



Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC

ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA DAS BARRAGENS DA UHE CEDROS



BARRAGEM DE ACUMULAÇÃO PINHAL

BARRAGEM DE CAPTAÇÃO RIO DOS CEDROS (TARNOWSKI)

Instrumento Contratual nº 4600006090

DEZEMBRO/2022

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	ISB-6090-URC-009-01.docx			
Título do Documento:	Relatório de Atualização do Plano de Ação de Emergência das Barragens da UHE Cedros			
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:	15/12/2022			
Controle de Revisões				
Nº da Revisão	Natureza/Justificativa	Aprovação		
		Data	Responsável	Rubrica
00	Emissão Inicial	10/10/2022	F. F. V.	
01	Revisão 01	15/12/2022	F. F. V.	

DocuSigned by:

9E2EE810F21C4E1...
 Gustavo Boff Klaus
 Engenheiro Civil
 CREA: RS216.186

DocuSigned by:

6DAAE16514514A5...
 Lucas Rangel Martins
 Engenheiro Civil
 CREA: RS214.787

DocuSigned by:

CF4D05CE050C40C...
 Fabrício Fernandes Vieira
 Engenheiro Civil
 CREA:506224839-9/D-SP

DocuSigned by:

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

DocuSigned by:

95274FBE5209434...
 José Carlos Ferreira Júnior
 Diretor de Geração, Transmissão
 e Novos Negócios

SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM – UHE CEDROS

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

Equipe Técnica

Fabício Fernandes Vieira
Engenheiro Civil, Especialista em
Segurança de Barragens

Lucas Camargo da Silva Tassinari
Engenheiro Civil, Doutor em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Lucas Rangel Martins
Engenheiro Civil, Mestre em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Gustavo Boff Klaus
Engenheiro Civil, Especialista em
Gestão de Projetos

Arthur da Fontoura Tschiedel
Engenheiro Ambiental, Doutor em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Bruno Takeo Yoshida
Engenheiro Civil, Especialista em
Segurança de Barragens

Marcele Nonnenmacher Colferai
Engenheira Ambiental

Robert de Oliveira
Engenheiro Civil

Nederson da Silva Koehler
Engenheiro Mecânico, Mestre em
Engenharia Mecânica

Pedro Meirelles Leite
Geólogo

Jéssica Ribeiro Fontoura
Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestre
em Engenharia Civil

Bibiana Niederauer Soares
Engenheira Civil

Pedro L. C. Ferreira
Engenheiro Civil, Mestre em Recursos
Hídricos e Saneamento Ambiental

Igor Augusto Barcelos da Silva
Assistente Técnico

Maria Cecília Guazzelli
Eng. Civil, Mestre em Engenharia de Solos

Caroline Sperandio
Assistente Técnica

DS
SJS

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.....	18
5.1.	BARRAGENS.....	21
5.1.1.	BARRAGEM DE ACUMULAÇÃO PINHAL.....	21
5.1.2.	BARRAGEM DE CAPTAÇÃO RIO DOS CEDROS	22
5.2.	VERTEDOUROS	26
5.2.1.	VERTEDOIRO DA BARRAGEM DE ACUMULAÇÃO PINHAL	26
5.2.2.	VERTEDOIRO DA BARRAGEM DE CAPTAÇÃO RIO DOS CEDROS	29
5.3.	CIRCUITO HIDRÁULICO DE ADUÇÃO.....	32
5.3.1.	TOMADA DE ÁGUA.....	32
5.3.2.	CONDUTOS DE ADUÇÃO	33
5.3.3.	CHAMINÉS DE EQUILÍBRIO	33
5.3.4.	CONDUTOS FORÇADOS.....	34
5.3.5.	CASA DE FORÇA E CANAL DE FUGA	34
5.4.	CARACTERÍSTICA HIDROLÓGICAS E FISIOGRÁFICAS DA BACIA.....	34
6.	ATRIBUIÇÕES DE RESPONSABILIDADES NO PAE	42
6.1.	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	42
6.1.1.	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE.....	43
6.1.2.	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE TÉCNICA	44
6.2.	ENTIDADE FISCALIZADORA	45
6.3.	SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	45

7.	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE RISCO E EMERGÊNCIA	48
7.1.	CAUSAS DE DEFEITOS EM BARRAGENS.....	48
7.2.	IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO	49
7.3.	IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA	49
7.4.	NÍVEIS DE RESPOSTA.....	50
7.5.	AÇÕES A IMPLEMENTAR	63
7.6.	PLANO DE AÇÕES ESPECÍFICAS PARA CONTINGÊNCIAS.....	72
8.	ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO	74
8.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	74
8.1.1.	GALGAMENTO (OVERTOPPING)	74
8.1.2.	EROSÃO INTERNA (PIPING).....	75
8.1.3.	FALHA ESTRUTURAL.....	76
8.2.	METODOLOGIA.....	77
8.3.	CENÁRIOS SIMULADOS.....	77
8.4.	DADOS DE ENTRADA.....	81
8.4.1.	TOPOGRAFIA	81
8.4.2.	COEFICIENTE DE MANNING	82
8.4.3.	PARÂMETROS DE FORMAÇÃO DA BRECHA	82
8.4.4.	CURVA COTA X ÁREA X VOLUME	83
8.4.5.	CONDIÇÕES DE CONTORNO	84
8.5.	PONTOS NOTÁVEIS E ÁREAS DE INTERESSE	84
8.6.	SEÇÕES DE INTERESSE, TEMPO DE CHEGADA DE ONDA E NÍVEIS D'ÁGUA MÁXIMOS	89
8.7.	MANCHAS DE INUNDAÇÃO.....	95

8.8. ZONA DE AUTO SALVAMENTO (ZAS) E ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)	102
8.9. CONCLUSÕES DO ESTUDO DE RUPTURA	107
9. NOTIFICAÇÃO E SISTEMAS DE ALERTA	108
9.1. MEIOS DE DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO	108
9.2. ALERTA SONORO	110
9.3. PONTOS DE ENCONTRO	110
9.4. SIMULAÇÕES E TREINAMENTOS	121
10. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS.....	122
11. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE.....	124
12. REFERÊNCIAS	125
13. ANEXOS.....	127
ANEXO I – Fichas Notificação de Mau Funcionamento	127
ANEXO II – Ficha de Notificação de Condição Potencial de Ruptura.....	128
ANEXO III – Declaração de Início de Situação de Alerta ou Emergência	129
ANEXO IV – Declaração de Término de Situação de Alerta ou Emergência	130
ANEXO V – Planos de Ações Específicas para Contingências	131
V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO.....	131
V.2 RUPTURA IMINENTE	131
V.3 FALHA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL.....	132
V.4 ABALO SÍSMICO	132
V.5 ENCHENTE.....	133
V.6 INFILTRAÇÕES, CHARCOS, AUMENTO DE FLUXO OU SUMIDOUROS	134
V.7 DESLIZAMENTOS	134

DS
SADS



V.8 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA.....	135
V.9 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS.....	135
V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO.....	136
V.11 EROSÃO REGRESSIVA (PIPING) NO ATERRO, FUNDAÇÃO OU OMBREIRAS.....	136
V.12 FALHA NO VERTEDOURO	137
V.13 PERDA DE SUPORTE DAS OMBREIRAS OU TRINCAMENTO EXCESSIVO EM BARRAGEM/OBRA DE CONCRETO	137
V.14 INVASÃO DA ÁREA DA BARRAGEM.....	138
V.15 PÓS EVENTO	138
V.16 RISCO DE ALAGAMENTO A JUSANTE POR OPERAÇÃO DE DESCARGA.....	139
ANEXO VI – Mapas das Manchas de Inundação	140
ANEXO VII – Mapas das ZAS e ZSS	141
ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica.....	142

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da UHE Cedros.	18
Figura 2 - Arranjo geral do aproveitamento da UHE Palmeiras e UHE Cedros	20
Figura 3 – Arranjo Geral da Barragem de Acumulação Pinhal.	22
Figura 4 – Seção Típica da Barragem de Acumulação Pinhal	22
Figura 5 – Arranjo Geral da Barragem de Captação Rio dos Cedros	24
Figura 6 – Seção da Barragem de Captação Rio dos Cedros	25
Figura 7 – Curva de descarga do vertedouro da barragem Pinhal.	27
Figura 8 – Vertedouro da Barragem de Acumulação Pinhal	28
Figura 9 – Seção do Vertedouro da Barragem de Captação Rio dos Cedros	29
Figura 10– Vista frontal do Vertedouro da Barragem de Captação do Rio dos Cedros	30
Figura 11 – Curva de descarga do vertedouro da Barragem Tarnowski.....	31
Figura 12 - Detalhamento da estrutura de tomada d'água da Barragem Pinhal	32
Figura 13 - Traçado do conduto de adução da Barragem de Acumulação do Rio dos Cedros	33
Figura 14 - Localização da bacia hidrográfica da UHE Cedros.....	36
Figura 15 - Distribuição pedológica nas bacias hidrográficas da UHE Cedros	37
Figura 16 - Distribuição dos usos e coberturas do solo nas bacias hidrográficas da UHE Cedros	37
Figura 17 - Pedologia das bacias hidrográficas da UHE Cedros.	38
Figura 18 - Uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas da UHE Cedros.....	39
Figura 19 - Hidrogramas afluentes ao reservatório com diferentes tempos de retorno para a seção da UHE Cedros – Barragem Pinhal.....	40
Figura 20 - Hidrogramas afluentes ao reservatório – Barragem Tarnowski.....	41
Figura 21 - Fluxograma de Ações a Implementar pelo Coordenador do PAE	44
Figura 22 - Organização Esquemática do SINPDEC	46
Figura 23 - Gráfico: Carta de Risco – Barragem Pinhal	60
Figura 24 - Gráfico: Carta de Risco – Barragem Tarnowski.....	62
Figura 25 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança	73
Figura 26 - Processo de ruptura por galgamento em barragem	75
Figura 27 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem	76
Figura 28 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento – região norte.....	81
Figura 29 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento – região sul	82
Figura 30 - Curvas cota-área-volume do reservatório da barragem Pinhal.	83
Figura 31 - Curvas cota-área-volume do reservatório da barragem Cedros-Tarnowski.	84
Figura 32 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV).....	88
Figura 33 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário P7	91
Figura 34 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário C7	92
Figura 35 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário de rompimento em cascata	94
Figura 36 - Mapas de Inundação – Cenários P4 a P7 – articulação 01	96



UHE CEDROS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



Figura 37 - Mapas de Inundação – Cenários P4 a P7 – articulação 02	97
Figura 38 - Mapas de Inundação – Cenários C4 a C7 – articulação 01	98
Figura 39 - Mapas de Inundação – Cenários C4 a C7 – articulação 02.....	99
Figura 40 - Mapas de Inundação – Cenário de rompimento em cascata – articulação 01	100
Figura 41 - Mapas de Inundação – Cenário de rompimento em cascata – articulação 02	101
Figura 42 - Fluxograma de Notificação	109

DS
SJS

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação do empreendedor	15
Quadro 2 - Lista de Contatos do PAE – UHE Cedros	15
Quadro 3 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro central da barragem Pinhal.	26
Quadro 4 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro auxiliar da barragem Pinhal.	26
Quadro 5 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro da barragem Tarnowski	31
Quadro 6 - Dados técnicos das unidades instaladas na UHE Cedros.	34
Quadro 7 – Parâmetros fisiográficos para as bacias hidrográficas da UHE Cedros.	35
Quadro 8 – Vazões máximas afluentes e efluentes e níveis máximos – Barragem Pinhal.	40
Quadro 9 – Vazões máximas afluentes e efluentes e níveis máximos – Barragem Tarnowski.	41
Quadro 10 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas	51
Quadro 11 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala	53
Quadro 12 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual	55
Quadro 13 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela instrumentação de auscultação	58
Quadro 14 - Carta de Risco – Barragem Pinhal	59
Quadro 15 - Carta de Risco – Barragem Tarnowski.....	61
Quadro 16 - Nível de resposta verde: ações a implementar	63
Quadro 17 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar	65
Quadro 18 - Nível de resposta laranja: ações a implementar	67
Quadro 19 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar	70
Quadro 20 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da UHE Cedros.....	78
Quadro 21 - Áreas Potencialmente Vulneráveis.....	85
Quadro 22 - Resultados obtidos para a simulação no Cenário P7	90
Quadro 23 - Resultados obtidos para a simulação no Cenário C7	90
Quadro 24 - Resultados obtidos para a simulação no Cenário de rompimento em cascata das barragens	93
Quadro 25 - Pontos de Encontro – ZAS e ZSS – UHEs Cedros e Palmeiras.....	111
Quadro 26 - Treinamentos do PAE.....	122
Quadro 27 - Recursos disponíveis para respostas a emergências.....	122
Quadro 28 - Responsáveis Técnicos pela atualização do PSB	124

LISTA DE SIGLAS

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



1. IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

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

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

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

DS
SJS

2. INTRODUÇÃO

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

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

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

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

O principal objetivo do Plano de Ação de Emergência é orientar, disciplinar e determinar os procedimentos a serem adotados pelos colaboradores em geral e autoridades durante a ocorrência de emergências nas barragens da UHE Cedros suas estruturas auxiliares e entorno, de forma a propiciar as condições necessárias para o pronto atendimento às emergências. O PAE indica procedimentos previstos para:

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

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



DS
SND

3. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Quadro 1 – Identificação do empreendedor.

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

4. LISTA DE CONTATOS DO PAE

A lista de contatos referente do Plano de Ação de Emergência da UHE Cedros, 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 Cedros

EMPREENDEDOR – CELESC GERAÇÃO S.A.	
Centro de Operação da Geração – COG	Operador do turno (48) 3231-5548 / 5549 / (48) 99978-1638 cog@celesc.com.br
Responsável Técnico das Barragens e Coordenador do PAE:	Sílvia José dos Santos (48) 3231-5594 / (48) 99919-6446 / silviojs@celesc.com.br
Substituto do Coordenador do PAE e chefe do Depto. de Operação e Manutenção	Igor Kursancew Khairalla (48) 3231-5708 / igorkk@celesc.com.br
Divisão de Operação	Tiago Lage Nascimento (48) 3231-5599 / tiaoln@celesc.com.br
Divisão de Manutenção	Rafael Hoffmann Paludo (48) 3231-5598 / rafaelhp@celesc.com.br
UHE Cedros e Palmeiras - Equipes Locais: Conservação / Manutenção Eletromecânica / Técnicos Celesc	Casa de força Cedros: (47) 3331-3109 Casa de força Palmeiras: (47) 3331-3124

DS
SJS



UHE CEDROS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



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 Rio dos Cedros/SC	(47) 3386-1050 / prefeitura@riodoscedros.sc.gov.br
Prefeitura Municipal de Timbó/SC	(47) 3382-3655 / (47) 3380-7000
Prefeitura Municipal de Indaial/SC	(47) 3317-8853 / prefeito@indaial.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 – Blumenau/SC	(47) 3378-8254 / blumenau@defesacivil.sc.gov.br Emergência: 199
Defesa Civil Municipal – Rio dos Cedros/SC	(47) 3386-1050 – atendimento pelo fone da prefeitura Emergência: 199
Defesa Civil Municipal – Timbó/SC	(47) 3399-3116 / (47) 99954-4686 / Emergência: 199 defesacivil@timbo.sc.gov.br
Defesa Civil Municipal – Indaial/SC	(47) 3333-4520 / (47) 99933-2400 / Emergência: 199 defesacivil@indaial.sc.gov.br
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





UHE CEDROS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



OUTRAS ENTIDADES

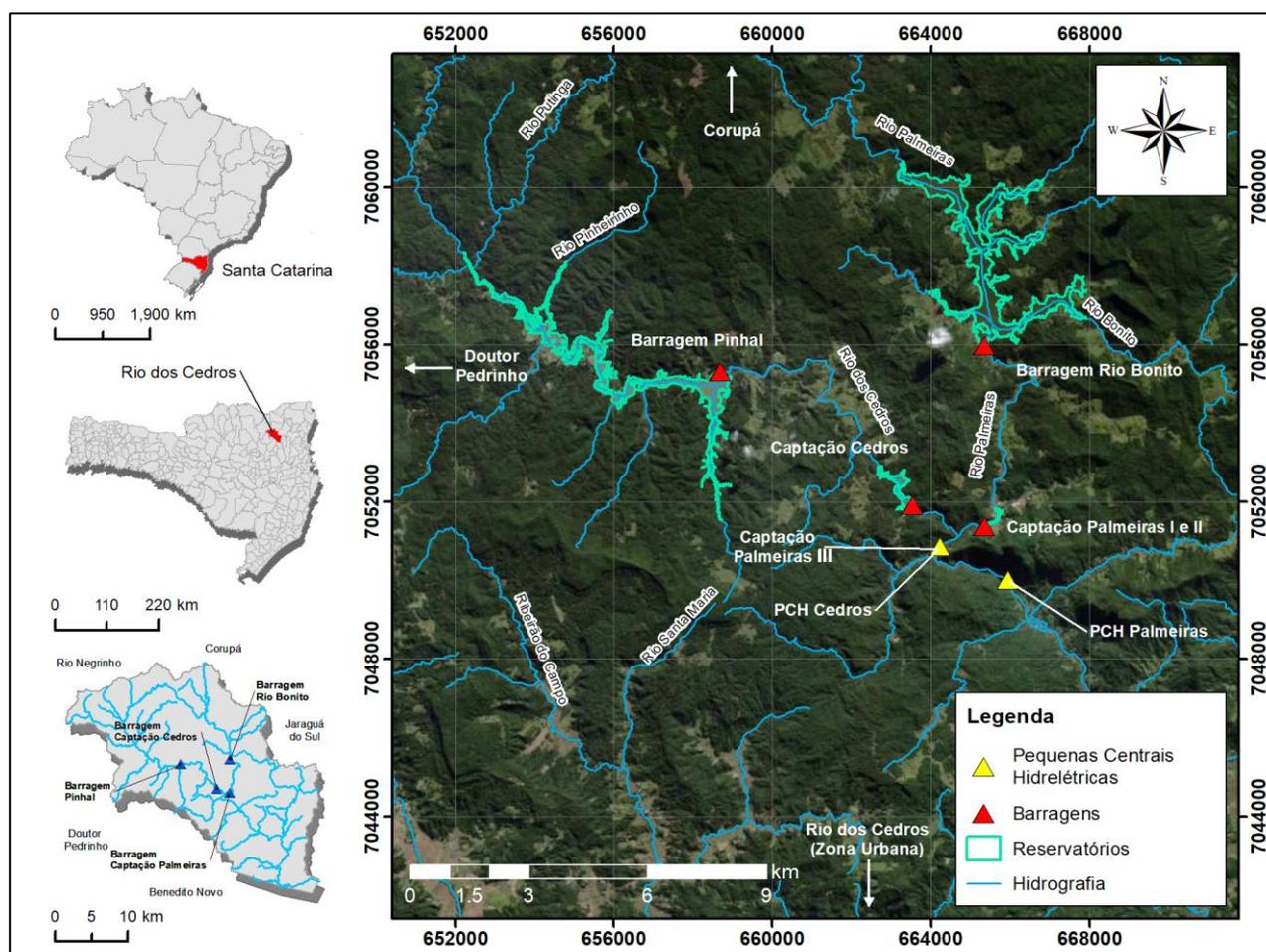
INPE	Nome do contato: Plantonista Fone: (12) 3208-6000
INMET	Nome do contato: Plantonista Fone: (61) 2102-4700
CENAD	Nome do contato: Plantonista Fone: 0800 644 0199 / (61) 2034-4600
CEMADEN	Nome do contato: Plantonista Fone: (12) 3205-0200 / 3205-0201 www.cemaden.gov.br/mapainterativo

^{DS}
SJS

5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A UHE Cedros se situa no município de Rio dos Cedros, no Estado de Santa Catarina. A usina é um dos empreendimentos que faz o aproveitamento hidrelétrico da bacia do Rio dos Cedros, afluente do rio Itajaí-Açu pela margem esquerda, o qual faz parte da Região Hidrográfica RH-7 (Vale do Itajaí), 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 se dá pela Av. Expedicionário Alfredo Patrício, no sentido sul-norte, e continuando pela Estrada Palmeiras, a cerca de 17 km da zona urbana do Município de Rio dos Cedros/SC. Sua localização é apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Localização da UHE Cedros.



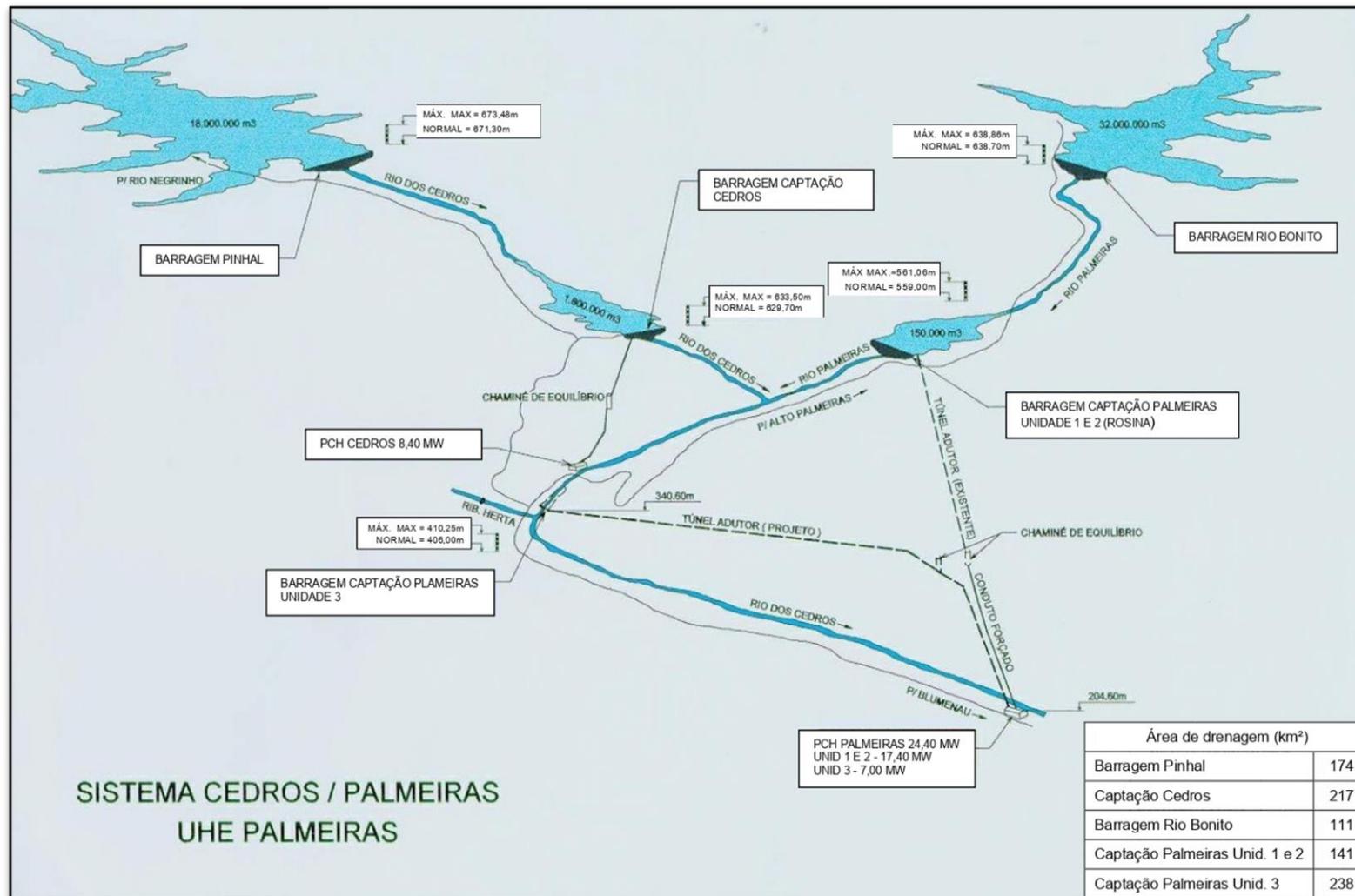
A UHE Cedros entrou em operação em 1949, utiliza as afluições do Rio dos Cedros, com uma área de drenagem total de 217 km², considerando os barramentos denominados Barragem de Acumulação Pinhal e Barragem de Captação Rio dos Cedros, ambos localizados na bacia do Rio dos Cedros. O controle de fechamento de válvulas e partida e parada de unidades geradoras da UHE Cedros é centralizado na UHE Palmeiras. Os volumes regularizados pela Barragem de



Acumulação Pinhal são controlados por uma Tomada D'Água em torre, junto à margem esquerda do reservatório. As vazões são aduzidas para o próprio canal do Rio dos Cedros, em direção à Barragem de Captação Rio dos Cedros, a jusante do mesmo rio.

Através da Tomada d'Água da Barragem de Captação Rio dos Cedros realiza-se a adução das vazões a um conduto de baixa pressão de 955 m de comprimento, que conduz as vazões para uma chaminé de equilíbrio e uma casa de válvulas, as quais por sua vez controlam as vazões aduzidas às máquinas 1 e 2 da UHE Cedros. Esta adução é realizada por conduto forçado metálico de 500 m de comprimento e de diâmetro variável de aproximadamente 1,15 m. A Figura 2 apresenta esquematicamente o arranjo geral do aproveitamento.

Figura 2 - Arranjo geral do aproveitamento da UHE Palmeiras e UHE Cedros



Fonte: CELESC, 2016 – Documento Arranjo Geral UHEs Cedros e Palmeiras.

 DS
 SADS

5.1. Barragens

As barragens que compõem a UHE Cedros são a Barragem de Acumulação Pinhal e Barragem de Captação Rio dos Cedros, ambas localizadas na bacia do rio dos Cedros. Estas não possuem instrumentação de auscultação civil, entretanto há recomendação de instalação de Marcos Superficiais pelo documento nº5062-CEG-6C-RTIS-011-00-19.

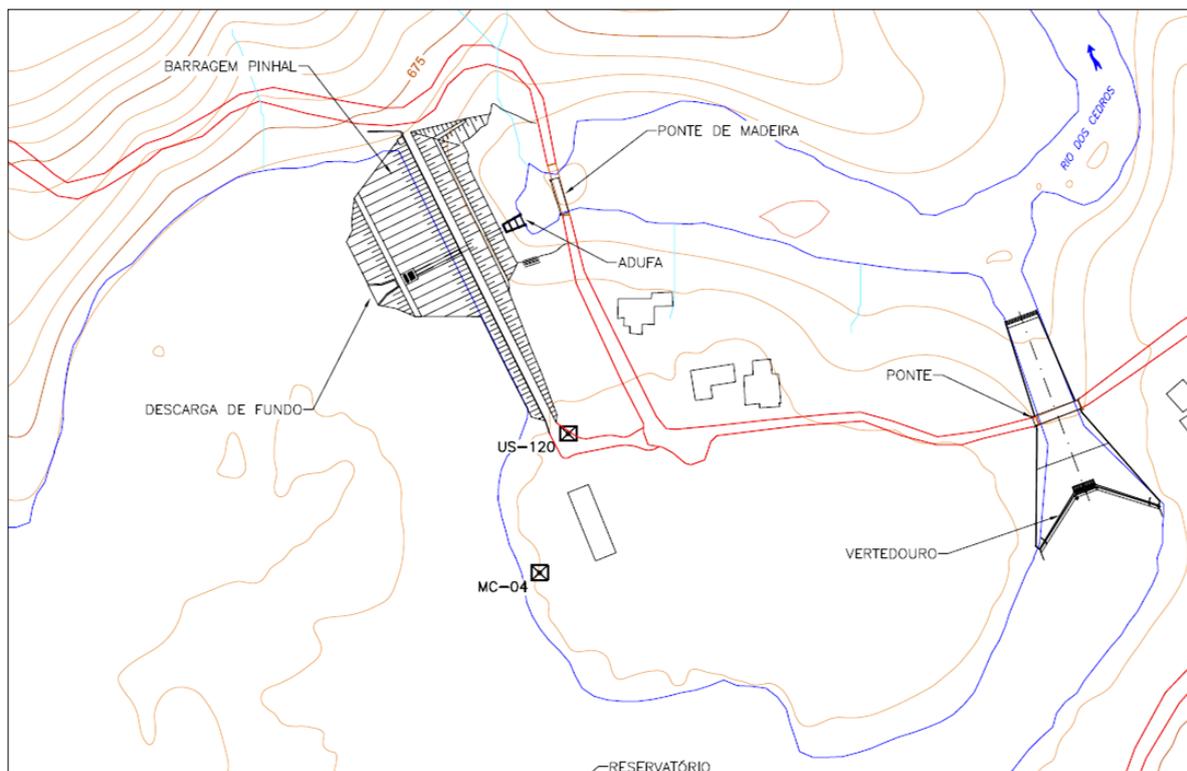
5.1.1. Barragem de Acumulação Pinhal

A Barragem de Acumulação Pinhal regulariza os volumes armazenados através de uma barragem de terra e enrocamento, de 150 m de comprimento e altura de 15 m, com paramento de montante e de jusante revestidos com enrocamento. Esta barragem tem crista na elevação de 672,78 m e Nível Máximo Maximorum de 673,39 m (TR=1.000 anos).

Para a Barragem Pinhal, a revisão dos estudos hidrológicos indicou que para a cheia milenar não há atendimento aos critérios de borda livre mínima. Assim, considerando-se a necessidade de uma borda livre mínima de 1,00 m, devido à característica de o barramento ser em terra e enrocamento, a barragem deverá ser alteada em 1,60 m. Este resultado vem ao encontro do que consta em Prosul (2019, documento nº 5062-CED-6C-MPBA-001-01-16), que recomenda o alteamento da barragem em 1,41 m, mediante execução de projeto específico.

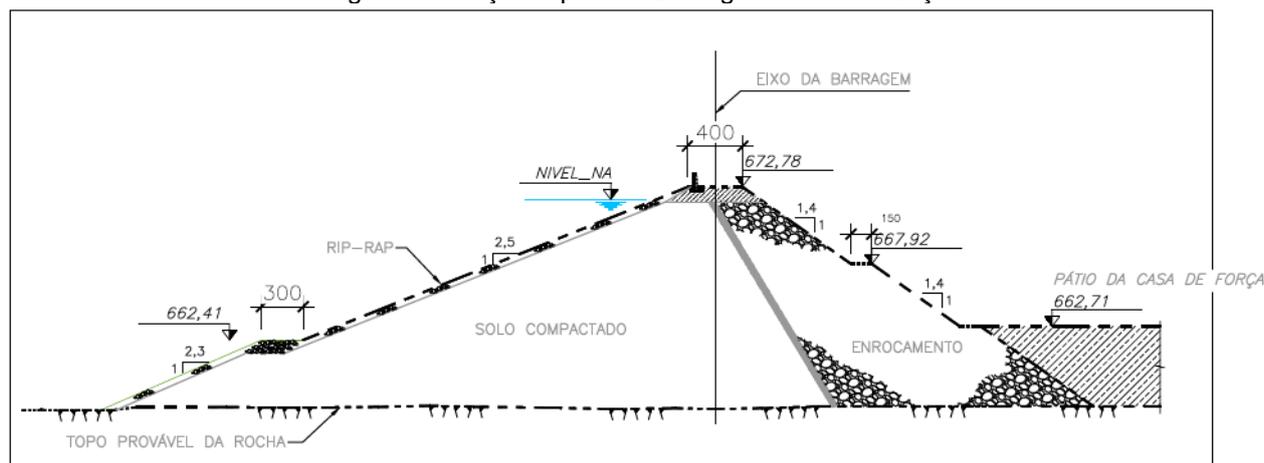
Na Figura 3 é ilustrado o arranjo geral das instalações das Barragem Pinhal, enquanto na Figura 4 é apresentada sua seção típica.

Figura 3 – Arranjo Geral da Barragem de Acumulação Pinhal.



Fonte: adaptado de PROSUL, 2015 – Documento nº 5062-CED-6C-DEAJ-001.

Figura 4 – Seção Típica da Barragem de Acumulação Pinhal



Fonte: adaptado de PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-CED-6C-DEBA-002

5.1.2. Barragem de Captação Rio dos Cedros

A Barragem de Captação do Rio dos Cedros, também denominada Barragem Captação Tarnowski, constitui-se de barragem mista, em terra a montante e de enrocamento a jusante, revestida com pedras colocadas nos paramentos de montante e de jusante. A barragem possui comprimento total igual a 101,00 m e altura máxima igual a 18 m. Tem dispositivo de descarga de fundo, com comporta de segmento para vazão sanitária, operada com auxílio de motor elétrico no

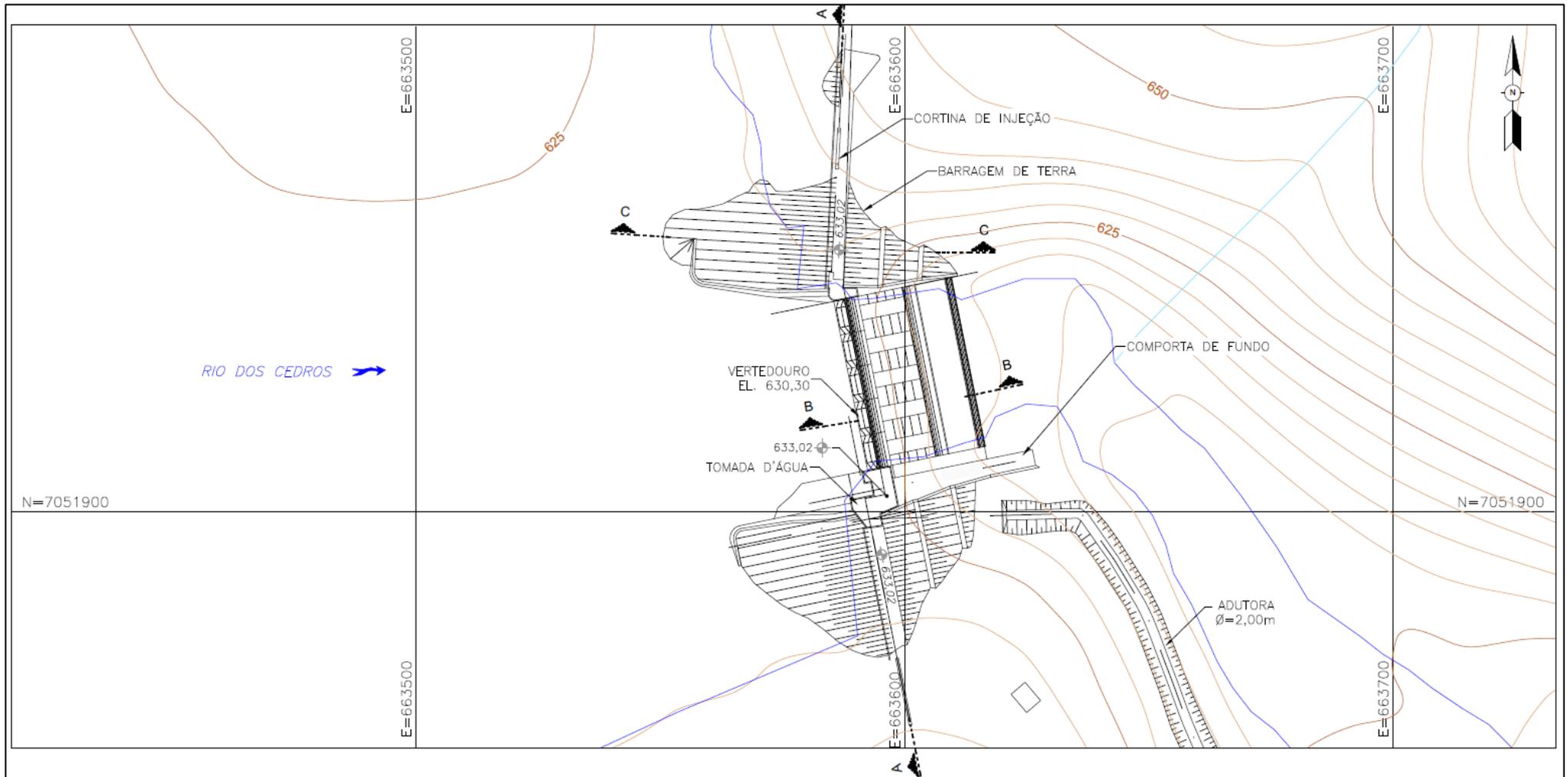


local da barragem. A descarga de fundo é destinada a limpeza de sedimentos e resíduos presos à Tomada d'Água. Esta barragem tem nível normal de operação na elevação 630,30 m, coincidindo com a crista do vertedouro. A crista da barragem se encontra na elevação 633,02 m e o Nível Máximo Maximorum, para o TR de 1.00 anos, atinge a elevação 634,10 m.

Para a barragem Tarnowski, a atualização dos estudos hidrológicos indicou que, para a cheia com recorrência milenar, não há atendimento aos critérios de borda livre e a ocorrência de provável galgamento pela crista da barragem, conforme critérios adotados, uma vez que o Nível Máximo Maximorum se encontra acima da cota da crista do barramento. Assim, considerando-se a necessidade de uma borda livre mínima de 1,00 m, devido à característica de o barramento ser em terra e enrocamento, a barragem deverá ser alteada em 2,10 m ou adota solução mista entre alteamento da barragem e remoção de alteamento existente no vertedouro. Este resultado vai ao encontro do que consta em Prosul (2019, documento nº 5062-CED-6C-MPBA-001-01-16), que recomenda o alteamento da barragem em 1,20 m, mediante execução de projeto específico e remoção do alteamento existente na soleira vertente.

Nas figuras são apresentadas a planta baixa e seção típica da Barragem de Captação Rio dos Cedros.

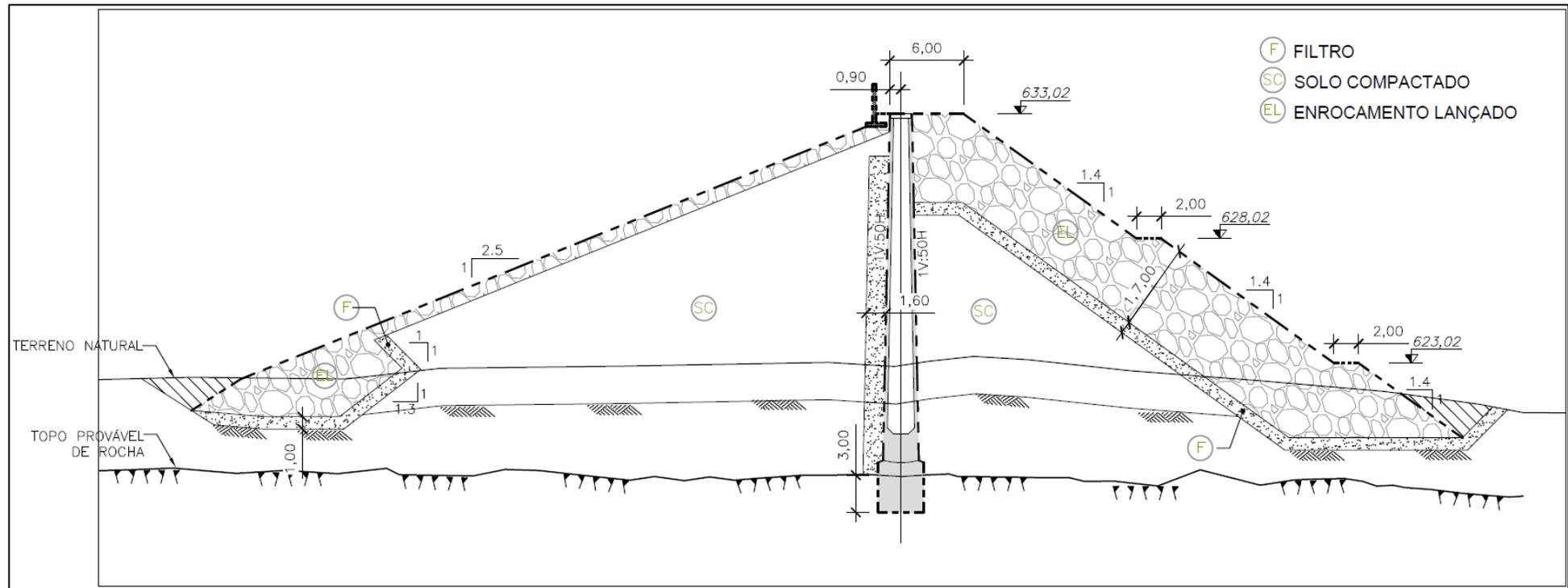
Figura 5 – Arranjo Geral da Barragem de Captação Rio dos Cedros



Fonte: adaptado de PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-CED-6C-DEBA-005.

DS
SIDS

Figura 6 – Seção da Barragem de Captação Rio dos Cedros



Fonte: adaptado de PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-CED-6C-DEBA-006.

DS
SADS

5.2. Vertedouros

5.2.1. Vertedouro da Barragem de Acumulação Pinhal

A barragem de Acumulação Pinhal possui um vertedouro independente estruturalmente, localizado na margem direita do reservatório e constituído de estrutura de concreto estrutural, com soleira de 4 vãos. Dois vãos centrais são controlados por 2 comportas verticais de acionamento elétrico, com cota na elevação 670,41 m. Os vãos laterais, também em perfil tipo Creager, funcionam como soleira livre, e possuem cota na elevação 671,41 m. O vertedouro, ampliado em 2002, passou a ter crista com comprimento total igual a 63,70 m.

No Quadro 3 e o Quadro 4 trazem, em formato tabular, as vazões descarregadas por cada trecho do vertedouro da Barragem de Acumulação Pinhal, conforme lâmina d'água incidente sobre as estruturas. A curva de descarga totalizada é mostrada na Figura 7. A Figura 8 traz o detalhamento do vertedouro.

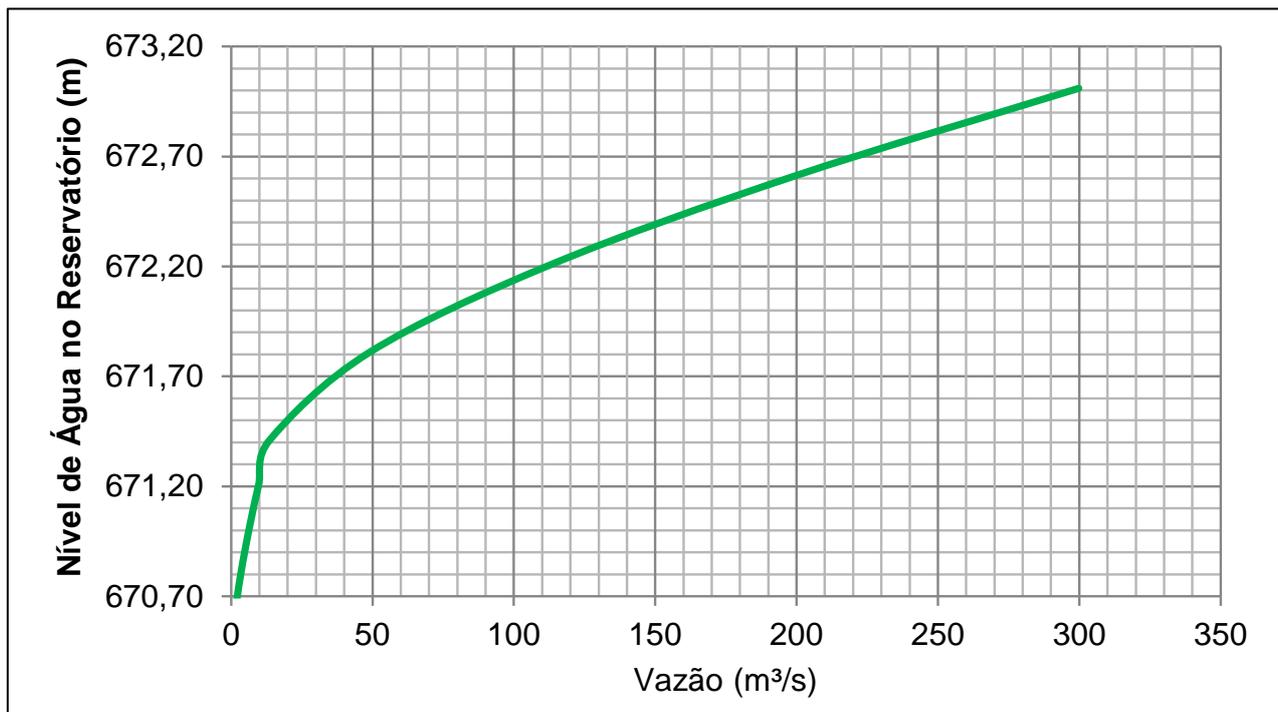
Quadro 3 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro central da barragem Pinhal.

NA Mont. (m)	Vazão (m³/s)
670,41	0,00
670,61	1,25
670,81	3,53
671,01	6,42
671,21	9,80
671,41	13,59
671,81	22,17
672,21	31,79
672,61	42,11
673,01	52,77
673,41	63,46

Quadro 4 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro auxiliar da barragem Pinhal.

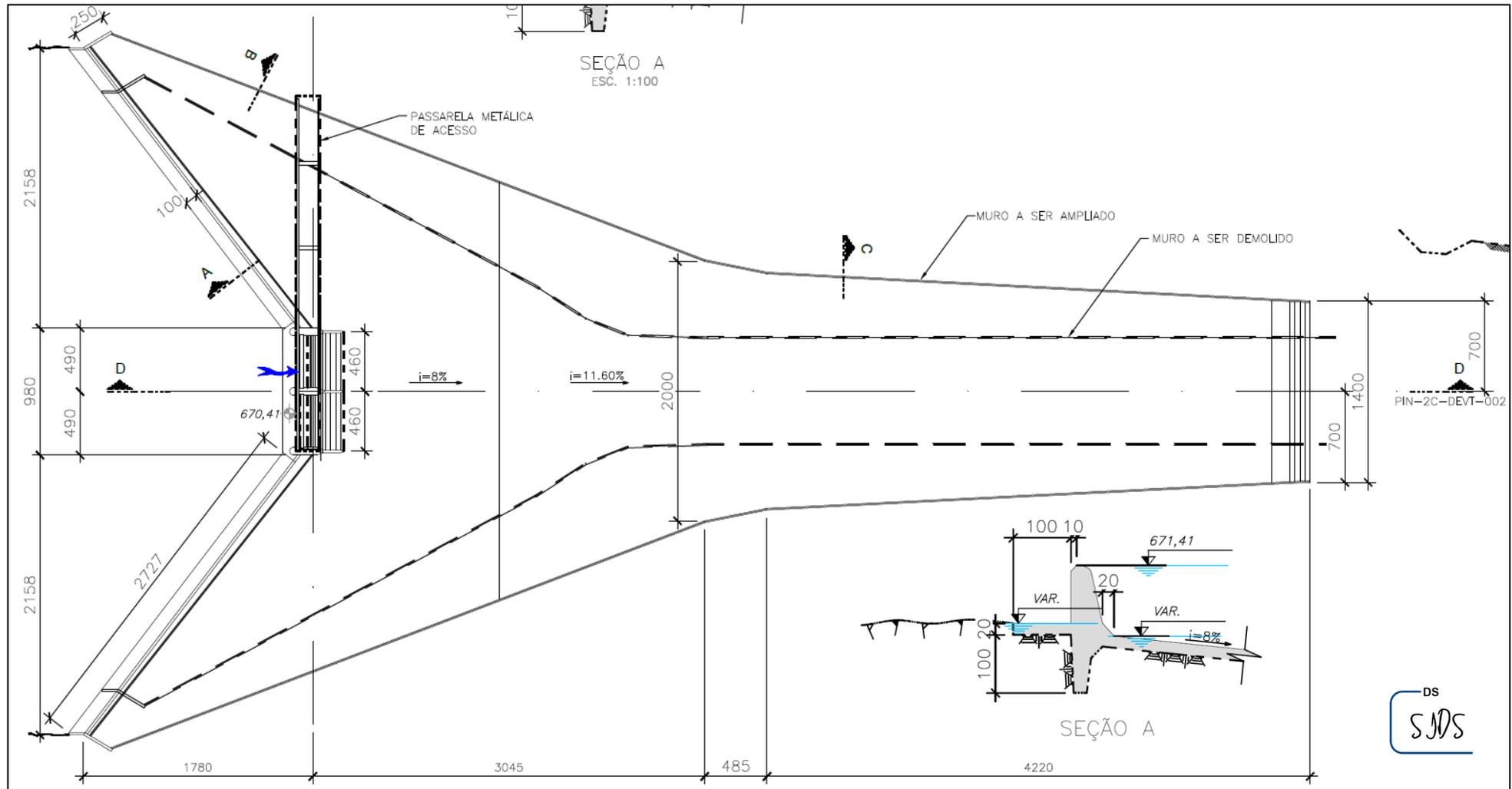
NA Mont. (m)	Vazão (m³/s)
671,41	0,00
671,81	26,79
672,21	81,58
672,61	156,91
673,01	247,09
673,41	345,94

Figura 7 – Curva de descarga do vertedouro da barragem Pinhal.



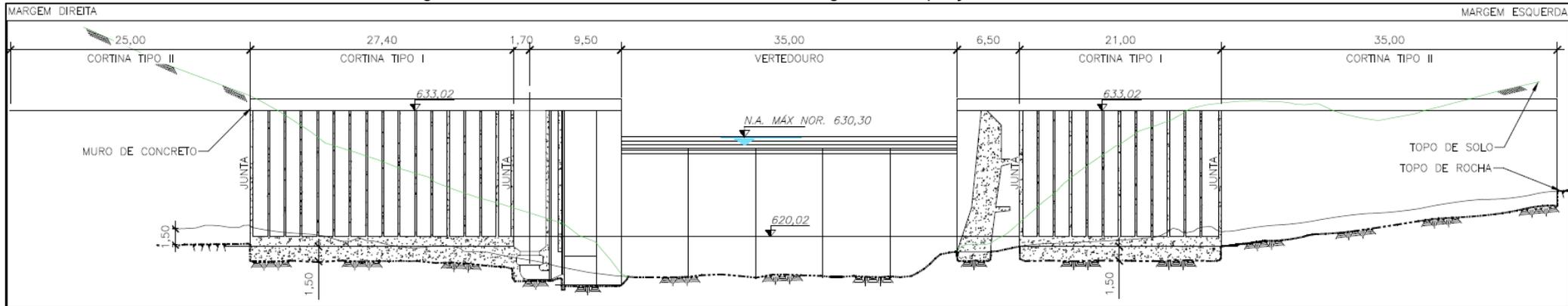
DS
SJS

Figura 8 – Vertedouro da Barragem de Acumulação Pinhal



Fonte: adaptado de PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-PAL-6C-DEBA-004.

Figura 10– Vista frontal do Vertedouro da Barragem de Captação do Rio dos Cedros



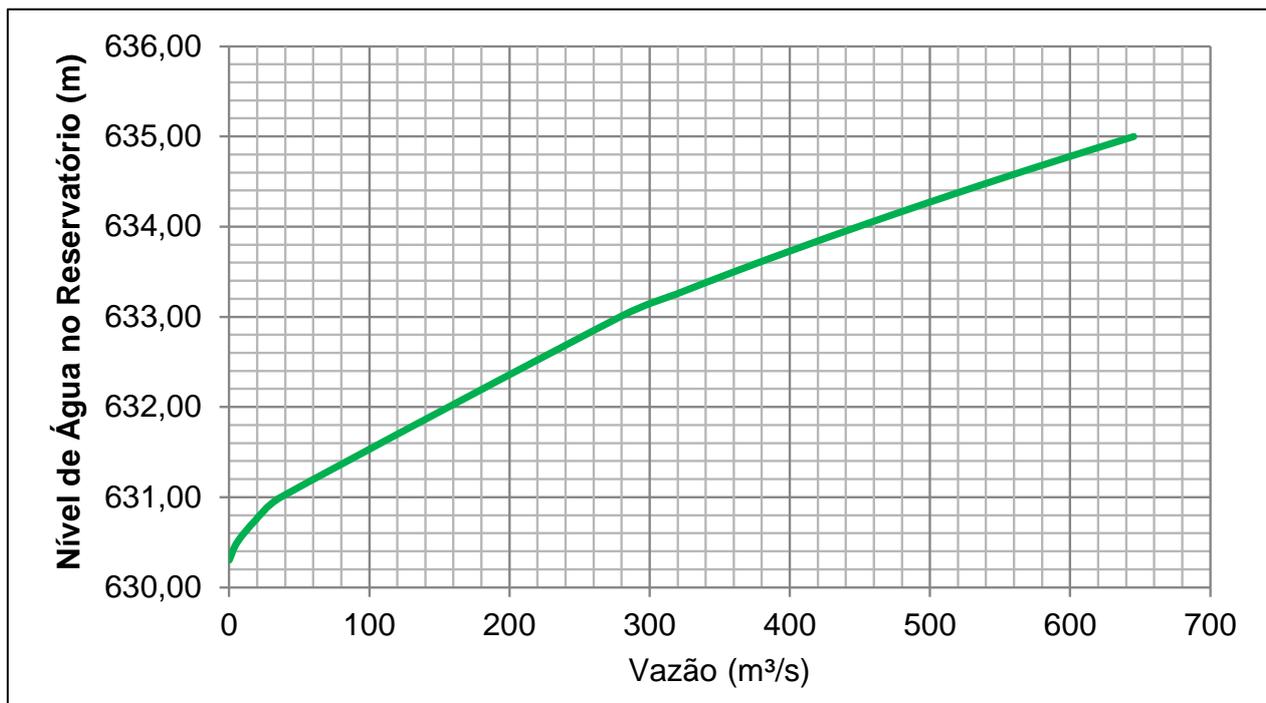
Fonte: adaptado de PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-CED-6C-DEBA-005.

DS
SJDs

Quadro 5 – Cálculo da curva de descarga do vertedouro da barragem Tarnowski

NA Mont. (m)	Vazão (m ³ /s)
630,30	0,00
630,50	5,81
630,75	19,22
631,00	37,04
631,25	58,38
631,50	82,73
631,75	109,76
632,00	139,27
632,25	171,06
632,50	205,00
632,75	240,99
633,00	278,93
633,25	318,75
633,50	360,39

Figura 11 – Curva de descarga do vertedouro da Barragem Tarnowski

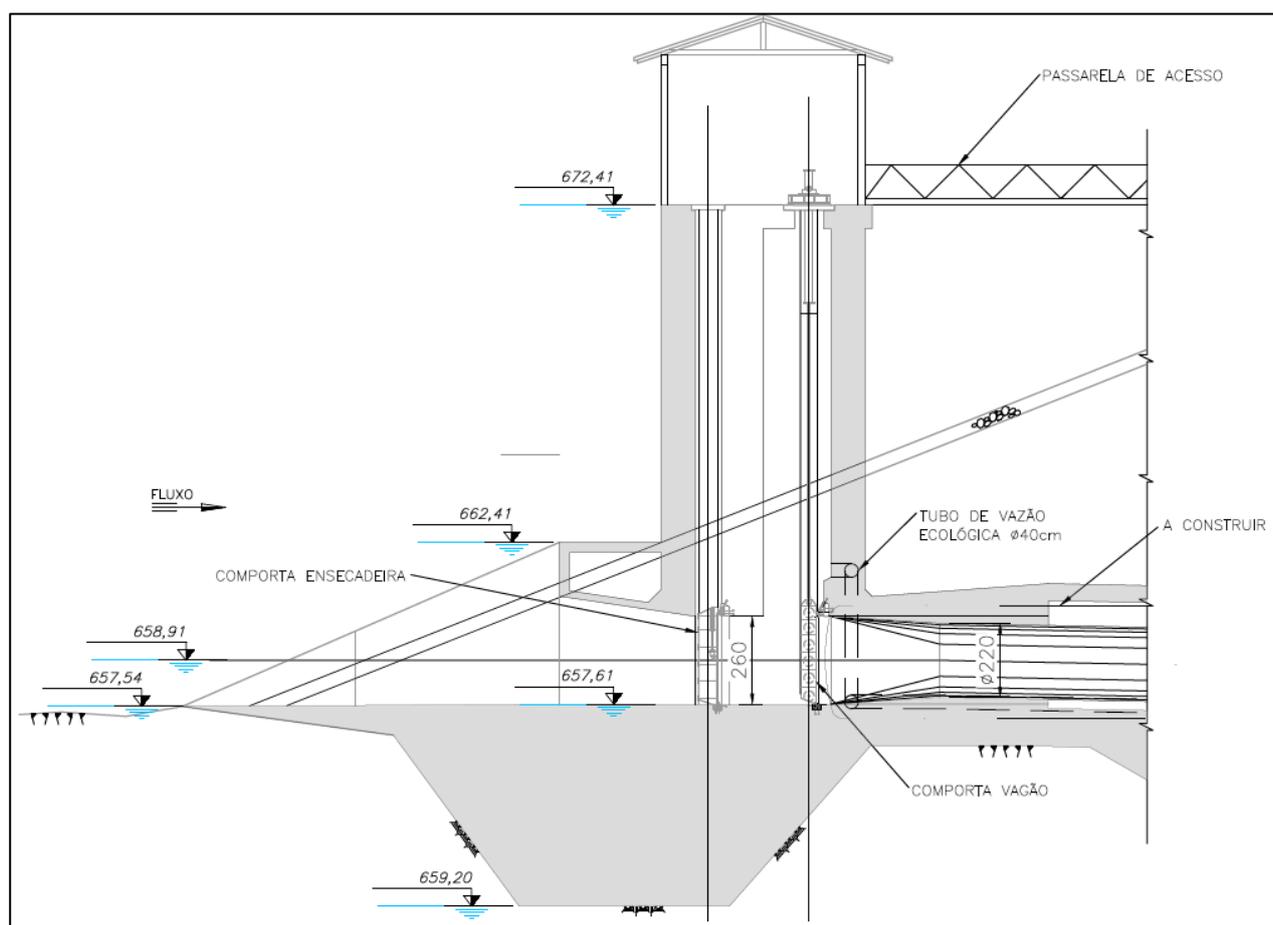


5.3. Circuito Hidráulico de Adução

5.3.1. Tomada de Água

A Tomada d'Água da barragem de Acumulação Pinhal é em torre de concreto estrutural e de alvenaria de tijolo comum, interligada ao barramento por passarela metálica com passadiço de madeira, onde as vazões são aduzidas para jusante em conduto duplo através de 2 comportas vagão metálicas, operadas remotamente pelo COG. Os motores são elétricos e possuem geradores de emergência redundantes. Também existem duas comportas ensecadeiras operadas com talha elétrica, para manutenção. Todo o controle remoto é feito por rede de fibra óptica.

Figura 12 - Detalhamento da estrutura de tomada d'água da Barragem Pinhal



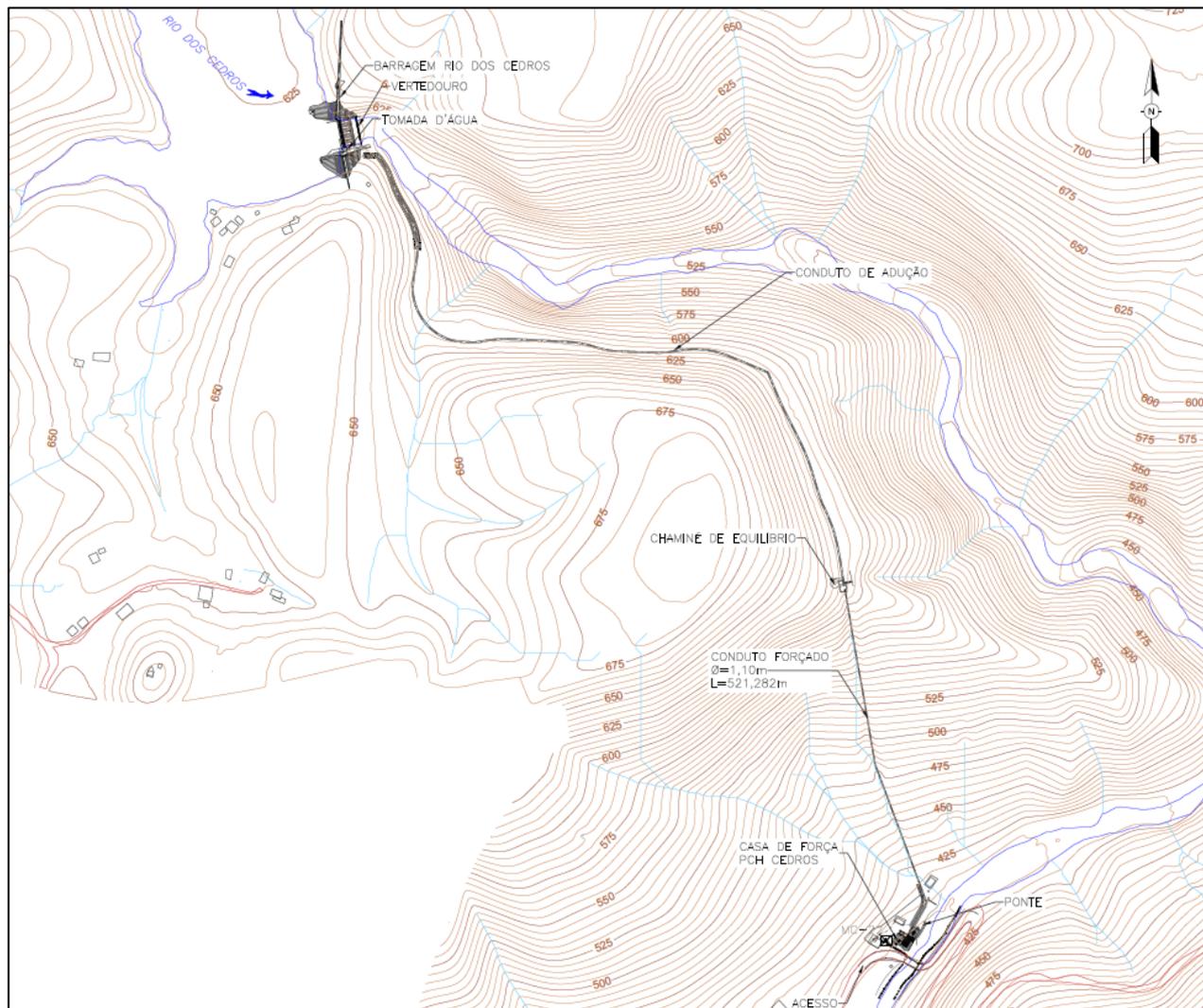
Fonte: adaptado de PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-CED-6C-DEBA-004

A Tomada d'Água da Barragem de Captação do Rio dos Cedros permite a adução ao conduto de baixa pressão. Esta tomada é controlada por válvula cilíndrica com acionamento elétrico telecomandado (fibra ótica) a partir do COG, sendo possibilita também a operação local.

5.3.2. Condutos de adução

A adução principal, da barragem de Acumulação Pinhal, é através das tubulações de concreto, atravessando a barragem e alcançando o canal principal do rio novamente, em direção à Barragem de Captação Rio dos Cedros. A adução para as unidades geradoras é realizada por condutos metálicos.

Figura 13 - Traçado do conduto de adução da Barragem de Acumulação do Rio dos Cedros



Fonte: adaptado de PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-CED-6C-DEAJ-002

5.3.3. Chaminés de Equilíbrio

Ao final do conduto encontra-se a casa de válvulas e a chaminé de equilíbrio, com válvula borboleta de acionamento manual para abertura e comando elétrico a partir da sala de comando da UHE Cedros, para fechamento por gravidade e de atuação hidráulica, antes de iniciar o conduto forçado de alta pressão.

5.3.4. Condutos Forçados

O Conduto forçado da barragem de Captação Rio dos Cedros possui 521 m de comprimento e alimenta duas unidades geradoras, antes de restituir as vazões ao Rio dos Cedros. Estas vazões adicionadas às vazões naturais do canal alimentam o reservatório da Barragem de Captação da Máquina 3 da UHE Palmeiras.

5.3.5. Casa de Força e Canal de Fuga

A Casa de Força mantém abrigadas as duas unidades geradoras e todo o sistema auxiliar elétrico e mecânico, tendo integrada à sua construção a subestação de elevação de tensão, à margem do Rio dos Cedros. O sistema de regularização das vazões do Rio dos Cedros serve para alimentar as vazões turbinadas da UHE Cedros e, mais a jusante, alimentar a terceira unidade de geração da UHE Palmeiras através da Barragem de Captação da Máquina 3, localizada a jusante do canal de fuga da UHE Cedros. O Quadro 6 abaixo apresenta detalhes das unidades instaladas na UHE Cedros.

Quadro 6 - Dados técnicos das unidades instaladas na UHE Cedros.

	UHE CEDROS
Potência Instalada (MW)	8,40
Número de unidades	2,00
Vazão turbinada atual (m ³ /s)	4,10
Área de Drenagem (km ²)	217

Fonte: PROSUL, 2016 – Documento nº 5062-CED-6C-MPBA-001-01-16.

5.4. Característica hidrológicas e fisiográficas da bacia

A UHE Cedros localiza-se no Rio dos Cedros, afluente da margem esquerda do Rio Benedito, localizado na bacia do Rio Itajaí-Açu. O Rio dos Cedros nasce no município homônimo e percorre um trecho de cerca de 70 km até o município de Timbó, onde desemboca no Rio Benedito. A bacia hidrográfica da UHE Cedros e seus barramentos é ilustrado na Figura 14, enquanto os parâmetros fisiográficos das bacias são indicados no Quadro 7.

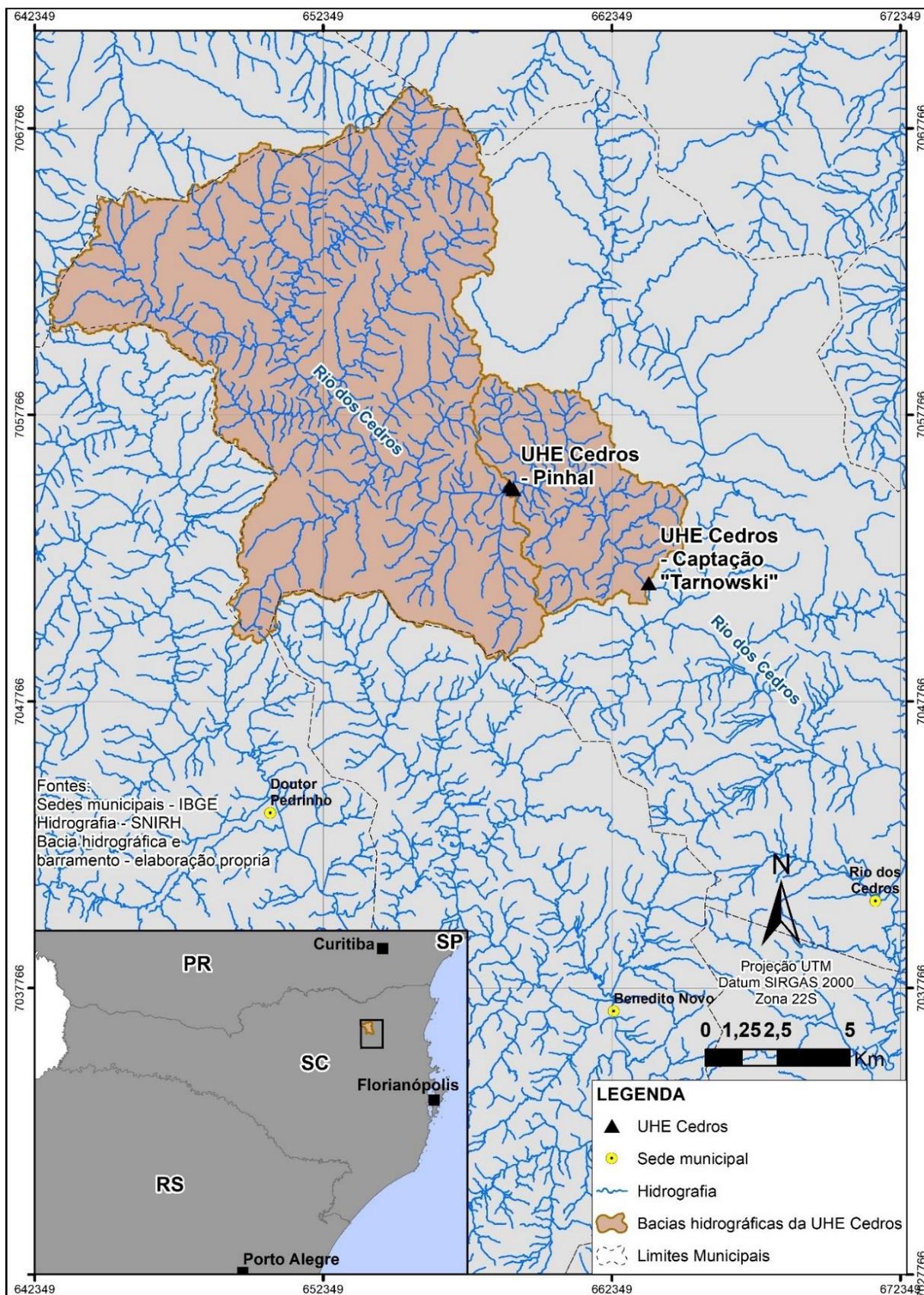
Quadro 7 – Parâmetros fisiográficos para as bacias hidrográficas da UHE Cedros.

Bacia	Área (km ²)	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 Cedros - Pinhal	181	409,0	20,1	0,02032	3,00	3,92	4,50
UHE Cedros - Captação Tarnowski	217	433,0	28,6	0,01516	4,39	5,41	6,59

Quanto aos aspectos climatológicos, as bacias hidrográficas que contribuem à UHE Cedros situam-se em uma região onde ocorrem dois tipos de clima, Cfa (subtropical úmido) e Cfb (oceânico temperado), ambos caracterizados como climas temperados sem estação seca. Uma pequena parte das bacias hidrográficas, na porção sul, encontra-se na região Cfa, que consiste no clima subtropical úmido, com verões quentes. Já a maior parte das bacias está localizada em uma região de clima temperado oceânico (Cfb), com características muito similares ao clima subtropical úmido, porém com temperaturas mais amenas no verão.

DS
SJS

Figura 14 - Localização da bacia hidrográfica da UHE Cedros



Na Figura 15 e na Figura 16 é mostrada a distribuição pedológica e de coberturas do solos nas bacias contribuintes à UHE Cedros, respectivamente, sendo os mapas referentes à essas informações trazidos na sequência, na Figura 17 e Figura 18.

Figura 15 - Distribuição pedológica nas bacias hidrográficas da UHE Cedros

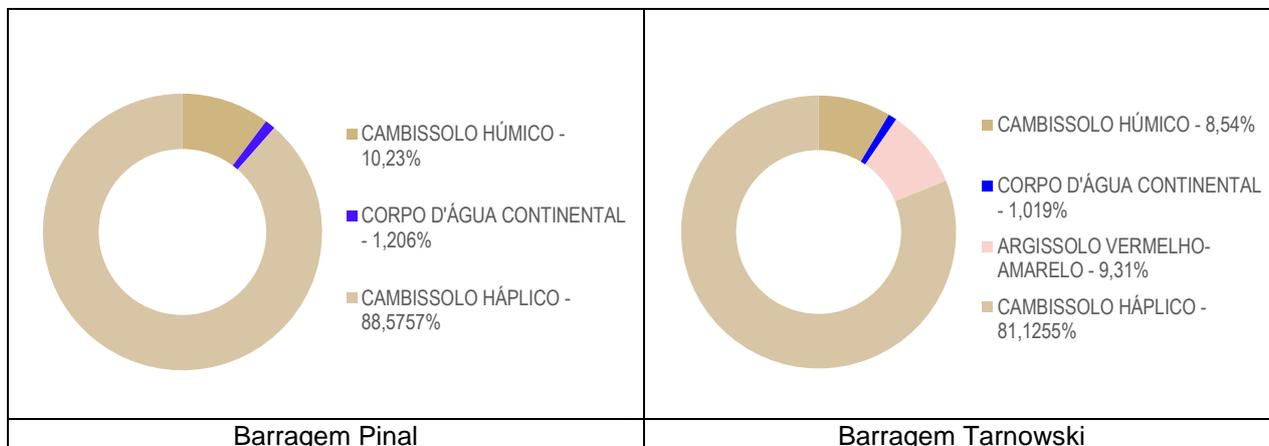


Figura 16 - Distribuição dos usos e coberturas do solo nas bacias hidrográficas da UHE Cedros

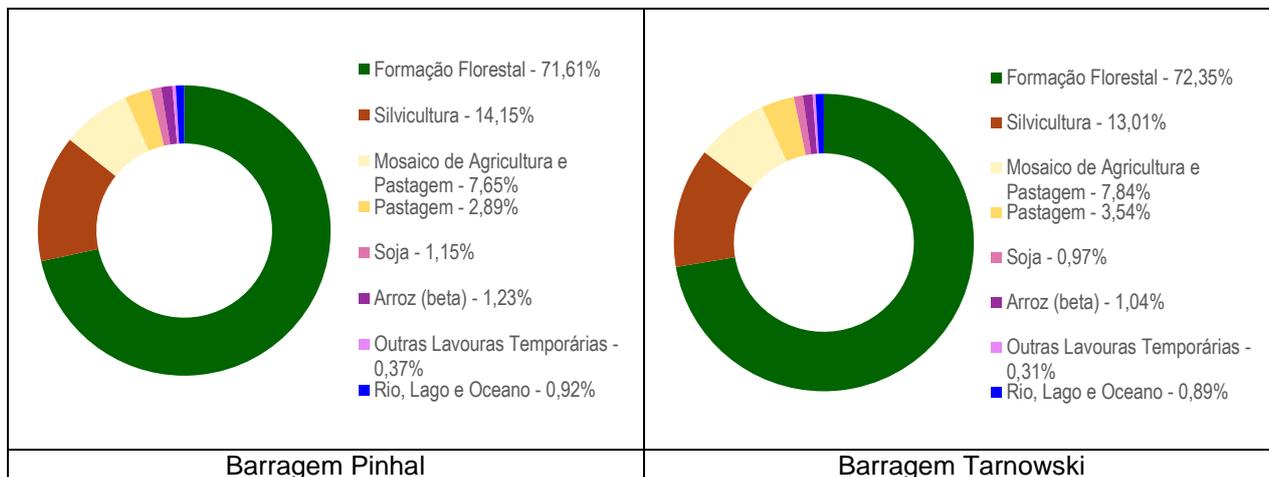


Figura 17 - Pedologia das bacias hidrográficas da UHE Cedros.

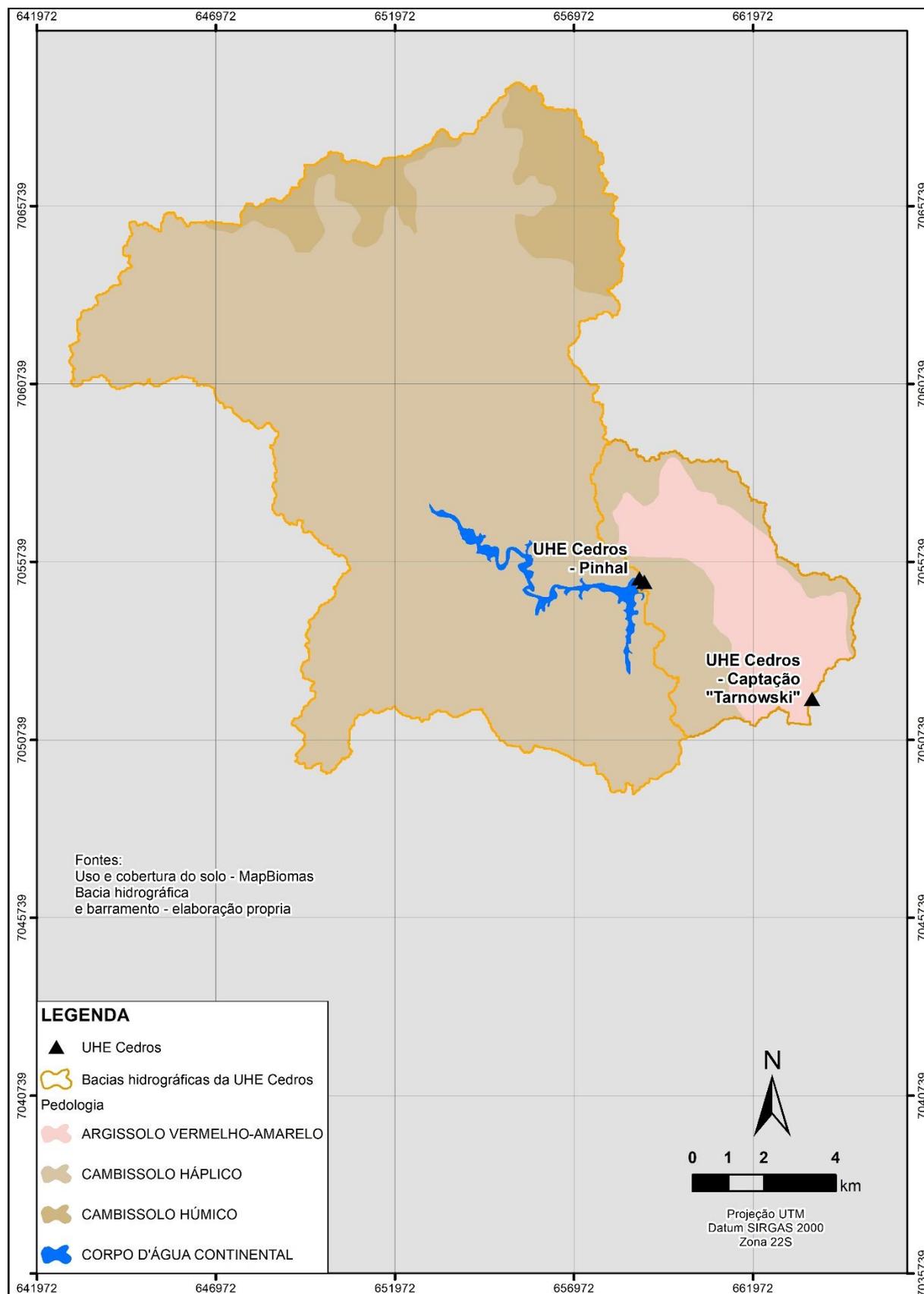
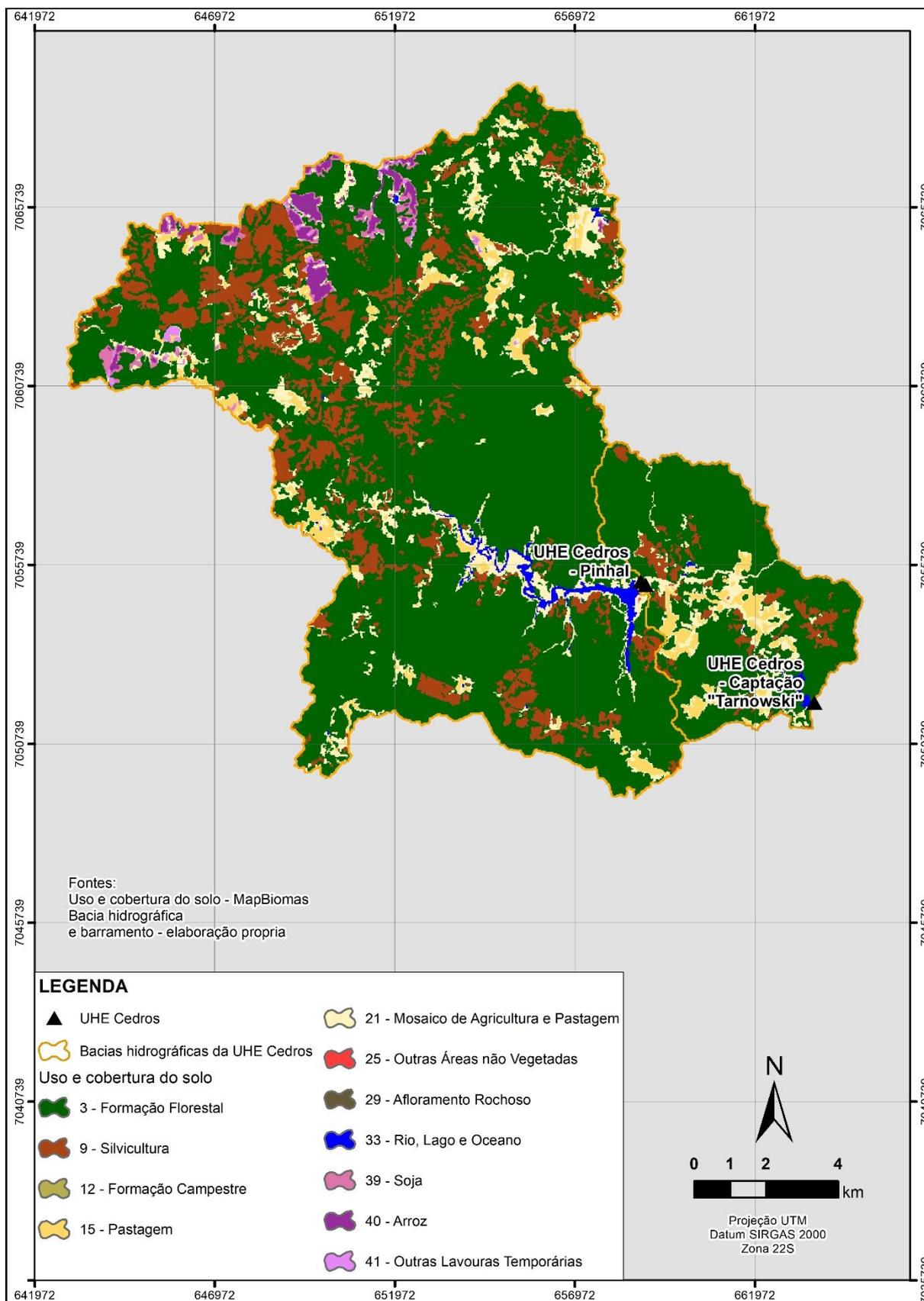
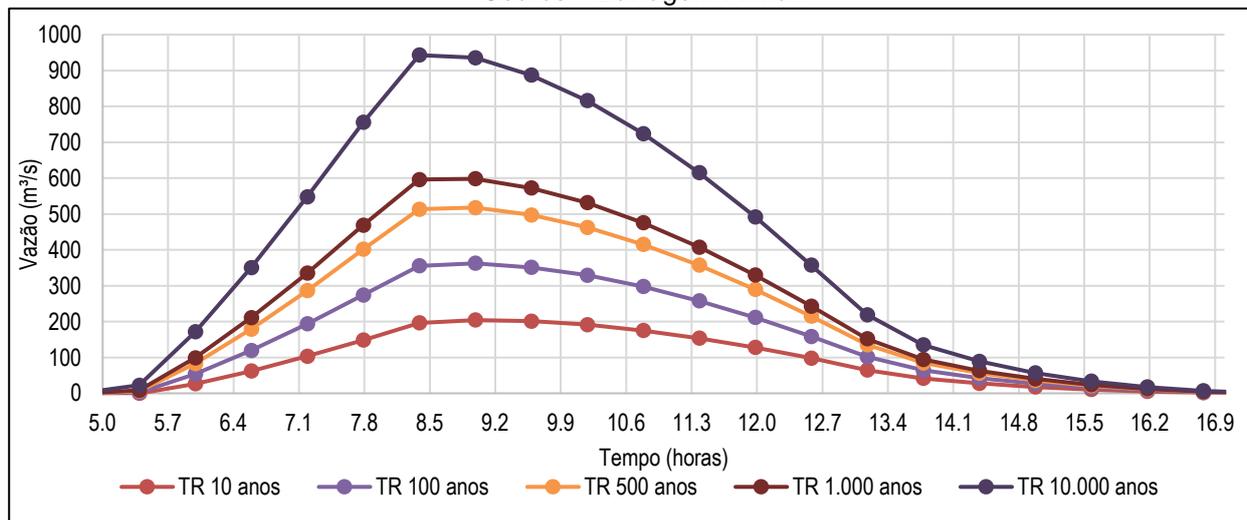


Figura 18 - Uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas da UHE Cedros.



A partir da atualização dos estudos hidrológicos foram estabelecidos os hidrogramas afluentes e efluentes aos reservatórios, para os diferentes tempos de retorno analisados. Os hidrogramas afluentes são apresentados na Figura 19 e Figura 20, respectivamente para a Barragem Pinhal e Tarnowski, enquanto no Quadro 8 e no Quadro 9 são mostrados os dados em formato tabular.

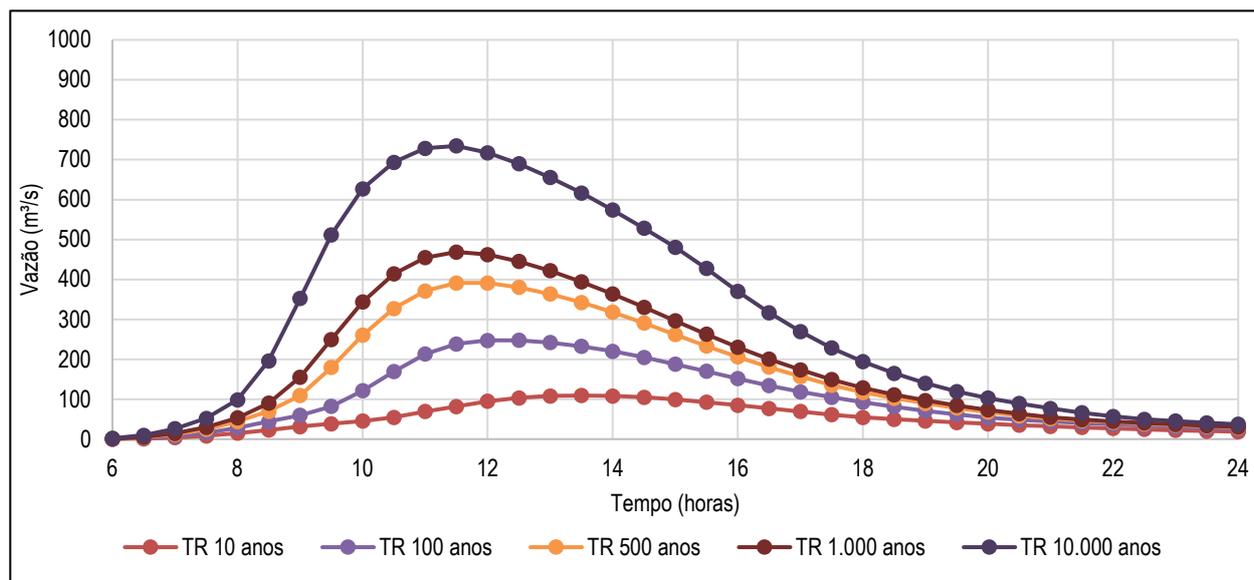
Figura 19 - Hidrogramas afluentes ao reservatório com diferentes tempos de retorno para a seção da UHE Cedros – Barragem Pinhal.



Quadro 8 – Vazões máximas afluentes e efluentes e níveis máximos – Barragem Pinhal.

Tempo de retorno (anos)	Vazão Máxima Afluente (m³/s)	Vazão Máxima Efluente (m³/s)	Nível Máximo Instantâneo (m)
10	204,7	95,4	672,10
100	362,7	219,8	672,69
500	517,9	341,2	673,16
1000	598,4	403,9	673,39
10000	943,2	633,5	674,26

Figura 20 - Hidrogramas afluentes ao reservatório – Barragem Tarnowski.



Quadro 9 – Vazões máximas afluentes e efluentes e níveis máximos – Barragem Tarnowski.

Tempo de retorno (anos)	Vazão Máxima Afluente (m³/s)	Vazão Máxima Efluente (m³/s)	Nível Máximo Instantâneo (m)
10	109,4	108,4	631,6
100	247,6	244,7	632,7
500	391,1	388,7	633,7
1000	468,9	464,6	634,1
10000	734,5	729,6	635,4

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 emergências, 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 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 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 emergência, que visem garantir a integridade da população impactada;
- m) informar e sensibilizar os públicos potencialmente afetados pelos possíveis impactos decorrentes da operação de seus empreendimentos;
- n) promover os canais de diálogo com as autoridades e população potencialmente afetada;

6.1.1. Responsabilidades do Coordenador do PAE

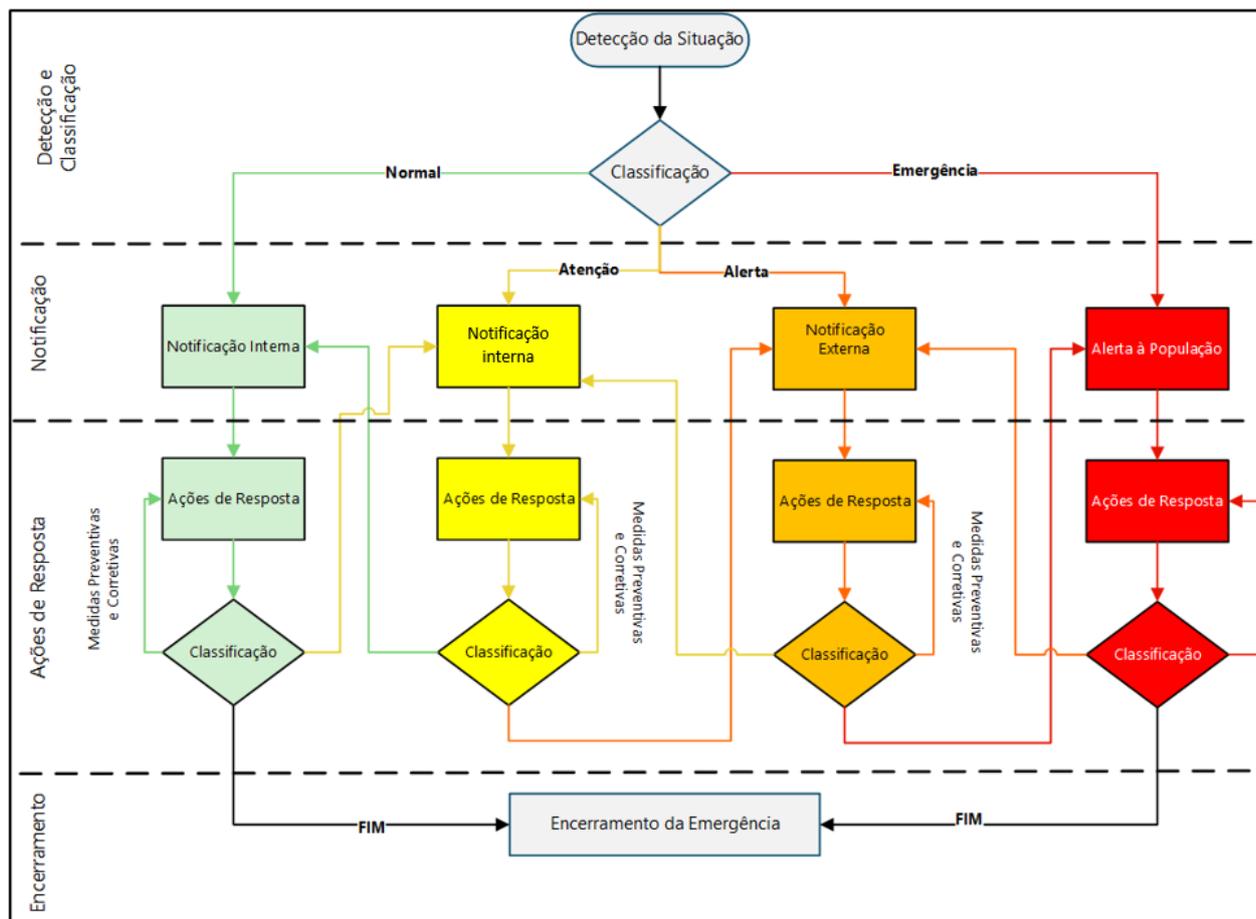
As ações a que se referem os pontos e), f), g), h), i), j) e k) serão delegadas ao Coordenador do PAE, designado pelo responsável legal. O Coordenador do PAE, é, portanto, o responsável por coordenar as ações descritas no PAE, devendo estar disponível para atuar prontamente nas emergências em potencial 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 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 21.

Figura 21 - 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 Cedros, a execução de atividades inerentes à operação (inspeções rotineiras, turbinagem, sistema de drenagens, abertura de comportas, nível do reservatório, borda livre) e manutenção das estruturas, de forma a manter as instalações da Usina em condições regulares de operação.

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

DS
SIDS

6.2. Entidade Fiscalizadora

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

- estabelecer a periodicidade, as qualificações mínimas das 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;

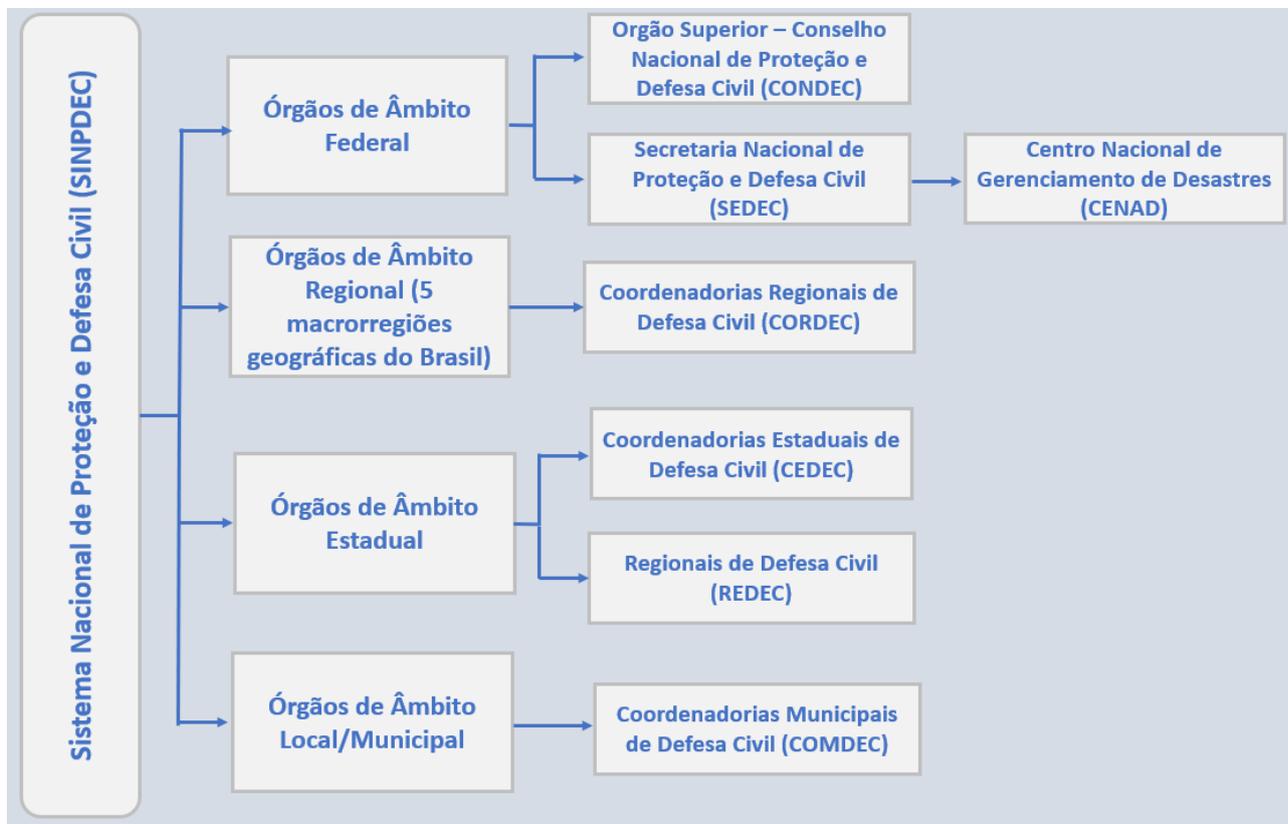
6.3. Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

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 dela no vale a jusante, bem como pela integração e coordenação com as demais entidades de segurança pública para salvaguarda da população, patrimônio e meio ambiente, e

quando se configurar necessidade. A Figura 22 apresenta a organização esquemática do SINPDEC.

Figura 22 - 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
SJS



Nível Municipal:

- Prefeituras municipais de Rio dos Cedros, Timbó, Indaial;
- Secretarias municipais de saúde;
- Corpo de Bombeiros;
- Polícia Civil;
- Postos de Saúde e unidades hospitalares.

^{DS}
SND

7. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE RISCO E EMERGÊNCIA

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

7.1. Causas de Defeitos em Barragens

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

Projeto

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

Implantação do empreendimento

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

Manutenção e Operação

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

DS
SIDS

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

Atualização/ revisões das condições iniciais

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

7.2. Identificação e notificação de mau funcionamento

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

Serão consideradas condições de mau funcionamento:

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

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

7.3. Identificação e notificação de condições potenciais de ruptura

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

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

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

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

7.4. Níveis de Resposta

A classificação do nível de resposta deve ser feita de acordo com as características gerais de cada situação de emergência em potencial na barragem. O Quadro 10 apresenta a classificação genérica das situações com seus respectivos níveis de resposta.



DS
S.M.S.

Quadro 10 - Níveis de Resposta e Caracterização de situações genéricas

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



A classificação do nível de resposta é feita com base na observação ou inspeção aos diferentes componentes das estruturas (que permitem a detecção de “sinais” – indicadores qualitativos – de eventuais anomalias de comportamento) e/ou através da análise dos resultados da exploração da instrumentação existente na barragem (baseando-se na definição de bandas de variação para grandezas observadas consideradas representativas do estado da obra – indicadores quantitativos). O Quadro 11 traz as ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas que podem ocorrer, associadas aos possíveis cenários e níveis de resposta resultantes. Em seguida, o Quadro 12 e o Quadro 13 trazem a classificação do nível de resposta de acordo com indicadores qualitativos detectáveis por inspeção visual.

Quadro 11 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala

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

DS
SIDS



UHE CEDROS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS



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

DS
SADS

Quadro 12 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual

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

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

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

Quadro 13 - Classificação do nível de resposta: indicadores qualitativos detectáveis pela instrumentação de auscultação

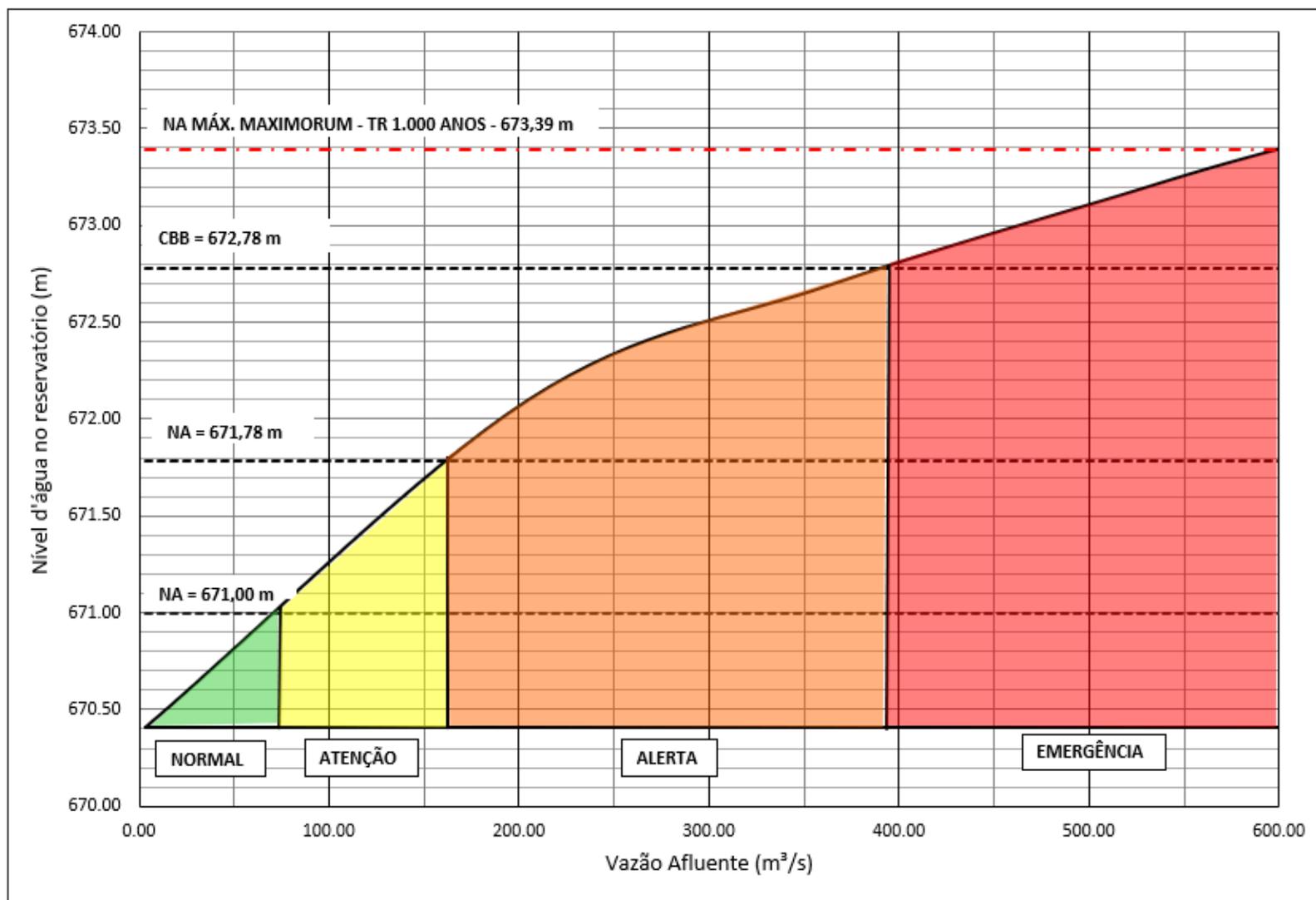
Dispositivos	Grandeza	Situação	Cenários possíveis de incidentes/acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Réguas Limnimétricas	Nível do Reservatório	<ul style="list-style-type: none"> Incremento/decaimento importante e/ou inesperado e/ou rápido, não associado às condições pluviométricas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

Assim, havendo a situação de cheia excepcional ou alguma anomalia que implique em risco iminente às barragens da UHE Cedros, 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 e gráficos abaixo, as cartas de risco dos barramentos da UHE Cedros, relativa ao estado operacional conforme condição hidrológica e/ou estrutural.

Quadro 14 - Carta de Risco – Barragem Pinhal

Estado Operacional	Condições e Situações
0 – Verde (Normal)	<ul style="list-style-type: none"> • NA até a elevação 671,00 m*; • Monitorar a elevação de nível do reservatório e ocorrência de impactos de alagamentos à jusante;
1 – Amarelo (Atenção)	<ul style="list-style-type: none"> • NA entre a elevação 671,00 m e 671,78 m*; • 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)	<ul style="list-style-type: none"> • NA acima da elevação 671,78 m e até 672,78 m; • Possíveis consequências graves de alagamentos no vale a jusante; • Intensificar o monitoramento quanto a progressão de possíveis sinais e anomalias ou iminência de rompimento estrutural**; • Notificar autoridades e população a jusante e desencadear ações previstas no PAE;
3 - Vermelho (Emergência)	<ul style="list-style-type: none"> • NA subindo acima da elevação 672,78 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;
<p>OBSERVAÇÃO: O Estado Operacional “3 – Vermelho” poderá ocorrer em qualquer situação hidrológica, em função de anomalias e situações excepcionais (sismos, desmoronamentos etc.) e que podem levar ao comprometimento estrutural das estruturas.</p> <p>* Limite da borda livre mínima da barragem (Cota da crista da barragem - 1,00 m = 672,78 – 1,00 m = 671,78 m);</p> <p>* A verificação da estabilidade estrutural do barramento foi verificada, conforme documento 5062-CEG-6C-MCBA-011-00-20, no caso de carregamento extraordinário, para NA equivalente a cota da crista da barragem vigente à época. Foi verificado o atendimento aos Fatores de Segurança mínimo requeridos para os cenários analisados.</p>	

Figura 23 - Gráfico: Carta de Risco – Barragem Pinhal

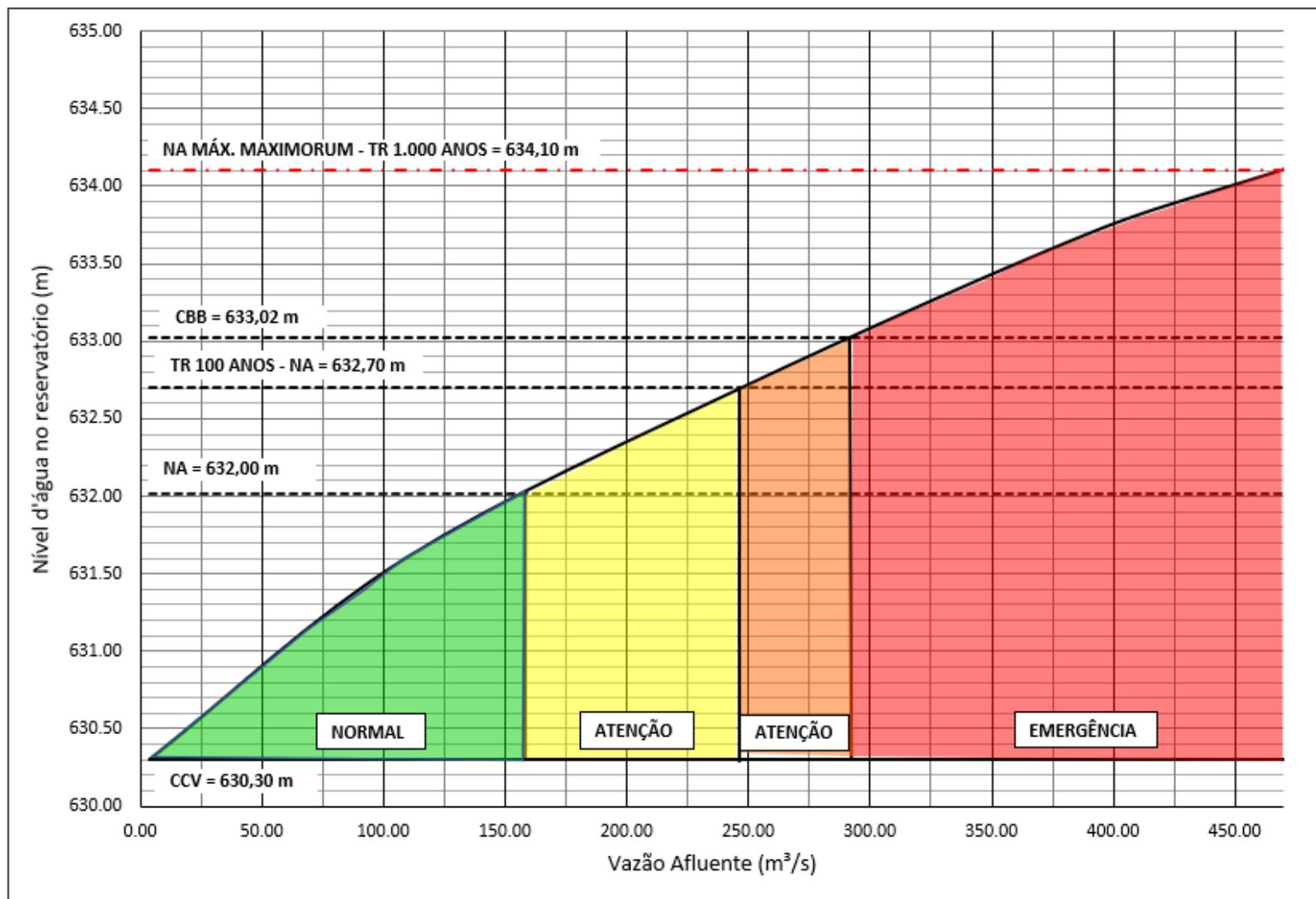


DS
SJDs

Quadro 15 - Carta de Risco – Barragem Tarnowski

Estado Operacional	Condições e Situações
0 – Verde (Normal)	<ul style="list-style-type: none"> • NA até a elevação 632,02 m*; • Monitorar a elevação de nível do reservatório e ocorrência de impactos de alagamentos à jusante;
2 – Amarelo (Atenção)	<ul style="list-style-type: none"> • NA entre a elevação 632,02 m e 632,52 m*; • 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)	<ul style="list-style-type: none"> • NA acima da elevação 632,52 m e até 633,02 m; • Possíveis consequências graves de alagamentos no vale a jusante; • Intensificar o monitoramento quanto a progressão de possíveis sinais e anomalias ou iminência de rompimento estrutural**; • Notificar autoridades e população a jusante e desencadear ações previstas no PAE;
3 - Vermelho (Emergência)	<ul style="list-style-type: none"> • NA subindo acima da elevação 633,02 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;
<p>OBSERVAÇÃO: O Estado Operacional “3 – Vermelho” poderá ocorrer em qualquer situação hidrológica, em função de anomalias e situações excepcionais (sismos, desmoronamentos etc.) e que podem levar ao comprometimento estrutural das estruturas.</p> <p>* Limite da borda livre mínima da barragem (Cota da crista da barragem - 1,00 m = 633,02 – 1,00 m = 632,02 m);</p> <p>* A verificação da estabilidade estrutural do barramento foi verificada, conforme documento 5062-CEG-6C-MCBA-011-00-20, no caso de carregamento extraordinário, para NA equivalente a cota da crista da barragem vigente à época. Foi verificado o atendimento aos Fatores de Segurança mínimo requeridos para os cenários analisados.</p>	

Figura 24 - Gráfico: Carta de Risco – Barragem Tarnowski


 DS
 SIDS

7.5. Ações a Implementar

Quadro 16 - Nível de resposta verde: ações a implementar

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

DS
SADS

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



DS
SJS

Quadro 17 - Nível de resposta amarelo: ações a implementar

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

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

Quadro 18 - Nível de resposta laranja: ações a implementar

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

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

DS
SJDs

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

Quadro 19 - Nível de resposta vermelho: ações a implementar

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

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

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

7.6. Plano de Ações Específicas para contingências

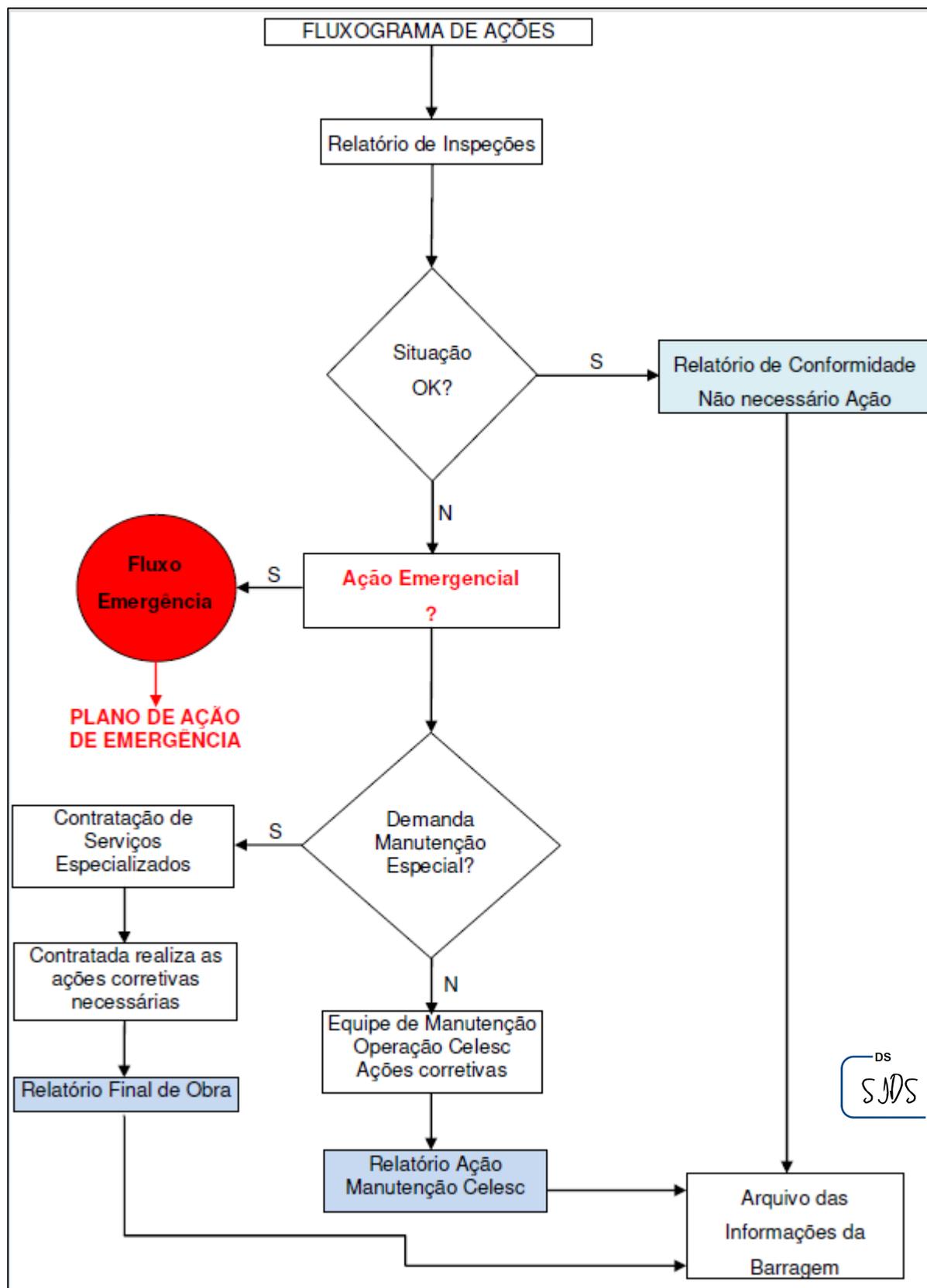
Apresenta-se, no ANEXO V, uma série de situações com as respectivas ações a serem implementadas no caso de sua ocorrência, a fim de prevenir ou retardar a ruptura, reduzir o dano à(às) barragem(ens) ou, em último caso, resguardar vidas e propriedades. Algumas destas ações somente devem ser implementadas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

Com base nos manuais dos roteiros de inspeção e monitoramento da barragem estabelecidos no Plano de Segurança da Barragem da UHE Cedros, a Figura 25 traz um fluxograma sintético do desencadeamento das ações com base nas situações constatadas, de modo que as ações corretivas e preventivas, quando não enquadradas em uma situação emergencial, devem ser endereçadas aos responsáveis técnicos da barragem e do Departamento de Operação e Manutenção (DPOM).



DS
SJS

Figura 25 - Fluxograma de Ações conforme Inspeções de Segurança



8. ESTUDO DE RUPTURA E INUNDAÇÃO

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

8.1. Contextualização

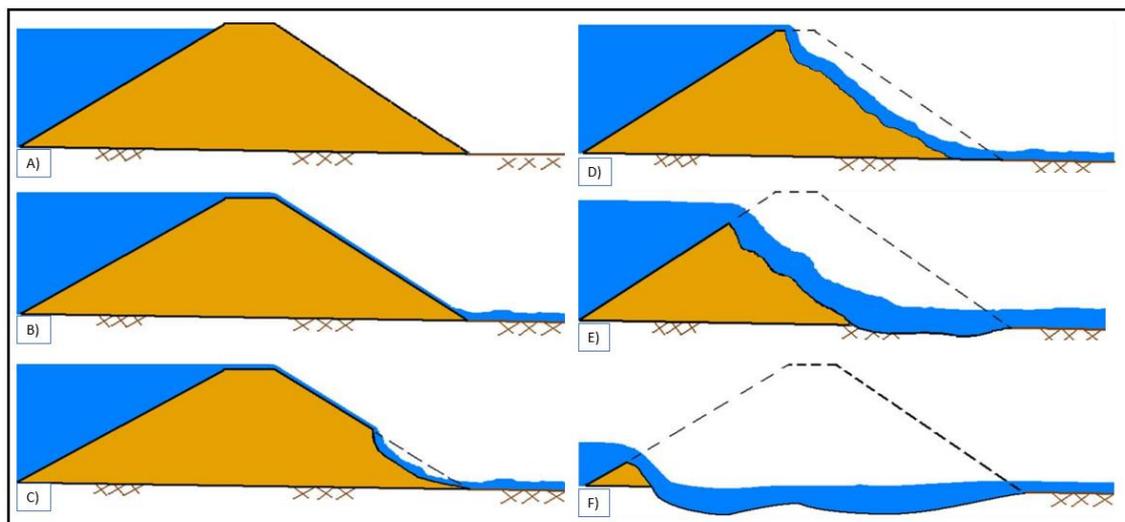
As simulações do estudo de rompimento das barragens da UHE Cedros foram embasadas em manuais e estudos usualmente referenciados em estudos deste tipo. Dentre esses documentos se destaca o Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, especificamente o Volume IV – Guia de orientação e Formulários 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 26 ilustra as etapas de ocorrência de ruptura ocasionada por galgamento em barragens de terra.

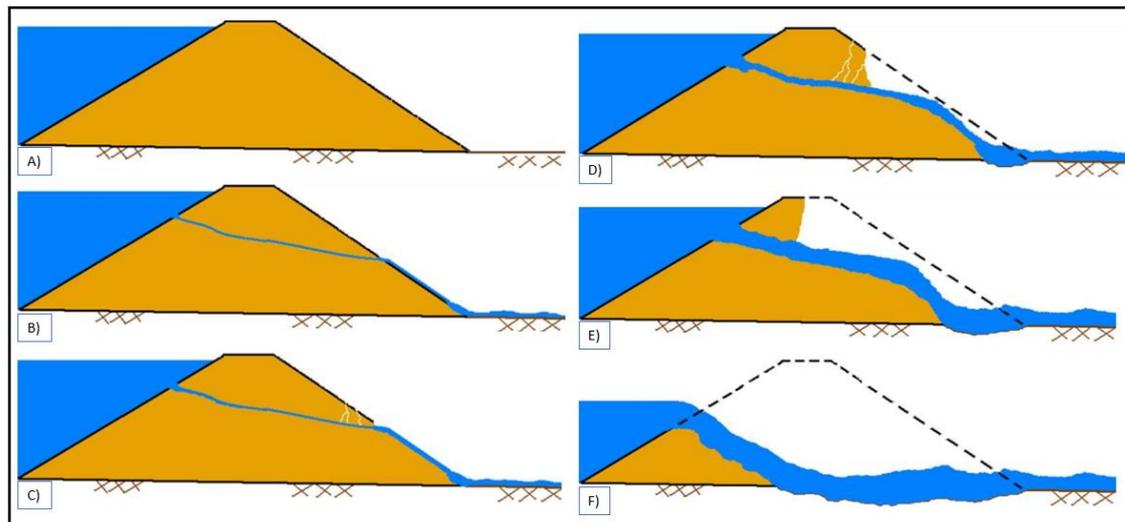
Figura 26 - Processo de ruptura por galgamento em barragem



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

Figura 27 - Processo de ruptura por erosão interna em barragem



8.1.3. Falha estrutural

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

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

8.2. Metodologia

As simulações de deslocamento de onda de cheia ao longo do vale de jusante da UHE Cedros 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 Cedros, 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 à 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 20 traz a síntese dos cenários simulados e suas características.

Quadro 20 - Resumo dos cenários simulados nos estudos de rompimento da UHE Cedros

#	Barragem	Cenário simulado	Vazão afluente	NA inicial (m)	Observação/ Parâmetros de Formação da Brecha
N1	Pinhal e Tarnowski	Sem rompimento – TR 10	Cheia com TR 10 anos	Pinhal – 670,41 (CCV) Tarnowski – 630,30 (CCV)	-
N2	Pinhal e Tarnowski	Sem rompimento – TR 100	Cheia com TR 100 anos	Pinhal – 670,41 (CCV) Tarnowski – 630,30 (CCV)	-
N3	Pinhal e Tarnowski	Sem rompimento – TR 1.000	Cheia com TR 1000 anos	Pinhal – 670,41 (CCV) Tarnowski – 630,30 (CCV)	-
P4	Pinhal	Rompimento em “Sunny day” (Vazão e NA normais)	3 m³/s – Vazão Média*	670,41 (CCV)	<ul style="list-style-type: none"> Gatilho associado a piping; Trapezoidal c/ inclinação 45°; Altura aprox. até a base da barragem; Largura 2x a altura da barragem – 26 m; Tempo de formação 12 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
P5	Pinhal	Rompimento – Cheia TR 10	Cheia TR 10 anos*	670,41 (CCV)	<ul style="list-style-type: none"> Gatilho associado a piping; Trapezoidal c/ inclinação 45°; Altura aprox. até a base da barragem; Largura 2x a altura da barragem – 26 m; Tempo de formação 12 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
P6	Pinhal	Rompimento – Cheia TR 100	Cheia TR 100 anos*	670,41 (CCV)	<ul style="list-style-type: none"> Gatilho associado a piping; Trapezoidal c/ inclinação 45°; Altura aprox. até a base da barragem; Largura 2x a altura da barragem – 26 m; Tempo de formação 12 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma

#	Barragem	Cenário simulado	Vazão afluyente	NA inicial (m)	Observação/ Parâmetros de Formação da Brecha
P7	Pinhal	Rompimento – Cheia TR 1.000	Cheia TR 1000 anos*	670,41 (CCV)	<ul style="list-style-type: none"> Gatilho associado a piping; Trapezoidal c/ inclinação 45°; Altura aprox. até a base da barragem; Largura 5x a altura da barragem – 65 m; Tempo de formação 12 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
C4	Tarnowski	Rompimento em “Sunny day” (Vazão e NA normais)	4 m³/s – Vazão Média*	630,30 (CCV)	<ul style="list-style-type: none"> Gatilho associado a piping; Trapezoidal c/ inclinação 45°; Altura aprox. até a base da barragem; Largura 2x a altura da barragem – 36 m; Tempo de formação 12 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
C5	Tarnowski	Rompimento – Cheia TR 10	Cheia TR 10 anos*	630,30 (CCV)	<ul style="list-style-type: none"> Gatilho associado a piping; Trapezoidal c/ inclinação 45°; Altura aprox. até a base da barragem; Largura 2x a altura da barragem – 36 m; Tempo de formação 12 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
C6	Tarnowski	Rompimento – Cheia TR 100	Cheia TR 100 anos*	630,30 (CCV)	<ul style="list-style-type: none"> Gatilho associado a piping; Trapezoidal c/ inclinação 45°; Altura aprox. até a base da barragem; Largura 2x a altura da barragem – 36 m; Tempo de formação 12 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma



UHE CEDROS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



#	Barragem	Cenário simulado	Vazão afluyente	NA inicial (m)	Observação/ Parâmetros de Formação da Brecha
C7	Tarnowski	Rompimento – Cheia TR 1.000	Cheia TR 1000 anos*	630,30 (CCV)	<ul style="list-style-type: none"> Gatilho associado a piping; Trapezoidal c/ inclinação 45°; Altura aprox. até a base da barragem; Largura 5x a altura da barragem – 90 m; Tempo de formação 6 min, coincidindo c/ o pico do hidrograma
Cascata1	Pinhal e Tarnowski	Rompimento em cascata das barragens Pinhal e Tarnowski, com cheia de TR 1000 anos	Cheia TR 1000 anos*, conforme hidrogramas do cenário N3	Pinhal – 670,41 (CCV) Tarnowski – 630,30 (CCV)	<ul style="list-style-type: none"> Pinhal: idem cenário P7 Tarnowski: idem cenário C7

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

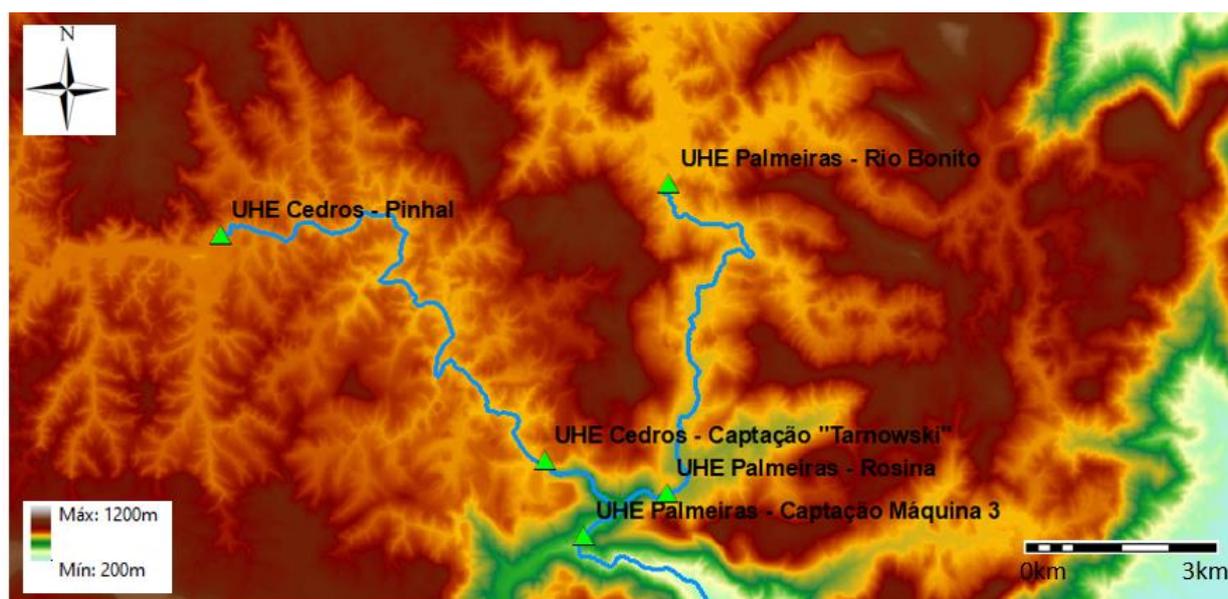
DS
SJS

8.4. Dados de entrada

8.4.1. Topografia

Foram utilizados os modelos digitais de terreno disponíveis do Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina¹. A restituição da hidrográfica dos corpos hídricos nos vales a jusante nos modelões de elevação disponíveis no SIGSC, para a área de estudo, apresenta boa representação. A Figura 28 e a Figura 29 mostram o MDT empregado nos estudos de rompimento.

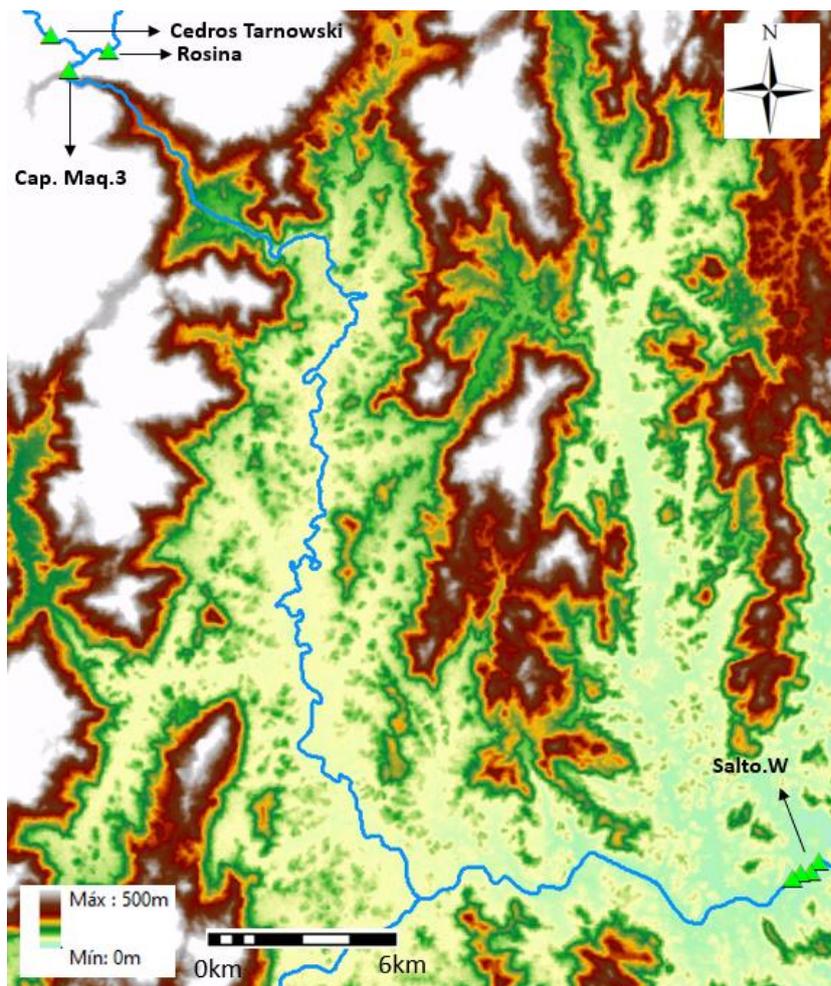
Figura 28 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento – região norte



DS
SJS

¹ <http://sigsc.sc.gov.br>

Figura 29 – Modelo digital do terreno utilizado nos estudos de rompimento – região sul



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

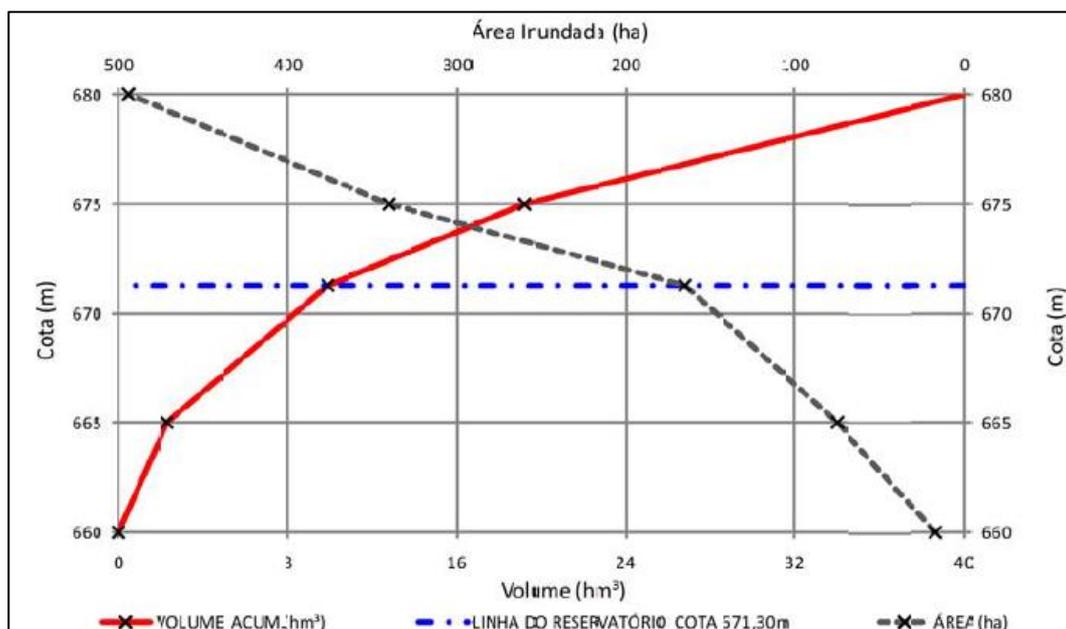
O hidrograma de ruptura está diretamente associado à forma da brecha, o tamanho e o tempo de formação da brecha estão diretamente relacionados à forma da barragem, ao tipo de estrutura, à topografia do local de implantação e às características de fundação do barramento, além das propriedades do material 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 Cedros são de terra/enrocamento, adotou-se uma brecha com inclinação de 45° e formato trapezoidal. O tempo de formação em foi de 12 minutos para cenários com TR até 100 anos e de 06 minutos para os cenários com TR de 1000 anos. Para as alturas das brechas foram adotadas alturas próximas da totalidade da altura dos barramentos. A largura adotada para as brechas consiste em largura de 2x a altura das barragens, para os casos de Sunny Day e para TR com 10 e 100 anos, e largura de 5x a altura das barragens nos cenários “Ruptura Extrema” (TR 1.000 anos).

8.4.4. Curva Cota x Área x Volume

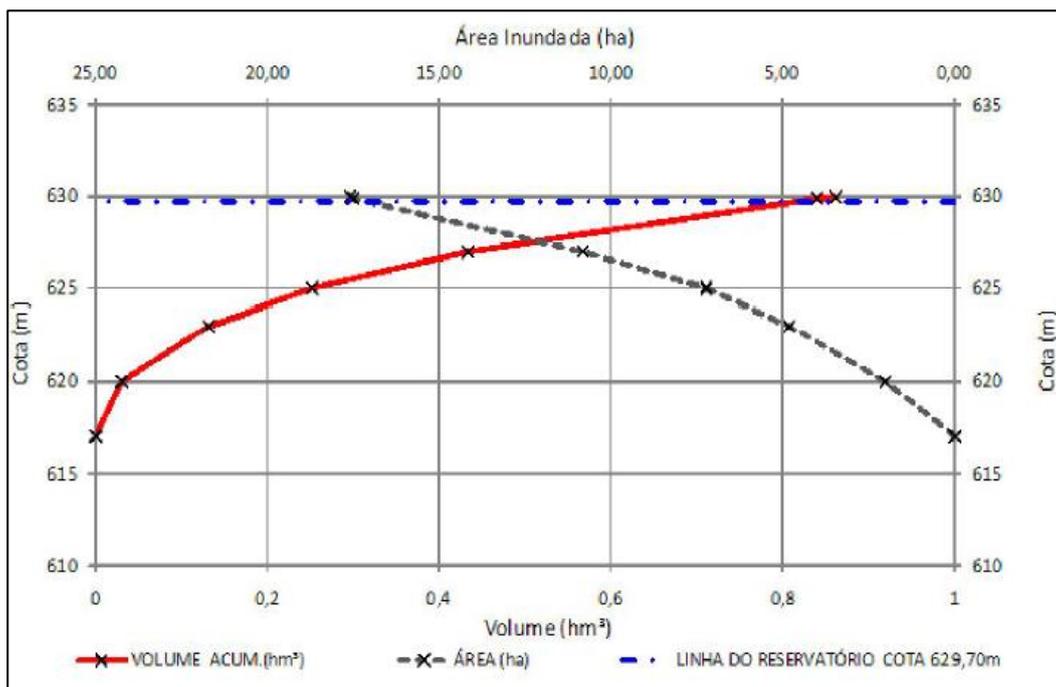
A Figura 30 e a Figura 31 mostram as curvas cota x área x volume dos reservatórios da barragem de Pinhal e Tarnowski respectivamente, tendo sido apresentadas em Prosul (2009). Segundo essas curvas, o reservatório de Pinhal tem algo da ordem de 40 hm^3 na cota de 680 m, enquanto o reservatório de Tarnowski tem volume bem menor, da ordem de 1 hm^3 , na cota de 630 m. A CAV associada à barragem de Pinhal foi inserida no modelo hidrodinâmico montado para caracterizar o reservatório como área de armazenamento. Já o reservatório da barragem de Cedros foi caracterizado como sendo uma área bidimensional, visto que a propagação das ondas de ruptura de montante sob o reservatório, a partir do uso das equações de Saint Venant é de extrema relevância.

Figura 30 - Curvas cota-área-volume do reservatório da barragem Pinhal.



DS
SADS

Figura 31 - Curvas cota-área-volume do reservatório da barragem Cedros-Tarnowski.



8.4.5. Condições de Contorno

Segundo o Volume IV do Manual do empreendedor da ANA (ANA, 2016), os cálculos associados à mancha de inundação devem ser realizados até no mínimo 50 km a jusante da barragem. Ao mesmo tempo, também sugere que os cálculos devem ser realizados até a região em que o impacto que uma vazão com 100 anos de TR (definida como “cheia natural” associada à “calha normal de enchente do Rio”) seja similar ou maior do que o impacto associado ao rompimento da barragem. Essas premissas podem ser levadas em consideração a partir do uso do trabalho de Siqueira et al. (2018), a partir do qual é possível a obtenção de vazões de 100 anos de TR em qualquer curso hídrico brasileiro. Portanto, as simulações de rompimento das barragens que compõe a UHE Cedros foram realizadas até um ponto distante aproximadamente 1 km da confluência entre o Rio dos Cedros e o Rio Itajaí-Açu, ponto o qual consegue receber toda a cheia associada ao rompimento da UHE Cedros sem extravasar, conforme simulações realizadas.. Para a verificação detalhada das demais condições de contorno usadas nas simulações de rompimento, recomenda-se a consulta ao relatório ISB-6090-URC-007-01.

8.5. Pontos Notáveis e Áreas de Interesse

Para a definição de áreas de interesse foi realizada a identificação de Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV), realizada com base nas imagens do Google Earth. Foi avaliado um trecho de aproximadamente 60 km do longo do Rio dos Cedros e Rio Benedito, até a confluência com o Rio Itajaí-Açu. Foram encontrados empreendimentos e conjuntos habitacionais

urbanos próximos ao leito em praticamente toda a extensão analisada. Além das APV foram buscadas pontes a jusante dos reservatórios. A Figura 32 apresenta a localização das APV encontradas, enquanto o Quadro 21 apresenta uma legenda para a identificação de cada uma delas.

Quadro 21 - Áreas Potencialmente Vulneráveis

APV	Descrição	Barramento a montante mais próximo	Observações
APV01	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 6 construções
APV02	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 15 construções
APV03	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 10 construções
APV04	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 8 construções
APV05	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 5 construções
APV06	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 3 construções
APV07	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 6 construções
APV08	Sítio com residências	Pinhal	Duas construções
APV09	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 4 construções
APV10	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 2 construções
APV11	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 6 construções
APV12	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 8 construções
APV13	Sítio com residências e pavilhões	Pinhal	Cerca de 8 construções
APV14	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 3 construções
APV15	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 10 construções
APV16	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 6 construções
APV17	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 2 construções
APV18	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 4 construções
APV19	Sítio com residências e pavilhões	Pinhal	Cerca de 8 construções
APV20	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 2 construções
APV21	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 4 construções
APV22	Sítio com residências	Pinhal	Cerca de 5 construções
APV23	Estruturas da PCH	Tarnowski	Cerca de 3 construções
APV24	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 5 construções
APV25	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 5 construções
APV26	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 5 construções
APV27	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 4 construções
APV28	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 2 construções
APV29	Bairro residencial com pavilhões	Tarnowski	Mais de 40 construções
APV30	Bairro residencial com pavilhões	Tarnowski	Mais de 40 construções
APV31	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 3 construções
APV32	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 2 construções
APV33	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 6 construções
APV34	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV35	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV36	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 6 construções
APV37	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV38	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 8 construções

APV	Descrição	Barramento a montante mais próximo	Observações
APV39	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 2 construções
APV40	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 4 construções
APV41	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 4 construções
APV42	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 12 construções
APV43	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV44	Bairro residencial com pavilhões	Tarnowski	Mais de 40 construções
APV45	Sítio com residências	Tarnowski	Mais de 20 construções
APV46	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 3 construções
APV47	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV48	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 3 construções
APV49	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 2 construções
APV50	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 12 construções
APV51	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 6 construções
APV52	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 5 construções
APV53	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 8 construções
APV54	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV55	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 8 construções
APV56	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV57	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 30 construções
APV58	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 2 construções
APV59	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 4 construções
APV60	Bairro residencial com pavilhões	Tarnowski	Mais de 30 construções
APV61	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 8 construções
APV62	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 30 construções
APV63	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV64	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV65	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV66	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV67	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV68	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV69	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 30 construções
APV70	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 40 construções
APV71	Área urbana de Rio dos Cedros	Tarnowski	-
APV72	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV73	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV74	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 40 construções
APV75	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 30 construções
APV76	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV77	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 40 construções
APV78	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 30 construções
APV79	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV80	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV81	Sítio com residência	Tarnowski	Cerca de 20 construções
APV82	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 40 construções
APV83	Sítio com residência	Tarnowski	Cerca de 30 construções



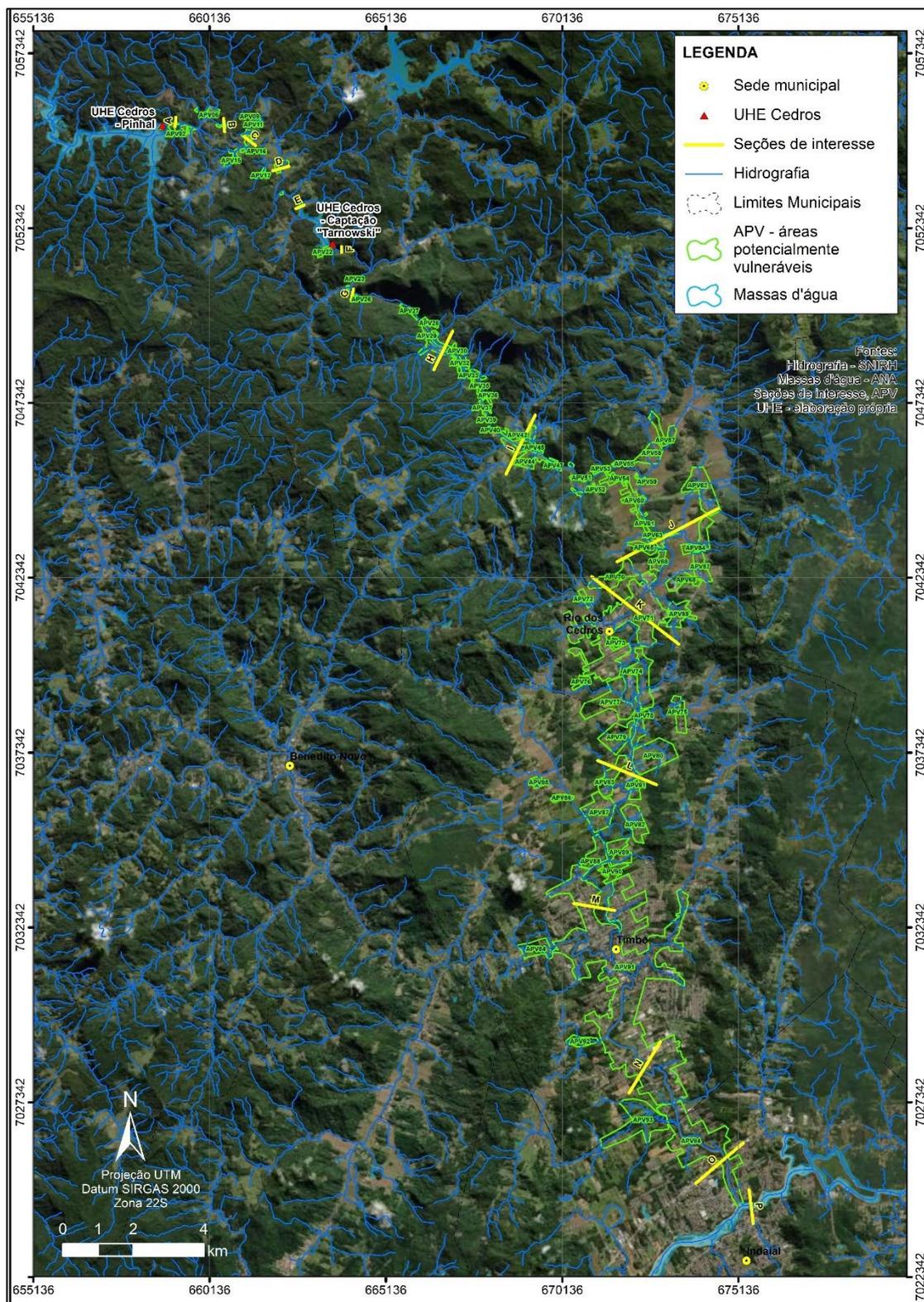
UHE CEDROS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA



APV	Descrição	Barramento a montante mais próximo	Observações
APV84	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 30 construções
APV85	Sítio com residência	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV86	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 5 construções
APV87	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Mais de 50 construções
APV88	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 30 construções
APV89	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 40 construções
APV90	Sítio com residências e pavilhões	Tarnowski	Cerca de 30 construções
APV91	Área urbana de Timbó	Tarnowski	-
APV92	Sítio com residências	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV93	Sítio com residência	Tarnowski	Cerca de 10 construções
APV94	Área urbana de Indaial	Tarnowski	-

DS
SJS

Figura 32 - Localização das Áreas Potencialmente Vulneráveis (APV)



DS
SIDS

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

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

- Seção A – Localizada logo a jusante do barramento Pinhal;
- Seção B – Localizada a aproximadamente 2,2 km da Barragem Pinhal;
- Seção C – Localizada a aproximadamente 4,1 km da Barragem Pinhal;
- Seção D – Localizada a aproximadamente 5,8 km da Barragem Pinhal;
- Seção E – Localizada a aproximadamente 7,8 km da Barragem Pinhal;
- Seção F – Localizada logo a jusante da Barragem Tarnowski;
- Seção G – Localizada a aproximadamente 2,7 km da Barragem Tarnowski;
- Seção H – Localizada a aproximadamente 6,2 km da Barragem Tarnowski;
- Seção I - Localizada a aproximadamente 10,2 km da Barragem Tarnowski;
- Seção J – Localizada a aproximadamente 17,3 km da Barragem Tarnowski;
- Seção K – Localizada a aproximadamente 20,8 km da Barragem Tarnowski;
- Seção L – Localizada a aproximadamente 27,6 km da Barragem Tarnowski;
- Seção M – Localizada a aproximadamente 35,5 km da Barragem Tarnowski;
- Seção N – Localizada a aproximadamente 42,0 km da Barragem Tarnowski;
- Seção P – Localizada a aproximadamente 46,5 km da Barragem Tarnowski;
- Seção O – Localizada a aproximadamente 48,2 km da Barragem Tarnowski;

Nos quadros e figuras abaixo são apresentados os resultados obtidos a partir das simulações efetuadas, para os cenários de maior criticidade, a saber: P7, C7 e rompimento em cascata.

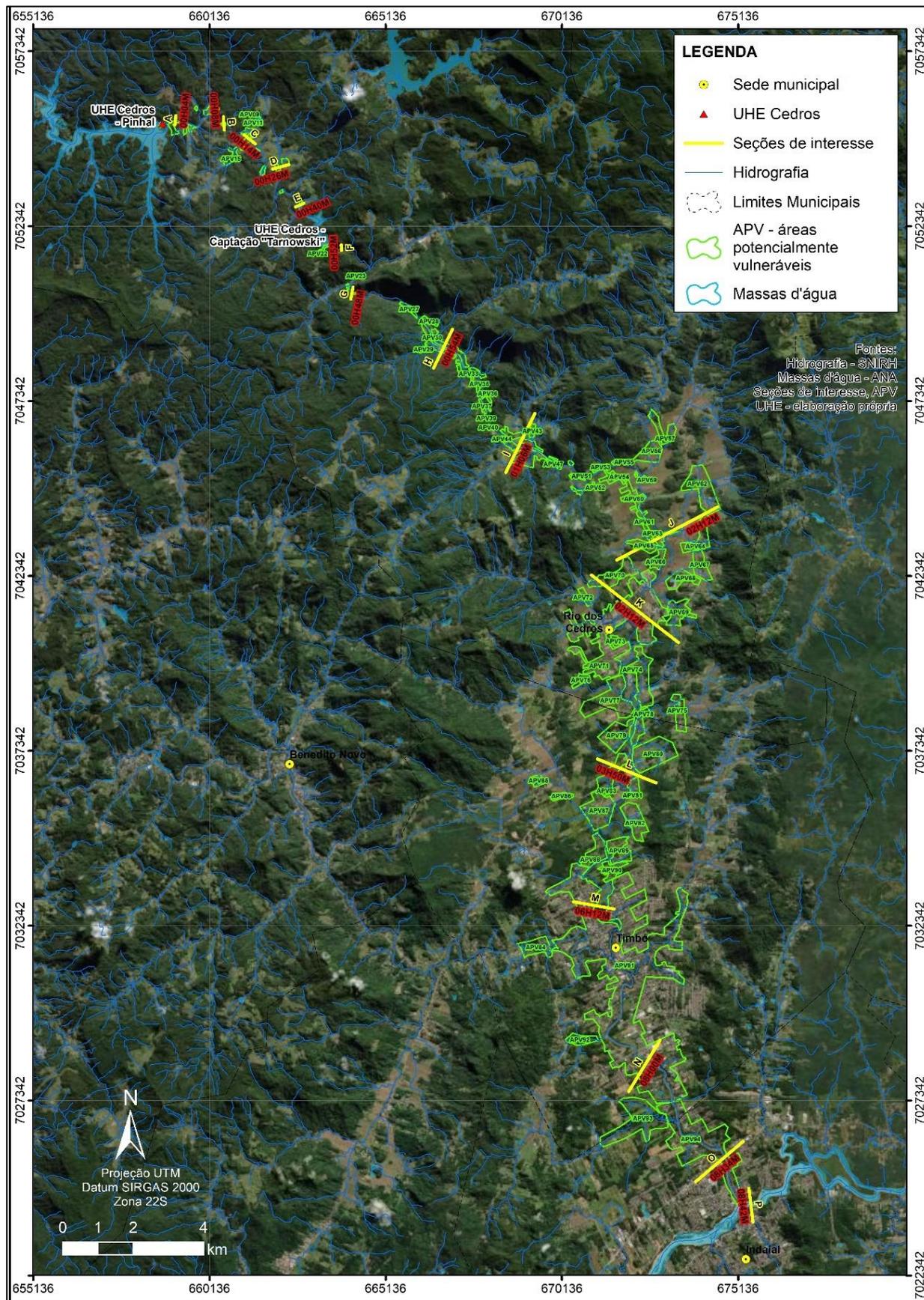
Quadro 22 - Resultados obtidos para a simulação no Cenário P7

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	00H04M	3.136,2	00D00H12M	668,1	4,29
B	00H08M	2.397,4	00D00H30M	650,1	3,24
C	00H14M	1.956,8	00D00H52M	645,4	2,05
D	00H26M	1.647,0	00D01H26M	643,4	1,52
E	00H40M	1.597,5	00D01H40M	638,2	2,72
F	00H52M	1.791,3	00D02H00M	535,5	13,23
G	00H48M	2.005,9	00D02H02M	396,2	6,76
H	00H54M	2.001,7	00D02H08M	223,1	4,04
I	01H06M	1.963,2	00D02H18M	106,7	2,12
J	02H12M	1.286,3	00D03H52M	74,5	1,49
K	02H12M	894,0	00D05H56M	73,2	1,22
L	03H50M	683,7	00D09H40M	69,2	1,11
M	06H12M	584,8	00D13H02M	63,6	1,05
N	08H00M	533,9	00D16H30M	59,6	0,88
O	08H34M	524,6	00D18H06M	56,9	1,14
P	08H42M	770,5	00D18H18M	53,5	1,92

Quadro 23 - Resultados obtidos para a simulação no Cenário C7

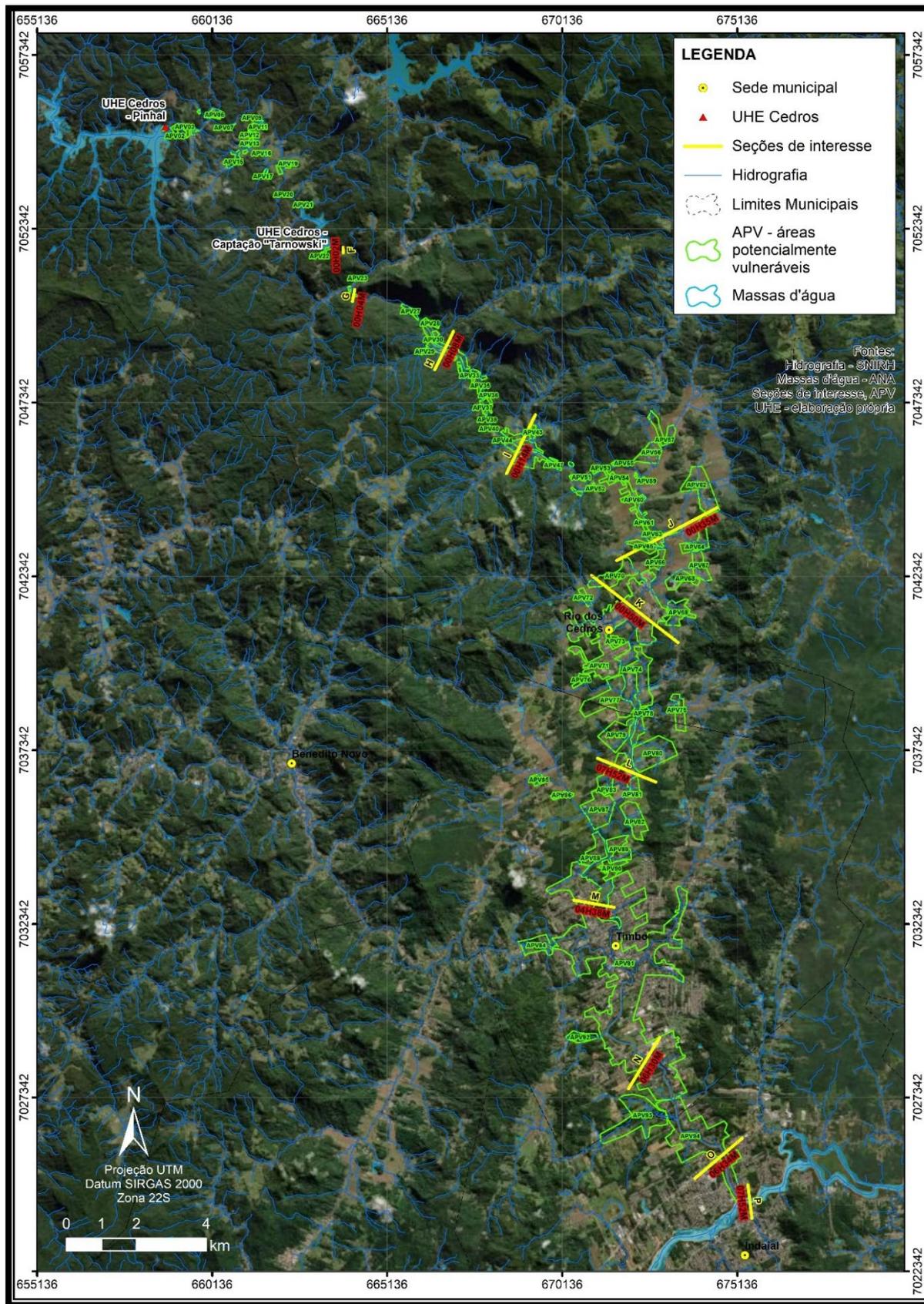
Seção	Tempo de chegada de onda	Vazão máxima (m³/s)	Tempo de pico	Elevação máxima do nível d'água (m)	Velocidade máxima (m/s)
F	00H02M	2.166,9	00D00H04M	536,1	13,87
G	00H04M	2.260,7	00D00H08M	397,6	7,17
H	00H08M	2.279,9	00D00H12M	223,3	4,20
I	00H14M	1.934,7	00D00H22M	106,6	2,24
J	00H35M	707,8	00D01H34M	73,1	0,97
K	00H50M	478,4	00D04H18M	72,0	0,79
L	07H52M	396,5	00D08H56M	68,1	0,82
M	04H38M	366,3	00D12H26M	58,3	1,12
N	06H30M	357,1	00D15H16M	62,2	0,59
O	06H34M	352,7	00D16H50M	56,1	0,71
P	07H52M	598,7	00D17H02M	53,2	1,50

Figura 33 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário P7



DS
SIDS

Figura 34 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário C7

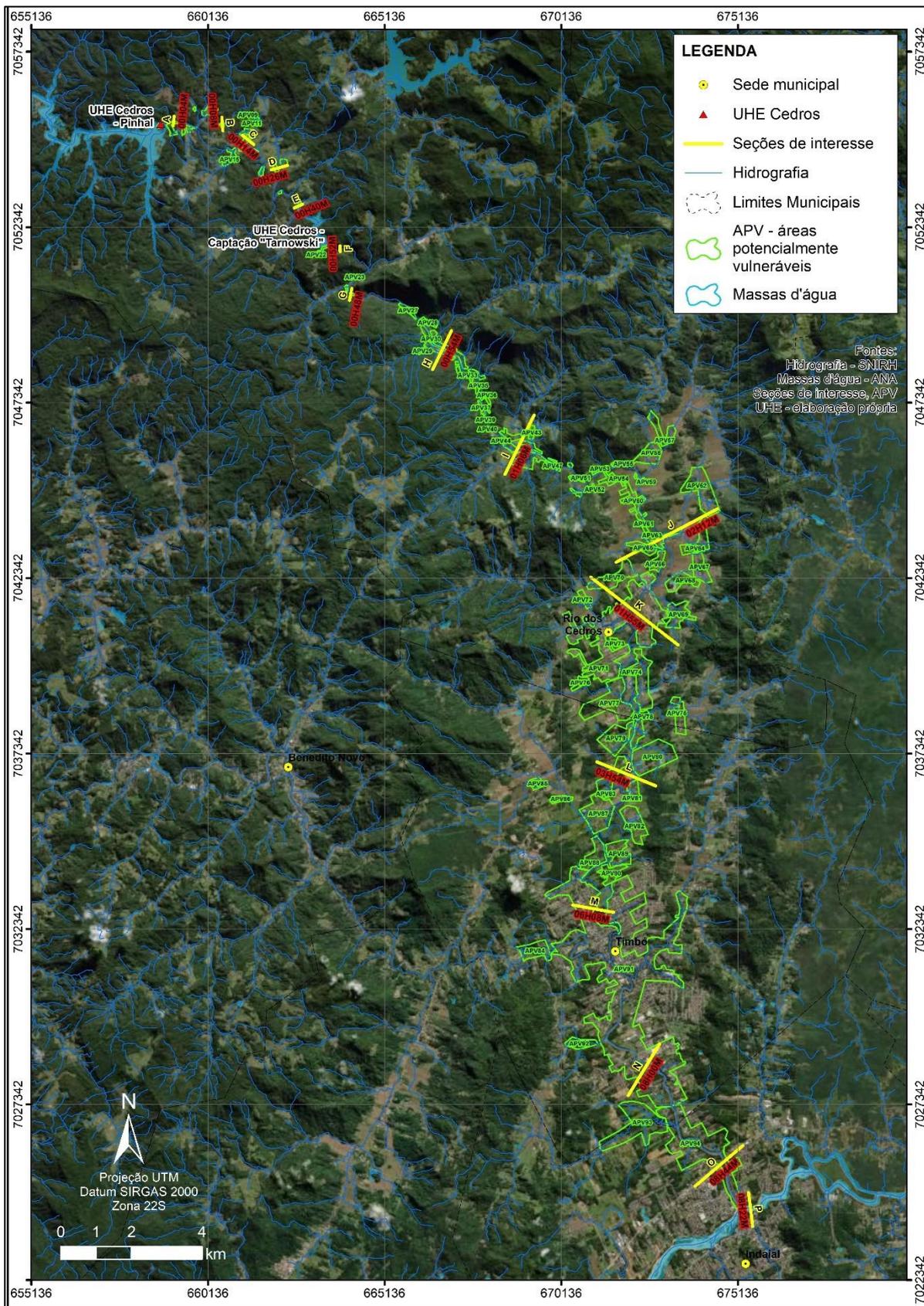


DS
SJDs

Quadro 24 - Resultados obtidos para a simulação no Cenário de rompimento em cascata das barragens

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	00H04M	3.136,2	00D00H12M	668,1	4,29
B	00H08M	2.397,4	00D00H30M	650,1	3,24
C	00H14M	1.956,8	00D00H52M	645,4	2,05
D	00H26M	1.647,0	00D01H26M	643,4	1,52
E	00H40M	1.597,5	00D01H40M	638,2	2,72
F	00H52M	3.670,5	00D02H06M	537,7	13,23
G	00H48M	3.680,6	00D02H08M	401,1	6,76
H	00H54M	3.544,3	00D02H12M	223,7	4,04
I	01H06M	3.300,3	00D02H22M	108,1	2,12
J	02H12M	1.492,7	00D03H36M	74,8	1,49
K	01H55M	1.020,4	00D05H46M	73,5	1,22
L	03H54M	790,7	00D09H32M	69,5	1,11
M	06H08M	664,6	00D12H52M	64,1	1,05
N	08H00M	600,5	00D16H34M	60,0	0,88
O	08H44M	590,2	00D18H16M	57,3	1,14
P	08H22M	836,1	00D18H26M	53,6	1,92

Figura 35 - Tempo de chegada da onda de cheia para Cenário de rompimento em cascata



DS
SADS

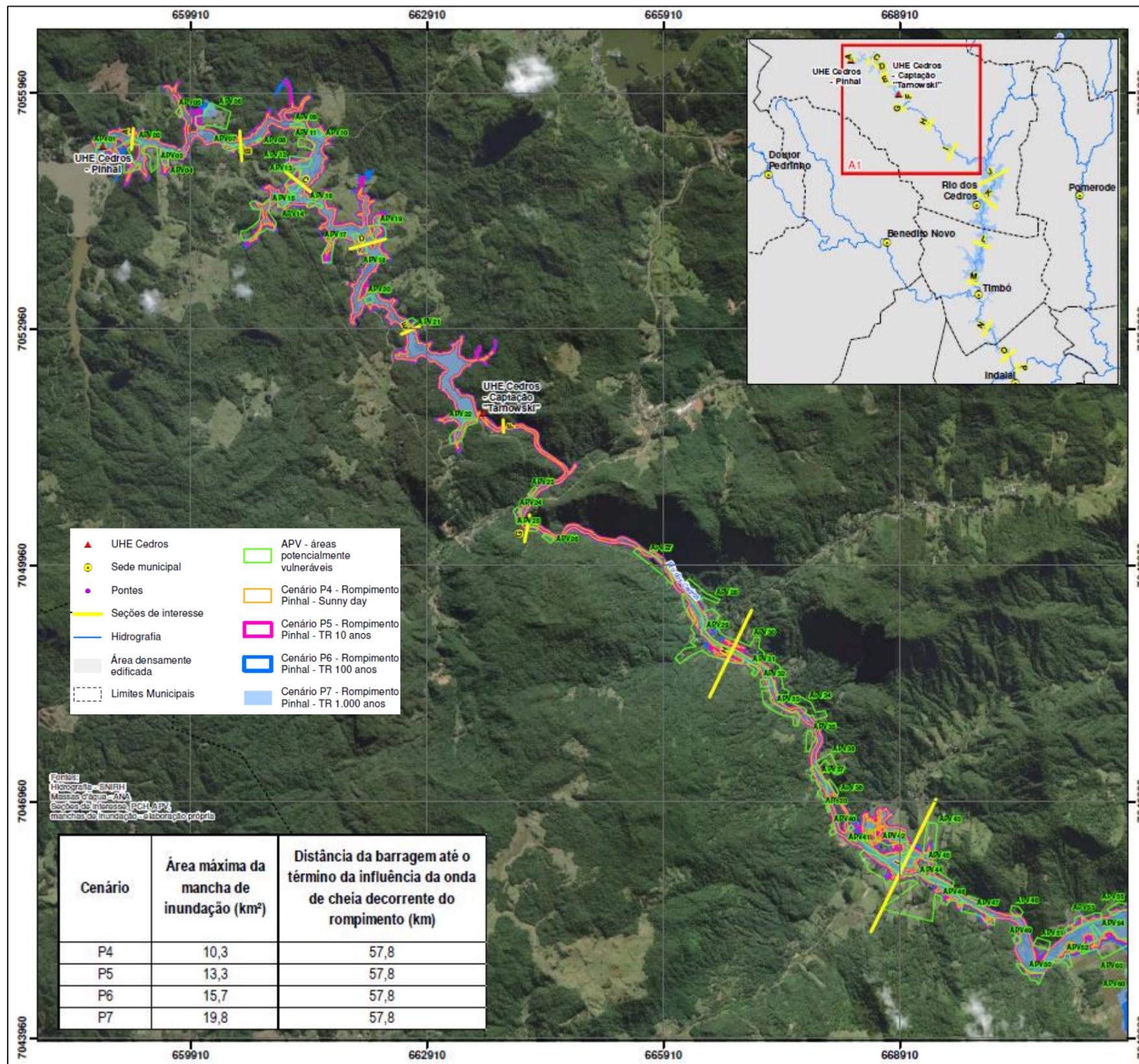
8.7. Manchas de Inundação

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 DES-ISB-6090-URC-01-01 a DES-ISB-6090-URC-04-01, DES-ISB-6090-URC-09-01 e DES-ISB-6090-URC-10-01, as quais constam no ANEXO VI – Mapas das Manchas de Inundação.

A Figura 36 e a Figura 37 apresentam as manchas da inundação resultantes para cenários simulados da Barragem Pinhal. A Figura 38 e a Figura 39, apresentam as manchas da inundação resultantes para as simulações da Barragem Tarnowski. A Figura 40 e a Figura 41 apresentam as manchas da inundação resultantes para o cenário de rompimentos em cascata. Em todas as situações, é possível observar que quase todas as APVs no curso das simulações são atingidas em pelo menos um dos cenários.

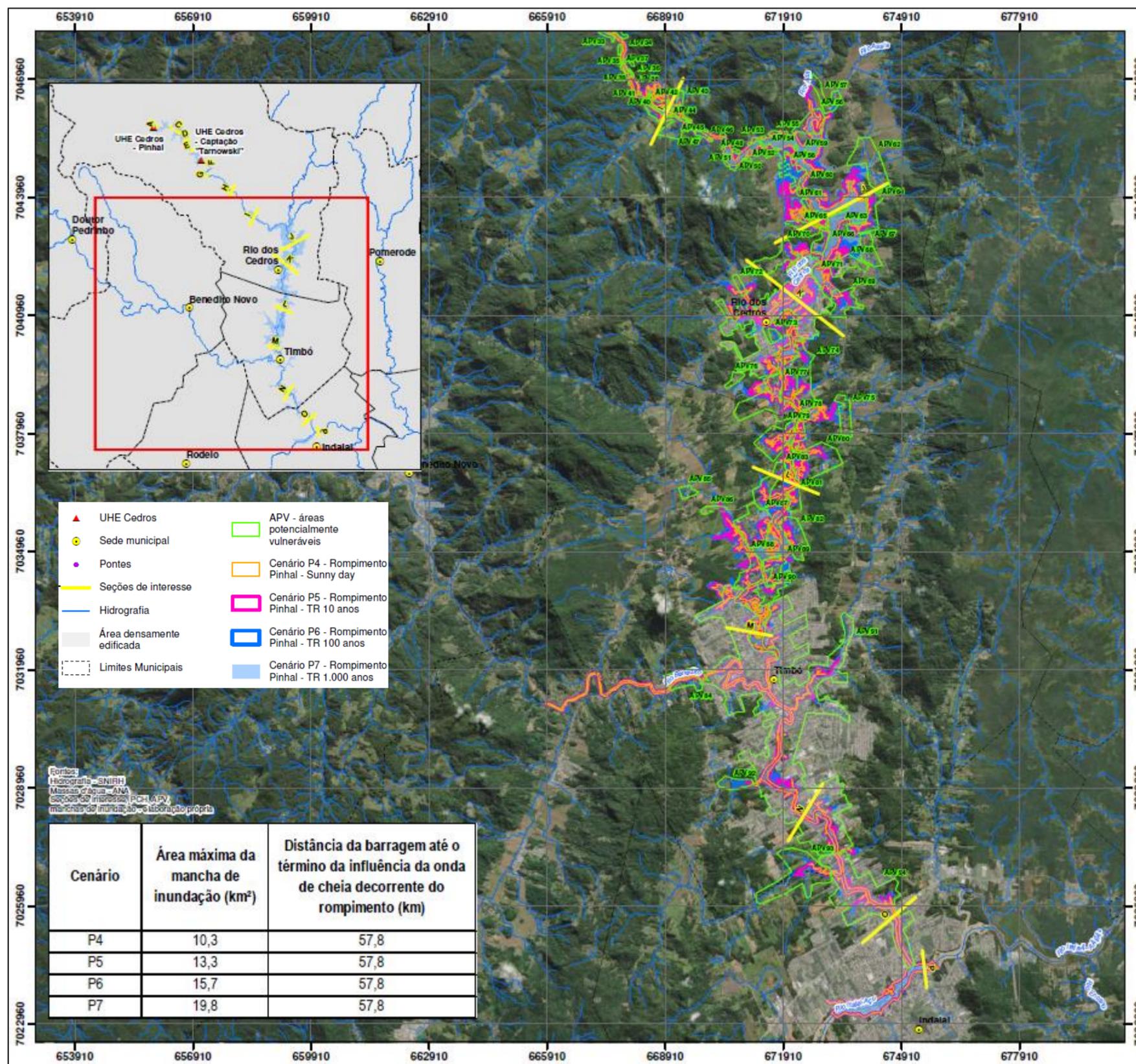
DS
SJS

Figura 36 - Mapas de Inundação – Cenários P4 a P7 – articulação 01



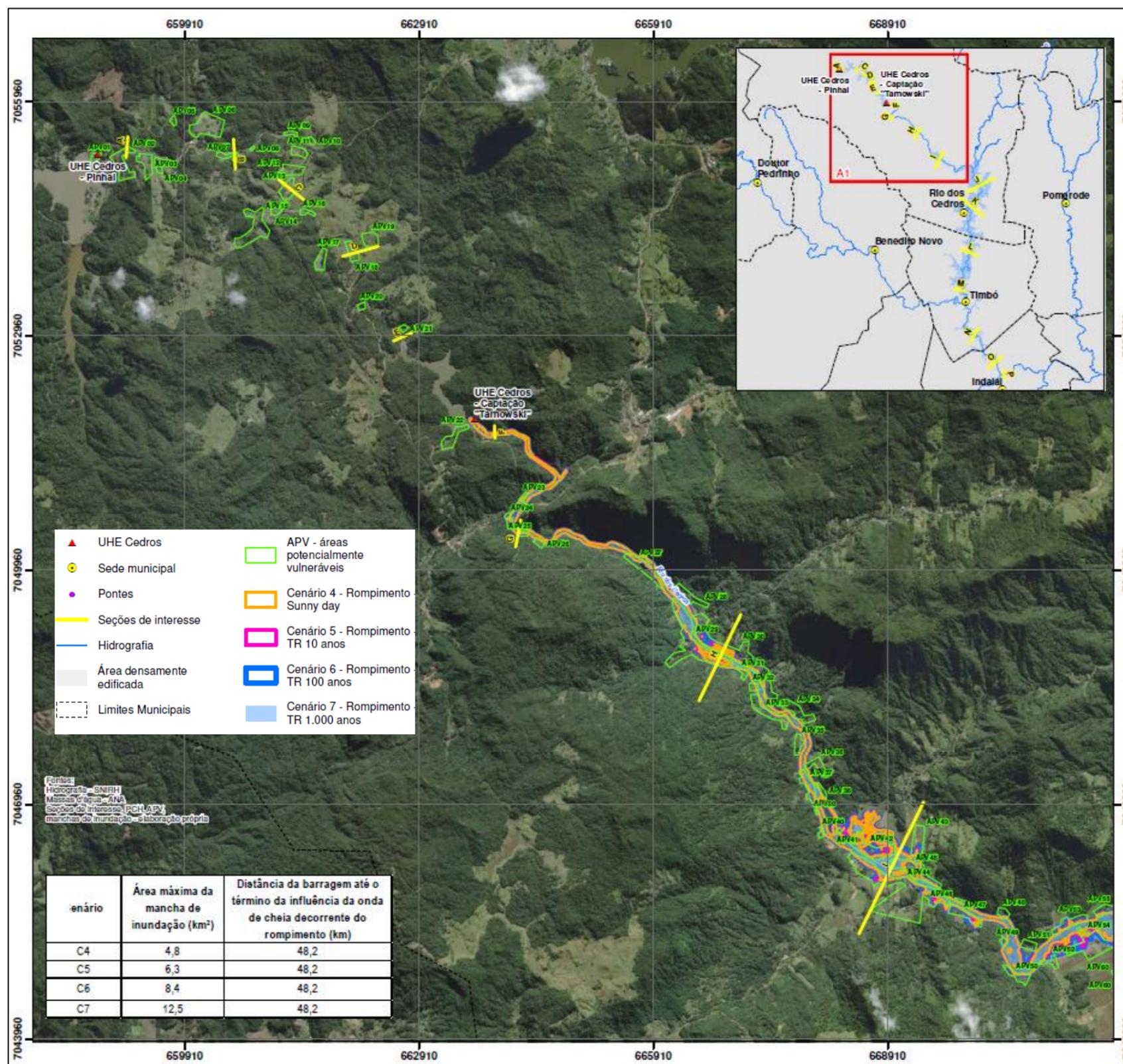
DS
SADS

Figura 37 - Mapas de Inundação – Cenários P4 a P7 – articulação 02



DS
SADS

Figura 38 - Mapas de Inundação – Cenários C4 a C7 – articulação 01



DS
SIDS

Figura 39 - Mapas de Inundação – Cenários C4 a C7 – articulação 02

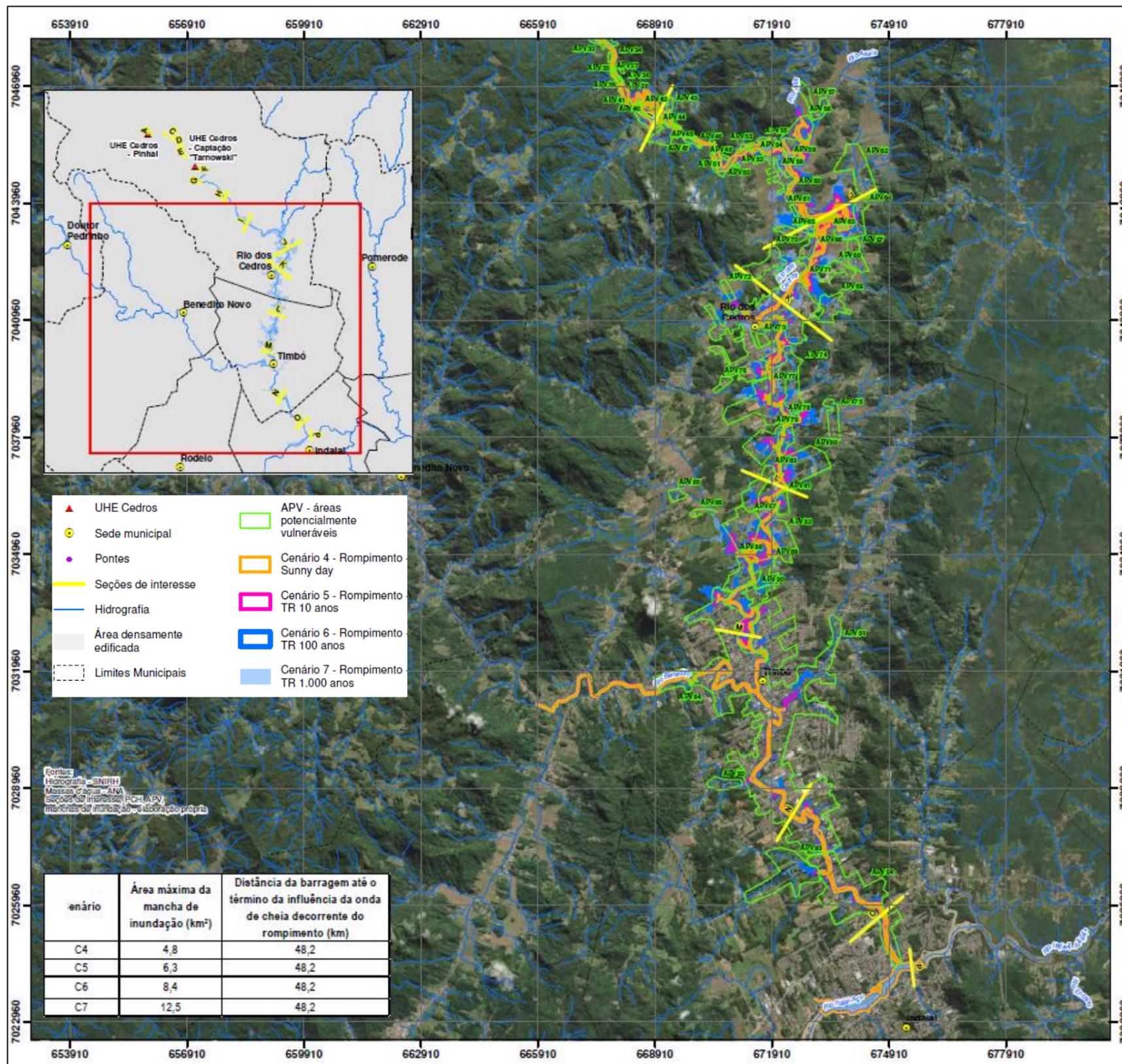
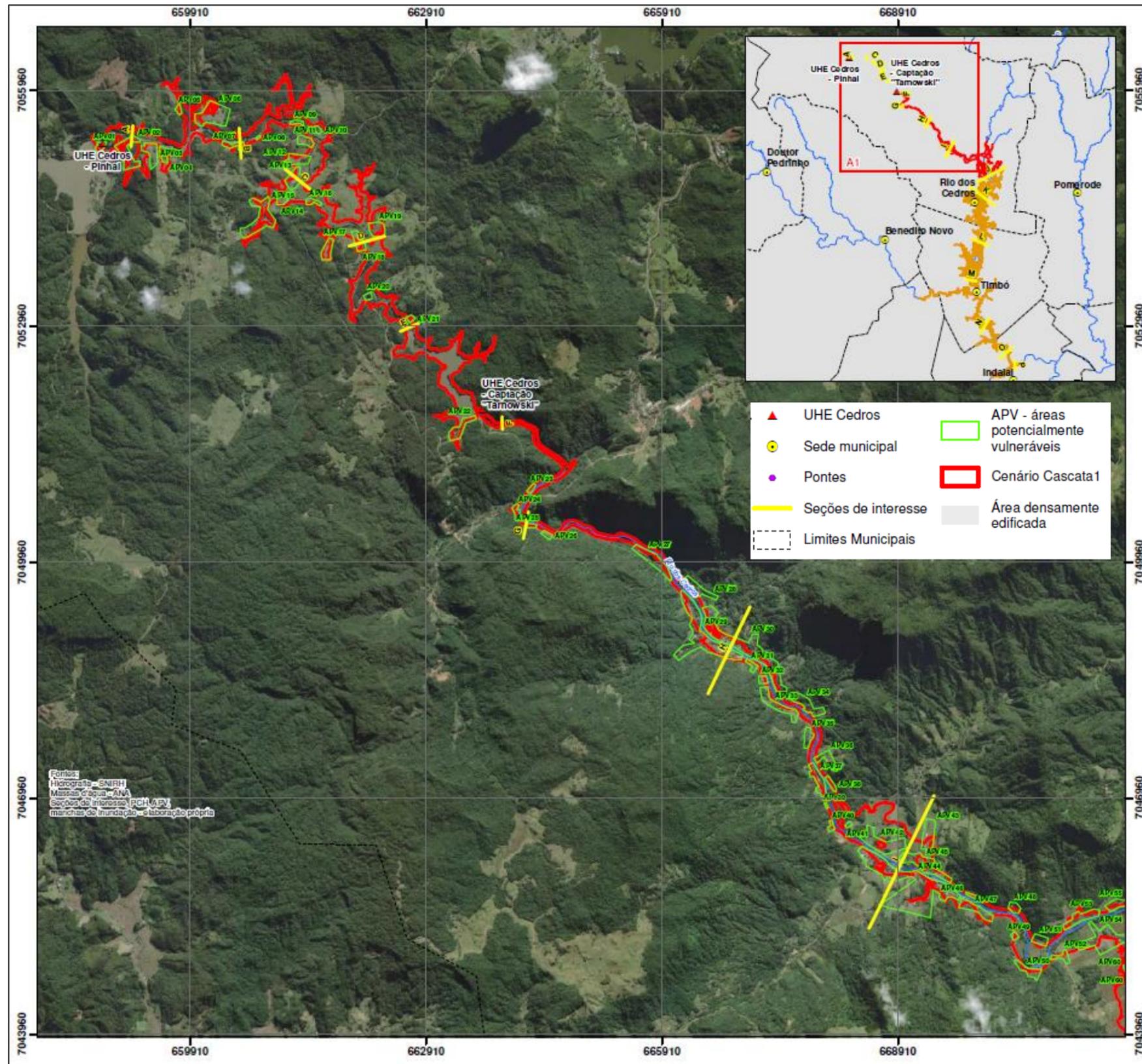
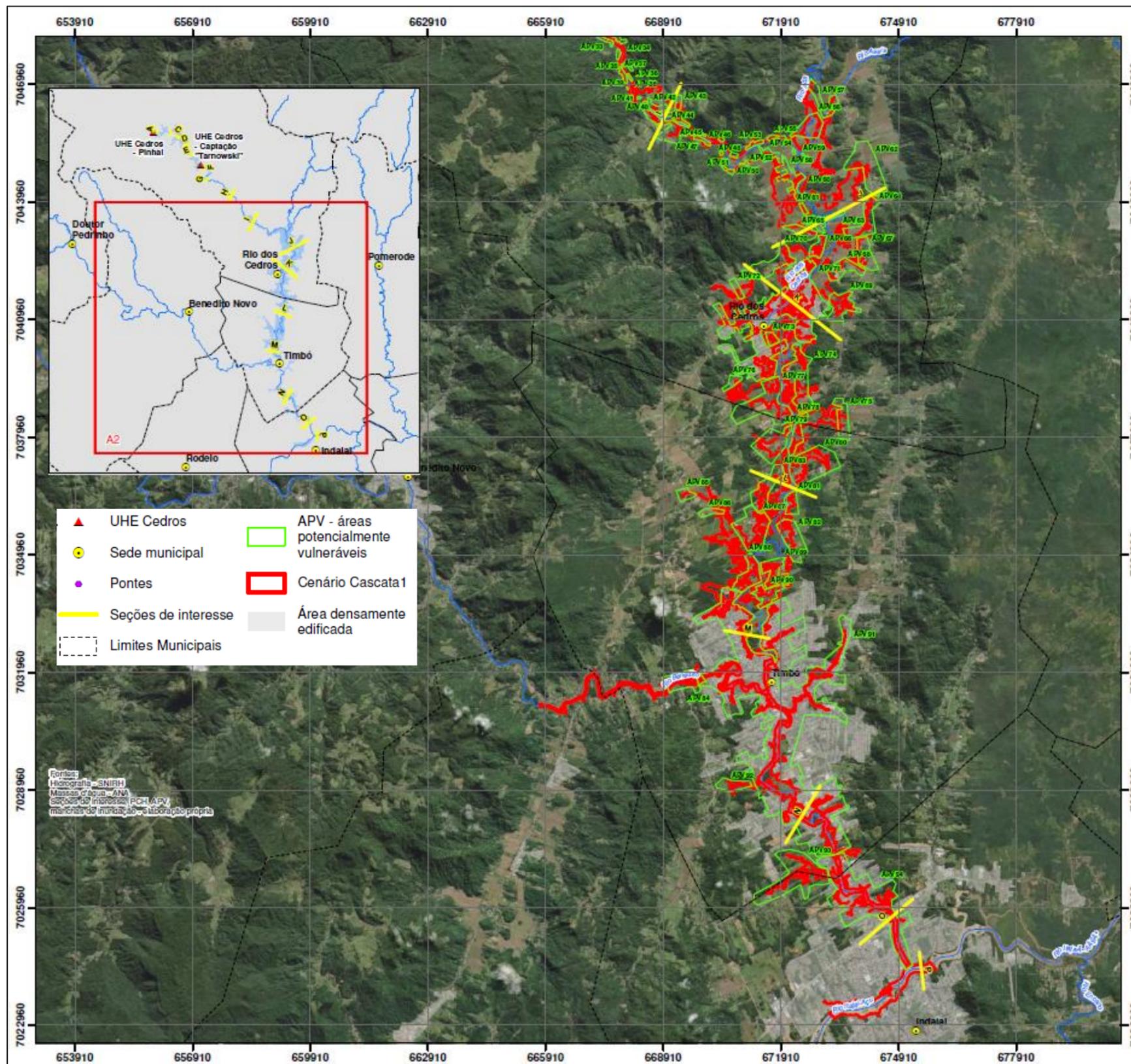


Figura 40 - Mapas de Inundação – Cenário de rompimento em cascata – articulação 01



DS
SJS

Figura 41 - Mapas de Inundação – Cenário de rompimento em cascata – articulação 02



DS
SADS

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.

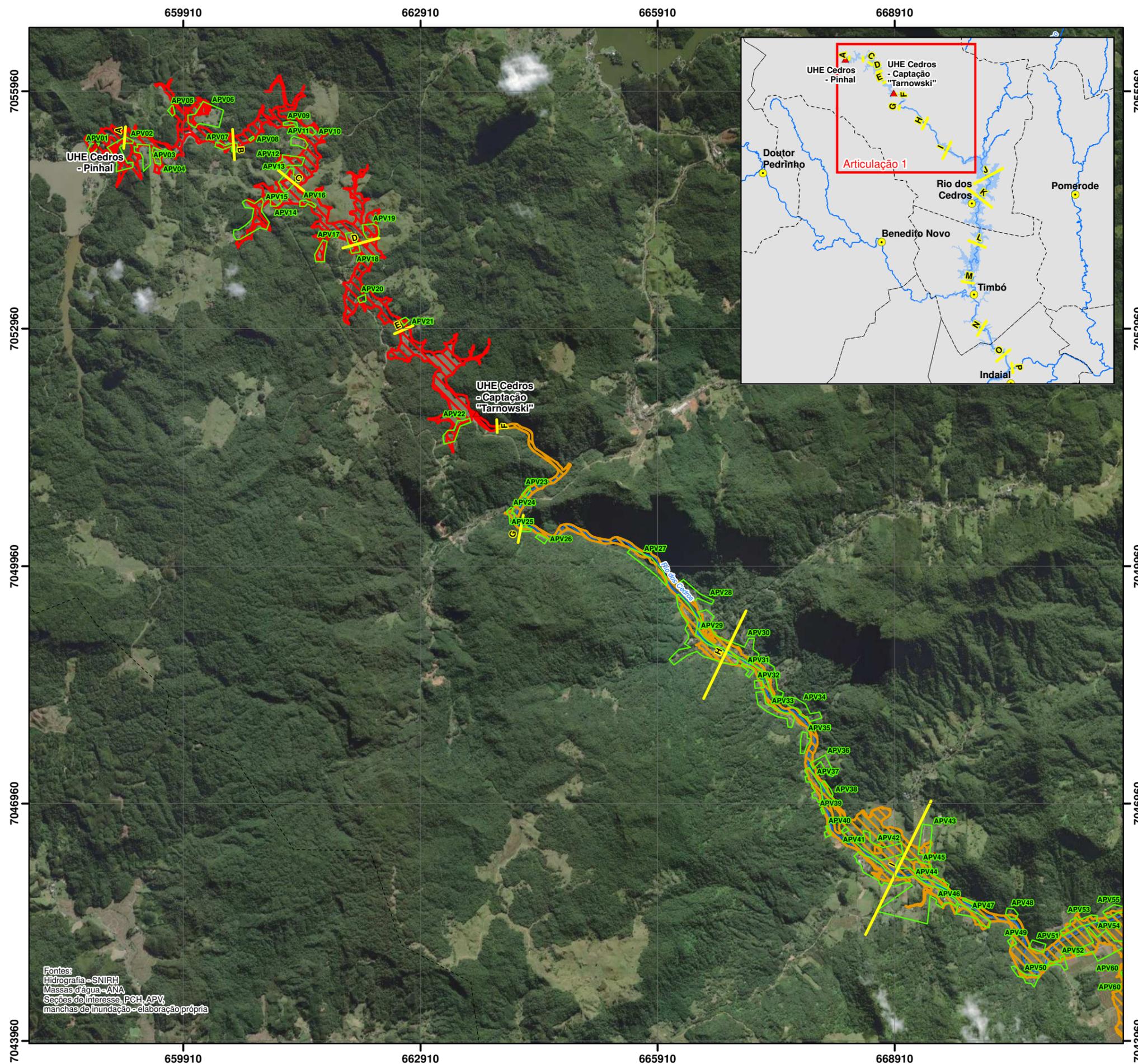
Por sua vez, a zona de segurança secundária (ZSS), segundo a Política Nacional de Segurança de barragens (Lei 14.066 de 2020) consiste em trecho constante do mapa de inundação que não é definido como ZAS (Zona de Auto Salvamento). Dessa forma, entende-se que esta zona seria definida como toda a mancha de inundação mapeada, excetuando a ZAS.

Para a UHE Cedros, pela existência de dois barramentos em cascata e a existência de populações no trecho entre as barragens Pinhal e Tarnowski, optou-se por estabelecer ZAS e ZSS individuais para as barragens Pinhal e Tarnowski, considerando as características de distância e tempo de chegada dos cenários mais críticos simulados para esses empreendimentos (Cenário 7) e utilizando a mancha de inundação proveniente do cenário de rompimento em cascata (Cascata1), estando a favor da segurança tanto em termos de extensão de ZAS quanto em largura da mancha. Nesse sentido, em termos de segurança de barragens, caso se observe uma situação em que o PAE tenha que ser acionado na barragem Pinhal, a barragem a jusante, Tarnowski, também terá seus procedimentos de emergência desencadeados, fazendo com que ambas as ZAS sejam consideradas.

Nas pranchas DES-ISB-6090-URC-05-01 e DES-ISB-6090-URC-06-01 são apresentadas as articulações dos mapa da ZAS da Barragem Pinhal, definida considerando a extensão da mancha limitada pela seção F, localizada a cerca de 10km a jusante da barragem. Neste caso, a ZSS correspondeu à diferença entre as seções F e P, ocorrendo entre 10 km e 58 km a jusante da Barragem Pinhal. Já nas pranchas DES-ISB-6090-URC-07-01 e DES-ISB-6090-URC-08-01 são apresentadas as duas articulações do mapa da ZAS da Barragem Tarnowski, definida considerando a extensão da mancha limitada pela seção J, localizada a cerca de 17,3 km a jusante da barragem e onde tempo de chegada de onda no cenário mais extremo (cenário 7) é de 35 min. Neste caso, a ZSS correspondeu à diferença entre as seções J e P, ocorrendo entre 17,3 km e 48 km a jusante da Barragem Tarnowski.

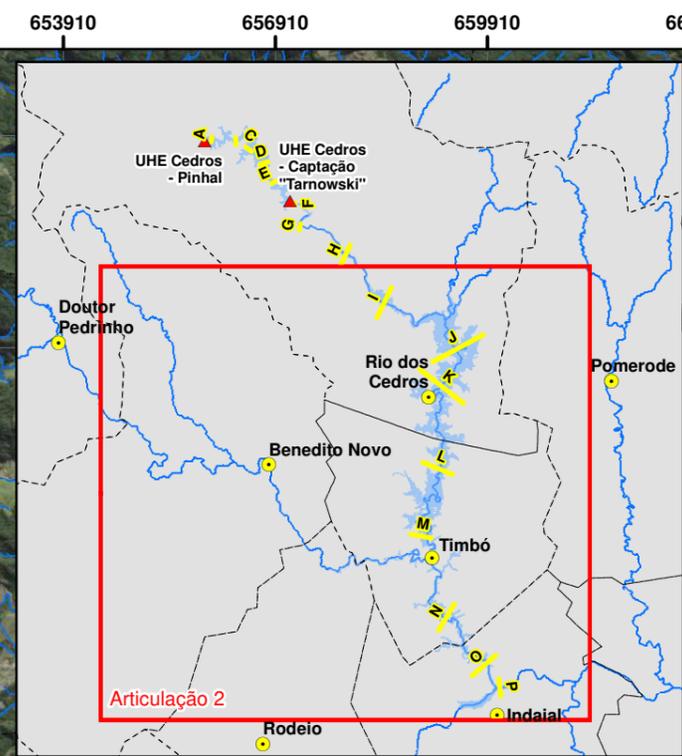
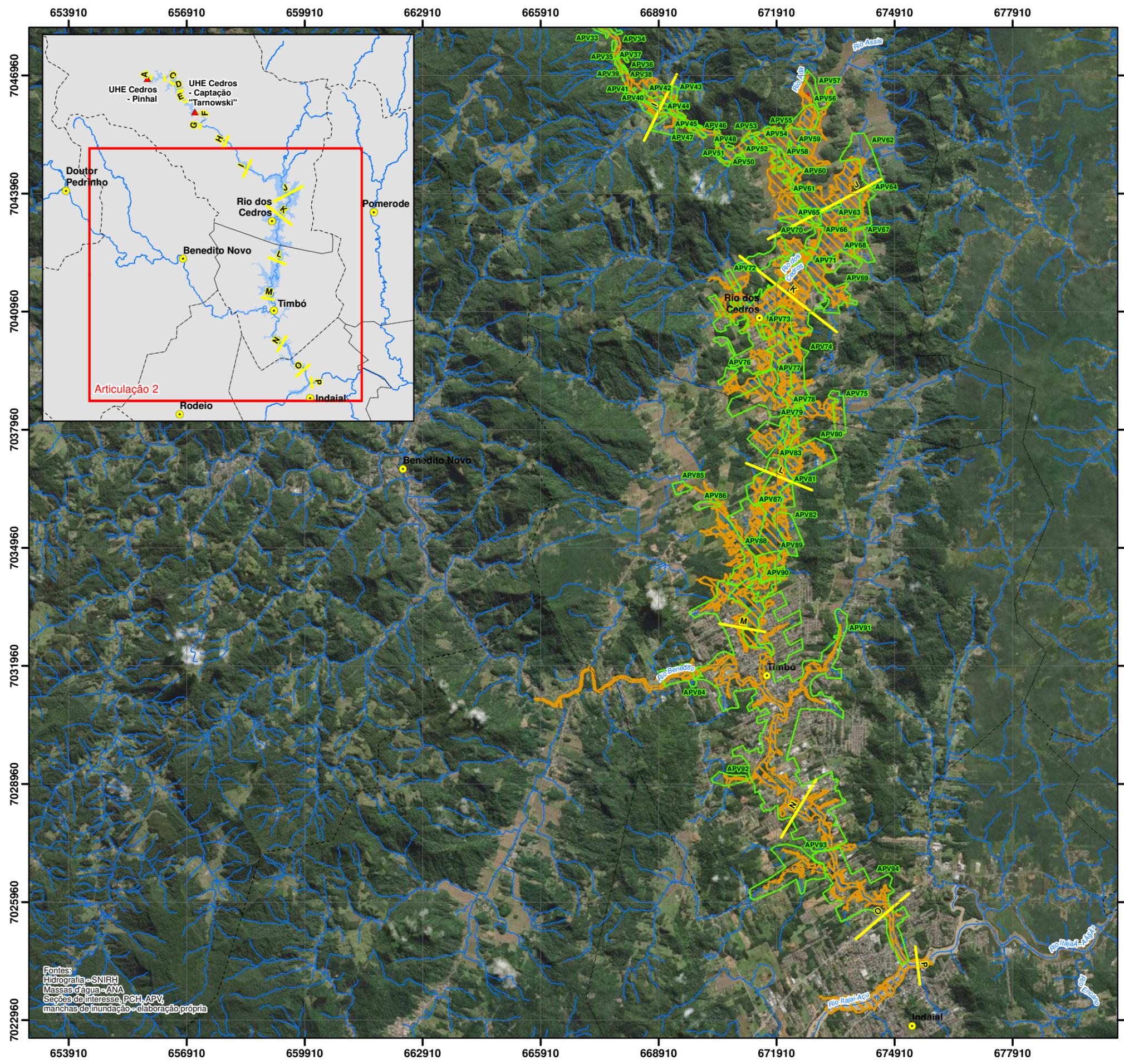


DS
SJS



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

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA				
NOTAS GERAIS				
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM) ZONA 22S				
LEGENDA				
▲ UHE Cedros	□ APV - áreas potencialmente vulneráveis	▨ Zona de Auto-salvamento		
● Sede municipal	▨ Zona de Segurança Secundária			
● Pontes				
— Seções de interesse				
- - - Limites Municipais				
 0 0.75 1.5 3 km Projeção UTM Datum SIRGAS 2000 Zona 22S				
01	11/11/2022	EXEC.	VERIF.	APROV.
REV	DATA	ARTHUR T.	LUCAS T.	FABRICIO V.
Vieira & Fernandes Vieira Ltda. - Contrato: 4600006090 Resp. Técnico: Fabricio Vieira - CREA: 506.224.839-9/SP				
				
DES-ISB-6090-UCR-05-01				
CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.				
PROGRAMA: SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE CEDROS				
ÁREA:				
TÍTULO: Zona de Auto Salvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS) da Barragem Pinhal – Articulação 1				
PROJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	APROV. MARCELE C.
VERIF.	LUCAS T.	APROV.	FABRICIO V.	
DATA	11/11/2022	ESCALA	1 : 50,000	FOLHA 1 de 1
Nº	DS SIDS			



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

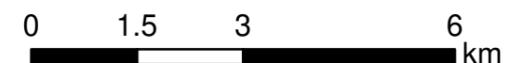
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

- ▲ UHE Cedros
- Sede municipal
- Pontes
- Seções de interesse
- Hidrografia
- Área densamente edificada
- Limites Municipais
- APV - áreas potencialmente vulneráveis
- Zona de Auto-salvamento
- Zona de Segurança Secundária



Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22S

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

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



DES-ISB-6090-UCR-06-01

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

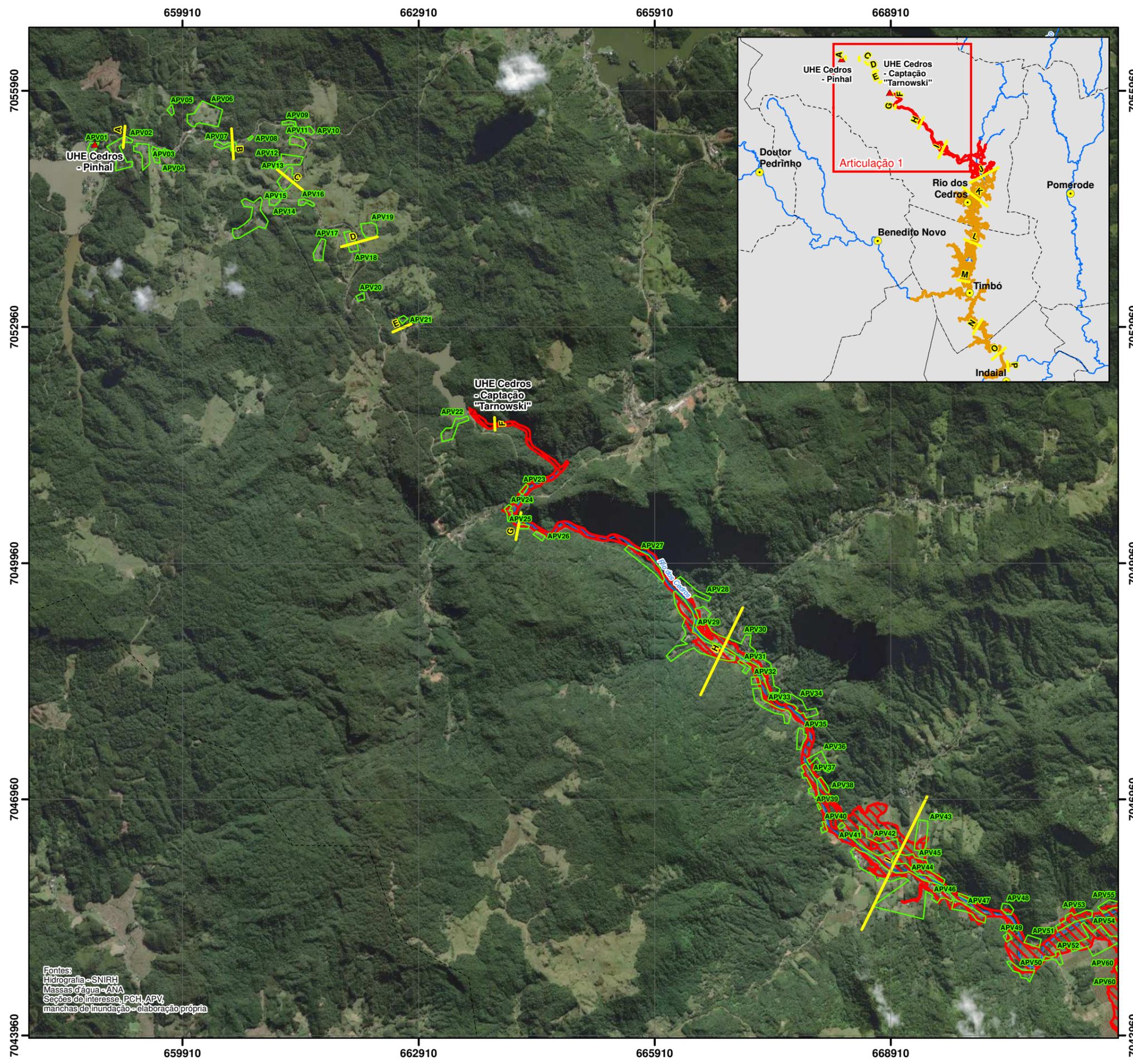
PROGRAMA: SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE CEDROS

ÁREA:

TÍTULO:
Zona de Auto Salvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS) da barragem Pinhal - Articulação 2

PROJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	APROV.	MARCELE C.
VERIF.	LUCAS T.	APROV.	FABRICIO V.		
DATA	11/11/2022	ESCALA	1 : 100,000	FOLHA	1 de 1

Nº DS
SIDS



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

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

- ▲ UHE Cedros
- APV - áreas potencialmente vulneráveis
- Sede municipal
- ▨ Zona de Auto-salvamento
- Pontes
- ▨ Zona de Segurança Secundária
- Seções de interesse
- - - Limites Municipais



0 0.75 1.5 3 km

Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22S

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

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




DES-ISB-6090-URC-07-01

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

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

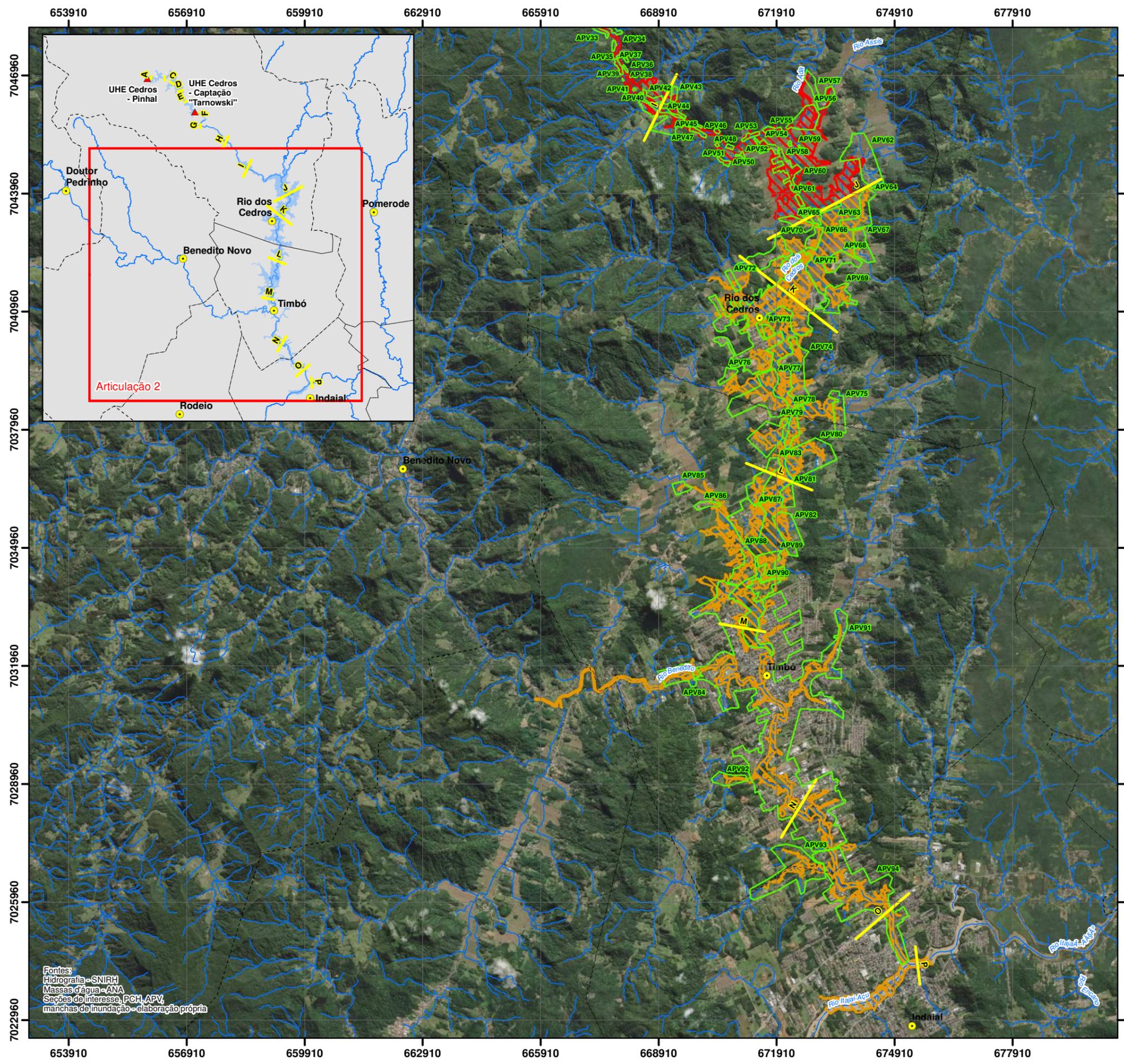
ÁREA:

TÍTULO:
Zona de Auto Salvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS) da barragem Tarnowski - Articulação 1

PROJ. ARTHUR T.	EXEC. ARTHUR T.	APROV. MARCELE C.
VERIF. LUCAS T.	APROV. FABRICIO V.	
DATA 11/11/2022	ESCALA ₁ : 50,000	FOLHA 1 de 1

Nº DS

SJS



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

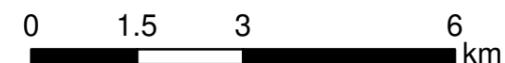
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

- ▲ UHE Cedros
- Sede municipal
- Pontes
- Seções de interesse
- Hidrografia
- Área densamente edificada
- Limites Municipais
- APV - áreas potencialmente vulneráveis
- Zona de Auto-salvamento
- Zona de Segurança Secundária



Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22S

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

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



DES-ISB-6090-URC-08-01

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

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

ÁREA:

TÍTULO:
Zona de Auto Salvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS) da barragem Tarnowski - Articulação 2

PROJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	APROV.	MARCELE C.
VERIF.	LUCAS T.	APROV.	FABRICIO V.		
DATA	11/11/2022	ESCALA	1 : 100,000	FOLHA	1 de 1

Nº SJS

8.9. Conclusões do Estudo de Ruptura

- As simulações realizadas permitem identificar que a área que poderá ser impactada por um potencial rompimento das barragens que fazem parte do complexo da UHE Cedros apresenta características distintas, podendo ser dividida majoritariamente em duas partes: (i) o trecho a jusante da barragem Pinhal e a montante de Cedros-Tarnowski e; (ii) o trecho a jusante da Barragem Tarnowski, ao qual está localizada a barragem de Captação Máquina 03, da UHE Palmeiras;
- Dentre os cenários simulados, destaca-se o cenário que simula o impacto decorrente do rompimento da barragem de Pinhal e conseqüente rompimento em cascata da barragem Tarnowski (que tem potencial para receber o hidrograma de ruptura de Pinhal aproximadamente 25 minutos após o início da formação da brecha em Pinhal). Nesse cenário, a vazão de pico gerada após o acúmulo da onda de ruptura de Pinhal com a onda de ruptura de Tarnowski é da ordem de 3700 m³/s, sendo esse hidrograma responsável por galgar a barragem Captação Máquina 03, da UHE Palmeiras, que se encontra a aproximadamente 2 km a jusante da Tarnowski. Ao final do trecho simulado (35,2 km a jusante de Captação Máquina 03), essa vazão de pico é diminuída para aproximadamente 830 m³/s, sendo este hidrograma propagado majoritariamente dentro da calha maior do curso hídrico (na seção mais de jusante);
- Para os diferentes cenários de simulações realizadas foram delimitadas duas ZAS, considerando o cenário de cascata anteriormente apresentado, de forma que a análise das manchas de inundação versus as áreas listadas como potencialmente vulneráveis resultou no atingimento de partes de praticamente todas as áreas demarcadas. Ainda, é relevante ressaltar que o vale de jusante se caracteriza por uma região com população densa, o que aumenta o risco de perda de vidas em caso de acidentes;
- 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. Entretanto, com poucas exceções nas planícies de inundação, as profundidades simuladas nestes locais dificilmente ultrapassam o valor de 6 metros. Profundidades da ordem de até 12 metros foram obtidas em locais mais montanhosos e próximos dos barramentos simulados, principalmente em locais de vales muito encaixados.

DS
S.M.S.

9. NOTIFICAÇÃO E SISTEMAS DE ALERTA

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

9.1. Meios de divulgação e Comunicação

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

- Prefeituras Municipais de Rio dos Cedros/SC, Timbó/SC e Indaial/SC;
- Defesa Civil do Estado de Santa Catarina e coordenadorias regionais de abrangência;
- Casa de Força da UHE Cedros e UHE Palmeiras;
- 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 municipais;
- Defesa Civil Estadual e Coordenadorias Regionais de abrangência;
- COG – Centro de Operação da Geração;
- Responsável Legal da Celesc Geração.

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

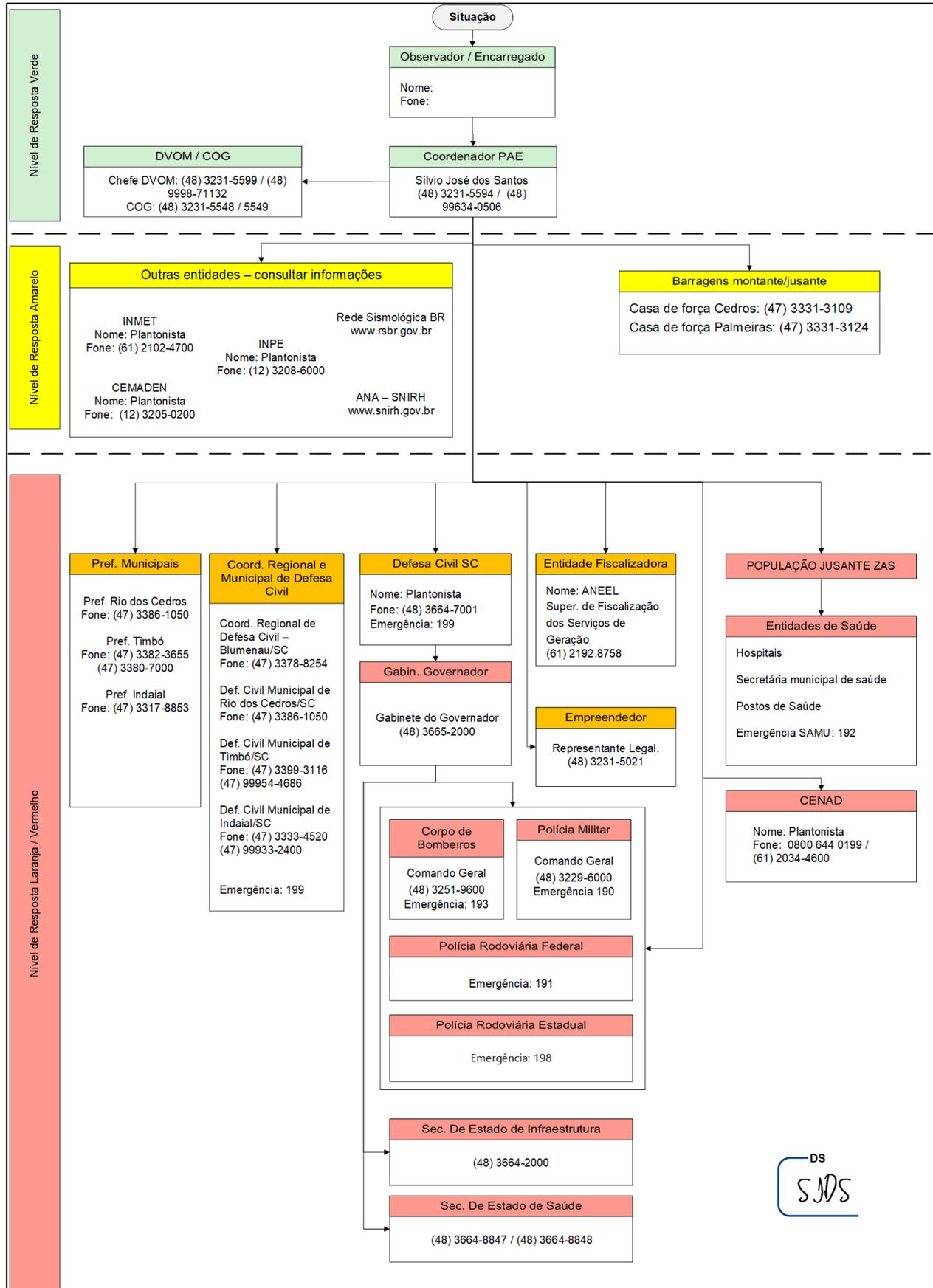
- Meios de comunicação social (rádio e televisão);
- Afixação de comunicados de alerta;
- Sistemas de mensagens do sistema de telefonia (SMS);
- E-mails / websites institucionais;



DS
SADS

O fluxograma de notificações é apresentado na Figura 42.

Figura 42 - Fluxograma de Notificação



DS
SADS

9.2. Alerta sonoro

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

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

9.3. Pontos de Encontro

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

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

Os pontos de encontro foram estabelecidos considerando conjuntamente as simulações dos estudos de ruptura dos barramentos da UHE Cedro e Palmeiras, estabelecendo 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 das UHEs Cedros e Palmeiras, 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.

No caso dos pontos de encontro associados à ZAS, visto que não há tempo hábil de ação das autoridades e que a população deve providenciar o seu salvamento, os pontos indicados são

sugestivos, de modo que a premissa principal seja que a população se desloque para fora dos limites da área da mancha e ir para uma zona segura por conta própria, independentemente de ser um ponto de encontro ou não.

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 25, com sua localização, descrição, rotas de fuga sugeridas e outras estruturas de referência na área apresentados nas pranchas subsequentes.

Quadro 25 - Pontos de Encontro – ZAS e ZSS – UHEs Cedros e Palmeiras

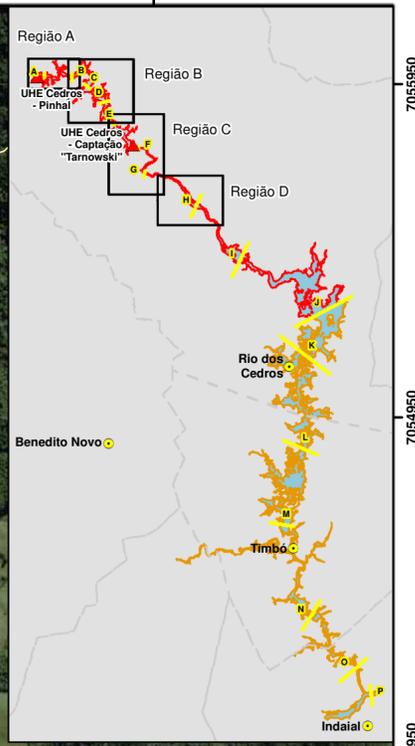
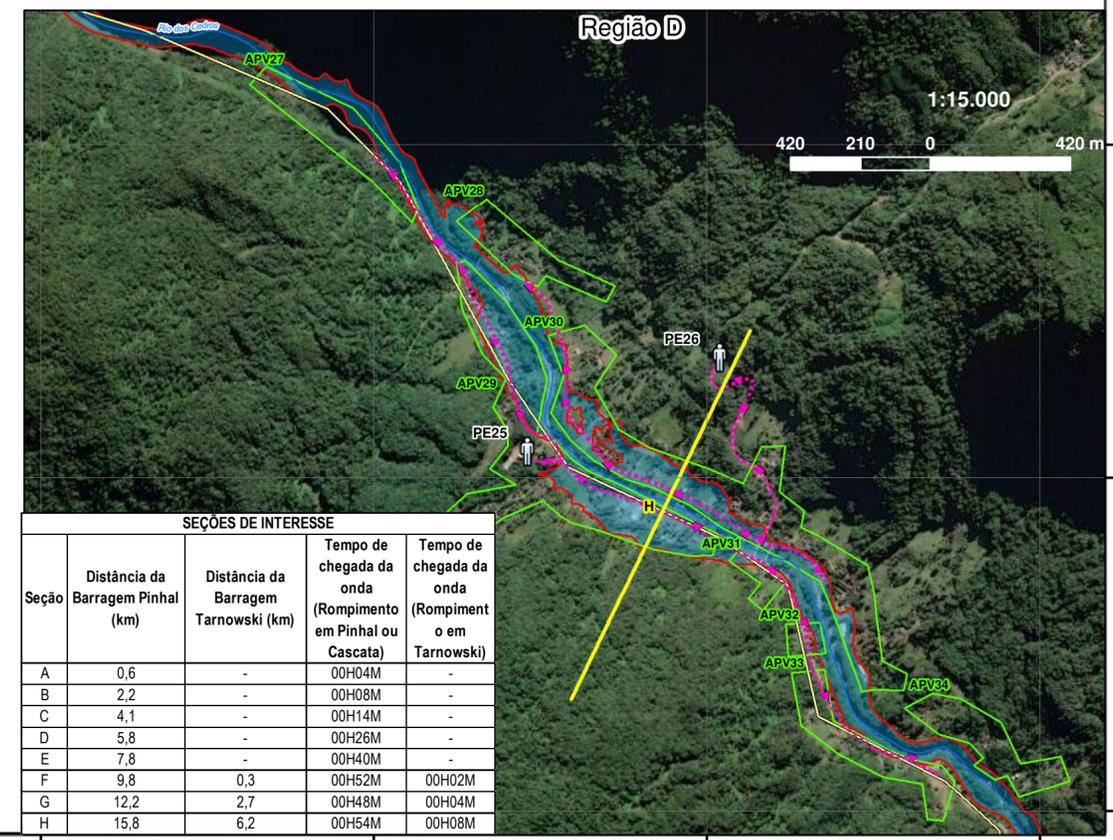
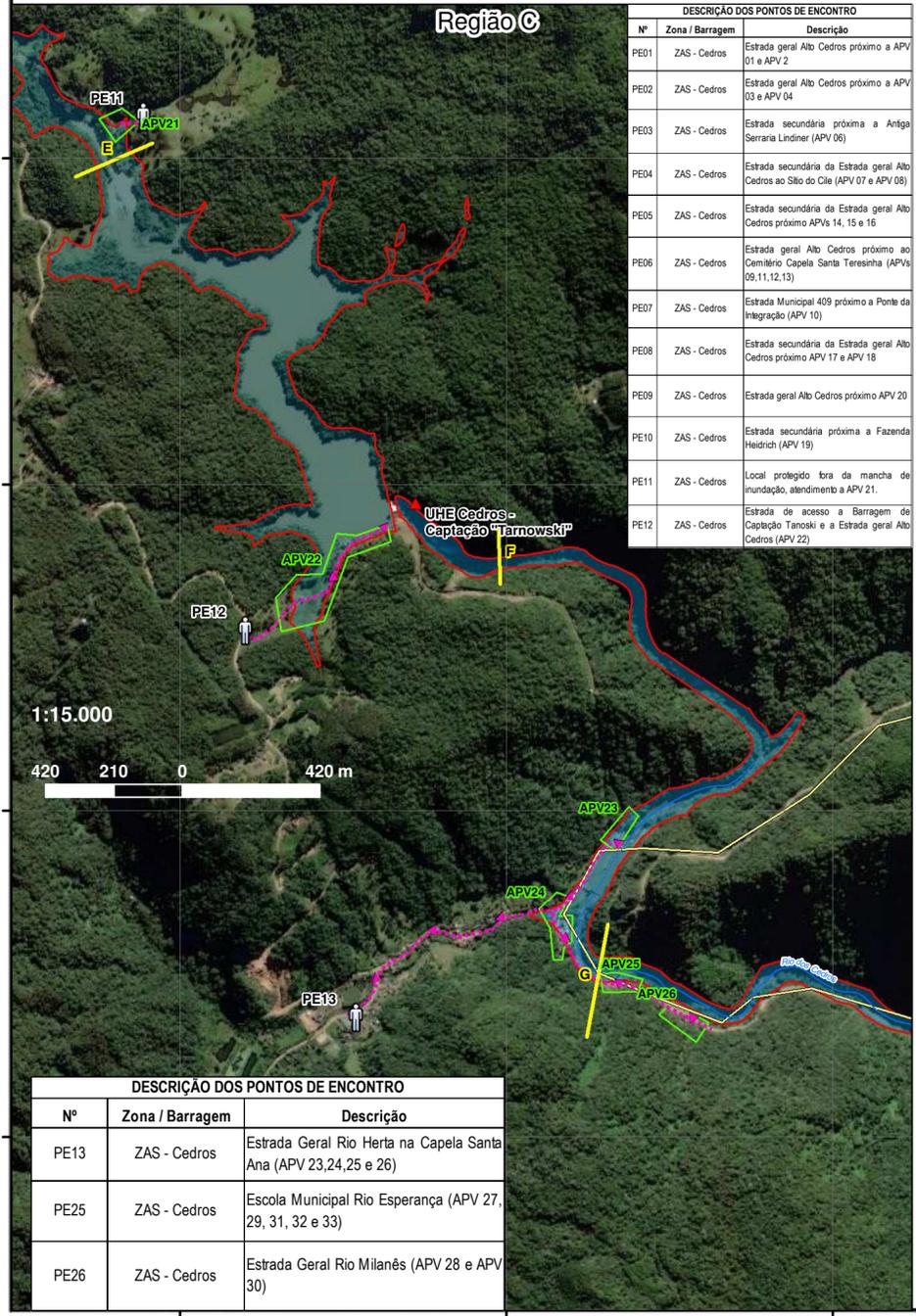
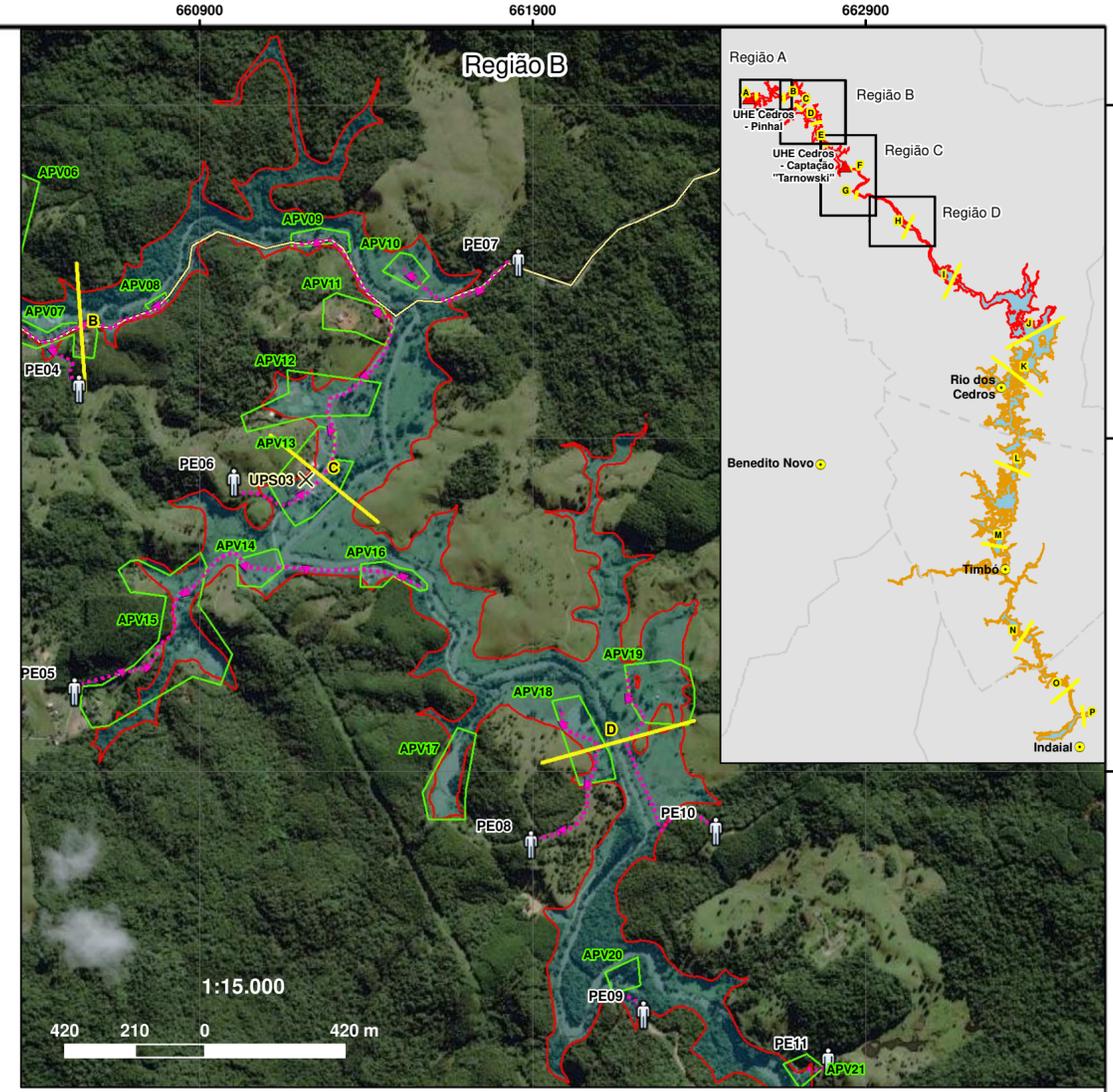
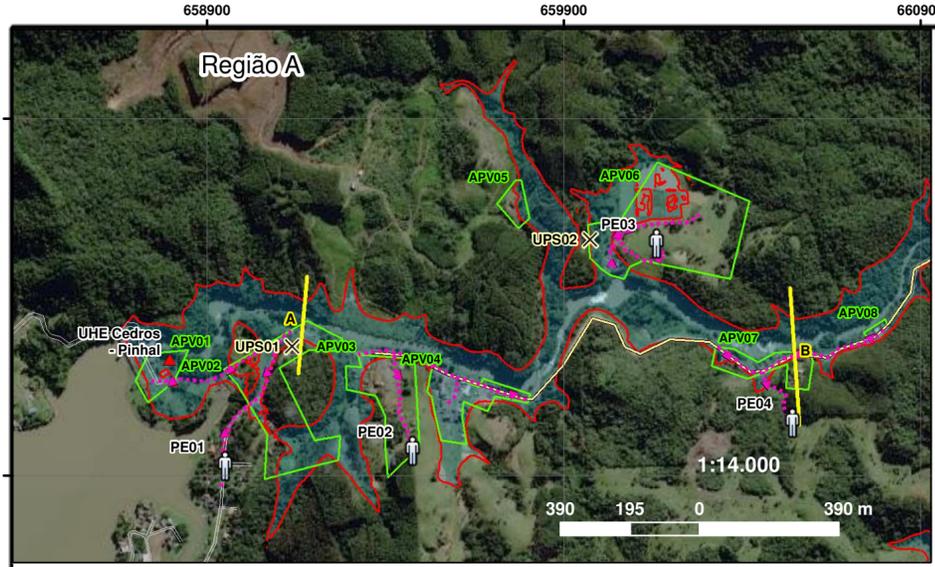
Nº	Zona / Usina	Descrição	Coordenadas
PE01	ZAS - Cedros	Estrada geral Alto Cedros próximo a APV 01 e APV 02	-26.617°S -49.403°O
PE02	ZAS - Cedros	Estrada geral Alto Cedros próximo a APV 03 e APV 04	-26.617°S -49.398°O
PE03	ZAS - Cedros	Estrada secundária próxima a Antiga Serraria Lindiner (APV 06)	-26.611°S -49.391°O
PE04	ZAS - Cedros	Estrada secundária da Estrada geral Alto Cedros ao Sítio do Cile (APV 07 e APV 08)	-26.616°S -49.388°O
PE05	ZAS - Cedros	Estrada secundária da Estrada geral Alto Cedros próximo APVs 14, 15 e 16	-26.624°S -49.388°O
PE06	ZAS - Cedros	Estrada geral Alto Cedros próximo ao Cemitério Capela Santa Teresinha (APVs 09,11,12,13)	-26.618°S -49.383°O
PE07	ZAS - Cedros	Estrada Municipal 409 próximo a Ponte da Integração (APV 10)	-26.612°S -49.374°O
PE08	ZAS - Cedros	Estrada secundária da Estrada geral Alto Cedros próximo APV 17 e APV 18	-26.628°S -49.374°O
PE09	ZAS - Cedros	Estrada geral Alto Cedros próximo APV 20	-26.633°S -49.37°O
PE10	ZAS - Cedros	Estrada secundária próxima a Fazenda Heidrich (APV 19)	-26.628°S -49.368°O
PE11	ZAS - Cedros	Local protegido fora da mancha de inundação, atendimento a APV 21.	-26.634°S -49.365°O
PE12	ZAS - Cedros	Estrada de acesso a Barragem de Captação Tarnowski e a Estrada geral Alto Cedros (APV 22)	-26.648°S -49.361°O
PE13	ZAS - Palmeiras	Estrada Geral Rio Herta na Capela Santa Ana (APV 23,24,25 e 26)	-26.659°S -49.358°O
PE14	ZAS - Palmeiras	Rua Padre João Batista Deisale no Hotel e Mercado Palmeiras (APV 95 e APV 96)	-26.604°S -49.343°O

Nº	Zona / Usina	Descrição	Coordenadas
PE15	ZAS - Palmeiras	Rua Faxinal próximo a APV 13	-26.641°S -49.34°O
PE16	ZAS - Palmeiras	Estrada Rio Bonito próximo as APVs 98 e 100	-26.61°S -49.33°O
PE17	ZAS - Palmeiras	Estrada Palmeiras Rio Bonito próximo a APV 106 (APV 106, 106 e 107)	-26.627°S -49.337°O
PE18	ZAS - Palmeiras	Estrada Palmeiras Rio Bonito no Instituto Audeia (APVs 97, 99 e 101)	-26.614°S -49.33°O
PE19	ZAS - Palmeiras	Estrada Palmeiras Rio Bonito próximo a APV 104 (APV 102, 103 e 104)	-26.621°S -49.336°O
PE20	ZAS - Palmeiras	Rua Vereador Nelo Floriani próximo a barragem de Captação Rio Rosina (APV 115)	-26.649°S -49.335°O
PE21	ZAS - Palmeiras	Estrada Palmeiras Rio Bonito próximo a APV 111 e APV 109	-26.635°S -49.334°O
PE22	ZAS - Palmeiras	Capela Nossa Senhora do Rosário APV 114	-26.644°S -49.334°O
PE23	ZAS - Palmeiras	Rua Rosinas próximo a Rosina Portas (APV 116)	-26.645°S -49.333°O
PE24	ZAS - Palmeiras	Final da Rua Tibério Bussarelo (APV 108, 110 e 112)	-26.632°S -49.332°O
PE25	ZAS - Palmeiras	Escola Municipal Rio Esperança (APV 27, 29, 31, 32 e 33)	-26.67°S -49.328°O
PE26	ZAS - Palmeiras	Estrada Geral Rio Milanês (APV 28 e APV 30)	-26.667°S -49.322°O
PE27	ZAS - Palmeiras	Rua Rosina fundos próximo a APV 116	-26.64°S -49.321°O
PE28	ZAS - Palmeiras	Estrada Geral Cedro Alto próximo a ponte Pênsil Cedro Alto (APV 35)	-26.681°S -49.314°O
PE29	ZAS - Palmeiras	Local protegido fora da mancha de inundação, atendimento a APV 37 e 39.	-26.688°S -49.313°O
PE30	ZAS - Palmeiras	Estrada secundária da Rua dos Imigrantes próximo a APV36	-26.684°S -49.311°O
PE31	ZAS - Palmeiras	Rua Ricardo Beyer próximo a Igreja Luterana (APV 40 e APV 44 parcial)	-26.697°S -49.307°O
PE32	ZAS - Palmeiras	Rua Rio Cunha Baixo próximo a APV 44 parcial e APV 47	-26.70°S -49.304°O
PE33	ZAS - Palmeiras	Rua XV de Setembro próximo ao Frigorífico Butzke (APV 41,42,43 e 45)	-26.687°S -49.3°O
PE34	ZAS - Palmeiras	Rua Imigrantes próximo das APVs 46 e 48	-26.7°S -49.288°O

Nº	Zona / Usina	Descrição	Coordenadas
PE35	ZAS - Palmeiras	Rua Imigrantes próximo APV 51, 53 e 55	-26.7°S -49.281°O
PE36	ZAS - Palmeiras	Próximo ao cruzamento da Rua Atilio Leitempherger e a Av. Expedicionário Anselmo Leitempherger (APV 49, 50 e 52)	-26.707°S -49.28°O
PE37	ZAS - Palmeiras	Final da Rua Pietro Antônio Osti (APV 54, 58 e 60 parcial)	-26.712°S -49.275°O
PE38	ZAS - Palmeiras	Rua Virgílio Bona na Capela Nossa Senhora Aparecida (APV 60 parcial, 61 e 63)	-26.717°S -49.274°O
PE39	ZAS - Palmeiras	Área alta isolada próxima a APV 56 na Rodovia Municipal RDC -110	-26.7°S -49.267°O
PE40	ZAS - Palmeiras	Área rural com saída para a Rodovia Municipal RDC - 110 (APV 59)	-26.704°S -49.261°O
PE41	ZAS - Palmeiras	Capela Nossa Senhora da Glória na Rodovia Municipal RDC -110 (APV 57)	-26.694°S -49.26°O
PE42	ZAS - Palmeiras	Capela Nossa Senhora do Caravaggio Glória na Rodovia Municipal RDC -110 (APV 62)	-26.711°S -49.249°O
PE43	ZSS - Cedros e Palmeiras	Próximo ao cruzamento da SC-110 com a Rua Araponguinhas (APV 84)	-26.831°S -49.293°O
PE44	ZSS - Cedros e Palmeiras	Final da Rua Lorena (APV 91)	-26.811°S -49.292°O
PE45	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima a Rodovia Tercilio Marchetti (APV 87 e APV 88)	-26.796°S -49.286°O
PE46	ZSS - Cedros e Palmeiras	Cruzamento entre as ruas João Betti e São Bernardo (APV 66, 71, 73)	-26.733°S -49.284°O
PE47	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rua Araponguinhas na Escola Municipal Inc Rosa (APV 91 parcial)	-26.856°S -49.283°O
PE48	ZSS - Cedros e Palmeiras	Pavilhão de Eventos Henry Paul na rua Prof. Julius Scheidmental (APV)	-26.825°S -49.283°O
PE49	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rua Inglaterra próximo a Associação de Moradores do Bairro das Nações (APV 91 parcial)	-26.808°S -49.268°O
PE50	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rua Silésia próximo a Uniasselvi Timbo Araponguinhas	-26.863°S -49.267°O
PE51	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima da Sociedade Liberdade Salão Butzke	-26.788°S -49.265°O
PE52	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima a Rodovia Augusto Hasse	-26.874°S -49.26°O
PE53	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima a rua dos Pomeranos	-26.755°S -49.258°O
PE54	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rua Tifa Uecker	-26.771°S -49.256°O

Nº	Zona / Usina	Descrição	Coordenadas
PE55	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rodovia Municipal RDC 110 Capela Nossa Senhora das Dores - Dolorata	-26.737°S -49.253°O
PE56	ZSS - Cedros e Palmeiras	Cruzamento entre a Rua dos Pomeranos e Rua Otto Uecker	-26.756°S -49.252°O
PE57	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima a SC-47	-26.883°S -49.251°O
PE58	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rótula entre a Rua Prof Alwin Laemmel e a SC-110	-26.809°S -49.251°O
PE59	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área próxima ao Cruzamento da rua Tv. Santos e a Av. Manoel Simão	-26.888°S -49.242°O
PE60	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área próxima ao cruzamento da rua Tres corações e da BR-470	-26.873°S -49.238°O
PE61	ZSS - Cedros e Palmeiras	Sociedade desportiva XV de Outubro	-26.884°S -49.234°O

DS
SJS



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE01	ZAS - Cedros	Estrada geral Alto Cedros próximo a APV 01 e APV 2
PE02	ZAS - Cedros	Estrada geral Alto Cedros próximo a APV 03 e APV 04
PE03	ZAS - Cedros	Estrada secundária próxima a Antiga Serraria Lindner (APV 06)
PE04	ZAS - Cedros	Estrada secundária da Estrada geral Alto Cedros ao Sítio do Cile (APV 07 e APV 08)
PE05	ZAS - Cedros	Estrada secundária da Estrada geral Alto Cedros próximo APVs 14, 15 e 16
PE06	ZAS - Cedros	Estrada geral Alto Cedros próximo ao Cemitério Capela Santa Teresinha (APVs 09,11,12,13)
PE07	ZAS - Cedros	Estrada Municipal 409 próximo a Ponte da Integração (APV 10)
PE08	ZAS - Cedros	Estrada secundária da Estrada geral Alto Cedros próximo APV 17 e APV 18
PE09	ZAS - Cedros	Estrada geral Alto Cedros próximo APV 20
PE10	ZAS - Cedros	Estrada secundária próxima a Fazenda Heidrich (APV 19)
PE11	ZAS - Cedros	Local protegido fora da mancha de inundação, atendimento a APV 21.
PE12	ZAS - Cedros	Estrada de acesso a Barragem de Captação Tanoski e a Estrada geral Alto Cedros (APV 22)

DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE13	ZAS - Cedros	Estrada Geral Rio Herta na Capela Santa Ana (APV 23,24,25 e 26)
PE25	ZAS - Cedros	Escola Municipal Rio Esperança (APV 27, 29, 31, 32 e 33)
PE26	ZAS - Cedros	Estrada Geral Rio Milanês (APV 28 e APV 30)

SEÇÕES DE INTERESSE				
Seção	Distância da Barragem Pinhal (km)	Distância da Barragem Tarnowski (km)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Pinhal ou Cascata)	Tempo de chegada da onda (Rompimento o em Tarnowski)
A	0,6	-	00H04M	-
B	2,2	-	00H08M	-
C	4,1	-	00H14M	-
D	5,8	-	00H26M	-
E	7,8	-	00H40M	-
F	9,8	0,3	00H52M	00H02M
G	12,2	2,7	00H48M	00H04M
H	15,8	6,2	00H54M	00H08M

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES	
Legenda	Local
URC01	Igreja Evangélica de Confissão Luterana do Brasil, Alto Cedros
URC02	Antiga Serraria Lindner
URC03	Capela Santa Teresinha



Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22s

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



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

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

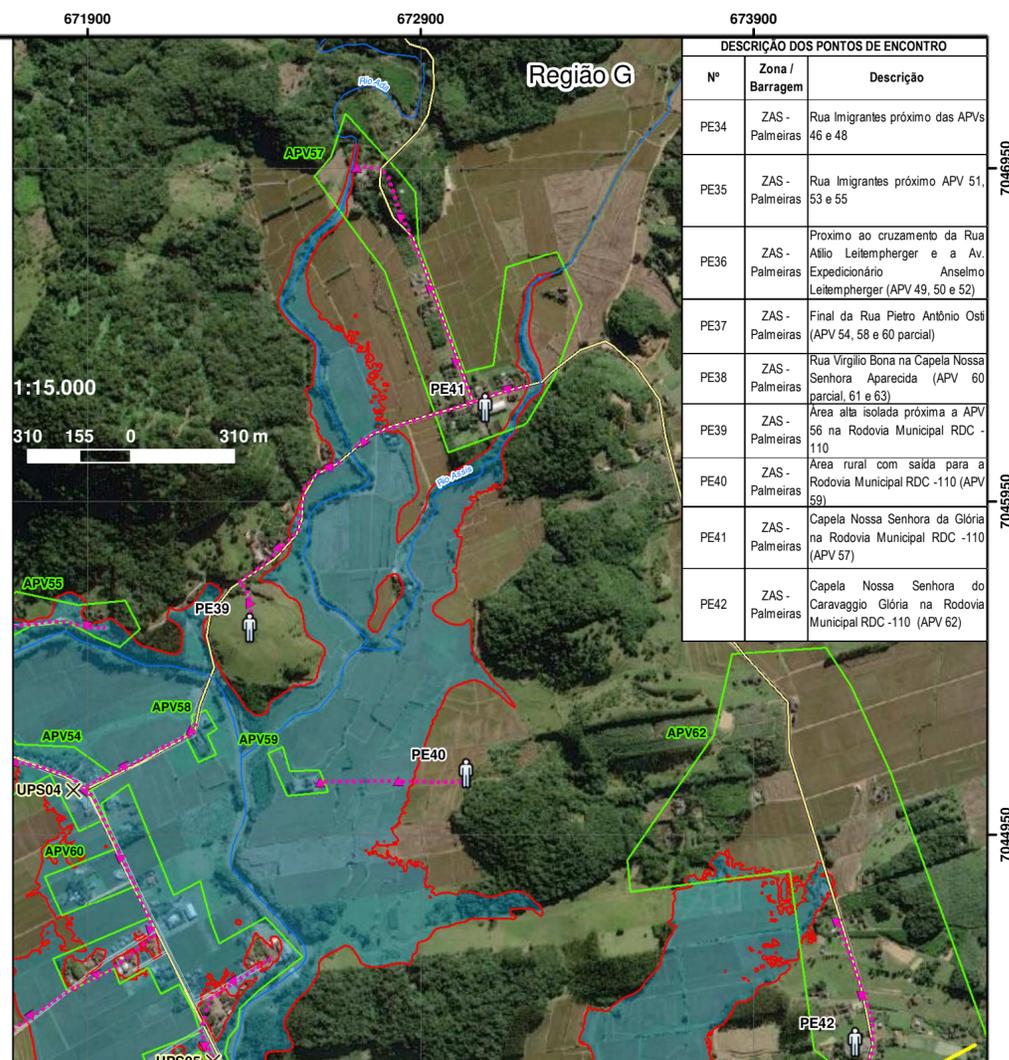
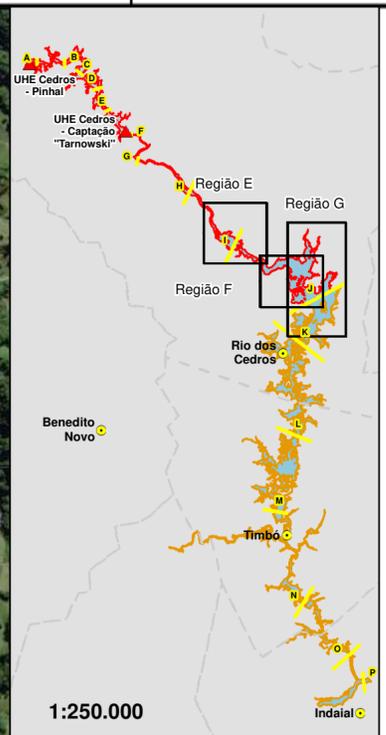
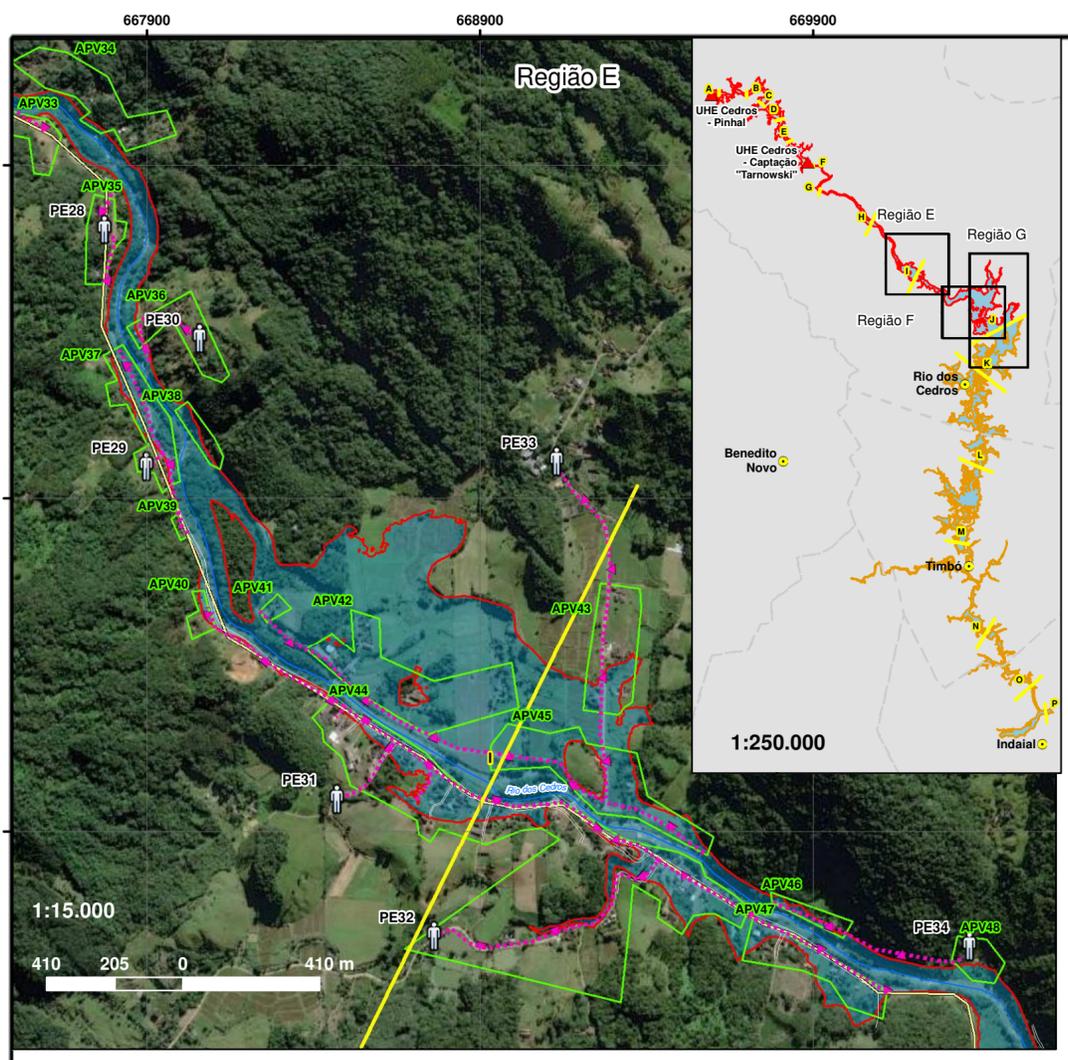
PROGRAMA: SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE CEDROS

ÁREA:

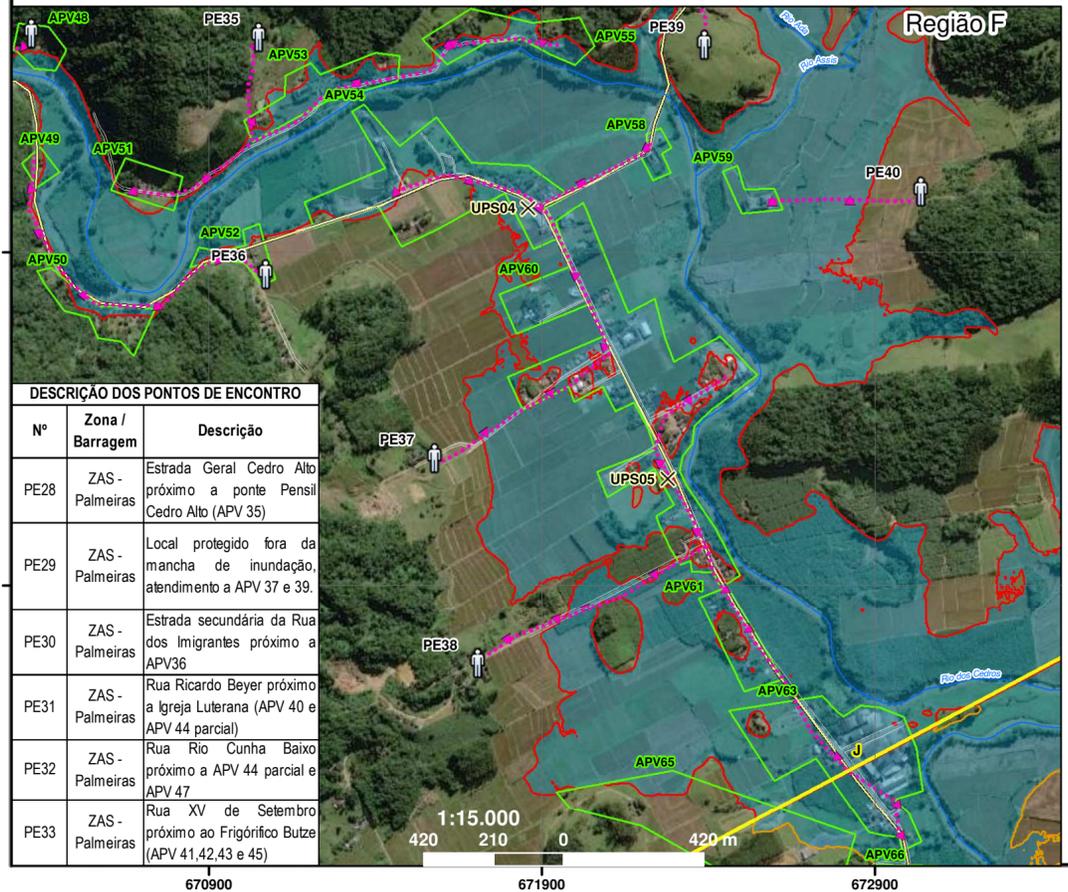
II ULC: **Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para as barragens da UHE Cedros - Área 01**

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

DATA	13/12/2022	Nº	DES-ISB-6090-URC-11-00
------	------------	----	------------------------

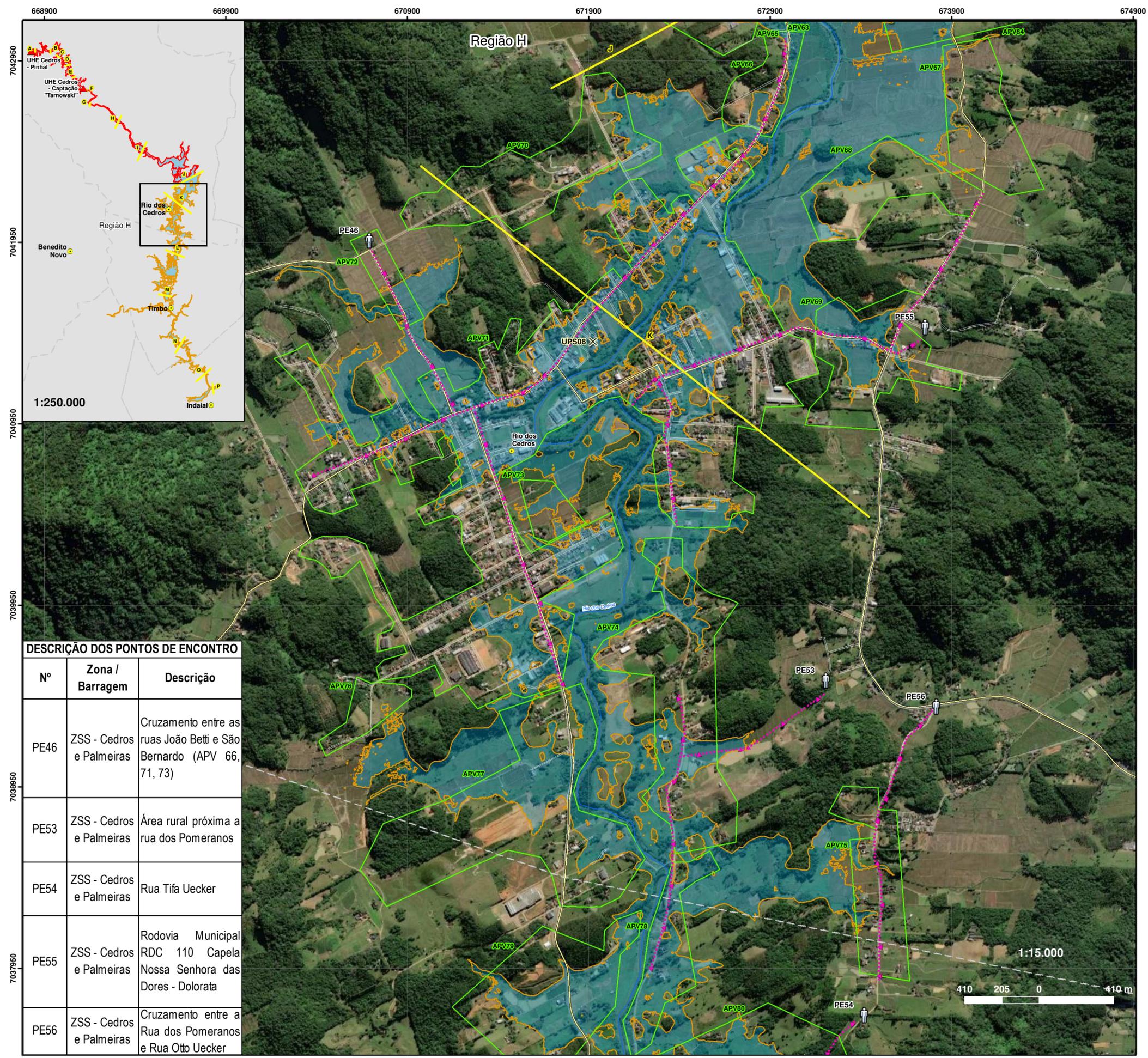


DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE34	ZAS - Palmeiras	Rua Imigrantes próximo das APVs 46 e 48
PE35	ZAS - Palmeiras	Rua Imigrantes próximo APV 51, 53 e 55
PE36	ZAS - Palmeiras	Proximo ao cruzamento da Rua Afílio Leitemphger e a Av. Expedicionário Anselmo Leitemphger (APV 49, 50 e 52)
PE37	ZAS - Palmeiras	Final da Rua Pietro Antônio Osti (APV 54, 58 e 60 parcial)
PE38	ZAS - Palmeiras	Rua Virgílio Bona na Capela Nossa Senhora Aparecida (APV 60 parcial, 61 e 63)
PE39	ZAS - Palmeiras	Área alta isolada próxima a APV 56 na Rodovia Municipal RDC - 110
PE40	ZAS - Palmeiras	Área rural com saída para a Rodovia Municipal RDC -110 (APV 59)
PE41	ZAS - Palmeiras	Capela Nossa Senhora da Glória na Rodovia Municipal RDC -110 (APV 57)
PE42	ZAS - Palmeiras	Capela Nossa Senhora do Caravaggio Glória na Rodovia Municipal RDC -110 (APV 62)



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE28	ZAS - Palmeiras	Estrada Geral Cedro Alto próximo a ponte Pensil Cedro Alto (APV 35)
PE29	ZAS - Palmeiras	Local protegido fora da mancha de inundação, atendimento a APV 37 e 39.
PE30	ZAS - Palmeiras	Estrada secundária da Rua dos Imigrantes próximo a APV36
PE31	ZAS - Palmeiras	Rua Ricardo Beyer próximo a Igreja Luterana (APV 40 e APV 44 parcial)
PE32	ZAS - Palmeiras	Rua Rio Cunha Baixo próximo a APV 44 parcial e APV 47
PE33	ZAS - Palmeiras	Rua XV de Setembro próximo ao Frigorífico Butze (APV 41,42,43 e 45)

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA				
NOTAS GERAIS				
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM) ZONA 22S				
LEGENDA				
●	Sede municipal	—	Rodovias/estradas	-
▲	Barragem	-	Limite municipal	-
X	Estruturas nas proximidades	-	APV - áreas potencialmente vulneráveis	-
👤	Pontos de encontro	-	Zona de Auto-salvamento	-
—	Seções de interesse	-	Zona de Segurança Secundária	-
-	Rotas de fuga	-	Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária	-
-	Hidrografia	-		-
-	Logradouros	-		-
ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES				
Legenda	Local			
UPS04	Corpo de Bombeiros Militar			
UPS05	Escola Municipal Expedicionário Servino Mengarda			
SEÇÕES DE INTERESSE				
Seção	Distância da Barragem Pinhal (km)	Distância da Barragem Tarnowski (km)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Pinhal ou Cascata)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Tarnowski)
I	19,7	10,2	01H06M	00H14M
J	26,8	17,3	02H12M	00H35M
Projeção UTM Datum SIRGAS 2000 Zona 22s				
00	ORIGINAL	13/12/2022	ARTHUR T.	LUCAS T.
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.
Vieira & Fernandes Vieira Ltda. - Contrato: 46000006090 Resp. Técnico: Fabrício Vieira - CREA: 506.224.839-9/SP				
CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.				
PROGRAMA: SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE CEDROS				
ÁREA:				
II ULC: Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para as barragens da UHE Cedros - Área 02				
FRJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	VERIF.
LUCAS T.	FABRÍCIO F.	AROV.		
MARCCE C.	ESCALA	FO. HA:	1 de 1	
DATA	13/12/2022	Nº	DES-ISB-6090-URC-12-00	



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO

Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE46	ZSS - Cedros e Palmeiras	Cruzamento entre as ruas João Betti e São Bernardo (APV 66, 71, 73)
PE53	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima a rua dos Pomeranos
PE54	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rua Tifa Uecker
PE55	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rodovia Municipal RDC 110 Capela Nossa Senhora das Dores - Dolorata
PE56	ZSS - Cedros e Palmeiras	Cruzamento entre a Rua dos Pomeranos e Rua Otto Uecker

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

ESTUTURAS NAS PROXIMIDADES

Legenda	Local
UPS08	Hospital Dom Bosco

SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância da Barragem Pinhal (km)	Distância da Barragem Tarnowski (km)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Pinhal ou Cascata)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Tarnowski)
K	30,3	20,8	01H55M	00H50M



Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22s

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



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

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

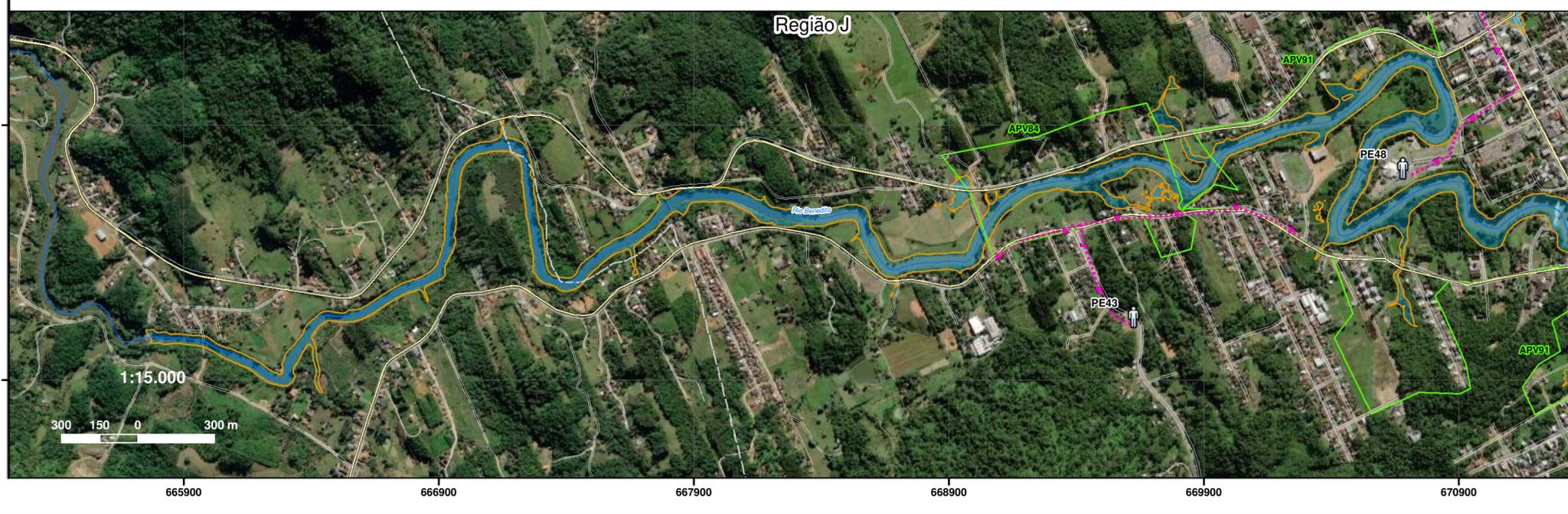
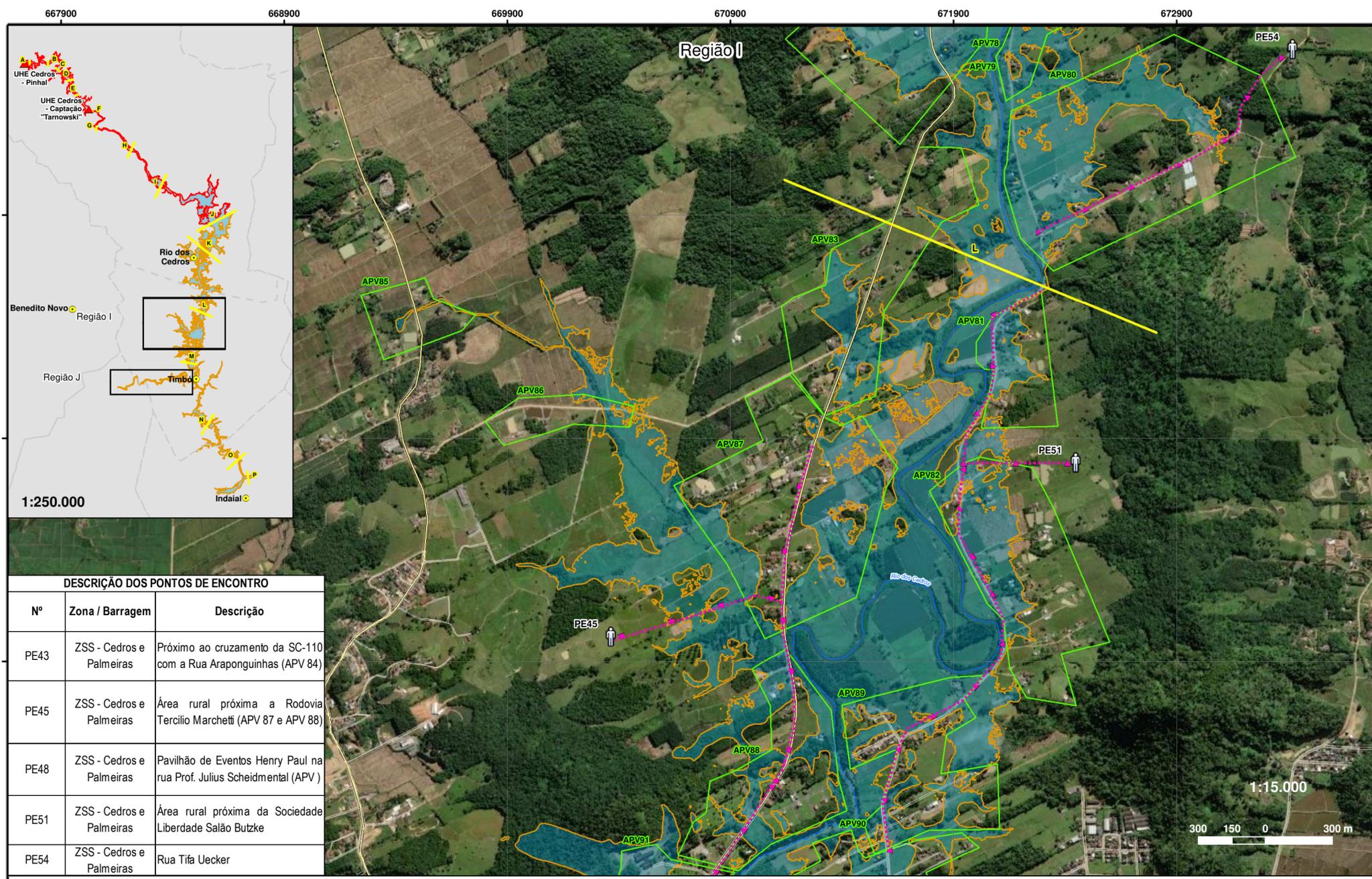
PROGRAMA: SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE CEDROS

ÁREA:

II ULC: **Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para as barragens da UHE Cedros - Área 03**

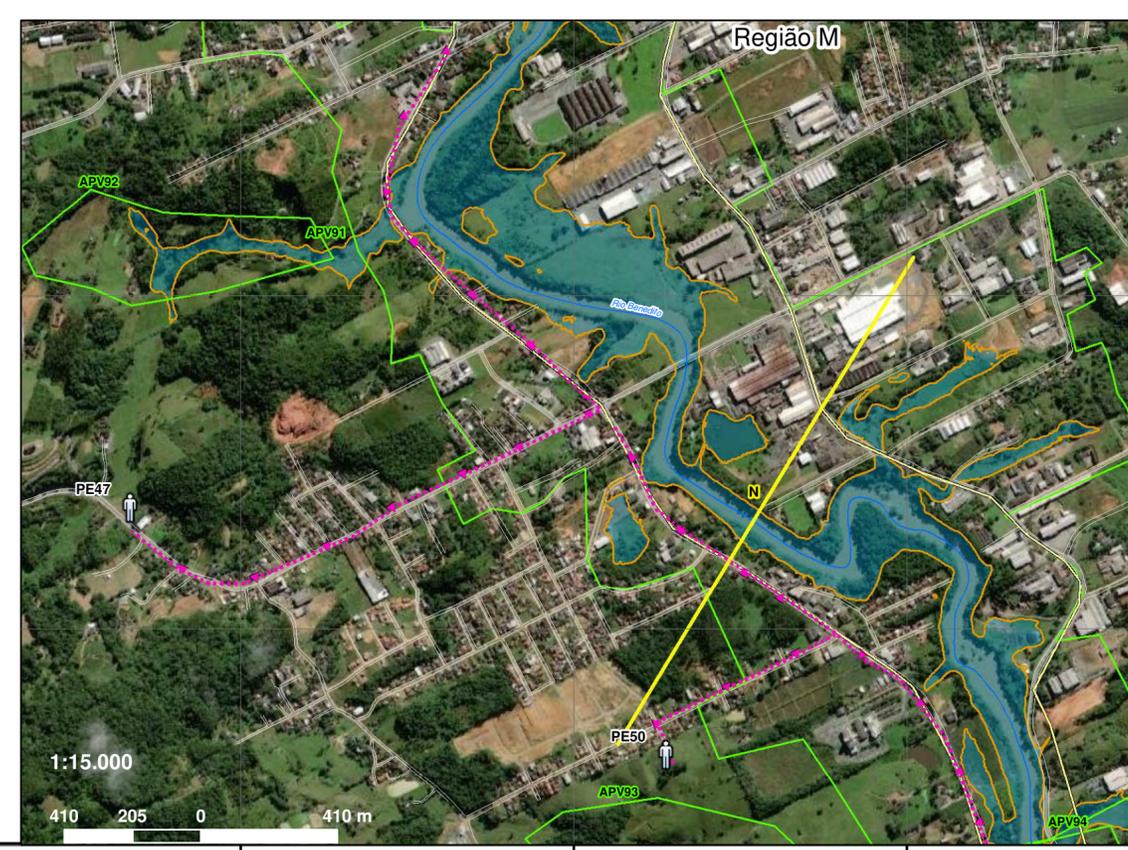
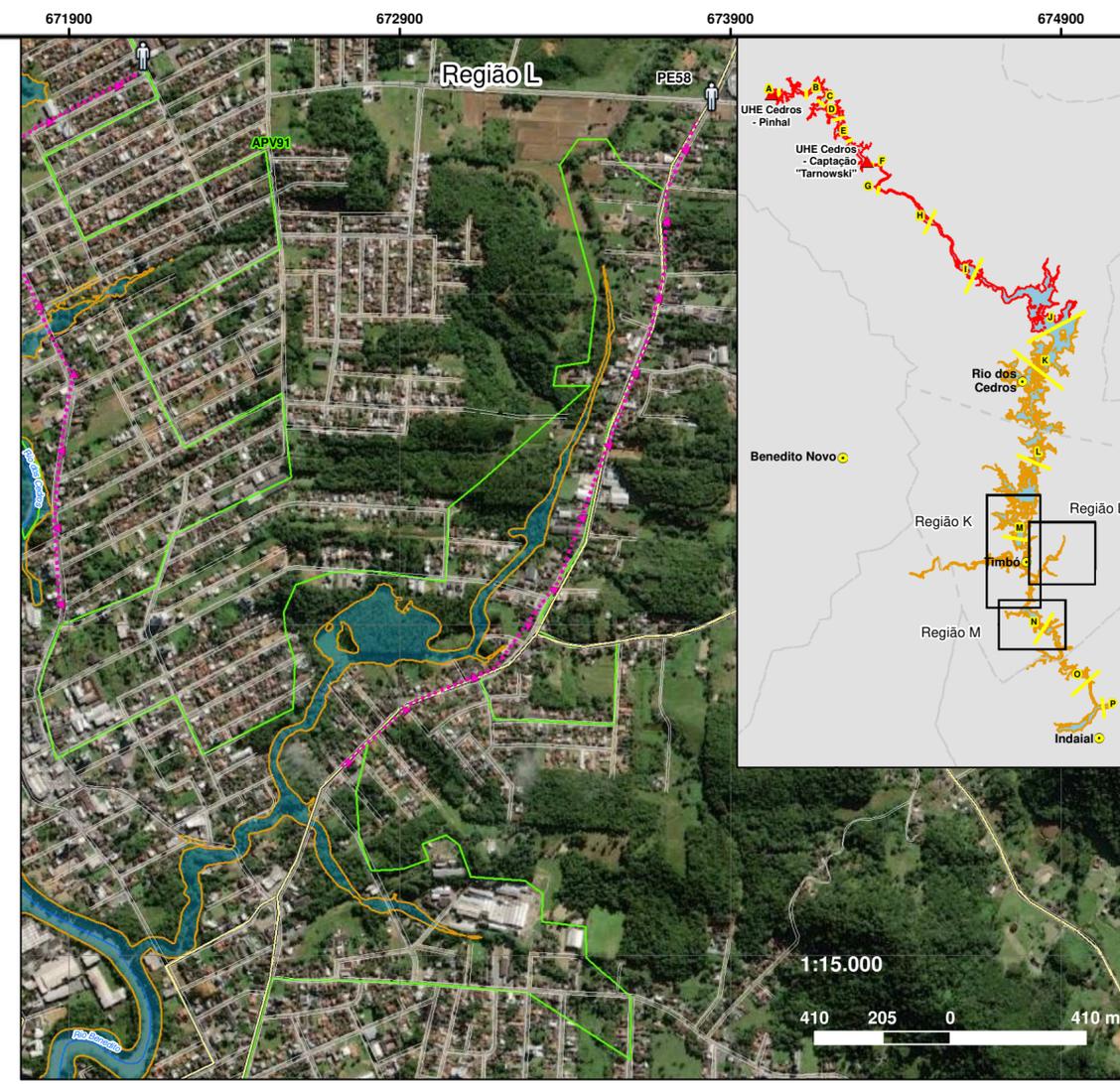
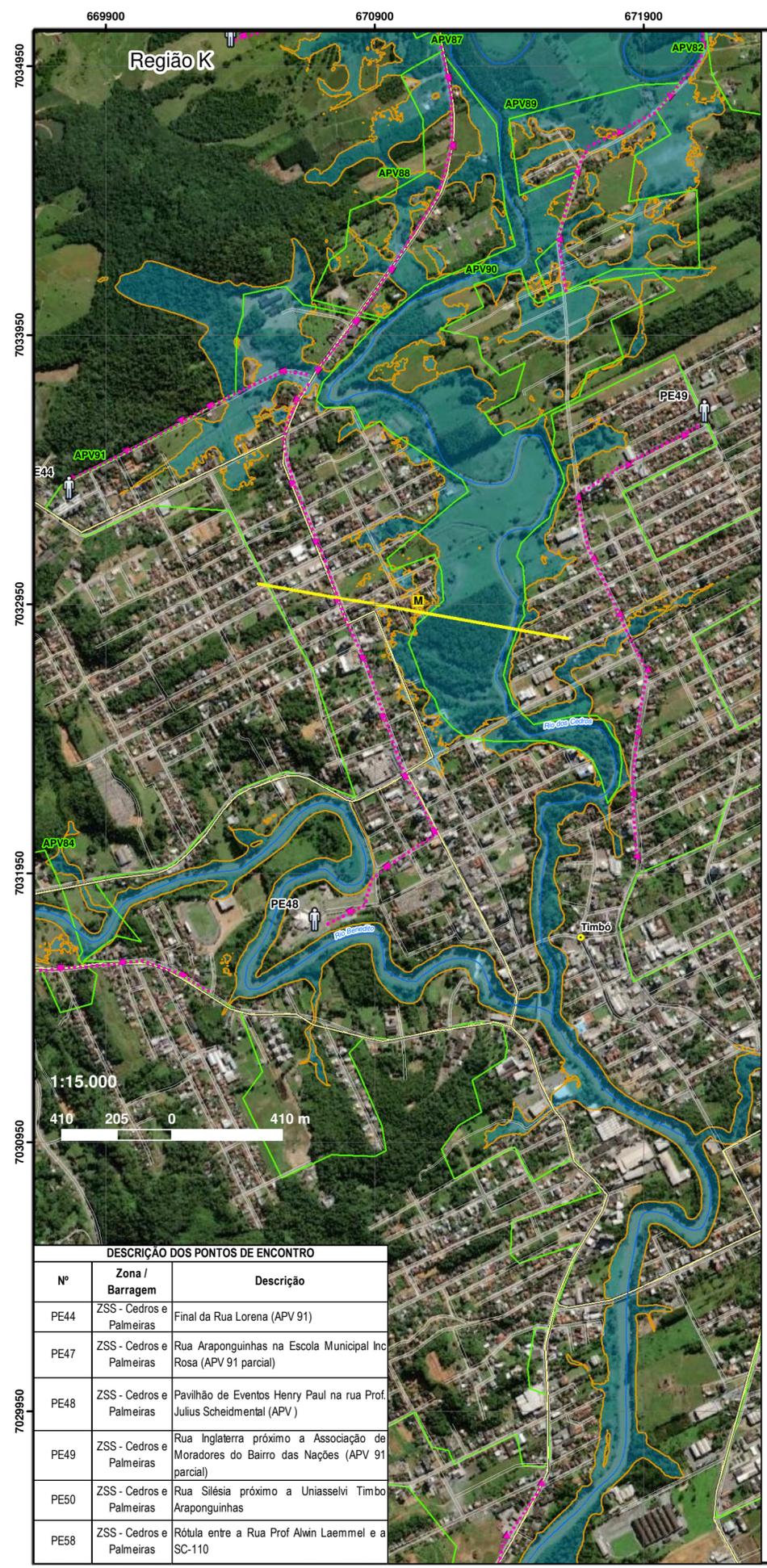
FRJ:	ARTHUR T.	EXEC:	ARTHUR T.	VERIF:	LUCAS T.	APROV:	FABRÍCIO F.
APROV:	MARCELO C.	ESCALA:				FO_HA:	1 de 1

DATA:	13/12/2022	Nº:	DES-ISB-6090-URC-13-00	DS
-------	------------	-----	------------------------	----



DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO		
Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE43	ZSS - Cedros e Palmeiras	Próximo ao cruzamento da SC-110 com a Rua Araçonguinhas (APV 84)
PE45	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima a Rodovia Tercilio Marchetti (APV 87 e APV 88)
PE48	ZSS - Cedros e Palmeiras	Pavilhão de Eventos Henry Paul na rua Prof. Julius Scheidmental (APV)
PE51	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima da Sociedade Liberdade Salão Butzke
PE54	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rua Tifa Uecker

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA					
NOTAS GERAIS					
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM) ZONA 22S					
LEGENDA					
●	Sede municipal	—	Rodovias/estradas	—	Limite municipal
▲	Barragem	✕	Estruturas nas proximidades	⬭	APV - áreas potencialmente vulneráveis
👤	Pontos de encontro	⬭	Zona de Auto-salvamento	⬭	Zona de Segurança Secundária
—	Seções de interesse	⬭	Zona de Auto-salvamento e Zona de Segurança Secundária		
—	Rotas de fuga	—	Hidrografia		
—	Logradouros				
SEÇÕES DE INTERESSE					
Seção	Distância da Barragem Pinhal (km)	Distância da Barragem Tarnowski (km)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Pinhal ou Cascata)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Tarnowski)	
L	37,1	27,6	03H54M	07H52M	
N Projeção UTM Datum SIRGAS 2000 Zona 22s					
00	ORIGINAL	13/12/2022	ARTHUR T.	LUCAS T.	FABRÍCIO V.
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
Vieira & Fernandes Vieira Ltda. - Contrato: 46000006090 Resp. Técnico: Fabrício Vieira - CREA: 506.224.839-9/SP					
CLIENTE:					
CELESC GERAÇÃO S.A.					
PROGRAMA:					
SERVIÇOS DE REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM DA UHE CEDROS					
ÁREA:					
II ULC:					
Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para as barragens da UHE Cedros - Área 04					
PRCJ.	ARTHUR T.	EXEC.	ARTHUR T.	VERIF.	LUCAS T.
APROV.	MARCELE C.	ESCALA			
				APROV.	FABRÍCIO F.
				FO_HA:	1 de 1
DATA		Nº			
13/12/2022		DES-ISB-6090-URC-14-00			



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

SEÇÕES DE INTERESSE				
Seção	Distância da Barragem Pinhal (km)	Distância da Barragem Tarnowski (km)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Pinhal ou Cascata)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Tarnowski)
M	45	35,5	06H08M	04H38M
N	51,6	42	08H00M	06H30M

Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22s

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

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

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

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

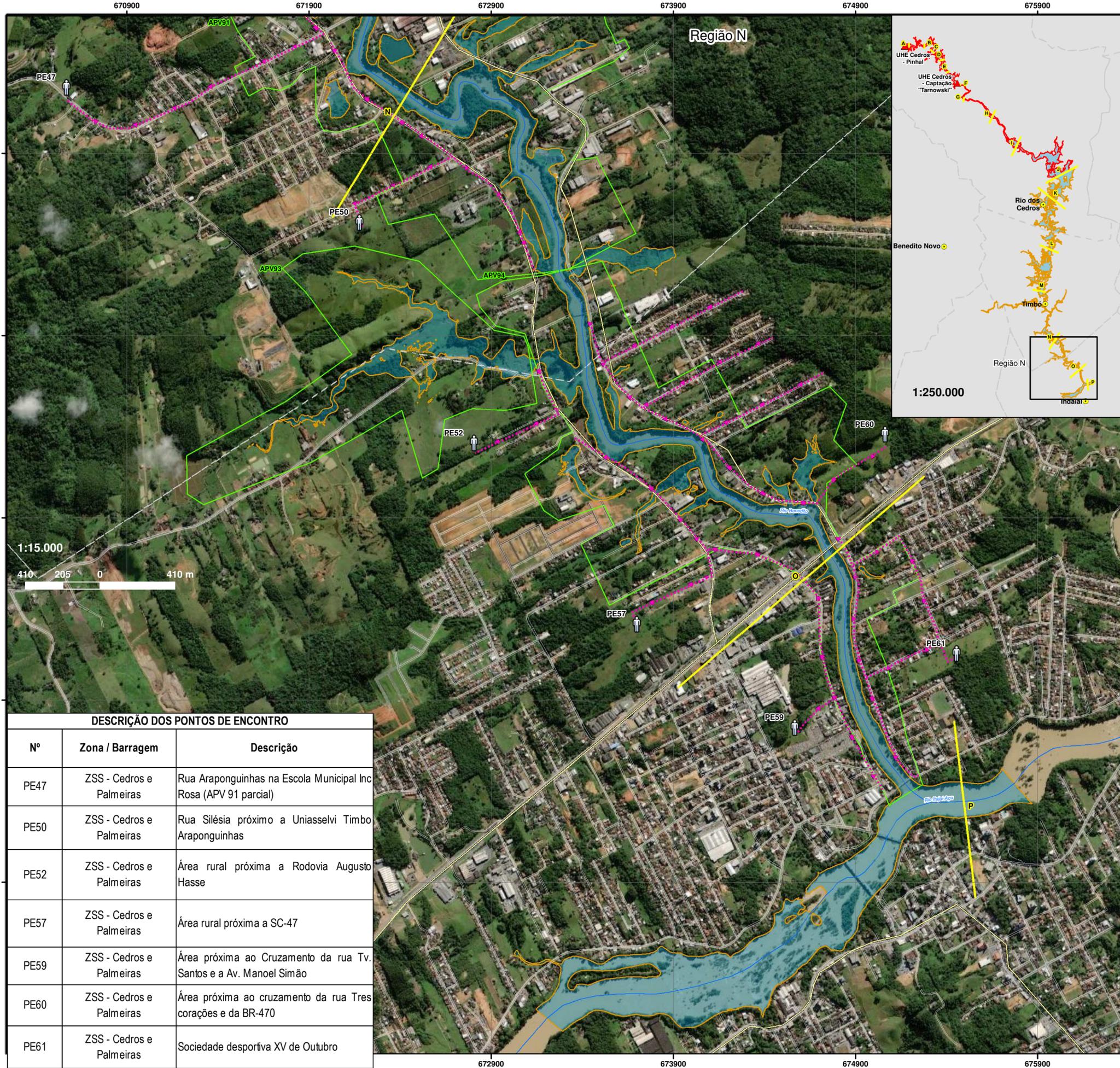
ÁREA:

II ULC: **Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para as barragens da UHE Cedros - Área 05**

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

DATA: 13/12/2022

Nº: DES-ISB-6090-URC-15-00



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

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

LEGENDA

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

SEÇÕES DE INTERESSE

Seção	Distância da Barragem Pinhal (km)	Distância da Barragem Tarnowski (km)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Pinhal ou Cascata)	Tempo de chegada da onda (Rompimento em Tarnowski)
N	51,6	42	08H00M	06H30M
O	56,1	46,5	08H44M	06H34M
P	57,8	48,2	08H22M	07H52M



Projeção UTM
 Datum SIRGAS 2000
 Zona 22s

DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENCONTRO

Nº	Zona / Barragem	Descrição
PE47	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rua Araponguinhas na Escola Municipal Inc Rosa (APV 91 parcial)
PE50	ZSS - Cedros e Palmeiras	Rua Silésia próximo a Uniasselvi Timbo Araponguinhas
PE52	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima a Rodovia Augusto Hasse
PE57	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área rural próxima a SC-47
PE59	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área próxima ao Cruzamento da rua Tv. Santos e a Av. Manoel Simão
PE60	ZSS - Cedros e Palmeiras	Área próxima ao cruzamento da rua Tres corações e da BR-470
PE61	ZSS - Cedros e Palmeiras	Sociedade desportiva XV de Outubro

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



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

CLIENTE: CELESC GERAÇÃO S.A.

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

ÁREA:

II ULC: **Zonas de Autossalvamento, rotas de fuga e pontos de encontro para as barragens da UHE Cedros - Área 06**

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

DATA: 13/12/2022	Nº: DES-ISB-6090-URC-16-00	SS: SJS
------------------	----------------------------	---------

9.4. Simulações e treinamentos

Conforme definição entre os entes envolvidos, poderão ser realizadas simulações de emergências 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.



DS
SJS

Quadro 26 - Treinamentos do PAE

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

10. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS

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

Quadro 27 - Recursos disponíveis para respostas a emergências

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

DS
SIDS

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

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

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



DS
SND

11. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ATUALIZAÇÃO DO PAE

Quadro 28 - 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



DS
SIDS

12. REFERÊNCIAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PROSUL PROJETOS SUPERVISÃO E PLANEJAMENTO LTDA. (Santa Catarina). PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM PCH CEDROS. Santa Catarina, 2016. Código nº: 5062-CED-6C-MPBA-001-01-16.

PROSUL PROJETOS SUPERVISÃO E PLANEJAMENTO LTDA (Santa Catarina). PCH CEDROS PARTE III - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS - PAE. Santa Catarina, 2016. Código nº: 5062-CED-6C-MPBA-002-01-16.

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

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

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

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



13. ANEXOS

ANEXO I – Fichas Notificação de Mau Funcionamento

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

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

_____.

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

(nome e assinatura)

(cargo e RG)

^{DS}
SJS



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

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

Eu, _____(nome e cargo), na
condição de _____ da **UHE
CEDROS** 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}
SIDS



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

_____.

_____, ____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

(cargo e RG)

^{DS}
SJS



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

SITUAÇÃO: _____.

EMPREENDEDOR: CELESC Geração S.A.

BARRAGEM:

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

Medidas adotadas: _____

_____.

_____, ____ de _____ de _____.

(Local e data)

(nome e assinatura)

(cargo e RG)

^{DS}
SADS

ANEXO V – Planos de Ações Específicas para Contingências

V.1 RUPTURA EM PROGRESSÃO

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

V.2 RUPTURA IMINENTE

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

V.3 FALHA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL

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

V.4 ABALO SÍSMICO

Descrição:	Abalo sísmico que seja enunciado nas proximidades, sentidos por pessoas na área da barragem, notificados pela imprensa, registrados pelos observatórios sismológicos da rede sismológica brasileira para a área da barragem)
Ações:	Efetuar imediatamente uma inspeção visual em toda a barragem e estruturas complementares. Caso tenham ocorrido danos visíveis ou ocultos implementar alguma ação descrita de acordo com a gravidade e os itens descritos acima. Registrar incidente.
Nível de resposta:	AMARELO – danos que não comprometam a segurança da barragem LARANJA – danos que coloquem a barragem em risco e deve ser imediatamente sanados
ACIONAR	
Quando:	De acordo com a gravidade dos danos.
Responsável por:	Operador e Engenheiro Responsável.
Quem:	Engenheiro responsável ou de acordo com a gravidade dos danos.
Como:	De acordo com a gravidade dos danos.

V.5 ENCHENTE

Descrição:	O vertedouro da barragem é dimensionado para suportar uma cheia de projeto, sendo essa cheia associada a um nível. Caso este nível seja extrapolado, deve-se realizar procedimentos para assegurar as vidas e propriedades a jusante.
Ações:	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elevação atual do nível do reservatório e borda livre; - Taxa de elevação do nível do reservatório (cm/hora, cm/min...); - Condições climáticas; - Condições de descarga dos canais e rios de jusante; - Vazão nos drenos (se existentes) <p>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.</p>
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:	<ul style="list-style-type: none"> - COG e DVOP para ficarem em prontidão e efetuar as manobras dos dispositivos de descarga, se necessários; - Consultar informações climatológicas e de vazões afluentes com entidades com responsabilidade atribuída;
Como:	Através de telefone

DS
SJS

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

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

V.7 DESLIZAMENTOS

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

V.8 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA

Descrição:	Descargas súbitas e significativas através dos vertedouros ou válvula de descarga de fundo podem gerar ondas não esperadas que atingem a população a jusante.
Ações:	- Proceder monitoramento contínuo e operação das estruturas de descargas, conforme regras operacionais estabelecidas; - Ficar em prontidão para eventual necessidade de notificação da população a jusante 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.

V.10 GALGAMENTO POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

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

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

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

V.12 FALHA NO VERTEDOURO

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

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

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



DS
SIDS

V.14 INVASÃO DA ÁREA DA BARRAGEM

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

V.15 PÓS-EVENTO

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

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

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

DS
SJS



ANEXO VI – Mapas das Manchas de Inundação

DS
SJS



ANEXO VII – Mapas das ZAS e ZSS

^{DS}
SADS



ANEXO VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica

^{DS}
SJS