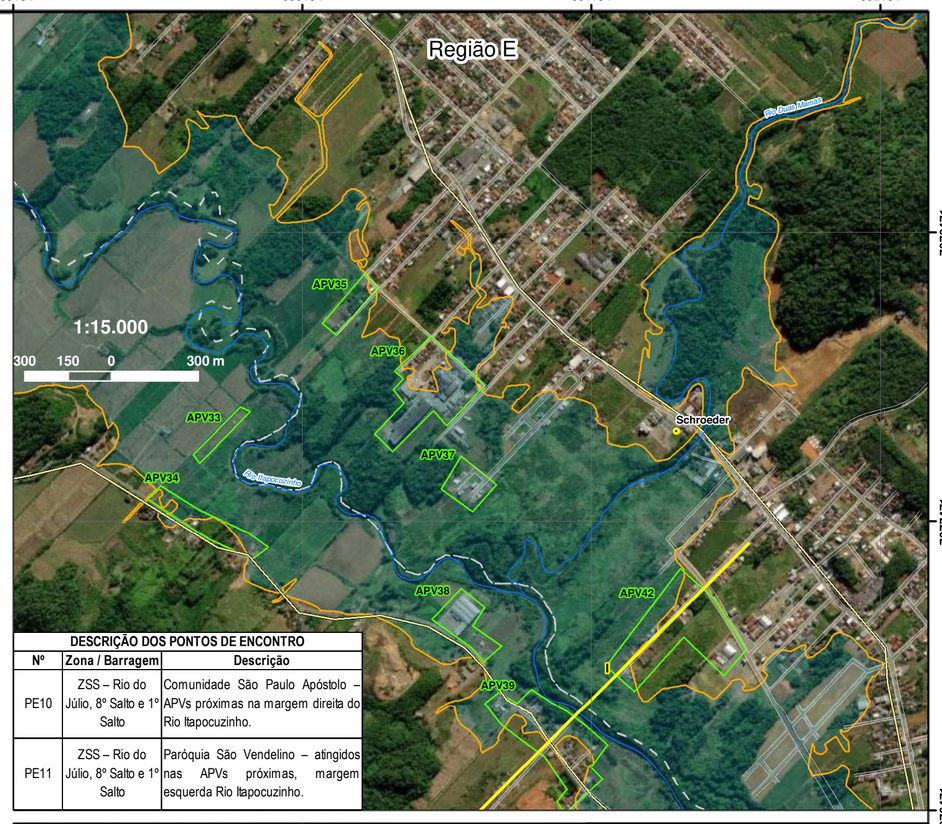
PROJ. ARTHUR T.	EXEC. ARTHUR T.	VERIF. LUCAS T.	APROV. FABRÍCIO F.
APROV. MARCELE C.	ESCALA		FOLHA: 1 de 1
DATA: 05/12/2022	Nº: DES-ISB-6090-UBO-10-00		

A2
594 mm x 420 mm

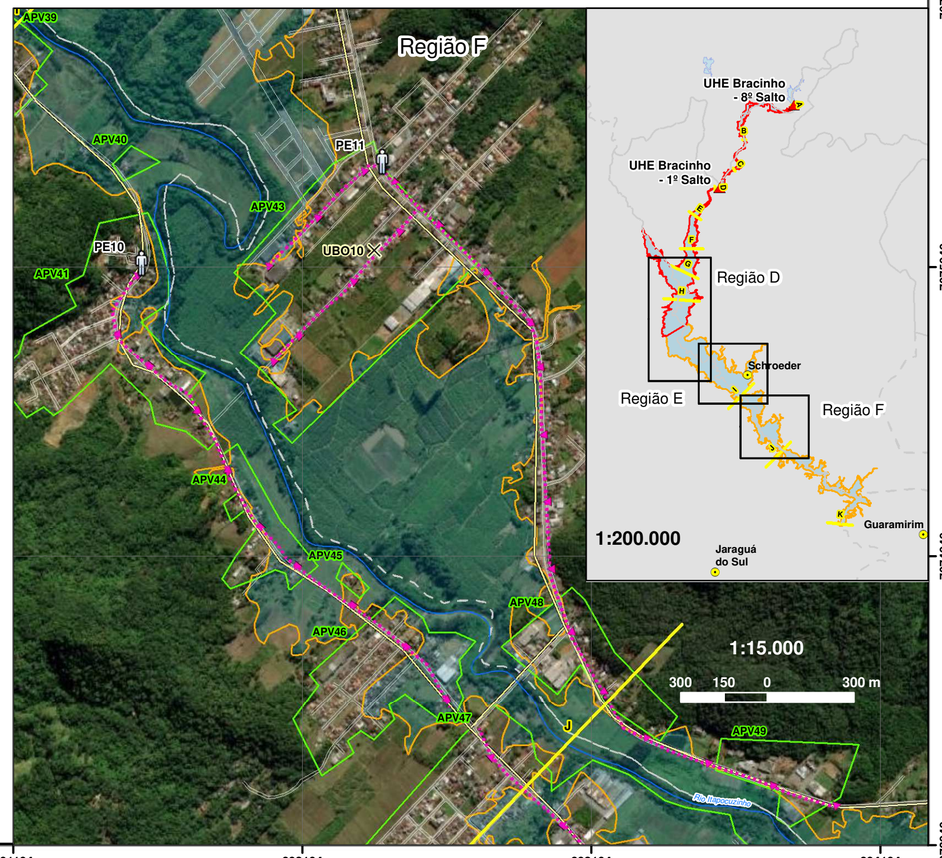
DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE07	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Rua Tifá Geiper, atendimento a afetados na margem esquerda do Rio Bracinho, APV 21 e adjacências.
PE08	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Rua Erminio Nicolini, em frente ao Residencial Santa Luzia. Atendimento a afetados na margem direita do Rio Itapocuzinho, APVs 64 a 67 e adjacências.
PE09	ZAS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Sociedade Bracinho – APVs próximas na margem esquerda do Rio Itapocuzinho.



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE10	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade São Paulo Apóstolo – APVs próximas na margem direita do Rio Itapocuzinho.
PE11	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Paróquia São Vendelino – atingidos nas APVs próximas, margem esquerda Rio Itapocuzinho.



686883 687883 688883 689184 690184 691184 692184 691104 692104 693104 694104

7082510 7081510 7080510 7079510 7078510 7078471 7077471 7076471 7075949 7074949 7073949

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES	
Legenda	Local
UBO05	Escola Municipal Frida Hein Krause
UBO10	Polícia Militar

SEÇÕES DE INTERESSE			
Seção	Distância do 8º Salto (km)	Distância do 1º Salto (km)	Tempo de chegada da onda
G	13,9	5,4	00H45M
H	15,9	7,4	00H57M
I	27,6	19,1	02H24M
J	32,3	23,8	03H15M

N

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22s

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

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

CLIENTE:
CELESC GERAÇÃO S.A.

PROGRAMA:
SERVIÇOES DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE BRACINHO

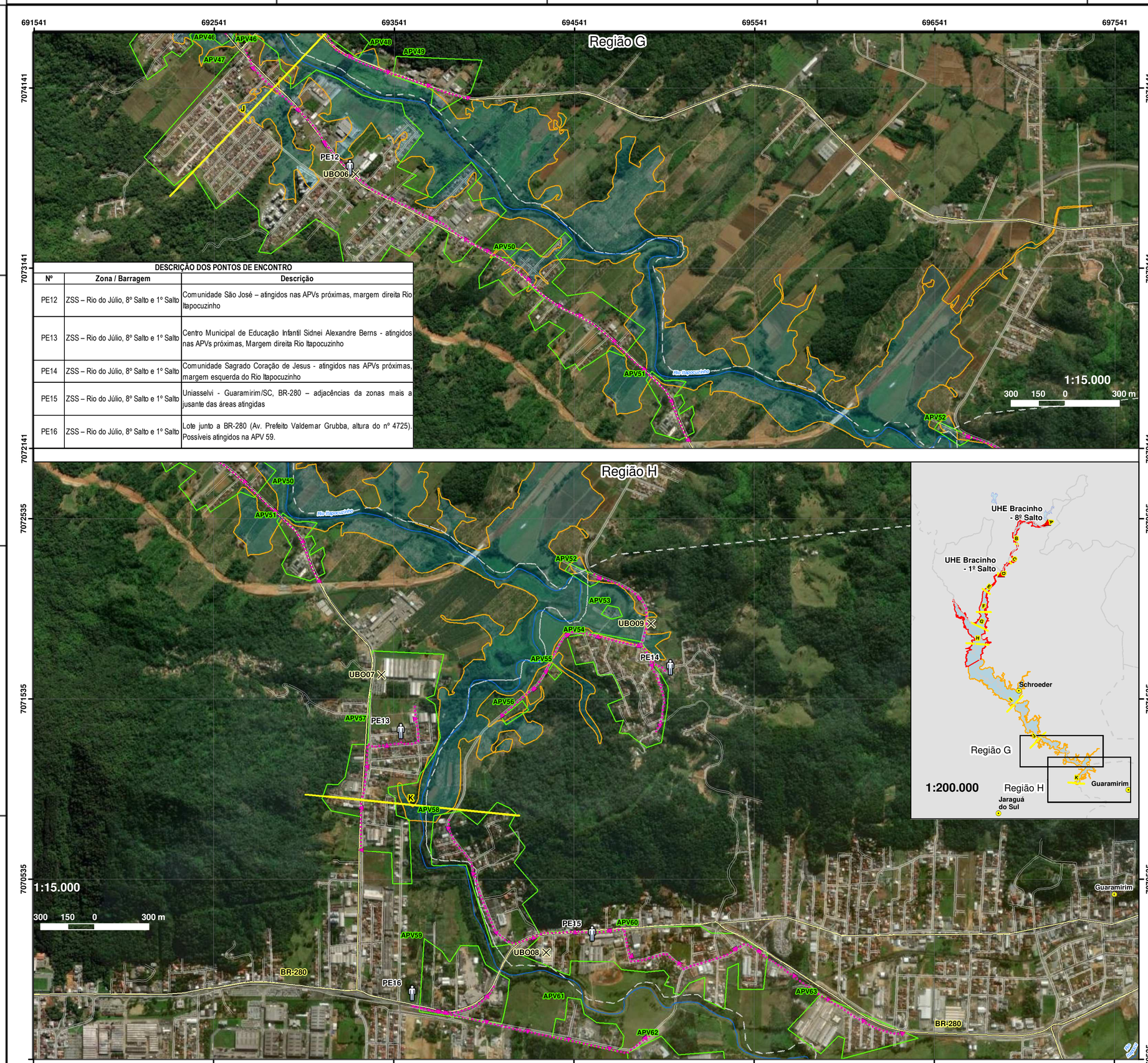
ÁREA:

TÍTULO:
Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragens 1º e 8º Salto da UHE Bracinho – Parte 02

PROJ. ARTHUR T.	EXEC. ARTHUR T.	VERIF. LUCAS T.	APROV. FABRÍCIO F.
APROV. MARCELE C.	ESCALA		FOLHA: 1 de 1
DATA 13/12/2022	Nº: DES-ISB-6090-UBO-11-00		

A2
594 mm x 420 mm

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE12	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade São José – atingidos nas APVs próximas, margem direita Rio Itapocuzinho
PE13	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Centro Municipal de Educação Infantil Sidnei Alexandre Berns - atingidos nas APVs próximas, Margem direita Rio Itapocuzinho
PE14	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Comunidade Sagrado Coração de Jesus - atingidos nas APVs próximas, margem esquerda do Rio Itapocuzinho
PE15	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Uniasselvi - Guaramirim/SC, BR-280 – adjacências da zonas mais a jusante das áreas atingidas
PE16	ZSS – Rio do Júlio, 8º Salto e 1º Salto	Lote junto a BR-280 (Av. Prefeito Valdemar Grubba, altura do nº 4725). Possíveis atingidos na APV 59.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES	
Legenda	Local
UBO06	Escola Municipal de Educação Básica Machado de Assis
UBO07	Fábrica de tecidos Elian
UBO08	Grupo Romitex
UBO09	Escola Municipal Gustavo Tank

SEÇÕES DE INTERESSE			
Seção	Distância do 8º Salto (km)	Distância do 1º Salto (km)	Tempo de chegada da onda
J	32,3	23,8	03H15M
K	39,9	31,4	04H30M

N

Projeção UTM
Datum SIRGAS 2000
Zona 22s

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

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

CLIENTE:
CELESC GERAÇÃO S.A.

PROGRAMA:
SERVIÇOES DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE BRACINHO

ÁREA:

TÍTULO:
Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para a barragens 1º e 8º Salto da UHE Bracinho – Parte 03

PROJ. ARTHUR T.	EXEC. ARTHUR T.	VERIF. LUCAS T.	APROV. FABRÍCIO F.
APROV. MARCELE C.	ESCALA		FOLHA: 1 de 1
DATA 13/12/2022	Nº DES-ISB-6090-UBO-12-00		

A2
594 mm x 420 mm

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

Quadro 33 - 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 Bracinho, o empreendedor deve disponibilizar os seus recursos humanos, materiais e logísticos para a ações de resposta à emergências. São recursos da Celesc Geração que deverão estar à disposição da usina.

Quadro 34 - Recursos disponíveis para respostas à emergências

Tipo de Recurso	Descrição
Pessoal	Equipe de conservação e roçada, trabalhando em horário comercial.
Pessoal	Operação remota - COG, trabalhando em turnos de revezamento 24 horas/dia 7 dias por semana
Pessoal	Equipe de manutenção da Celesc Geração. 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 manunteção próprias e terceirizadas

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

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

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

11. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE

Quadro 35 - Responsáveis Técnicos pela atualização do PSB

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 n°. 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. 5°, §3°, da Resolução CNRH n° 143, de 2012, e art. 7° da Lei n°12.334, de 2010. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 de fev. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Constituição (2015). Resolução Normativa Nº 696, de 15 de dezembro de 2015. Estabelece critérios para classificação, formulação do Plano de Segurança e realização da Revisão Periódica de Segurança em barragens fiscalizadas pela ANEEL de acordo com o que determina a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.BASIL.

BRASIL – Lei Federal n° 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.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 BRACINHO. 2015a. Código nº: 5062-CEL-6C-MPBA-001-01-15.

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

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

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

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

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 BRACINHO** 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)

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 BRACINHO** 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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 BRACINHO** 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)

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 BRACINHO** 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)

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

V.3 FALHA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL

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

V.4 ABALO SÍSMICO

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

DS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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 no caso da abertura significativa das comportas da Barragem do Rio do Júlio;
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.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

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

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

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

DS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

V.12 FALHA NO VERTEDOURO

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

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

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

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

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.

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

ANEXO VI – Mapas das Manchas de Inundação

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

ANEXO VII – Mapas das ZAS e ZSS

DocuSign Envelope ID: 6D1C38BF-2F7E-49E3-8F10-F0F49EE67028

ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica