



**SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO
CAXIAS DO SUL/RS**

**BARRAGENS MARRECAS, FAXINAL, MAESTRA, SÃO
MIGUEL/SÃO PAULO/SÃO PEDRO, SAMUARA, SANTA HELENA E
GALÓPOLIS I E II**

**PLANOS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS E PLANOS DE
AÇÃO DE EMERGÊNCIA**

A	08/04/2022	Emissão Inicial	DIV	HU
Revisão Nº	Data	Descrição Sucinta	Elaboração	Aprovação
	Título: BARRAGEM SANTA HELENA PRODUTO 14 – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA		Número Hydros SM899.RE.SH380 Rev. A	
			Número SAMAE	
	Projeto	Verificado	Aprovado	Data de Emissão
DIV	MCT	HU	Abr/2022	



**SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO
CAXIAS DO SUL/RS**

BARRAGEM SANTA HELENA

**PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM E PLANO DE
AÇÃO DE EMERGÊNCIA**

PRODUTO 14 – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

Nº SM899.RE.SH380-A

Abr/2022

PREFÁCIO

O marco legal na segurança de barragens no Brasil é a Lei 12.334/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), destinada a acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e a acumulação de resíduos industriais.

A Lei 12.334/2010 criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), cabendo à Agência Nacional de Águas (ANA) implantar e gerir o sistema, e promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores e coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens. A entidade outorgante das barragens fica responsável por fiscalizar a segurança das barragens, bem como por manter o cadastro atualizado dessas barragens com identificação dos empreendedores, para fins de incorporação ao SNISB.

Um dos instrumentos da PNSB é o Plano de Segurança da Barragem (PSB) de implementação obrigatória pelo empreendedor, cujo objetivo é auxiliá-lo na gestão da segurança e serve como uma ferramenta de planejamento da gestão da segurança da barragem.

Os trabalhos relativos ao Plano de Segurança de Barragem e Plano de Ação de Emergência da Barragem Santa Helena foram desenvolvidos, em atendimento às exigências da legislação vigente, que estabelece as diretrizes e obrigações referentes à Política Nacional de Segurança de Barragens, tomando-se como referência básica as diretrizes apresentadas na publicação da ANA, intitulada “Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragem”, levando-se em conta:

- Lei Nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens;
- Lei Nº 14.066, de 30 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);
- Resolução ANA nº 91, de 02/04/2012, que estabelece a periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem e da Revisão Periódica de Segurança de Barragem, conforme art. 8º, 10º e 19º da lei nº 12.334 de 20/09/2010 – a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB;
- Resolução CNRH Nº 143, de 10 de julho de 2012, que estabelece os critérios de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado ao volume do reservatório;
- Resolução CNRH Nº 144, de 10 de julho de 2012, que estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre segurança de Barragens;

- Resolução ANA nº 236, de 30/01/2017, que estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Plano de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência.
- Portaria SEMA nº 136/2017, de 29 de dezembro de 2017, emitida pela Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Rio Grande do Sul, a qual discorre sobre as Disposições Gerais, a Matriz de Risco e Dano Potencial Associado, o Plano de Segurança da Barragem, as Inspeções de Segurança Regular e Especial e as Disposições Finais e Transitórias.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO	2
3	ESCOPO DOS SERVIÇOS.....	3
4	ANTECEDENTES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
5	DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	5
5.1	IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM.....	5
5.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BARRAGEM	6
5.3	DADOS TÉCNICOS DA BARRAGEM.....	8
5.4	DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....	9
6	ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM	14
6.1	ESTUDO DE PROPAGAÇÃO DA ONDA DE RUPTURA DA BARRAGEM	14
6.2	CONDIÇÕES DE CONTORNO GEOMÉTRICO DO TERRENO	14
6.3	CONDIÇÕES DE CONTORNO HIDRÁULICO.....	15
6.4	MAPAS DE INUNDAÇÃO CAUSADAS POR CHEIAS NATURAIS	15
6.5	SIMULAÇÕES DAS ONDAS DE RUPTURA DA BARRAGEM.....	19
6.6	RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DAS ONDAS DE RUPTURA DA BARRAGEM.....	19
6.7	MAPAS DE INUNDAÇÃO DAS ONDAS DE RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM.....	27
7	ZONAS DE IMPACTO DIRETO E DE AUTOSSALVAMENTO.....	34
7.1	MAPAS DE INUNDAÇÃO E RISCO HIDRODINÂMICO -MIRH.....	34
7.2	ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS).....	34
7.3	IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE REFÚGIO E ROTAS DE FUGA.....	35
8	MUNICÍPIOS E BAIROS POTENCIALMENTE VULNERÁVEIS.....	36
9	OCUPAÇÃO PERMANENTE EXISTENTE A JUSANTE DA BARRAGEM..	37
10	CENÁRIOS ACIDENTAIS PROVÁVEIS E CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA DA BARRAGEM.....	40
10.1	CENÁRIOS ACIDENTAIS PROVÁVEIS DE RUPTURA DE BARRAGENS.....	40
10.2	CLASSIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE SEGURANÇA DA BARRAGEM.....	41
11	IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE DE ANOMALIAS E CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM.....	44
12	NOTIFICAÇÃO DE ANOMALIAS COM CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM	46
13	PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS A SEREM ADOTADOS EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	48

14	DEFINIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE E FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO	50
14.1	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	50
14.2	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE	51
14.3	RESPONSABILIDADE DO ENCARREGADO DA BARRAGEM	51
14.4	RESPONSABILIDADES NA NOTIFICAÇÃO	51
14.5	RESPONSABILIDADES NA EVACUAÇÃO.....	52
14.6	RESPONSABILIDADES NO ENCERRAMENTO E CONTINUIDADE	52
14.7	FLUXOGRAMA DE TOMADA DE DECISÃO E NOTIFICAÇÃO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	52
15	ESTRATÉGIAS E MEIOS DE DIVULGAÇÃO E ALERTA.....	54
16	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E DISPOSITIVOS DE ALERTA SONORO..	56
16.1	SISTEMA DE MONITORAMENTO, COMUNICAÇÃO E ALERTA	56
16.2	PLANO DE COMUNICAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	56
16.3	SISTEMA DE ALARME.....	57
16.4	ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO.....	57
16.5	AÇÕES DE RESGATE, ABRIGAMENTO E ATENDIMENTO HOSPITALAR.....	59
17	RECURSOS MATERIAIS E HUMANOS NECESSÁRIOS	61
18	PLANO DE NOTIFICAÇÃO E LISTA DE CONTATOS.....	62
19	PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO	63
19.1	TREINAMENTO	63
19.2	DIVULGAÇÃO E NOTIFICAÇÃO	64
19.3	EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO	65
19.4	FASES DE EMERGÊNCIA EM BARRAGENS.....	66
20	CONTROLE E ATUALIZAÇÃO DO PAE	68
21	DISTRIBUIÇÃO DE CÓPIAS DO PAE PARA AS AUTORIDADES PÚBLICAS	69
22	ANEXOS	70
22.1	ANEXO 1 - MODELOS DE FORMULÁRIOS PADRÃO DO PAE	70
22.2	ANEXO 2 - LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO EXTERNA – PAE	73
22.3	ANEXO 3 - MAPAS DE INUNDAÇÃO E DE RISCO HIDRODINÂMICO	74

1 INTRODUÇÃO

Este documento consubstancia os serviços de engenharia relacionados com a elaboração do Plano de Segurança da Barragem (PSB) e Plano de Ação de Emergência (PAE) da Barragem Santa Helena, conforme Contrato nº 3200600000 firmado entre Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE e a HYDROS Engenharia Ltda. Em 30 de novembro de 2020.

Os PSB e PAE da Barragem Santa Helena foram desenvolvidos com vista ao atendimento da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB – Lei Federal nº 12.334/2010), uma vez que existem riscos e danos potenciais associados à área urbana situada a jusante da barragem.

A elaboração do Plano de Segurança da Barragem Santa Helena foi considerada necessário para dar atendimento às exigências legais e, principalmente, devido à existência de área de ocupação urbana permanente a jusante da barragem, com cota inferior ao nível d'água do reservatório da barragem, que caracteriza uma situação de risco à população, mesmo não apresentando o porte mínimo previsto na Lei Federal nº 12.334/2010 (Artigo 1º, parágrafo único).

2 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar o produto intitulado “Produto 14 – Plano de Ação de Emergência”, referente à elaboração do Plano de Segurança de Barragem, incluindo Plano de Ação de Emergência da Barragem Santa Helena.

3 ESCOPO DOS SERVIÇOS

O escopo dos serviços é a elaboração do Plano de Segurança da Barragem e Plano de Ação de Emergência da Barragem Santa Helena, que contempla a execução das atividades preconizadas pelo Órgão Fiscalizador Estadual através da Portaria SEMA nº 136/2017, tendo em conta as diretrizes estabelecidas pela Agência Nacional das Águas – ANA.

Em atendimento ao Artigo 9º da Portaria SEMA nº 136 de 29 de dezembro de 2017, o Plano de Segurança da Barragem Santa Helena foi organizado em 4 (quatro) volumes, conforme discriminados a seguir:

- a) Relatório do Plano de Segurança de Barragem;
- b) Relatório de Revisão Periódica de Segurança de Barragem;
- c) Plano de Ação de Emergência – PAE;
- d) Resumo Executivo do Plano de Segurança de Barragem.

4 ANTECEDENTES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Apresenta-se, a seguir, a listagem dos documentos de referência da Barragem Santa Helena.

Quadro 4.1 – Documentos de Referência

Item	Nº	Rev.	Discriminação	Autor	Data
1	SM899.CR.GR010	E	Cronograma Físico-Financeiro	Hydros	08/04/2021
2	SM899.RE.GR012	A	Produto 01 - Mobilização da Equipe	Hydros	26/02/2021
3	SM899.RE.GR011	A	Produto 02 - Plano de Trabalho	Hydros	02/02/2021
4	SM899.RE.SH300	B	Produto 03 – Análise da Documentação Técnica Disponível e Avaliação de Projetos	Hydros	10/06/2021
5	SM899.RE.GR013	B	Produto 04 – Vistoria Técnica para Elaboração de Diagnóstico	Hydros	21/06/2021
6	SM899.RE.SH320	A	Produto 05 – Ficha de Inspeção de Segurança Regular	Hydros	13/07/2021
7	SM899.RE.SH330	B	Produto 06 e 07 – Relatório de Inspeção de Segurança Regular e Extrato de ISR	Hydros	26/08/2021
8	SM899.RE.SH340	B	Produto 08 – Projeto de Instrumentação	Hydros	26/10/2021
9	SM899.RE.SH350	A	Produto 09 – Relatório de Diagnóstico	Hydros	09/01/2022
10	SM899.RE.SH360	A	Produtos 10 e 11 – Plano de Segurança de Barragem e Revisão Periódica de Segurança de Barragem	Hydros	09/01/2022
11	SM899.RE.SH370	A	Produtos 12 e 13 – Relatório de Ruptura Hipotético e Mapas de Inundação	Hydros	09/01/2022

A Barragem Santa Helena está localizada na região nordeste do município de Caxias do Sul, dentro da área urbana, a 13,80 km da sede do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE, situada no centro da cidade de Caxias do Sul.

Partindo-se da Rodovia RSC 453, denominada Rodovia Rota do Sol Euclides Triches, toma-se a estrada Fazenda Souza, na direção este, onde se situa a entrada do acesso à Barragem Santa Helena, tal como indicada na Figura 5.1-2, apresentada a seguir.



Figura 5.1-2 – Localização e Acesso da Barragem

5.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BARRAGEM

A barragem Santa Helena tem a função de acumulação para garantir parte da vazão para abastecimento de Caxias do Sul.

A barragem situa-se no Arroio Alegre, afluente do Arroio Faxinal.

O barramento é composto de barragem de pedra argamassada, possuindo cerca de 68,5 metros de crista, que exerce também a função de vertedouro e possui cerca de 7 m de altura máxima, a partir da fundação. O paramento de jusante possui formato em degraus.

É provido de um descarregador de fundo, de formato tubular, com válvula na sua extremidade de jusante.

O reservatório possui área inundada de aproximadamente 65.000 m².

São apresentadas a seguir, os desenhos contendo as principais características técnicas da barragem, conforme documentação técnica disponível.



Figura 5.2-1 –Barragem - Planta

Fonte: Hydros

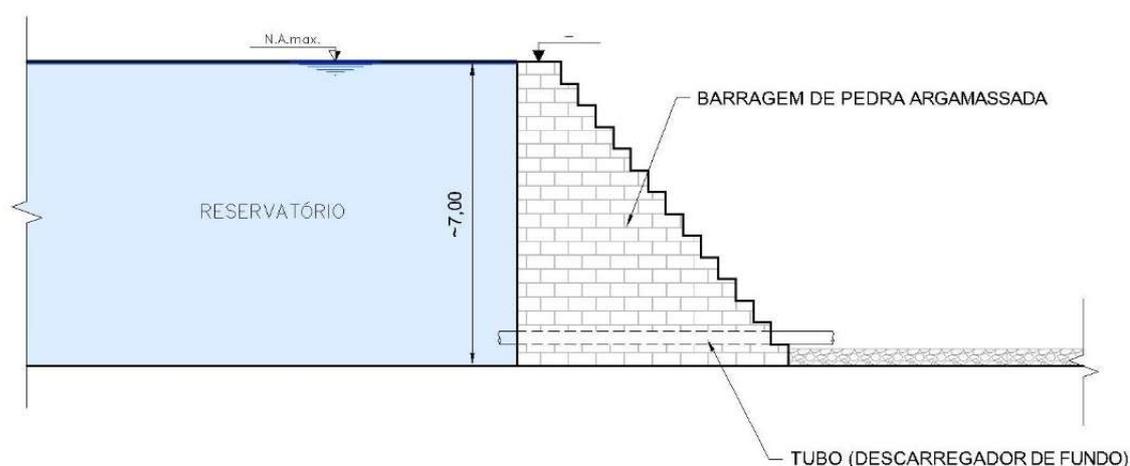


Figura 5.2-2 –Barragem - Seção

Fonte: Samae

5.3 DADOS TÉCNICOS DA BARRAGEM

DADOS TÉCNICOS DA BARRAGEM			
Altura do maciço principal (m): 7,00		Largura do coroamento (m): 0,8	
Extensão do coroamento da barragem principal (m): 68,50		Cota do coroamento da barragem principal (m): nd	
Capacidade do reservatório (hm ³): nd			
Tipo da Barragem Principal: Pedra Argamassada			
Concreto		Terra	
Barragem de Concreto Ciclóptico		Aterro Barragem	
Barragem de Concreto Compactado a Rolo		Barragem de Enrocamento	
Barragem Vertedoura		Barragem de Terra/Enrocamento	
Barragem de Gravidade Vertedoura		Barragem de Terra Homogênea	
Barragem Submersível		Barragem de Terra Zoneada	
Condições de Fundação			
X	Rocha Sã	Solo Argiloso	
	Rocha Alterada	Solo Argiloso Tratado	
	Solo Residual	Solo Permeável	
	Outro:	Aluvião	
Estrutura Extravasora Principal:			
Vertedouro (sangradouro) – Tipo: Superfície com crista livre			
Vertedouro (sangradouro) com controle:		Sim	X Não
Vertedouro (sangradouro) com controle – número de comportas: ----			
Tipo de acionamento das comportas:		Manual	Automático
Largura total do vertedouro (sangradouro) (m): 68,5			
Vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) (m ³ /s): nd			
Tempo de retorno da vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) – (anos): nd			
Cota do nível d' água máximo maximorum (m): nd		Cota da soleira do vertedouro (sangradouro) – (m): nd	
Estruturas Extravasoras Complementares:			

Tem vertedouro (sangradouro) auxiliar		Sim	X	Não
Tipo de vertedouro (sangradouro) auxiliar: ----				
Há descarregador de fundo	X	Sim		Não
Descarregador de fundo – tipo: tubo embutido no maciço com válvula a jusante				
Descarregador de fundo – diâmetro: nd				
Descarregador de fundo com acionamento automático:		Sim	X	Não
Descarregador de fundo com possibilidade de acionamento manual		Sim	X	Não
Vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) complementar – (m ³ /s): ----				
Tempo de retorno da vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) complementar – (anos): ----				
Tomada-d’água – tipo:				
Tomada-d’água – diâmetro (m): N/D				
Tomada-d’água com acionamento automático das comportas		Sim	X	Não
Tomada-d’água com possibilidade de acionamento manual das comportas		Sim	X	Não
Sistema de Drenagem:				
	Filtração moderna			
	Drenos horizontais e verticais			
	Aterro homogêneo resistente ao <i>piping</i>			
	Poços de alívio			
	Drenos de pé			
	Sem controle de drenagem interna			
X	Outro, descrever: Barragem de Pedra Argamassada sem sistema de drenagem			
	Meio fio e drenagem de superfície			

5.4 DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

5.4.1 Caracterização dos Níveis de Segurança e Risco de Ruptura

Os níveis de segurança e risco de ruptura são classificados em 5 categorias associadas a diferentes cores e ordenadas em ordem crescente de risco conforme quadro 5.4-1.

Quadro 5.4-1 – Categorias quanto aos níveis de segurança e risco de ruptura

Nível de Segurança	Cor	Descrição
0	 Azul	Alerta de inundação por operação de estruturas de descarga Ação operacional preventiva
1	 Verde	Situação potencial de ruptura está se desenvolvendo Estado de prontidão na barragem
2	 Amarelo	Situação potencial de ruptura está piorando Estado de alerta na barragem
3	 Laranja	Ruptura é iminente Estado de emergência na barragem / Estado de alerta na zona de autossalvamento
4	 Vermelho	Ruptura está ocorrendo ou acabou de ocorrer. Estado de emergência na zona de autossalvamento

Os itens a seguir detalham os critérios para ativação de cada nível.

5.4.2 Critérios de Ativação dos Níveis de Segurança e Risco de Ruptura

5.4.2.1 Nível 0 – Azul - Alerta de Inundação por Operação de Estruturas de Descarga

O nível 0 – Azul é ativado quando são observadas as seguintes situações:

- Evento hidrológico extremo e;
- Não há problema estrutural com a barragem.

5.4.2.2 Nível 1 – Verde: Situação Potencial de Ruptura está em Desenvolvimento

O nível 1 – Verde é ativado quando são observadas as seguintes situações:

- situação adversa, ainda controlável pelo empreendedor e/ou;
- estrutura da barragem afetada, porém de maneira remediável.

5.4.2.3 Nível 2 – Amarelo – Situação Potencial de Ruptura está Piorando

O nível 2 – Amarelo é ativado quando são observadas as seguintes situações:

- situação adversa evoluindo rapidamente e/ou;
- estrutura da barragem afetada de maneira significativa.

5.4.2.4 Nível 3 – Laranja - Situação de Ruptura Iminente

O nível 3 – Laranja é ativado quando são observadas as seguintes situações:

- situação adversa fora de controle pelo empreendedor e/ou;
- estrutura da barragem afetada de maneira severa e irreversível.

5.4.2.5 Nível 4 – Vermelho - Ruptura está Ocorrendo ou Acabou de Ocorrer

O nível 4 – Vermelho é ativado quando são observadas as seguintes situações:

- Acidente Inevitável e/ou Catástrofe se iniciando ou Ruptura já ocorreu;
- Estrutura em colapso;

5.4.3 Ações Esperadas para cada Nível de Segurança

São descritas, a seguir, as ações correspondentes às notificações para cada nível de segurança da barragem:

5.4.3.1 Nível 0 – Azul - Alerta de Inundação por Operação de Estruturas de Descarga

▪ Fluxo de notificação interno:

Encarregado da Barragem deve comunicar o nível de alerta ao Coordenador do PAE. O Encarregado da Barragem é o responsável local pela segurança da barragem, designado pelo Empreendedor, que atua sob o comando do Coordenador do PAE ¹.

¹ De acordo com o Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE, do Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, da ANA

5.4.3.2 Nível 1 – Verde - Situação Potencial de Ruptura está em Desenvolvimento

- **Fluxo de notificação interno:**

- Encarregado da Barragem deve comunicar o nível de alerta ao coordenador do PAE;
- Coordenador do PAE deve comunicar o empreendedor

- **Fluxo de notificação externo:**

- Coordenador do PAE deve notificar as autoridades públicas.

5.4.3.3 Nível 2 – Amarelo: Situação Potencial de Ruptura está Piorando

- **Fluxo de notificação interno:**

- Coordenador do PAE deve comunicar o empreendedor;

- **Fluxo de notificação externo:**

- Coordenador do PAE deve notificar as autoridades públicas.

5.4.3.4 Nível 3 – Laranja - Situação de Ruptura Iminente

- **Fluxo de notificação interno:**

- Coordenador do PAE deve comunicar o empreendedor.

- **Fluxo de notificação externo:**

- Coordenador do PAE deve notificar as autoridades públicas;
- Empreendedor deve alertar a população potencialmente afetada na zona de autossalvamento;
- População residente na zona de autossalvamento deve abandonar a área potencialmente inundável.

5.4.3.5 Nível 4 – Vermelho - Ruptura está Ocorrendo ou Acabou de Ocorrer

- **Fluxo de notificação interno:**

- Coordenador do PAE deve comunicar o empreendedor.

- **Fluxo de notificação externo**

- Coordenador do PAE deve notificar as autoridades públicas;
- Empreendedor deve alertar a população potencialmente afetada na zona de autossalvamento;
- População residente na zona de autossalvamento deve abandonar a área potencialmente inundável.

5.4.4 Término da Situação de Emergência

Uma vez terminada a situação de emergência, o empreendedor deve providenciar a elaboração do relatório de encerramento de evento de emergência, em até 60 dias, contendo, no mínimo:

I – Descrição detalhada do evento e possíveis causas;

II – Relatório fotográfico;

III – Descrição das ações realizadas durante o evento, inclusive cópia das declarações emitidas e registro dos contatos efetuados;

IV – Indicação das áreas afetadas com identificação dos níveis ou cotas altimétricas atingidas pela onda de cheia;

V – Consequências do evento, inclusive danos materiais à vida e à propriedade;

VI – Proposições de melhorias para revisão do PAE;

VII – conclusões do evento; e

VIII – Ciência do responsável legal pelo empreendimento;

6 ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

A estrutura da Barragem Santa Helena é de pedra argamassada, ou seja, é do tipo indeformável. As principais causas de rompimento das barragens com estruturas indeformáveis (concreto, pedra argamassada) são por tombamento e falha na fundação.

O formato final da brecha decorre do processo de rompimento do maciço, que ocorrem nas juntas de construção, tendo como consequência, que o seu formato é ditado pela localização dessas juntas.

A dimensão da brecha foi estimada nas dimensões da barragem, tendo sido admitida com 30 m de largura e 7 m de altura, com tempo de formação de 10 minutos.

Para a avaliação das manchas de inundação, foram realizadas simulações em regime permanente, adotando como vazão, a vazão de pico dos hidrogramas dos respectivos períodos de retorno das cheias.

6.1 ESTUDO DE PROPAGAÇÃO DA ONDA DE RUPTURA DA BARRAGEM

O rompimento de uma barragem provoca a formação de uma onda de inundação para jusante, que é função de características da formação da brecha. A onda de inundação deste tipo apresenta formato não linear e a sua propagação não pode ser modelada por meio de procedimentos simplificados, em regime permanente e uniforme, tal como é o caso da utilização da equação de Manning.

Para se fazer a simulação da propagação da onda de ruptura de barragem foi necessário realizar uma modelagem matemática, utilizando-se modelos hidrodinâmicos de escoamento de água, pois a onda de cheia que ocorre com rompimento de uma barragem não é em regime permanente e nem é uniforme, e, também, a distribuição das pressões do escoamento não se dá de forma hidrostática.

No caso, foi utilizada a modelagem hidrodinâmica unidimensional do “software” HEC-RAS 5.0.7 devido às características geométricas dos trechos de propagação das ondas de ruptura da barragem e às grandes extensões dos trechos modelados.

6.2 CONDIÇÕES DE CONTORNO GEOMÉTRICO DO TERRENO

As condições de contorno geométrico da modelagem matemática foram estabelecidas por meio da definição do modelo digital do terreno (MDT), que foi obtido a partir das curvas de nível feitas por meio de levantamento a laser disponibilizados pelo SAMAE, equidistância de 1 m, complementados com dados do SRTM.

Os traçados reais dos cursos d’água foram ajustados com a utilização de imagens recentes de satélite do Google Earth. Por fim o MDT do trecho de interesse foi obtido com a utilização do “software” QGIS, criando-se um arquivo do tipo Geo-Tiff. O arquivo do modelo digital de

elevação foi processado com o auxílio do módulo RAS Mapper do HEC-RAS, obtendo-se os traçados dos cursos d'água, das seções e os limites da modelagem matemática.

6.3 CONDIÇÕES DE CONTORNO HIDRÁULICO

A simulação de rompimento por tombamento foi realizada para a condição da cheia máxima com período de retorno de 100, 1.000 e 10.000 anos. Como a Represa de Faxinal está localizado logo a jusante, e as dimensões do seu reservatório são muito maiores que as de Santa Helena, foram realizadas simulações até a barragem de Faxinal.

6.4 MAPAS DE INUNDAÇÃO CAUSADAS POR CHEIAS NATURAIS

Foram realizadas simulações para a determinação das manchas de inundação para as cheias com período de retorno de 100, 1.000 e 10.000 anos.

Essas simulações foram feitas em regime permanente, utilizando o aplicativo HEC-RAS 5.07, utilizando o seu módulo de regime permanente.

As manchas de inundação são apresentadas nas figuras 6.4-1 a 6.4-3 a seguir.

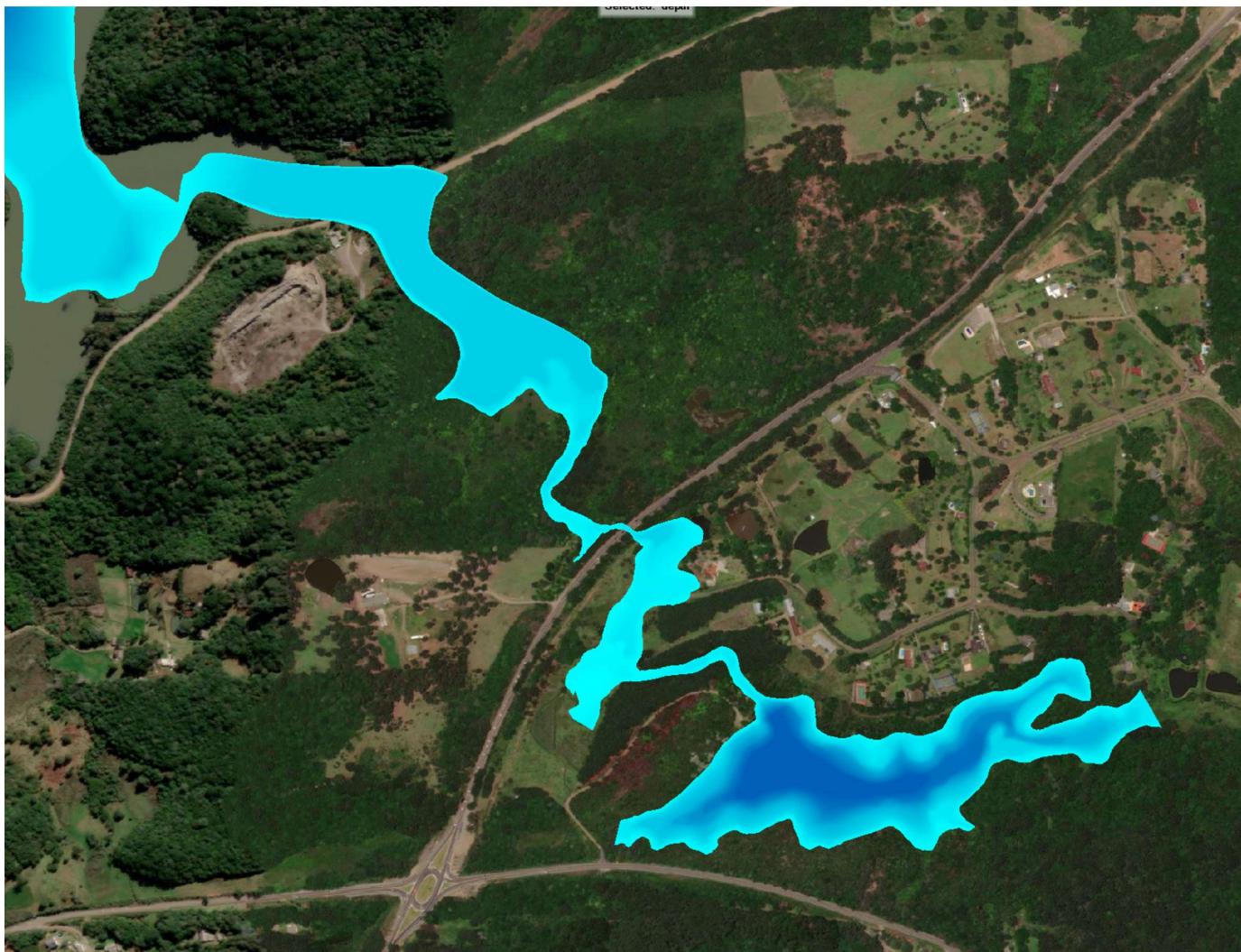


Figura 6.4-1 – Mancha de inundação pela cheia com 100 anos de recorrência, sem ruptura da barragem.

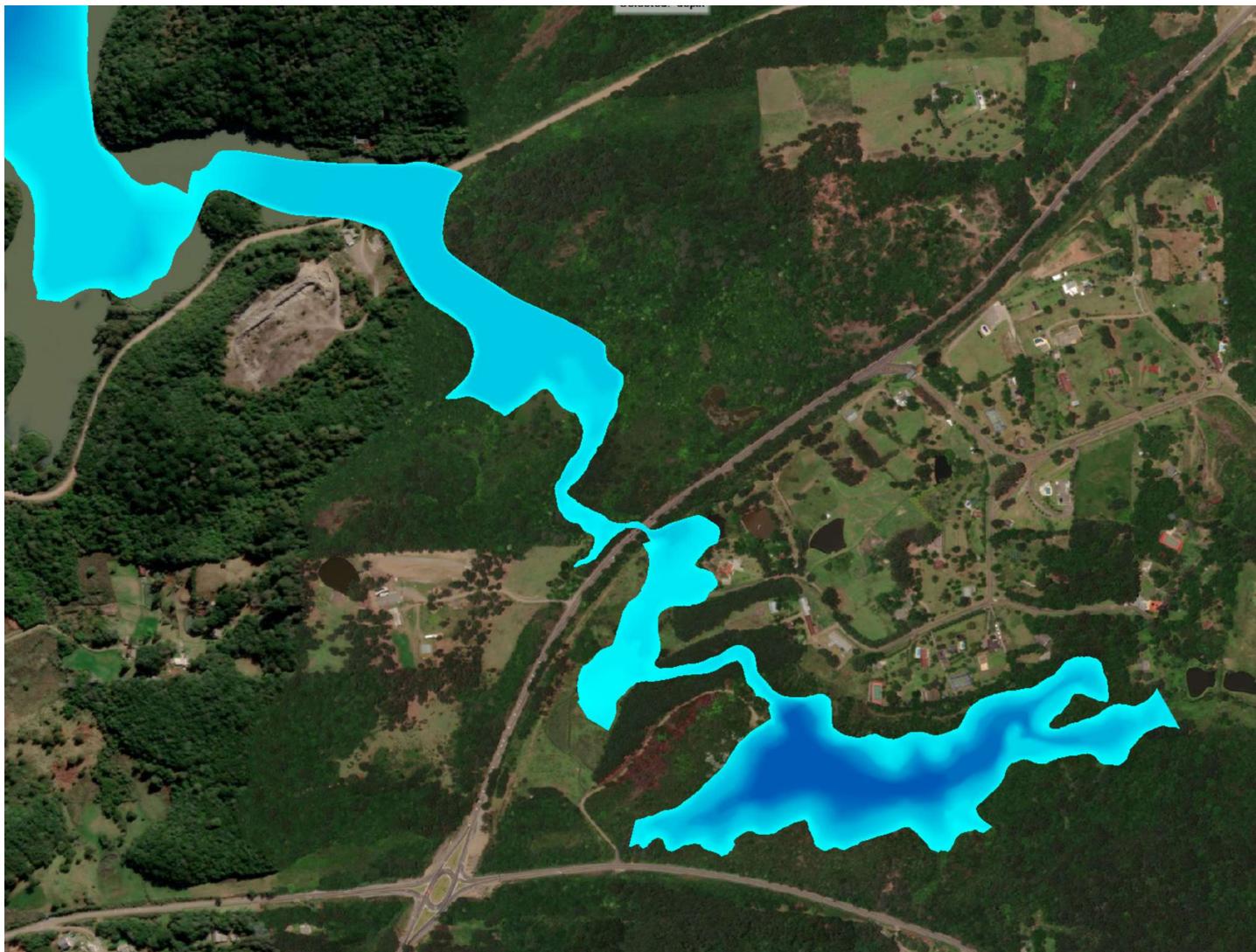


Figura 6.4-2 – Mancha de inundação pela cheia com 1.000 anos de recorrência, sem ruptura da barragem.

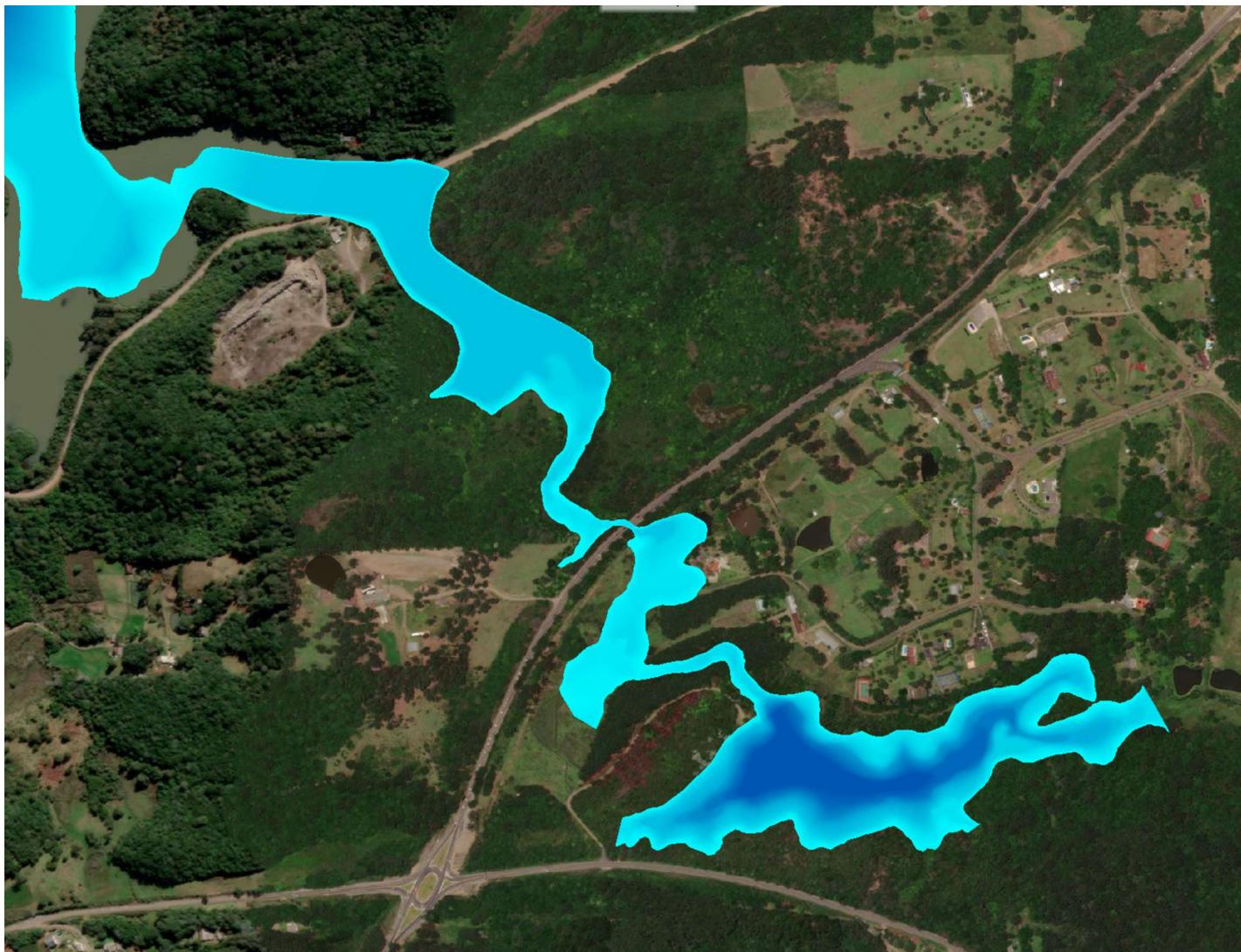


Figura 6.4-3 – Mancha de inundação pela cheia com 10.000 anos de recorrência, sem ruptura da barragem.

6.5 SIMULAÇÕES DAS ONDAS DE RUPTURA DA BARRAGEM

As simulações das ondas de ruptura da barragem foram feitas com a utilização do “software” HEC-RAS, que simula a propagação dos escoamentos provenientes da ruptura da barragem e elabora as manchas de inundações com base no Modelo Digital do Terreno - MDT, este último elaborado com o auxílio do software QGIS.

Foram feitas as simulações da ruptura hipotética da Barragem Santa Helena por tombamento da barragem, para as vazões com recorrência de 100, 1.000 e 10.000 anos.

As simulações da ruptura e de propagação das ondas das cheias foram feitas com a utilização do módulo de simulação em regime não permanente do HEC-RAS, sendo estabelecidos o intervalo de tempo de discretização, intervalo de tempo de gravação dos resultados, data ou horário de início de simulação.

Após o término das simulações os resultados foram lidos pelo módulo RAS Mapper, que delimita as manchas de inundação, extrapolando para o terreno os dados dos níveis d’água.

6.6 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DAS ONDAS DE RUPTURA DA BARRAGEM

São apresentados a seguir, os resultados das simulações das várias formas e condições da ruptura hipotética da barragem.

Apresentam-se nas Figuras 6.6-1 a 6.6-6, a seguir, os perfis da linha d’água máxima e as plantas das manchas de inundação máxima, decorrentes das ondas de ruptura das barragens, que se propagam ao longo do curso d’água a jusante da barragem, ou seja, ao longo do rio, até o reservatório de Faxinal. As manchas de inundação observadas a montante do reservatório de Santa Helena são devidas à onda da cheia natural.

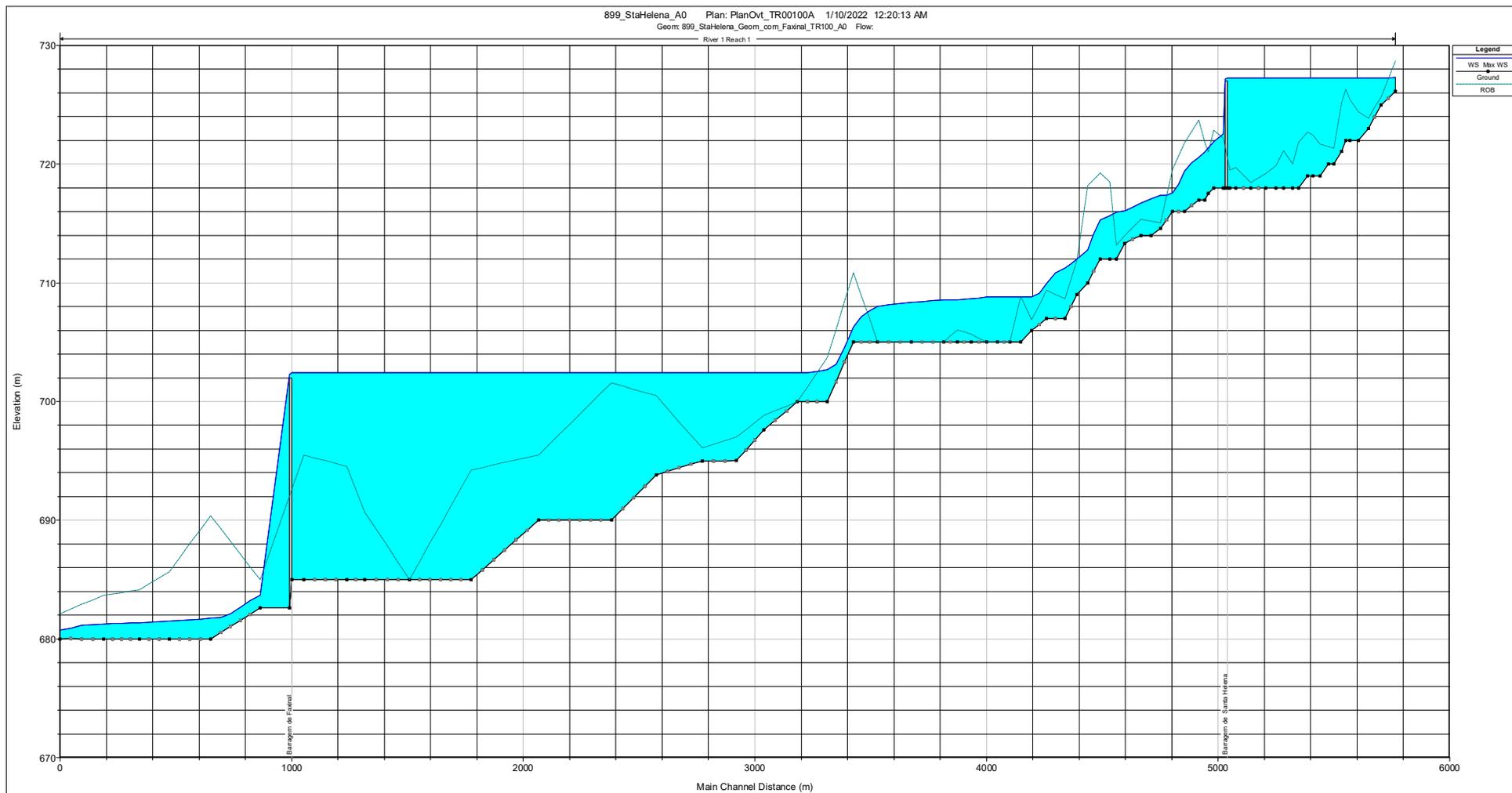


Figura 6.6-1 – Onda de Ruptura por Tombamento da Barragem Santa Helena – TR = 100 anos - Perfil da Linha d'Água Máxima

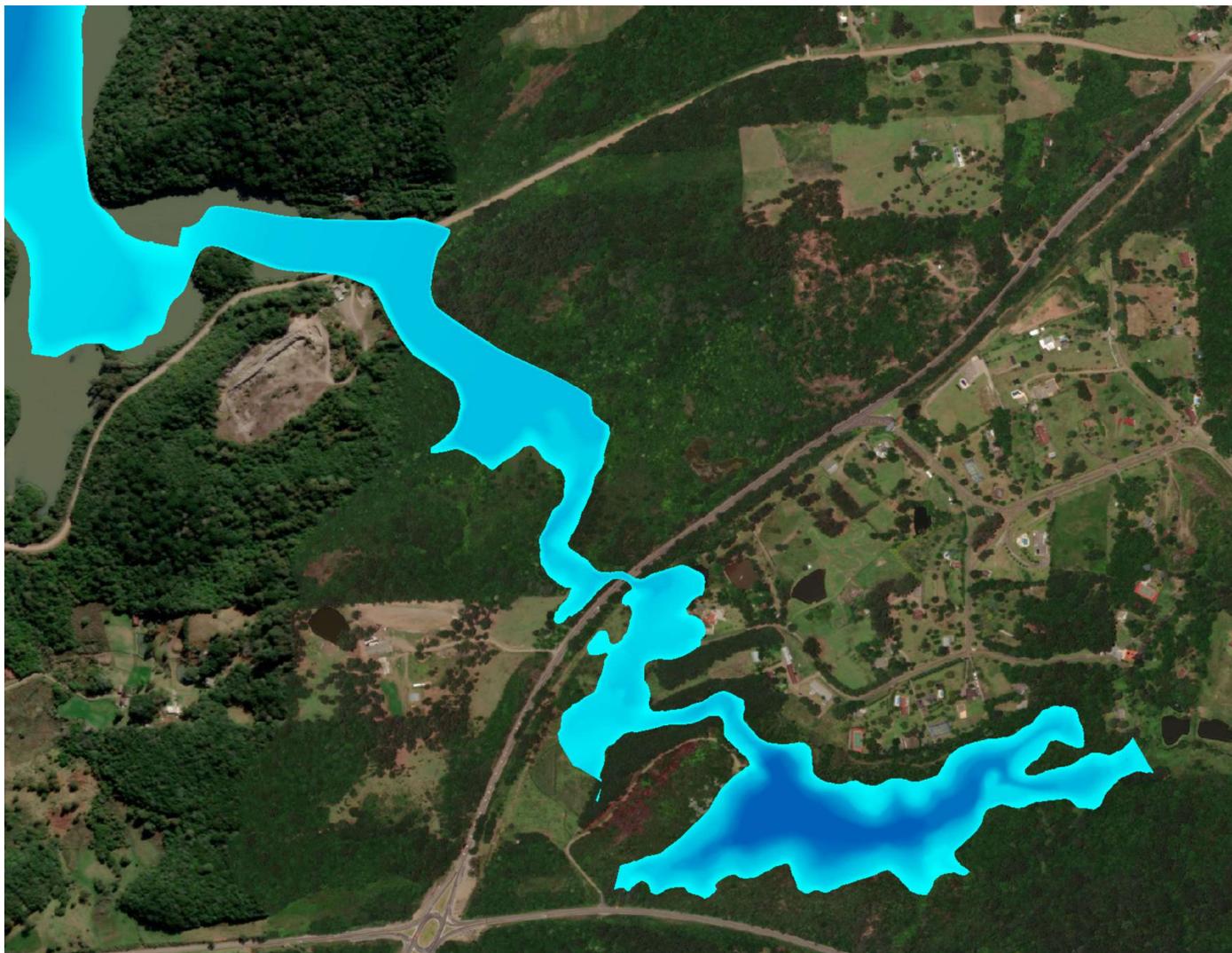


Figura 6.6-2 – Onda de Ruptura por Tombamento da Barragem – TR = 100 anos - Planta da Mancha de Inundação Máxima.

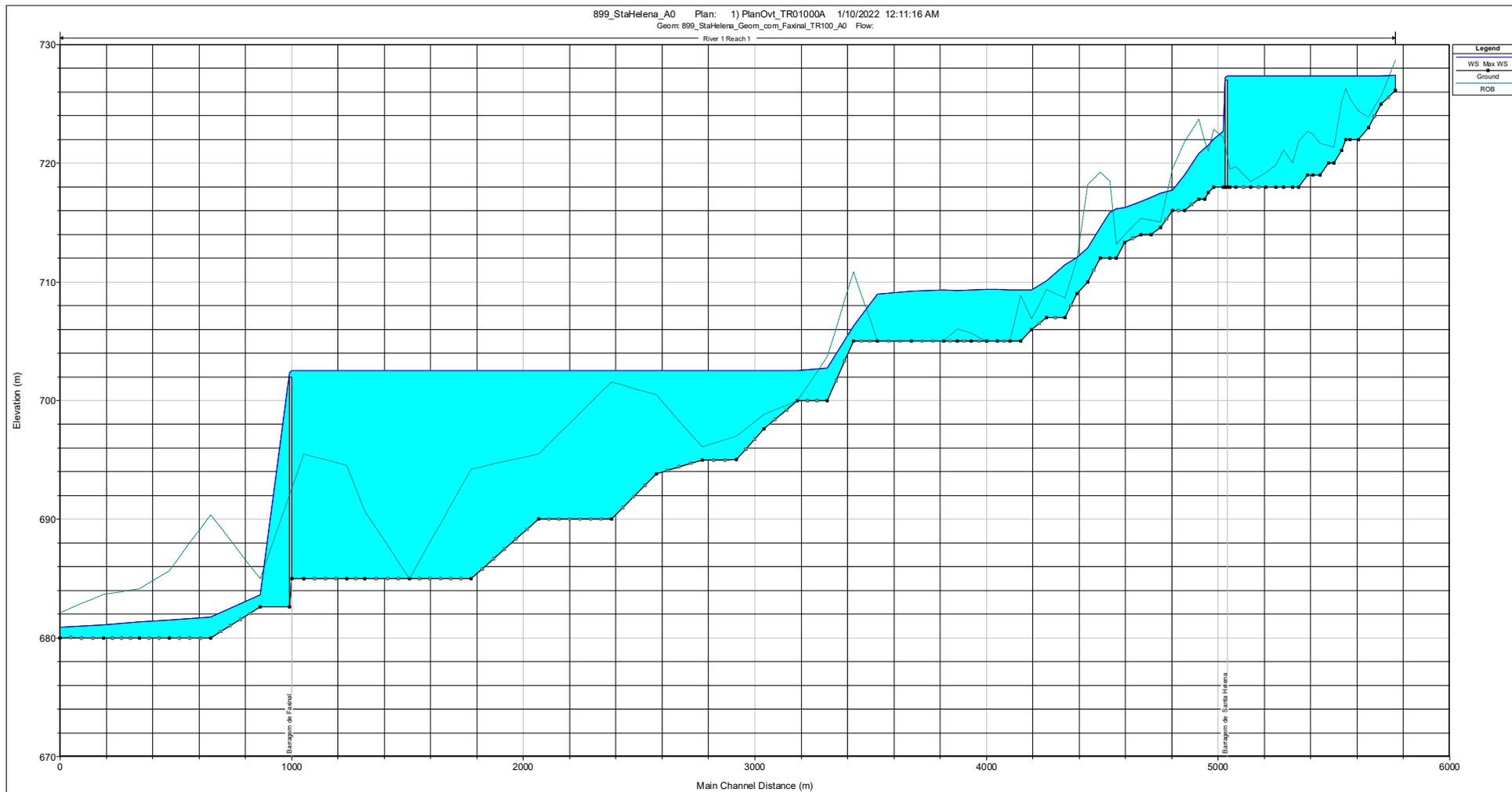


Figura 6.6-3 – Onda de Ruptura por Tombamento da Barragem Santa Helena – TR = 1.000 anos - Perfil da Linha d'Água Máxima

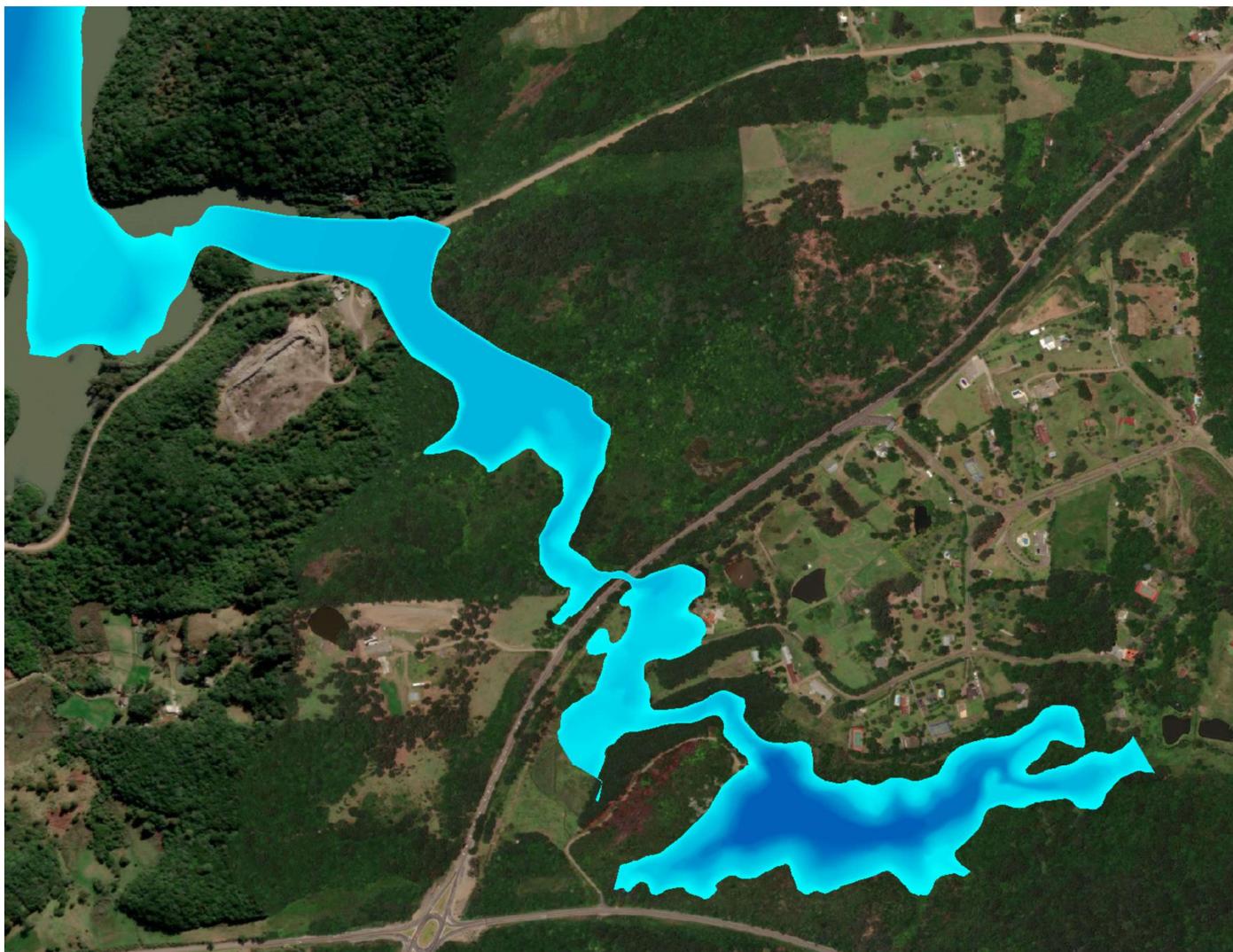


Figura 6.6-4 – Onda de Ruptura por Tombamento da Barragem – TR = 1.000 anos - Planta da Mancha de Inundação Máxima.

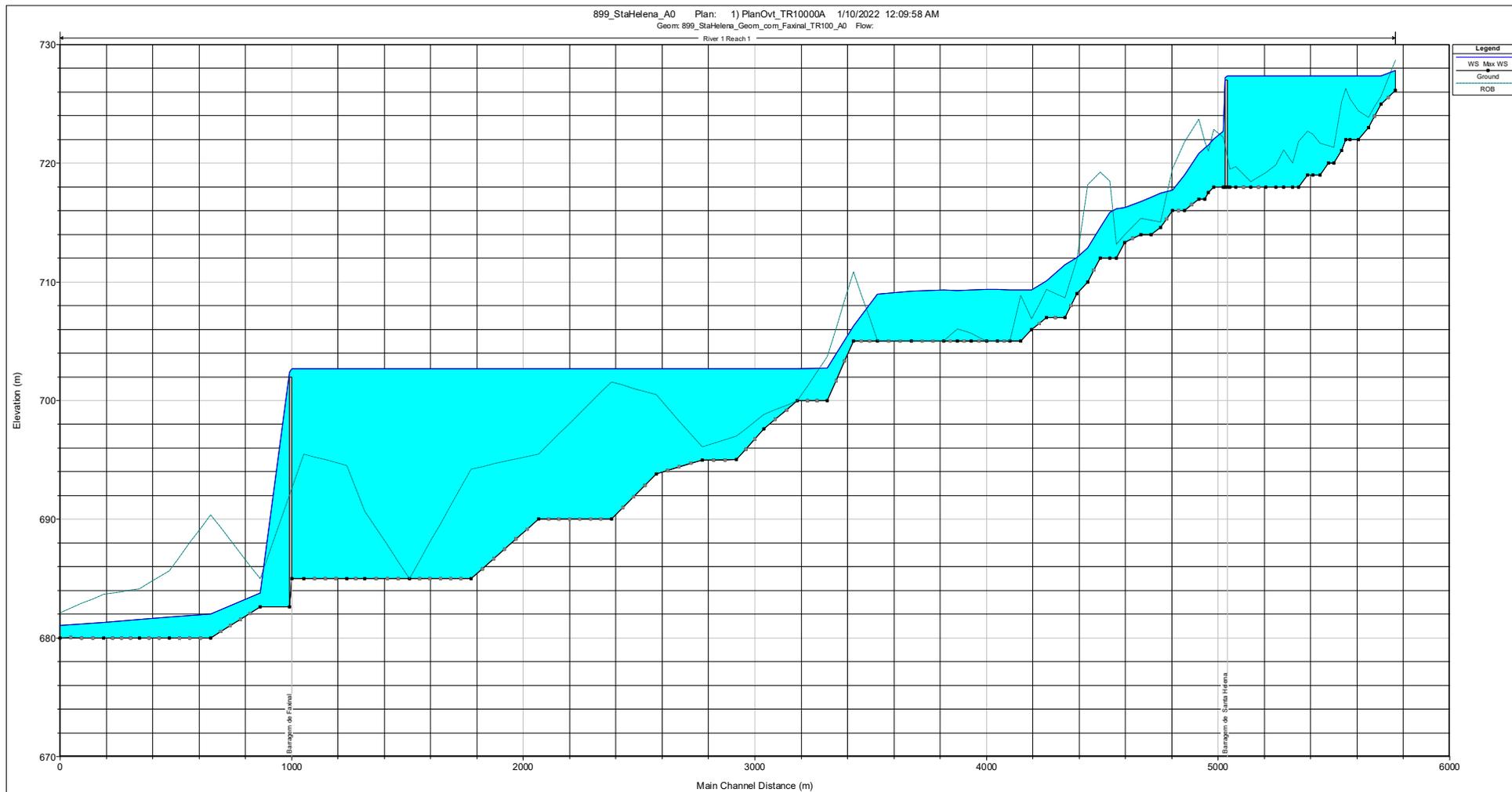


Figura 6.6-5 – Onda de Ruptura por Tombamento da Barragem Santa Helena – TR = 10.000 anos - Perfil da Linha d'Água Máxima

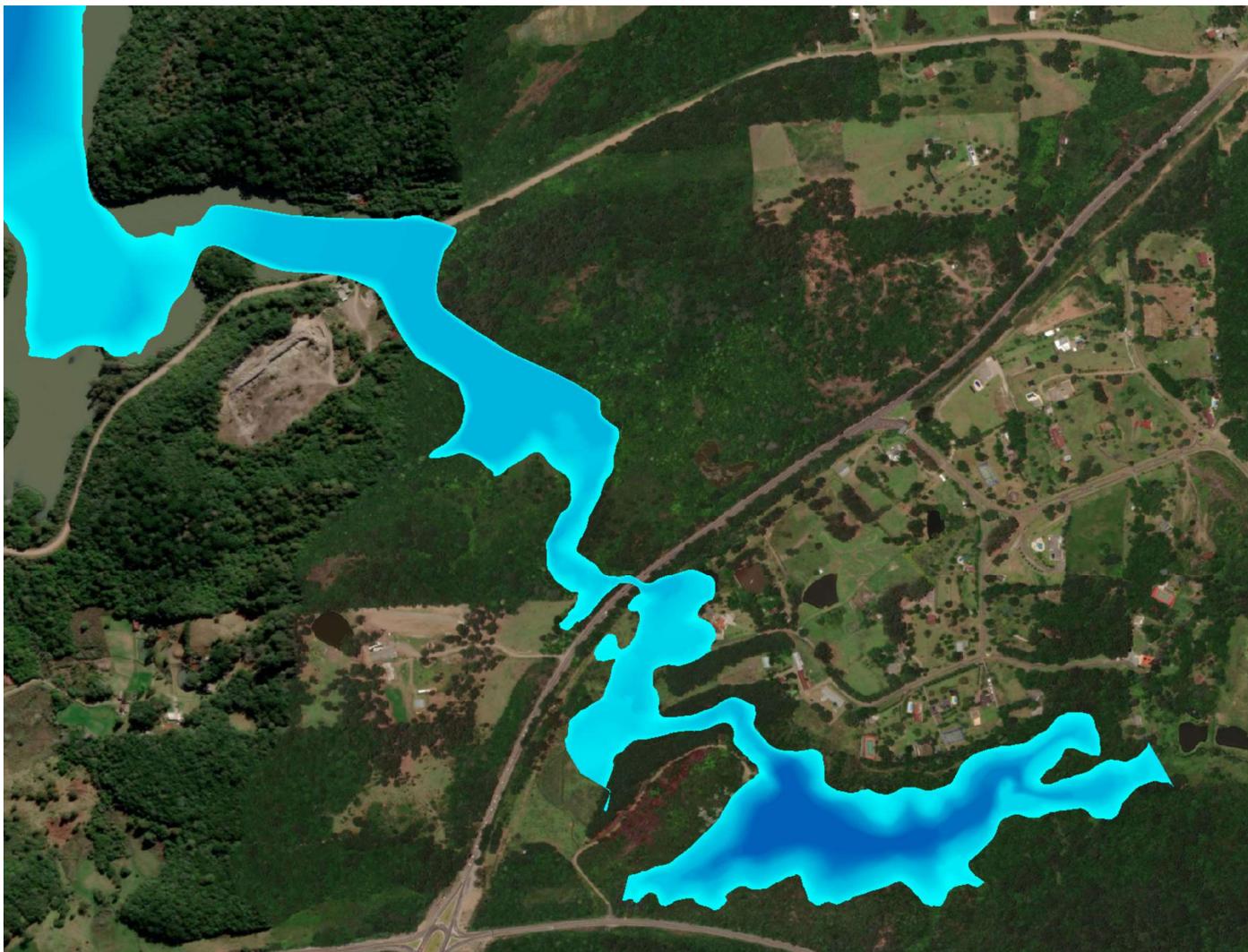


Figura 6.6-6 – Onda de Ruptura por Tombamento da Barragem – TR = 10.000 anos - Planta da Mancha de Inundação Máxima.

Apresentam-se, a seguir, na Tabela 6.6-1, o tempo de chegada da onda de ruptura, o tempo de ocorrência de NAmáximo, o NAmáximo atingido e o NAmáximo nos pontos notáveis dos cursos d'água situados a jusante da barragem. Os pontos notáveis estão situados a jusante das barragens, ao longo dos cursos d'água, situados à jusante das barragens.

Observa se que toda área atingida está situada dentro da Zona de Auto Salvamento.

Tabela 6.6-1 – Tempo de Chegada da Onda de Ruptura, Tempo do NA Máximo Atingido, Final da onda e NAs Máximas nos Pontos Notáveis dos Cursos d'Água a Jusante da Barragem

Local	Dist. à Foz (km)	Dist à Barragem (km)	Tempo de Chegada (min)	Tempo NA máx (min)	Tempo do Final da onda (min)	NAmáx (m)
Rodovia Rota do Sol	4,49	0,53	1	11	30	714.57
Estrada Vicinal/Entrada no Reservatório Faxinal	3,81	1,21	2	17	40	709.30

A Tabela 6.6-2 apresenta as velocidades máximas, vazões máximas, profundidades máximas e riscos hidrodinâmicos nos pontos notáveis dos cursos d'água a jusante da barragem. O risco hidrodinâmico é determinado pelo produto da velocidade x profundidade da lâmina d'água e expressa o dano potencial de uma inundação (o efeito de uma inundação de, por exemplo, de 1 m de lâmina de água com água parada é completamente diferente dessa mesma inundação, mas com velocidade de 3 m/s pois, com essa velocidade pode derrubar uma edificação e arrastar as pessoas atingidas pelo escoamento).

Tabela 6.6-2 – Velocidades Máximas, Vazões Máximas, Profundidades e Riscos Hidrodinâmicos nos Pontos Notáveis dos Cursos d'Água a Jusante da Barragem.

Local	Dist. à Foz (km)	Vmáx (m/s)	Qmáx (m ³ /s)	Pmáx (m)	Risco Hidrodinâmico (m ² /s)
Rodovia Rota do Sol	4,49	8.55	505	2.6	22.0
Estrada Vicinal/Entrada no Reservatório Faxinal	3,81	0.53	373	4.3	2.3

Na Tabela 6.6-3, apresenta abaixo, são descritas as consequências da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem, indicando que o dano causado pela onda de ruptura hipotética da barragem é bastante alto, com potencial para arrastar adultos e causar danos às edificações existentes.

Tabela 6.6-3 - Consequências de Risco Hidrodinâmico (Synaven et al, 2000) (*)

Risco Hidrodinâmico (Parâmetro H x V)	Consequência
< 0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 – 1,0	Adultos são arrastados
1 – 3	Danos de submersão em edifícios e casas fracas
3 – 7	Danos estruturais em edifícios e possíveis colapsos
> 7	Colapso de certos edifícios

(*) Conforme Synaven, K., The pilot Project Kyrkojarvi dam and reservoir, Seinjanoki, Finland, In: International Seminal and Workshop Risk, Assessment, Dam-break Flood Analysis and Emergency Action Planning. Seinjanoki, Finnish Environment Institute, 2000.

6.7 MAPAS DE INUNDAÇÃO DAS ONDAS DE RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM

Apresenta-se, a seguir, mapas de inundação das ondas de ruptura hipotética da barragem, para ruptura por tombamento (recorrências de 100, 1.000 e 10.000 anos).

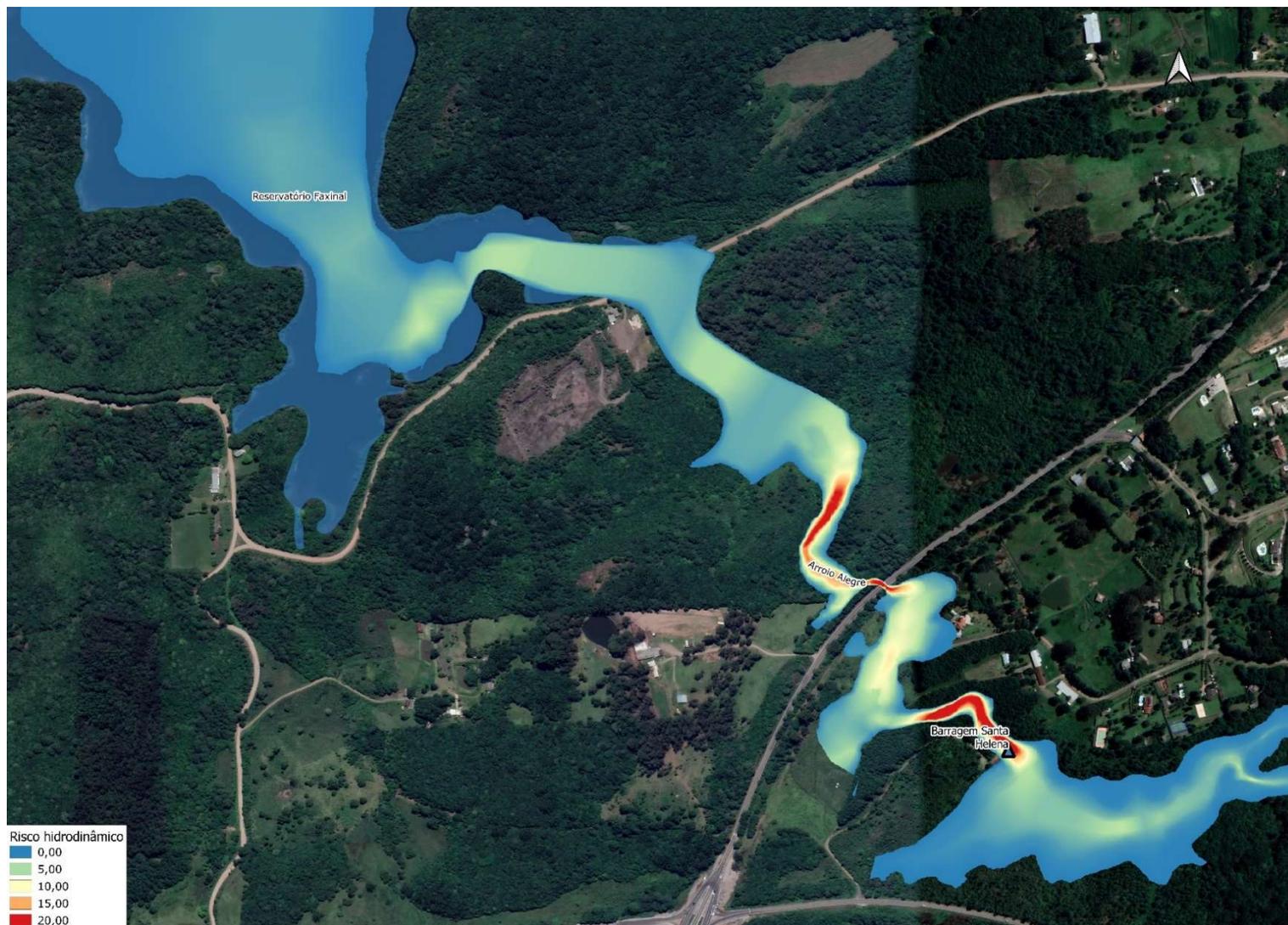


Figura 6.7-1 - Ruptura por Galgamento – TR = 100 anos – Risco Hidrodinâmico

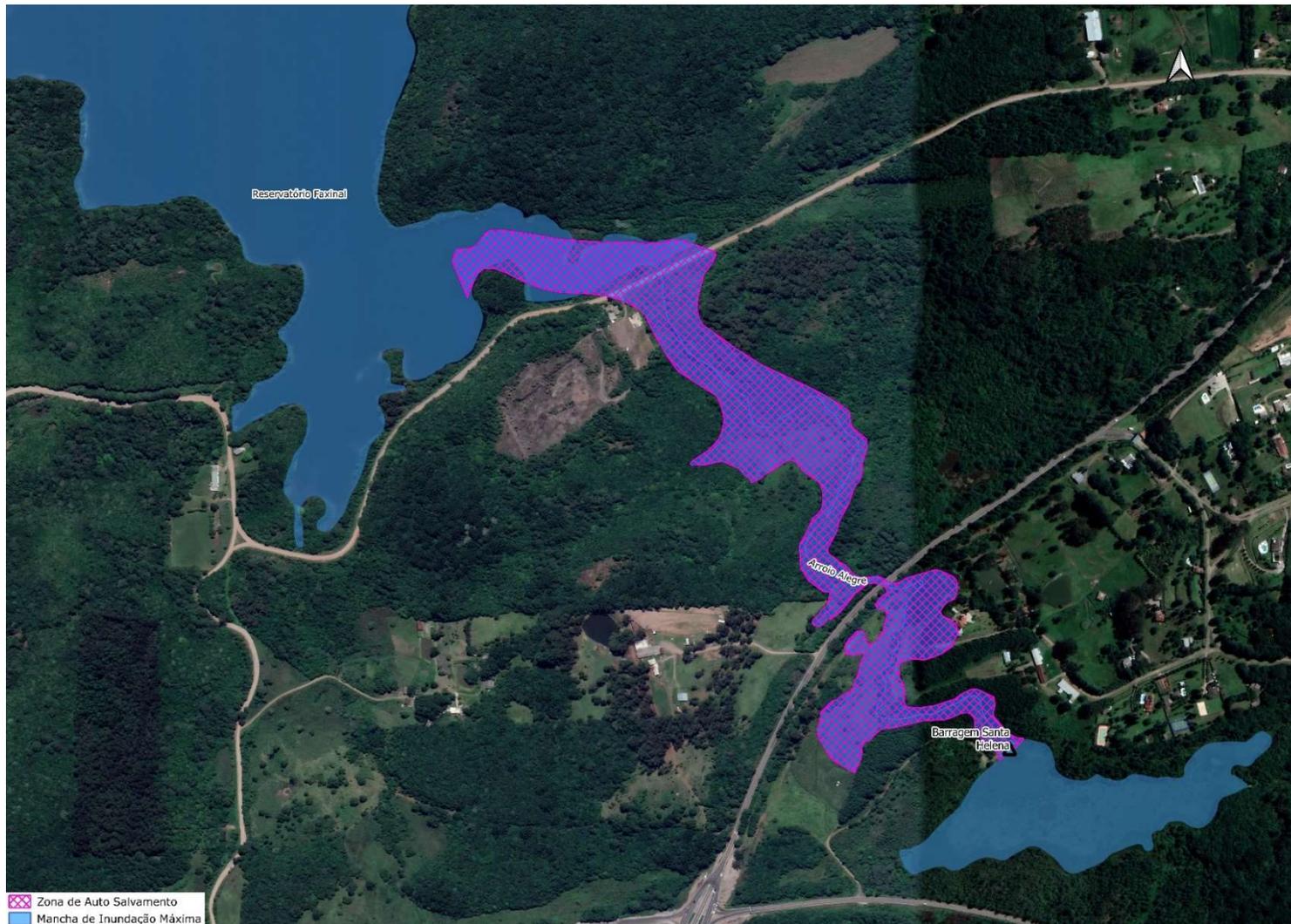


Figura 6.7-2 - Ruptura por Galgamento TR = 100 anos – Zona de Auto Salvamento

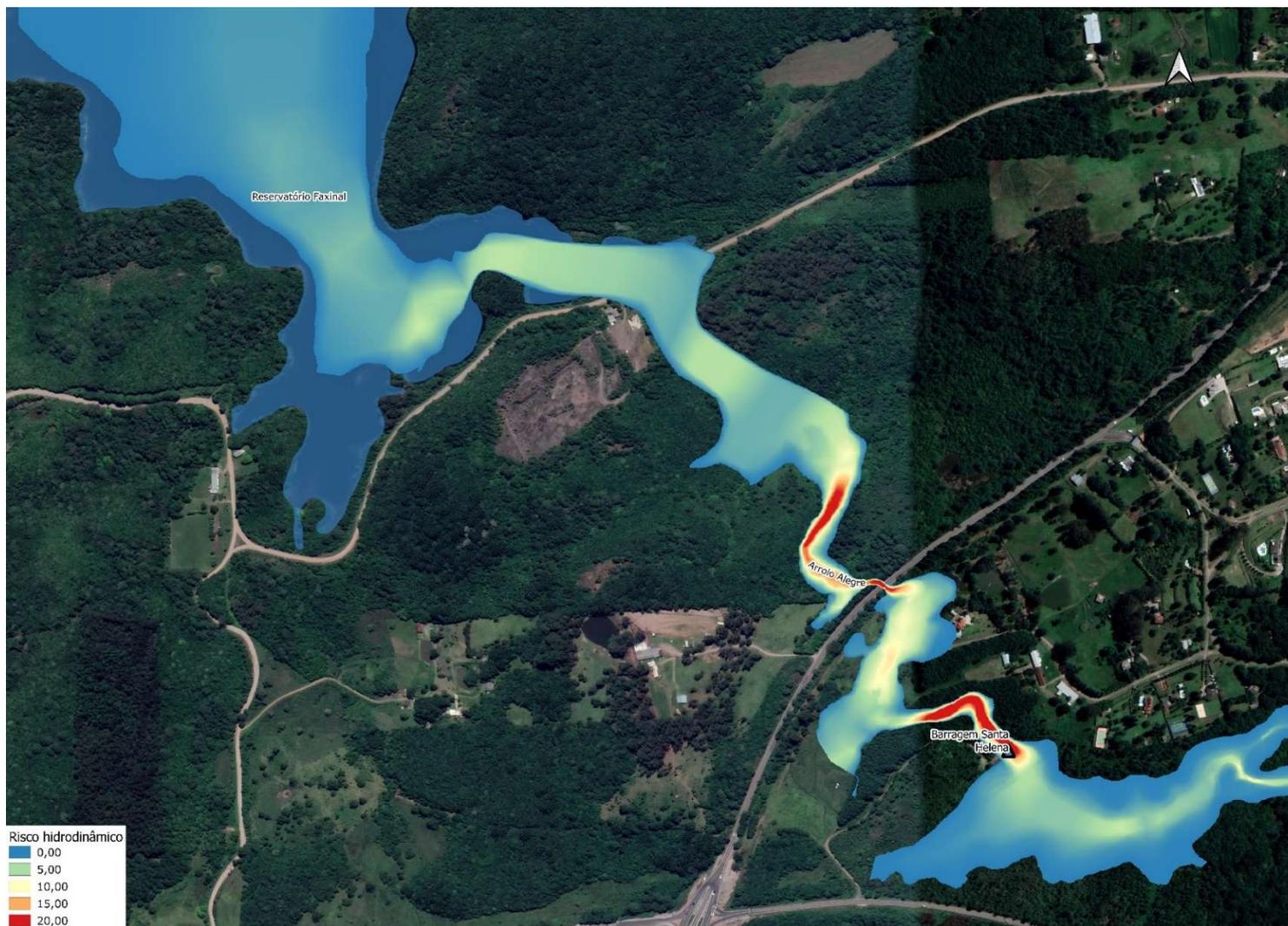


Figura 6.7-3 - Ruptura por Galgamento – TR = 1.000 anos – Risco Hidrodinâmico

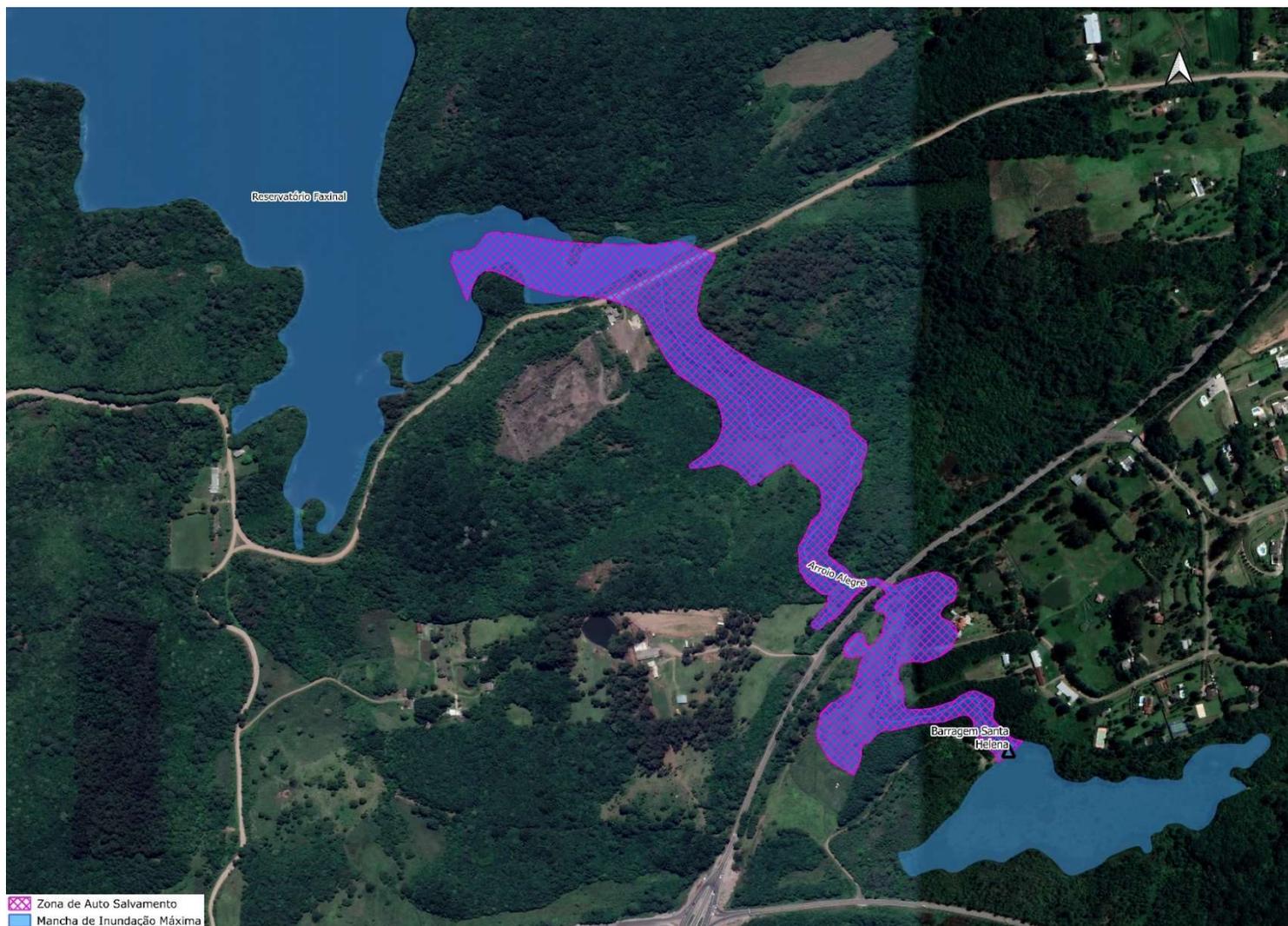


Figura 6.7-4 - Ruptura por Galgamento TR = 1.000 anos – Zona de Auto Salvamento

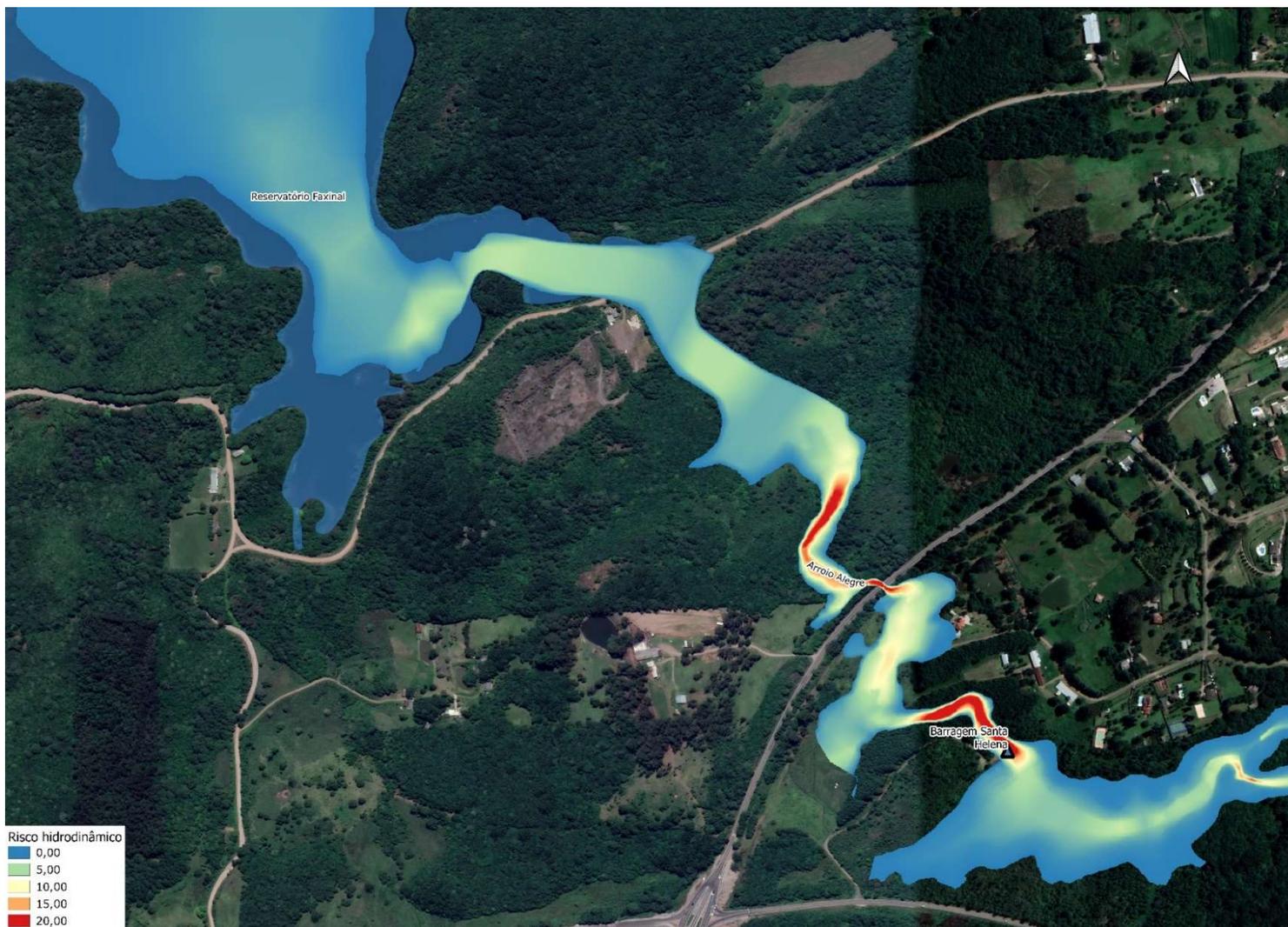


Figura 6.7-5 - Ruptura por Galgamento – TR = 10.000 anos – Risco Hidrodinâmico

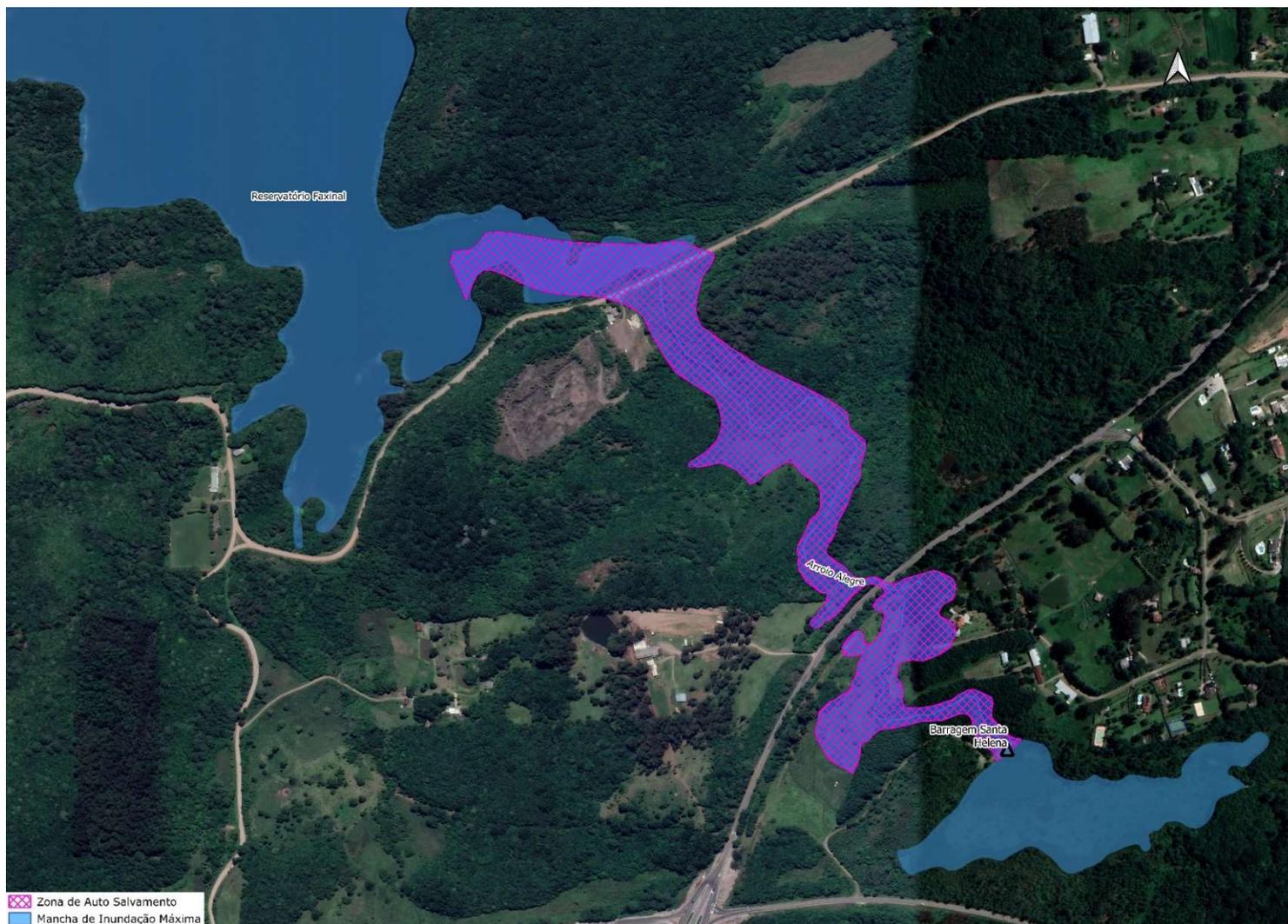


Figura 6.7-6 - Ruptura por Galgamento TR = 10.000 anos – Zona de Auto Salvamento

7 ZONAS DE IMPACTO DIRETO E DE AUTOSSALVAMENTO

7.1 MAPAS DE INUNDAÇÃO E RISCO HIDRODINÂMICO -MIRH

A Zona de Impacto Direto (ZID) é a área delimitada geograficamente, que traduz a envoltória das manchas máximas de inundação simuladas para diferentes cenários de ruptura da barragem. A Zona de Impacto Direto (ZID), denominada de Zona de Autossalvamento – ZAS e Zona de Segurança Secundária - ZSS, situa-se a jusante da barragem e informa que a área delimitada poderá ser atingida pela mancha de inundação caso haja uma ruptura das estruturas da barragem. A mancha de inundação da onda de ruptura da barragem abrange o talvegue do curso d'água, as áreas usualmente afetadas pelas cheias naturais do curso d'água e as áreas lindeiras, principalmente aquelas situadas em cotas baixas, ao longo do curso d'água a jusante da barragem.

Na Zona de Impacto Direto (ZID) ou de inundação da onda de ruptura da barragem é necessário existir um planejamento para a realização de uma evacuação emergencial da área, como vista à preservação da vida humana nesta área. Esse planejamento deve ser feito por meio de um Plano de Contingência Municipal, que é de responsabilidade das Defesas Civas Municipais e Estaduais.

A zona de impacto direto ou da mancha de inundação da onda de ruptura da barragem, definida nos estudos de rompimento hipotético da barragem é apresentada no Anexo 3 deste documento.

7.2 ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

A Zona de Auto Salvamento (ZAS) é a região a jusante da barragem em que se considera que não haverá tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de ruptura da barragem, devido à rapidez da propagação da onda de ruptura e, por conseguinte, o tempo muito exíguo entre o instante da ruptura da barragem e a chegada da onda ao um determinado local, situado a jusante da barragem.

Conforme a Agência Nacional de Águas – ANA sugere-se adotar a menor das seguintes distâncias, ou seja, 10 km ou a distância a partir do local de barramento ou a distância a jusante da barragem que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual à 30 (trinta) minutos.

Na área abrangida pela Zona de Auto Salvamento (ZAS) a responsabilidade do empreendedor limita-se a alertar e avisar a população da área potencialmente afetada, caso ocorra uma situação de emergencial de ruptura da barragem. Para esta situação sugere-se a instalação de sirenes na ZAS para alertar a população potencialmente sujeita à ação da onda de ruptura da barragem.

Os procedimentos de comunicação devem estabelecer infraestruturas e ações para garantir o adequado fluxo de informação para a população presente na ZAS e deverá obedecer, minimamente, aos seguintes critérios:

- Os equipamentos a serem utilizados devem estar funcionando permanentemente inclusive nas situações adversas;
- Deve ser facilmente acionado pelo coordenador do PAE;
- Há de ser capaz de alcançar toda a população potencialmente afetada na ZAS;
- O sistema de comunicação do PAE não deverá ser confundido com outros sistemas de alerta existentes na região;
- Garantir a inexistência de falsos alarmes;
- Sempre que possível, usar tecnologia de comunicação já conhecida e utilizada pelas comunidades locais.

No Anexo 3 deste documento são apresentados, também, os desenhos que ilustram a mancha de inundação, a zona de autossalvamento, os locais de refúgio sugeridos e as rotas de refúgio, levando em conta as áreas e equipamentos urbanos existentes da área.

7.3 IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE REFÚGIO E ROTAS DE FUGA

Os principais locais de refúgio e rotas de fuga relacionados ao Plano de Emergência são apresentados no Anexo 3 deste documento, cujos desenhos contém áreas localizadas na zona de impacto direto, as rotas de fuga e os locais de refúgio. No Quadro 7.3-1, apresentado a seguir, são listados os locais de refúgio situados na zona de impacto direto.

Quadro 7.3-1 – Locais de Refúgio – Municípios de Caxias do Sul

Item	Rota de Fuga	Local de Refúgio	Distância (km)
Município de Caxias do Sul			
1	RF-01	LR-01	0,13
2	RF-02	LR-02	0,07

8 MUNICÍPIOS E BAIROS POTENCIALMENTE VULNERÁVEIS

Os municípios potencialmente vulneráveis à ação de uma onda de ruptura da barragem Santa Helena situam-se inteiramente no município de Caxias do Sul, onde se localiza a barragem. As áreas diretamente afetadas situarão em faixas junto aos cursos d'água, denominados Arroio Alegre e Arroio Faxinal.

A área correspondente à Zona de Auto Salvamento – ZAS é a área imediatamente a jusante da barragem e que se considere não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos serviços e agentes de proteção civil em casos de acidente. A dimensão da ZAS é definida pela maior das seguintes distâncias: 10 km ou a extensão que corresponda ao tempo de chegada da onda de inundação igual a 30 minutos. A ZAS, do presente caso, corresponde da barragem até o final da mancha de inundação, isto é, cerca de 5 a 6 km.

No presente caso, a Zona de Segurança Secundária que consiste na região impactada pela ruptura da barragem, logo a seguir da ZAS, inexistente.

A descrição das localidades afetadas será de montante a jusante.

Tratando-se de zona rural, no trecho de possível inundação, caso ocorra a ruptura de barragem, não se observa nenhum núcleo urbano isolado ou concentração de instalações de uso permanente.

9 OCUPAÇÃO PERMANENTE EXISTENTE A JUSANTE DA BARRAGEM

A análise da ocupação permanente (OP) do trecho situado a jusante da barragem, foi realizada com base em imagem de satélite recente, de alta resolução, atualmente disponível na internet (Imagem do Google Earth), de 2021, que permitiu realizar a avaliação das áreas potencialmente vulneráveis (APV) caso ocorra uma ruptura hipotética da barragem e, conseqüentemente a propagação da onda de ruptura (mancha de inundação) ao longo do curso d'água

Todas as ocupações localizadas junto às faixas lindeiras dos cursos d'água serão parcial ou totalmente atingidas, em especial as áreas de baixada, caso ocorra uma ruptura hipotética da barragem.

A descrição sobre as características de ocupação permanente, a seguir, parte de montante a jusante.

O tipo de ocupação, neste caso, é caracterizada pela zona rural, com presença de alguns imóveis junto aos cursos d'água e próximos à mancha de inundação, caso ocorra o rompimento da barragem.

Logo a jusante da barragem, objeto do estudo, não foi encontrada nenhuma edificação que faça parte do apoio à operação da barragem.

Mais adiante, a menos de um km localiza-se um imóvel rural, entre a barragem e a Rodovia Rota do Sol, que poderá ser afetada em função da proximidade com a mancha de inundação, caso ocorra um rompimento da barragem.

A mancha de inundação atravessa a Rodovia Rota do Sol, muito utilizada pela população. Logo após a Rodovia Rota do Sol, a mancha de inundação atravessa uma grande várzea, sem nenhuma ocupação permanente, atravessando uma estrada variante da Rodovia Rota do Sol, que circunda a porção a montante do reservatório da Barragem Faxinal. Próxima a esta variante existe uma ocupação permanente que também poderá ser atingida em função da proximidade com a mancha de inundação.

Posteriormente, a mancha de inundação penetra integralmente no reservatório da Barragem Faxinal e atravessa a crista. Acaba afetando parte das instalações de apoio à operação da Barragem, localizadas logo a jusante da Barragem.

Percorre por cerca de 1 km afetando alguns poucos imóveis localizados muito próximos ao curso d'água (cerca de 3 imóveis) e o Clube Atlético União – Ana Rech (Sede Campestre), localizada na Estrada Municipal Olímpio Miotto s/nº Ana Rech Caxias do Sul. É um clube privativo, voltado para recreação, contando com piscinas, parquinho, rio, churrasqueira, quiosques, área para camping. Os imóveis mencionados, podem fazer parte ou não do complexo do clube, abrigando sócios/funcionários do referido Clube.

Após o Clube, a mancha percorre por cerca de 0,50 km e alcança um outro imóvel, próximo à estrada Anibal Rech, inundando-a parcialmente.

É relevante registrar a existência de algumas artérias viárias na área, objeto de estudo:

- Rodovia 453 também denominada Rodovia Rota do Sol, que será parcialmente atingida;

Estrada da Barragem do Arroio Faxinal;

- Estrada Aníbal Rech, que será parcialmente atingida;
- RS 230 ou Estrada Fazenda Souza
- Estrada Municipal Olímpio Miotto.

Vale ressaltar que em função do pouco número de imóveis rurais e de provável apoio aos serviços prestados pelo Clube, o cálculo da população atingida não foi realizada.

É apresentada a seguir, na Figura 9.1-1, a título de ilustração, a barragem e os cursos d'água e as ocupações existentes a jusante da barragem, que se constitui a Área Potencialmente Vulnerável (APV) da barragem.



Figura 9.1-1 – Barragem da Represa Santa Helena – Ocupação a jusante da barragem Santa Helena - Imagem Geral

10 CENÁRIOS ACIDENTAIS PROVÁVEIS E CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

10.1 CENÁRIOS ACIDENTAIS PROVÁVEIS DE RUPTURA DE BARRAGENS

Os cenários acidentais prováveis da barragem são decorrentes das ocorrências geradas por eventos naturais ou provocados, que em combinação com a resposta da barragem, podem dar origem a deteriorações, que no caso mais extremo, podem ocasionar a ruptura da mesma, levando à liberação súbita do volume de água armazenado. Segundo o ICOLD – International Commission on Large Dams, 1994, o conceito de deterioração engloba:

- as causas que resultam das ações, que são provocadas por eventos naturais ou pela ação humana, e introduzem solicitações nas obras que influenciam no comportamento das mesmas;
- os efeitos que estão relacionados com o comportamento da estrutura, ou seja, dependem da resposta da estrutura e que se traduzem em grandezas medidas pelo sistema de observação ou monitoramento, quais sejam: as expansões, as deformações, as tensões, os deslocamentos, os movimentos relativos, as vazões drenadas e infiltradas, as subpressões, as pressões neutras etc.;
- as consequências, que ocorrem quando os efeitos atingem determinados valores limites e têm como resultado as deteriorações visíveis, como por exemplo: as expansões do concreto, as fissurações, os deslizamentos e os assentamentos excessivos, assim como os galgamentos, as erosões internas, as vazões excessivas, as rupturas etc.

Apresenta-se na Figura 10.1-1, a seguir, a ilustração que indica as ocorrências excepcionais e circunstâncias anômalas de barragens, como indicadores de cenários acidentais prováveis de ruptura de barragens.

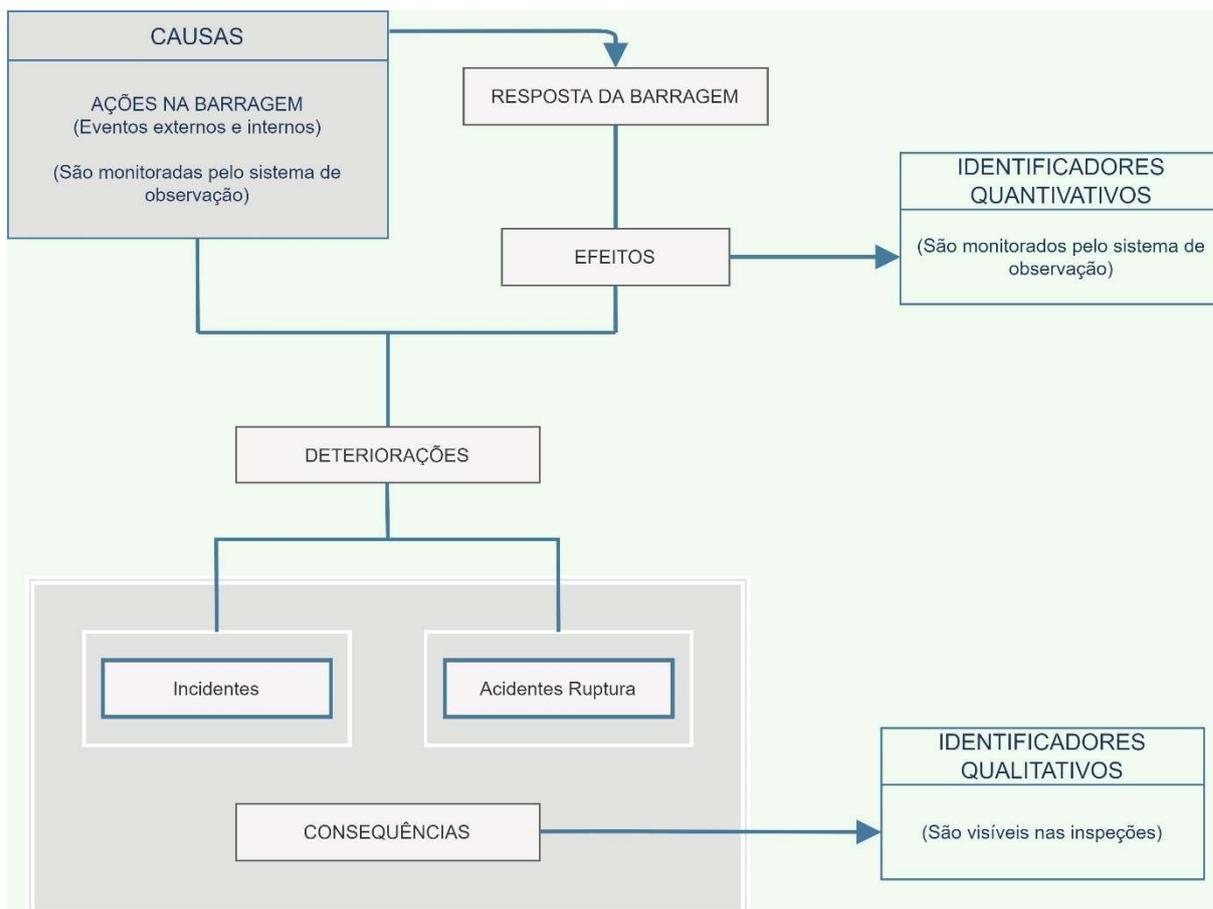


Figura 10.1-1 - Ocorrências Excepcionais e Circunstâncias Anômalas de Barragens

10.2 CLASSIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

São caracterizados e classificados no Quadro 10.2-1, a seguir, as definições dos níveis de segurança e os respectivos procedimentos de ação da barragem. A classificação tem 4 (quatro) principais níveis de segurança da barragem (com código de cor), quais sejam: a) normal (verde); b) atenção (amarelo); c) alerta (laranja) e d) emergência (vermelho):

Quadro 10.2-1 - Definição do Nível de Segurança da Barragem

OCORRÊNCIA EXCEPCIONAL OU ANÔMALA		CENÁRIOS POSSÍVEIS	NÍVEL DE SEGURANÇA
		Falta de dados de observação	Normal
		Constatação de dados anômalos da instrumentação de auscultação conforme níveis de segurança estabelecidos nos manuais de monitoramento	Normal
		Confirmação de comportamento anômalo da estrutura	Atenção
Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	Trincas	Trincas estáveis, documentadas e monitoradas	Normal
		Trincas superficiais	
		Presença de trincas transversais e/ou longitudinais profundas não documentadas e/ou monitoradas: - que não se estabilizam; - passantes ou não de montante para jusante; - com percolação de água ou não	Atenção
	Deslocamentos	Deslocamentos sazonais (inverno e verão), estáveis, documentados e monitorados;	Normal
		Deslocamentos não sazonais: - não documentados e/ou monitorados; - que não se estabilizam; - causam trincas na estrutura.	Atenção
	Surgências (Áreas Atenção encharcadas ou água surgindo)	Surgência de água próxima à barragem, no paramento de jusante ou ombreiras: - não documentada e/ou não monitorada; - fluxo de água com carreamento de materiais de origem desconhecida; - aumento das infiltrações com o tempo; - fluxo de água com pressão.	
	Vazamentos (fluxo de água intenso)	Vazamentos não documentados e considerados controláveis	
		Vazamentos incontroláveis com erosão interna em andamento	
	Obstrução do sistema de drenagem da fundação	Elevação da subpressão atuante na fundação da barragem	Atenção
	Cheias	Nível de água no reservatório	Nível de água abaixo ou igual ao Máximo Normal
Perda do sistema de monitoramento			Atenção
Nível de água entre o Máximo Normal e o Máximo Maximorum			

OCORRÊNCIA EXCEPCIONAL OU ANÔMALA	CENÁRIOS POSSÍVEIS	NÍVEL DE SEGURANÇA
	Nível de água acima do Máximo Maximorum	Emergência
Falha dos sistemas de comunicação	Impossibilidade de comunicação (barragem isolada)	Atenção
	Impossibilidade de comunicação com a ZAS	
Falhas em outras barragens da cascata	Barragens a jusante e / ou montante	Alerta
Ruptura da Barragem	- Deslizamento e/ou tombamento parcial ou total da barragem - Abertura de brecha na estrutura com descarga incontrolável de água - Colapso completo da estrutura	Emergência

11 IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE DE ANOMALIAS E CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM

Os níveis de segurança de Alerta e Emergência das barragens são decorrentes de anomalias e condições potenciais de ruptura, que poderão ser constatadas por ocasião dos trabalhos de inspeção visual da barragem, de monitoramento da instrumentação existente, de constatação de ocorrência de fenômenos naturais extremos, tais como grandes enchentes, efeitos sísmicos, iminências de deslizamentos, até mesmo atos de vandalismo, que podem levar a condições potenciais de ruptura da barragem.

São caracterizadas, de forma sucinta, a seguir, as anomalias com condições potenciais de ruptura da barragem, nos níveis mais críticos de segurança, ou seja, nos níveis de alerta e de emergência.

a) Anomalias na Estruturas na Barragem e Ombreiras

Identificação da Anomalia	Caracterização da Anomalia/Cenários Possíveis	Nível de Segurança
Vazamentos (fluxo de água intenso)	Vazamentos incontroláveis com erosão interna em andamento	Alerta

b) Anomalias Decorrentes de Grandes Cheias

Identificação da Anomalia	Caracterização da Anomalia/Cenários Possíveis	Nível de Segurança
Nível de água no reservatório	Nível de água acima do Máximo Maximorum	Emergência

c) Anomalias Decorrentes de Falhas em Outras Barragens da Cascata

Identificação da Anomalia	Caracterização da Anomalia/Cenários Possíveis	Nível de Segurança
Falhas em outras barragens da cascata	Barragens a jusante e / ou montante	Alerta

d) Anomalias Decorrentes de Ruptura da Barragem

Identificação da Anomalia	Caracterização da Anomalia/Cenários Possíveis	Nível de Segurança
Ruptura da Barragem	Deslizamento e/ou tombamento parcial ou total da barragem	Emergência
Ruptura da Barragem	Abertura de brecha na estrutura com descarga incontrolável de água	Emergência
Ruptura da Barragem	Colapso completo da estrutura	Emergência

12 NOTIFICAÇÃO DE ANOMALIAS COM CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM

São descritos, resumidamente, nos Quadros 12-1, 12-2 e 12-3, apresentados a seguir, os procedimentos de comunicação a serem adotados em situações com condições potenciais de ruptura da barragem, ou seja, para as situações de atenção, alerta e emergência

Quadro 12-1 - Procedimentos de Comunicação e de Ação Imediata em Situação de Atenção (Nível de Segurança Amarelo)

O QUE FAZER	QUEM	QUANDO
Comunicar: Responsável pelas ações a seguir.	Coordenador do PAE	Após definição do Nível de Atenção
Ações de Resposta: Implementa medidas preventivas e corretivas conforme o tipo de ocorrência identificado	Operador da Barragem	Após definição do Nível de Atenção
Verifica-se: 1 - As medidas implementadas têm resultado (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação de perigo retrocede para o nível normal 2 - A situação de perigo evolui para o nível de alerta ou emergência	Coordenador do PAE	Após implementação das ações de resposta
Registra: todas as observações e ações Comunicar e notificar: Todos os envolvidos	Coordenador do PAE	Ao final do Nível de Atenção

Quadro 12-2 - Procedimentos de Comunicação e de Ação Imediata em Situação de Alerta (Nível de Segurança Laranja)

O QUE FAZER	QUEM	QUANDO
Comunicar e Mobilizar responsáveis pelas ações abaixo	Coordenador do PAE	Após definição do Nível de Alerta
Ações de Resposta: Implementar medidas preventivas e corretivas conforme o tipo de ocorrência identificado	Operador da Barragem	Após definição do Nível de Alerta
Verifica-se: 1 - As medidas implementadas têm resultado (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação de perigo retrocede para o nível atenção ou normal 2 - A situação de perigo evolui	Coordenador do PAE	Após implementação das ações de resposta
Mobilizar (situação evolui): Comunicar e notificar: Barragens da cascata, prefeituras, corpo de bombeiros, Defesa Civil Municipal	Coordenador do PAE Assessoria de Comunicação	Após constatação da tendência de evolução do nível de alerta

O QUE FAZER	QUEM	QUANDO
Comunicar e notificar: Agentes externos envolvidos: comando da Defesa Civil, imprensa	Coordenador do PAE Assessoria de Comunicação	Após mobilização
Verifica-se: 1 - As medidas implementadas têm resultado e a situação de perigo retrocede para o nível atenção 2 - A situação de perigo evolui para situação de emergência	Coordenador do PAE	Após comunicação e notificação dos agentes externos
Registra: todas as observações e ações Comunicar e notificar: Todos os envolvidos	Coordenador do PAE	Ao final do nível de alerta

Quadro 12-3 - Procedimentos de Comunicação e de Ação Imediata em Situação de Emergência (Nível de Segurança Vermelho)

O QUE FAZER	QUEM	QUANDO
Ações de Resposta: 1 - Coordenar a evacuação da Casa de força e da ZAS 2 - Condiciona os acessos à barragem Comunicar e Mobilizar órgão/diretoria pertinente.	Coordenador do PAE	Após definição do Nível de Emergência
Comunicar, Declarar e Notificar: Agentes externos envolvidos: barragens da cascata, polícia rodoviária, concessionárias de rodovias, prefeituras, corpo de bombeiros, Defesa Civil Municipal, ZAS (Moradores) e ZAS (indústrias)	Coordenador do PAE Assessoria de Comunicação	Após definição do Nível de Emergência
Comunicar: Apoiar na comunicação com a ZAS (Moradores) e ZAS (indústrias)	Coordenador do PAE Assessoria de Comunicação	Após definição do Nível de Emergência
Comunicar, Declarar e Notificar: Agentes externos envolvidos: comando da Defesa Civil, imprensa, ANA, ANEEL, ONS, CENAD, Gov. Estadual, Casa Civil, IAP, IBAMA, SEMA, ICMBIO	Coordenador do PAE Assessoria de Comunicação Diretoria	Após definição do Nível de Emergência
Ações de Resposta: Tomar ações para tentar minimizar os danos	Coordenador do PAE	Após definição do Nível de Emergência
Apoiar: Atividades da Defesa Civil visando a redução dos danos	Coordenador do PAE	Ao longo de toda a emergência
Registra: todas as observações e ações Comunicar e declarar: Todos os envolvidos	Coordenador do PAE	Ao final do Nível de Emergência

13 PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS A SEREM ADOTADOS EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

As situações de emergência não são sempre as mesmas, podem ser diferentes para cada barragem, uma vez que cada barragem é uma barragem e apresenta características específicas em cada caso, que não podem ser generalizadas, porém, em geral, os casos de ruptura de barragens apresentam prenúncios de situações de emergência que podem ser resumidamente caracterizados, não se limitando, por:

- ocorrências excepcionais naturais exteriores à barragem, como por exemplo, as tempestades, os sismos, as cheias provocadas por precipitações intensas ou por ruptura de barragens a montante ou, ainda, por ondas induzidas por deslizamentos de encostas no reservatório;
- circunstâncias anômalas de comportamento que derivam de deteriorações no corpo da barragem e/ou sua fundação, nos órgãos extravasores e seu equipamento de operação (eventos internos) e que são consequência das características da estrutura e do seu estado de manutenção, podendo incluir valores excessivos de variáveis, tais como as variações do volume do concreto ou as alterações de natureza físico-química das propriedades dos materiais;
- outras situações internas à barragem relacionadas com a exploração e operação da barragem que derivam da operação dos respectivos órgãos extravasores (por exemplo, o esvaziamento rápido do reservatório em barragens de aterro zonadas com núcleos de baixa permeabilidade ou a operação inadequada de órgãos extravasores) ou, ainda, situações que podem ocorrer nas instalações da barragem (nomeadamente, na sala de emergência e pontos nevrálgicos do aproveitamento), tais como incêndios, inundações e atos de vandalismo.
- ocorrências excepcionais provocadas pelo homem, exteriores à barragem, como por exemplo, sabotagem ou atos de guerra.

São discriminados, a seguir, os principais procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, :

- a) Realização de rebaixamento do nível do reservatório, quando a barragem é provida de um dispositivo de descarga de fundo;
- b) Realização de análise de previsões meteorológicas, com vista a prognósticos emergenciais de precipitações que agravam ou amenizam a situação emergencial;
- c) Execução de dispositivos emergenciais que podem conter emergencialmente o transbordamento da barragem, por exemplo, colocação sucessiva de camadas de sacos de areia na crista da barragem;

- d) Execução de medidas efetivas para contenção ou estabilização, em tempo real, de anomalias estruturais que possam ocorrer em caso de chuvas intensas, com;
- e) Utilização de enrocamentos e dispositivos de proteção contra problemas de erosão do tipo “sacoreto”, gabião saco etc.;
- f) Execução de extravasores emergenciais nas ombreiras livres do barramento para aumentar, emergencialmente, a capacidade de extravasão do barramento.

14 DEFINIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE E FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

14.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

O empreendedor identificado é o responsável legal² pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la.

Razão Social	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE
CNPJ:	88.659.313/0001-05
Endereço:	Rua Pinheiro Machado, nº 1.615 - Centro - Caxias do Sul/RS
Telefone:	(54) 3220.8600
Responsável:	Sr. Gilberto Meletti

Cabe ao empreendedor da barragem:

1. providenciar a elaboração do PAE;
2. promover treinamentos e simulações de situação de emergência, em conjunto com as prefeituras, organismos de defesa civil e demais instituições indicadas pelo governo municipal, pelo menos, a cada 2 anos, devendo comunicar à Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos com antecedência de pelo menos um mês e manter registros destas atividades;
3. designar formalmente um coordenador para executar as ações descritas no PAE;

No caso de o coordenador decretar o nível laranja ou vermelho, sem prejuízo das demais ações previstas no PAE e das ações das autoridades públicas competentes, fica o empreendedor responsável por alertar a população potencialmente afetada na zona de autossalvamento.

² Lei nº 12.334 de 20/09/10, art. 4º inciso III

14.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

Coordenador do PAE: é o profissional competente para dar o suporte técnico no que se refere ao comportamento e segurança das estruturas hidráulicas. Esta é a pessoa responsável pela emissão de atestados de responsabilidade técnica junto ao Conselho Regional de Arquitetura e Engenharia – CREA para os assuntos que se referem à segurança da barragem.

Cabe ao coordenador do PAE:

1. detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão;
2. declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
3. executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
4. alertar a população potencialmente afetada na zona de auto salvamento;
5. notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;
6. emitir declaração de encerramento da emergência; e
7. providenciar a elaboração do relatório de fechamento de eventos de emergência, conforme art.14 desta Resolução, com a ciência do responsável legal da barragem.

O coordenador do PAE poderá delegar, em caráter excepcional, ao encarregado da barragem, autonomia para decretar os níveis azul e verde. Nessas situações, o coordenador do PAE deve ser acionado imediatamente pelo encarregado da barragem e estar em condições de responder prontamente

O coordenador do PAE deve ser profissional, de nível técnico ou superior, designado pelo proprietário da barragem, com treinamento e capacitação para desempenhar a função.

14.3 RESPONSABILIDADE DO ENCARREGADO DA BARRAGEM

Encarregado da Barragem: é o encarregado geral da barragem e/ou o referente do pessoal em turno. O Encarregado da Barragem é o responsável local pela segurança da barragem, designado pelo Empreendedor, que atua sob o comando do Coordenador do PAE.

14.4 RESPONSABILIDADES NA NOTIFICAÇÃO

Compete ao Encarregado da Barragem comunicar o coordenador do PAE em caso de ativação nível 0 (azul) ou 1 (verde).

Compete ao Coordenador do PAE comunicar os demais envolvidos.

No caso de o coordenador decretar o nível laranja ou vermelho, fica o empreendedor responsável por alertar a população potencialmente afetada na zona de autossalvamento (ver zona de autossalvamento).

14.5 RESPONSABILIDADES NA EVACUAÇÃO

A evacuação na zona de autossalvamento é de responsabilidade da população a ser afetada, após o devido alerta dado pelo empreendedor no caso de nível laranja ou vermelho.

A responsabilidade de evacuação nas demais áreas deverá ser objeto de discussão junto à Defesa Civil.

14.6 RESPONSABILIDADES NO ENCERRAMENTO E CONTINUIDADE

Compete ao Coordenador do PAE comunicar o encerramento e/ou continuidade da emergência.

14.7 FLUXOGRAMA DE TOMADA DE DECISÃO E NOTIFICAÇÃO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Apresenta-se na Figura 14.7-1, a seguir, o fluxograma de tomada de decisão/notificação das ações a serem executadas em situações de emergência.

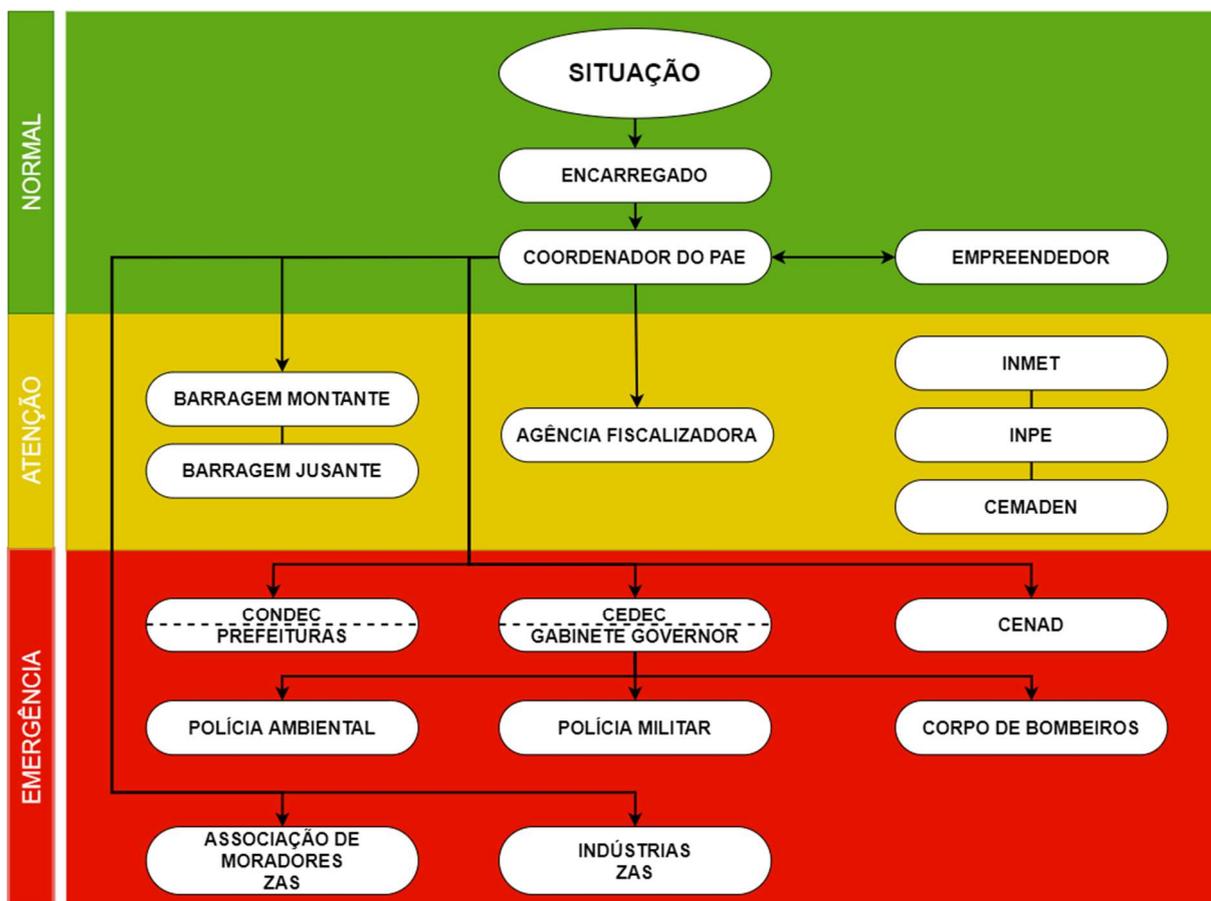


Figura 14.7-1 – Fluxograma de Tomada de Decisão/Notificação

Onde:

- CONDEC – Comissão Municipal de Defesa Civil,
- CEDEC – Coordenadoria Estadual de Defesa Civil;
- CENAD – Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres;
- CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais.

15 ESTRATÉGIAS E MEIOS DE DIVULGAÇÃO E ALERTA

Os sistemas de divulgação e alerta tem como meta avisar os intervenientes e decisores principais das ações de emergência e, quando se revelar necessário, alertar a população em risco que ocupa a ZAS - Zona de Auto Salvamento da(s) barragem(s).

Considerando-se que a região potencialmente atingida é composta por aglomerados urbanos, área industrial e área rural, a estratégia sugerida para a comunicação dos potenciais atingidos será a comunicação, via telefone e sistema de alarme público, por meio de sinais sonoros (sirenes fixas).

De acordo com os estudos de propagação da mancha de inundação, caso ocorra o rompimento da(s) barragem(s), praticamente toda a área mais próxima ao curso d'água situada a jusante da(s) barragem situa-se na ZAS – Zona de Autossalvamento, ou seja, a zona definida como o menor valor entre 10 km a jusante do eixo da(s) barragem(s), ou a distância percorrida pela onda de cheia em até 30 minutos (ANA, 2016).

As áreas de impacto direto, denominadas ZAS – Zona de Autossalvamento e ZSS – Zona de Segurança Secundária, situam-se a jusante da barragem, ou seja, no trecho situado ao longo do curso d'água, no sentido rio abaixo. Apresenta-se na Figura 15-1, a seguir, a ilustração da ZAS e ZSS de uma barragem genérica.



Figura 15-1 - Ilustração da ZAS e ZSS de uma Barragem Genérica

Para o sistema de alerta na ZAS - Zona de Autossalvamento recomenda-se a instalação de um sistema de sirenes, em locais estrategicamente localizados, que tenha alcance em toda a área potencialmente afetável, dentro dos limites da ZAS.

A população vulnerável é aquela que ocupa permanentemente, ou seja, que habita as áreas da ZAS – Zona de Autossalvamento e da ZSS – Zona de Segurança Secundária, situada a jusante da barragem, ou seja, no trecho situado ao longo do curso d'água, no sentido rio abaixo, tal

como se mostra na Figura 15-2 - Ilustração da Localização da Ocupação Potencialmente Vulnerável, a seguir:

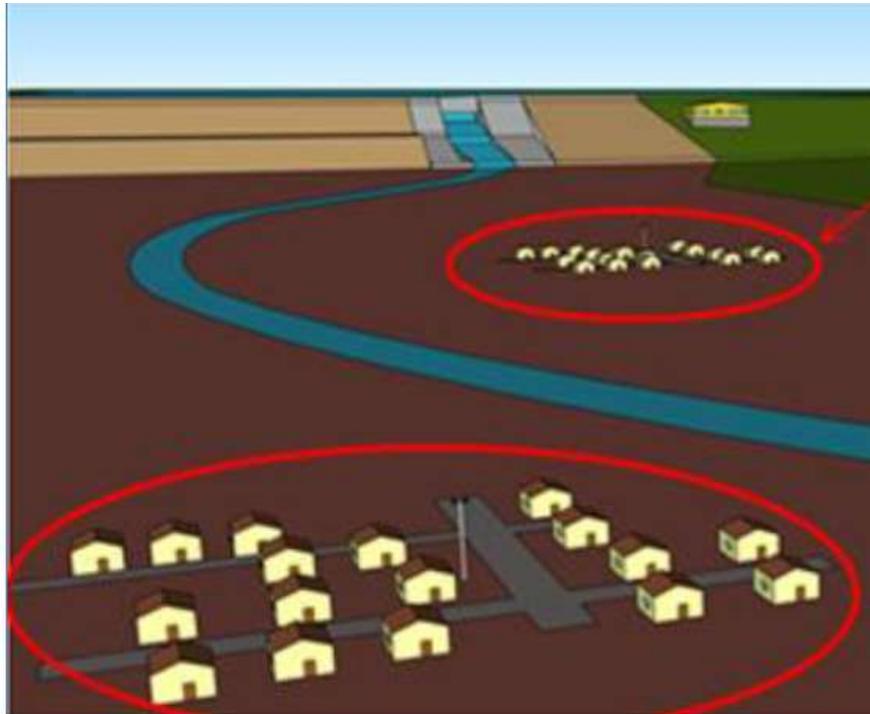


Figura 15-2 - Ilustração da Localização da Ocupação Potencialmente Vulnerável

16 SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E DISPOSITIVOS DE ALERTA SONORO

16.1 SISTEMA DE MONITORAMENTO, COMUNICAÇÃO E ALERTA

O sistema de monitoramento, comunicação e alerta é implantado, caso a caso, conforme as características da barragem, sendo constituído de um sistema de vigilância contínua, eletrônica ou não, que terá o propósito de emitir os sinais de alerta à população vulnerável, caso se tenha uma situação de emergência ou possibilidade de ruptura da barragem, tal como se mostra na Figura 16.1-1 - Ilustração de um Sistema Típico de Monitoramento, Comunicação e Alerta, a seguir:



Figura 16.1-1 - Ilustração de um Sistema Típico de Monitoramento, Comunicação e Alerta

16.2 PLANO DE COMUNICAÇÃO DE EMERGÊNCIA

O plano de comunicação de emergência é concebido e implantado, caso a caso, conforme as características da barragem, sendo constituído de um sistema de comunicação eletrônica ou outro mais adequado, tal como se mostra na Figura 16.2-1 - Ilustração de um Plano de Comunicação de Emergência, a seguir:

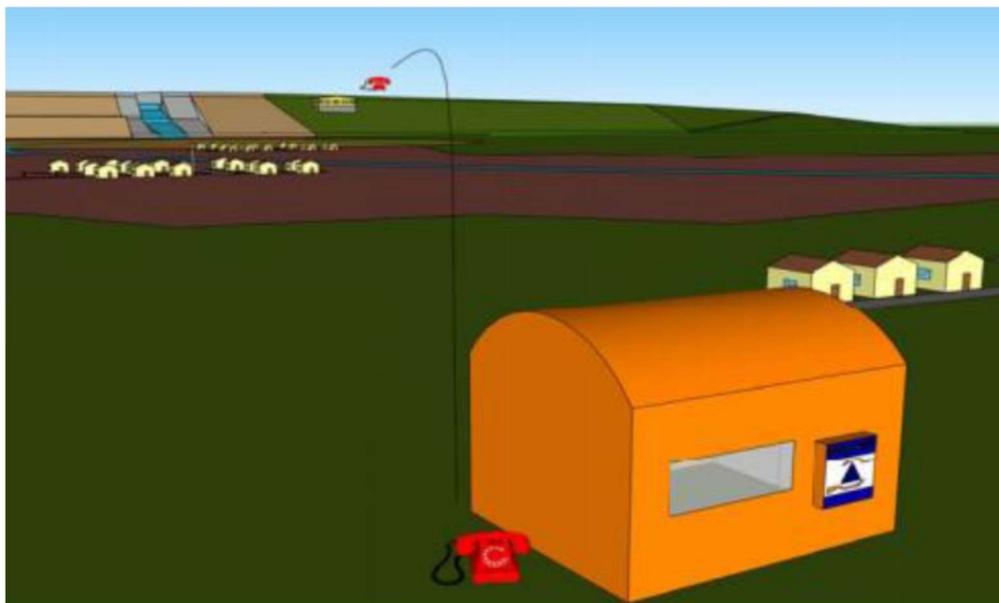


Figura 16.2-1 - Ilustração de um Plano de Comunicação de Emergência

16.3 SISTEMA DE ALARME

O sistema de alerta é concebido e implantado, caso a caso, conforme as características da barragem, sendo constituído de um sistema de alarme sonoro, tal como se mostra Figura 16.3-1 - Ilustração de um Sistema de Alarme Sonoro, a seguir:

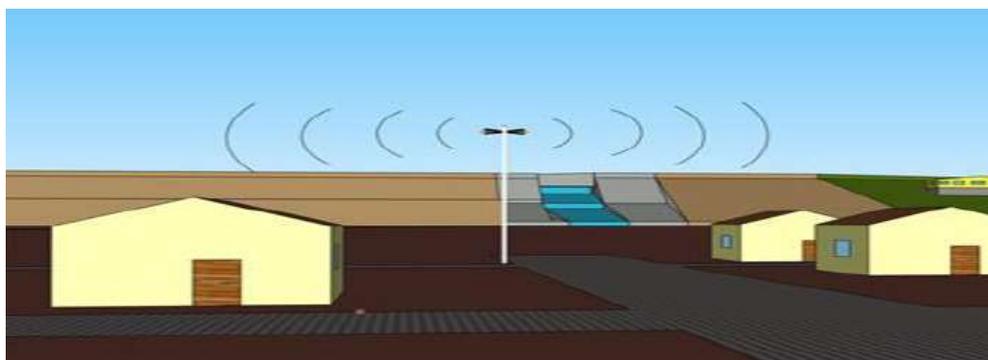
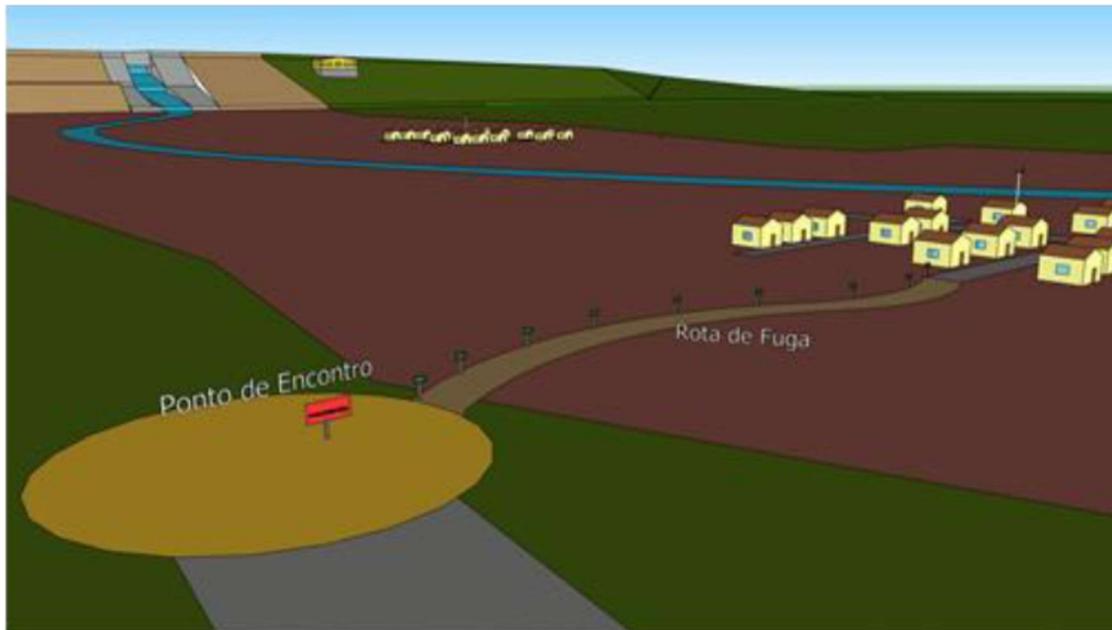


Figura 16.3-1 - Ilustração de um Sistema de Alarme Sonoro

16.4 ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO

As rotas de fuga e pontos de encontro das populações vulneráveis a uma eventual ruptura da barragem são previamente definidas e informadas no PAE – Plano de Ação de Emergência, de forma a orientar, com antecedência, as populações residentes nas áreas vulneráveis, tal como se mostra na ilustração a seguir:



- Rotas de fuga planejadas, sinalizadas e acessíveis
- Pontos de encontro sinalizados e com instruções

As rotas de fuga e pontos de encontro deverão ser sinalizadas, caso a caso e local por local, conforme as características da barragem e localização das habitações, tal como se mostra na ilustração a seguir:



16.5 AÇÕES DE RESGATE, ABRIGAMENTO E ATENDIMENTO HOSPITALAR

As ações de resgate, abrigamento e atendimento hospitalar deverão ser previamente planejadas e colocadas em situações de mobilização rápida caso ocorra um eventual problema de ruptura de barragem, caso a caso e local por local, conforme as características da barragem e localização das habitações, tal como se mostra na ilustração a seguir:



- Realização de Simulados
- Realização de Audiências Públicas: Aprovação de Plano

Por fim, observa-se que as ações de resgate, abrigamento e atendimento hospitalar caso ocorra um eventual problema de ruptura de barragem deverão ser coordenados pelo órgão de defesa civil local, com o apoio e coorganização pelo empreendedor.

Coordenação pela Defesa Civil – Apoio e Coorganização pelo Empreendedor



17 RECURSOS MATERIAIS E HUMANOS NECESSÁRIOS

Os telefones de contato do empreendedor, do coordenador, e do encarregado pela barragem deverão estar atualizados junto à Defesa Civil local e ao Órgão Fiscalizador.

O responsável pelo Suprimento de Materiais deverá manter o controle e garantir a manutenção e/ou reposição de estoque de materiais perenes. Esses materiais são necessários para um atendimento imediato e provisório, para fazer frente às condições de Emergência que estejam se iniciando, para que se possa ganhar tempo, até à chegada de equipe, equipamento e materiais, que realmente possam ter uma ação mais completa sobre o evento. Os materiais devem estar à disposição para uso no local próprio, no canteiro da Barragem, antes do início do período oficial de chuvas de cada ano.

Para execução dos serviços na condição anormal, para se tentar reverter o progresso do evento, devem estar disponíveis (além dos materiais e das pessoas), algumas Ferramentas específicas, mantidas em estoque separado.

18 PLANO DE NOTIFICAÇÃO E LISTA DE CONTATOS

Quando uma situação de emergência for detectada na Barragem, os empregados devem contatar o Coordenador do PAE.

Após conhecimento e comunicações, avalia-se a real situação da anormalidade e na sequência deverá ser comunicada a situação de emergência aos Diretores da Empresa.

Caso a ruptura seja iminente ou já esteja em progresso, a evacuação no vale a jusante deve ser iniciada de imediato, de acordo com os procedimentos programados:

- a) Notificar todos os trabalhadores a possibilidade de rompimento e alertar para uma evacuação;
- b) Acionar a notificação na ZAS;
- c) Notificar as autoridades locais (Defesa Civil, Prefeitura, Polícia, Corpo de Bombeiros, Imprensa, entre outros);
- d) Notificar o órgão fiscalizador e demais órgãos regulamentadores, seguindo procedimentos recomendados.

Apresenta-se a seguir, lista de contatos de notificação externa de emergência.

Corpo de Bombeiros		Emergência: 193
5º BBM		(54) 3223.6555
Polícia Rodoviária Federal		Emergência: 191
Entidades Fiscalizadoras	Agência Nacional de Águas - ANA	(61) 2109.5400 / 5252 / 5487
	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura - SEMA	(51) 3288.7475 (51) 3288.7411
Autoridades e Sistema de Defesa Civil	Prefeitura Municipal de Caxias do Sul	(54) 3218.6000
	Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Caxias do Sul - SEMMA	(54) 3901.1445
	Defesa Civil – Caxias do Sul/RS	(54) 3218.6000 ramal 6341 (54) 98404.0778 (24h)
	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil / Rio Grande do Sul	(51) 3221.7098
	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)	
		(12) 3205.0201

19 PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO

19.1 TREINAMENTO

Para que as ações de resposta previstas no Plano de Ação de Emergência atinjam os resultados esperados nas situações de emergência, o plano deve ser divulgado internamente na área de influência da barragem, além de ser integrado com outras instituições que poderão atuar conjuntamente na resposta aos acidentes.

Todos os participantes do Plano de Ação Emergencial deverão ser alvo de treinamento para conscientização e familiarização com as atividades que deverão exercer. O treinamento deverá dar ênfase à mobilização dos recursos internos envolvidos.

Para a implantação do plano de ação emergencial, será necessário realizar apresentação deste plano a todos os representantes da Polícia Militar, Corpo de Bombeiros, Defesa Civil e Prefeitura Municipal de Caxias do Sul.

Para o treinamento é sugerido à realização de teste anual, do sistema de notificação e alerta a fim de confirmar os números de telefones, e verificar a operacionalidade dos meios de comunicação, bem como a funcionalidade do fluxograma de notificação.

Anualmente os integrantes deverão participar dos cursos de reciclagem das atividades, que terão como finalidade a preparação para a prontidão efetiva, e que serão ministrados após a atualização geral dos cadastros e antes do início da estação chuvosa.

Deverá existir pelo menos um simulado com frequência anual como forma de treinamento quanto a emergências. Todos os exercícios e simulações deverão ser realizados da forma mais realista possível, abrangendo todos os tipos de emergências citadas neste plano, aferindo todas as fases programadas.

O objetivo primordial dos exercícios é manter todas as pessoas envolvidas familiarizadas com os procedimentos emergenciais e especificamente aferir as respostas de indivíduos nas responsabilidades que lhe foram atribuídas, além de identificar possíveis falhas e possibilidades de melhorias das ações.

Externamente, os treinamentos do PAE devem ser coordenados pelas Autoridades de Proteção e Defesa Civil, com a participação e apoio do empreendedor.

A preparação e educação da população é uma ação de suma importância para as simulações, promovendo sessões de esclarecimento e divulgando informações relativas ao risco de habitar em vales a jusante e à existência de Planos de Emergência.

Os cidadãos que residem na ZAS ou ZSS devem ser esclarecidos sobre algumas práticas de mitigação do risco que podem ser implementadas, tais como conhecer os significados dos alertas, os limites de inundação e locais de refúgio.

Os resultados obtidos desses exercícios deverão ser avaliados por profissionais que apresentam conhecimento a respeito dos procedimentos traçados no plano e que deverão analisar criticamente a aplicação do mesmo.

Todos os participantes do simulado deverão ser informados sobre as avaliações e análises dos resultados, para reestruturação e reorganização para o simulado posterior.

Considerando os resultados obtidos em treinamentos ou na resposta a eventuais acidentes, o plano deverá ser revisado e aperfeiçoado. Qualquer alteração ou atualização do plano deverá ser previamente aprovada pelo Coordenador Geral devendo, posteriormente, todas as modificações serem divulgadas interna e externamente.

A credibilidade do plano de emergência, na ausência de situações reais de crise, deverá ser avaliado por ordem ascendente de complexidade, quais sejam: i) teste dos sistemas de notificação e de alerta; ii) exercício de nível interno; e iii) exercício de simulação.

19.2 DIVULGAÇÃO E NOTIFICAÇÃO

A divulgação do PAE - Plano de Ação de Emergência deverá ser feita por meio de reuniões entre os representantes do SAMAE e os representantes dos órgãos de defesa civil e dos municípios situados na ZSS – Zona de Segurança Secundária. A notificação deverá abranger todos os atores envolvidos no PAE.

O teste dos sistemas de notificação e alerta deverá ser realizado com periodicidade anual, preferencialmente antes do período chuvoso, com o objetivo essencial de confirmar os números de telefone e verificar a operacionalidade dos meios de comunicação, bem como a funcionalidade do fluxograma de notificação, compreendendo:

a) Teste do Sistema de Notificação

- verificar os números dos telefones;
- verificar a capacidade de estabelecer e manter as comunicações durante a situação de emergência;
- verificar a capacidade do coordenador do PAE de mobilizar e ativar a equipe operacional e os meios de resposta à emergência.

b) Teste do Sistema de Alerta

- verificar a operacionalidade dos meios de alerta
- verificar a capacidade de notificar rapidamente a população na ZAS.

O exercício de nível interno deverá ser realizado com vista à avaliação da resposta e a eficácia dos procedimentos de resposta definidos no PAE. O exercício de nível interno deverá ser realizado a cada 2 anos, com a participação da equipe de segurança do empreendedor, inclusive do coordenador do PAE e da Entidade Fiscalizadora.

Este exercício têm o propósito de proporcionar a análise de uma situação de emergência num ambiente informal, iniciando-se com a descrição do evento a simular e prosseguindo-se com

debates pelos participantes para avaliar o PAE e os procedimentos de resposta visando resolver as preocupações relativas à coordenação e responsabilidades.

Todas as atividades devem ser simuladas e os participantes interagem através do diálogo. Ele oferece um método eficaz de revisão dos planos, procedimentos de execução e políticas, servindo como instrumento de formação para o pessoal-chave com responsabilidades numa eventual emergência. Os objetivos específicos deste exercício são:

c) Teste da Resposta a Nível Interno

- avaliar o nível de conhecimento da equipe operacional relativamente ao PAE;
- testar a operacionalidade dos órgãos extravasores da barragem;
- determinar a eficácia dos procedimentos internos e, nomeadamente, das medidas operativas e corretivas que constam do PAE;
- avaliar a adequação das instalações, equipamentos e outros materiais para suportar o cenário de emergência;
- determinar o nível de cooperação e coordenação entre o Empreendedor e a Entidade Fiscalizadora na resposta à emergência;

d) Teste do Sistema de Alerta

- testar a eficácia do sistema de informação ao público e de disseminação de mensagens;
- providenciar informação oficial e instruções à população da ZAS para facilitar uma resposta tempestiva e apropriada durante a emergência.

19.3 EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO

Externamente, os treinamentos do PAE devem ser coordenados pelas Autoridades de Proteção e Defesa Civil, com a participação e apoio do empreendedor e da Entidade Fiscalizadora.

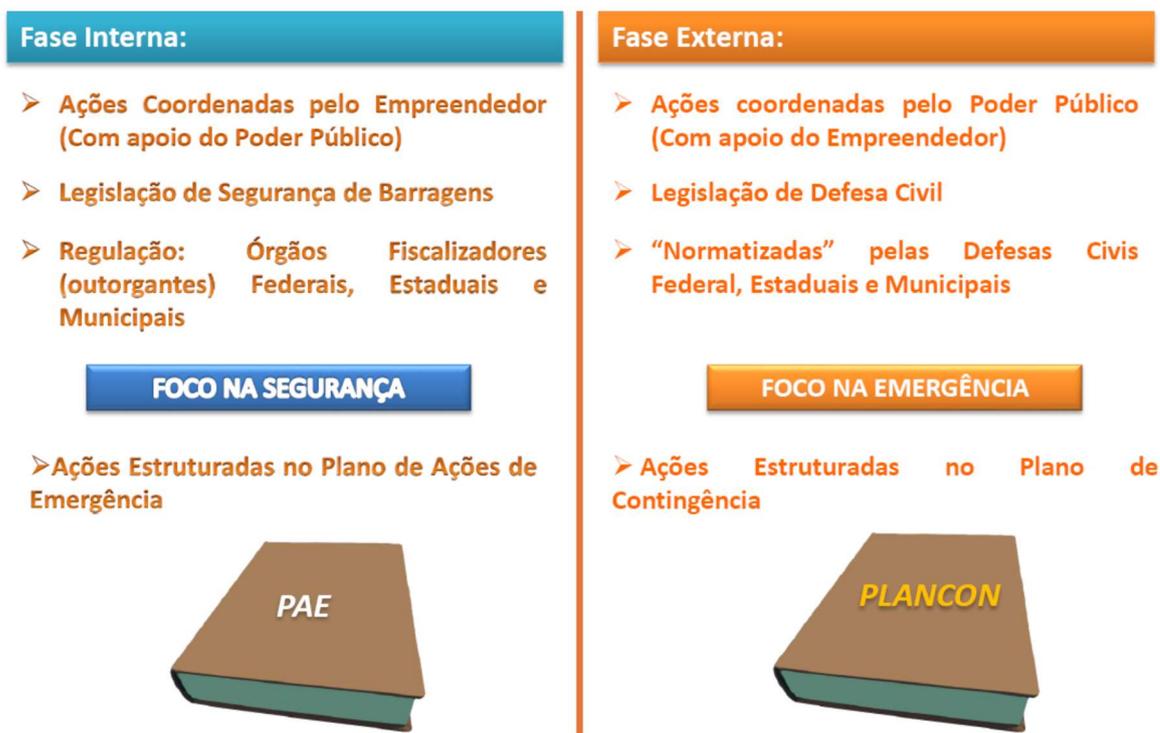
Este tipo de exercício simula um evento real tão realisticamente quanto possível, com o objetivo de avaliar a capacidade operacional de um sistema de gestão de emergência. Requer a mobilização efetiva de meios e recursos através de : i) ações e decisões no terreno; ii) evacuação de pessoas e bens; iii) emprego de meios de comunicação; iv) mobilização de equipamento; e v) colocação real de pessoal e recursos.

Os cidadãos que residem na ZAS ou ZSS devem ser esclarecidos sobre algumas práticas de mitigação do risco que podem ser implementadas, tais como conhecer os significados dos alertas, os limites de inundação e locais de refúgio.

A Defesa Civil Municipal é o efetivo agente de implementação do Plano de Ação de Emergência das barragens junto às comunidades potencialmente afetadas. É o agente indutor da participação social no processo de Segurança de Barragens.

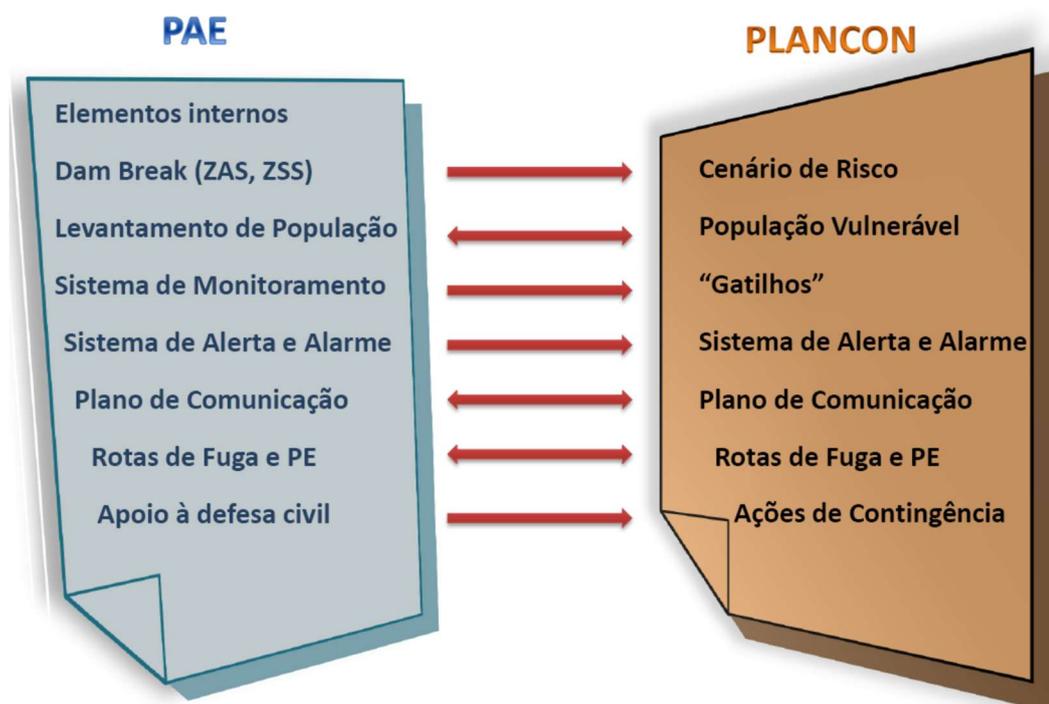
19.4 FASES DE EMERGÊNCIA EM BARRAGENS

São apresentadas, a seguir, as duas fases de emergência em barragens:



19.4.1 Elementos Compartilhados

São apresentados, a seguir, os elementos compartilhados das fases de emergência em barragens, quais sejam, o PAE – Plano de Ação de Emergência, que tem foco na segurança da barragem e PLANCON - Plano de Contingência, que tem foco na emergência:



19.4.2 Objetivos do PAE e PLANCON

Os objetivos, tanto do PAE, como do PLANCON, são de salvar vidas e mitigar os impactos caso ocorra uma situação de ruptura da barragem. Apresenta-se, a seguir, a ilustração que mostra como o PAE e PLANCON poderão contribuir e atuar em tal situação:



20 **CONTROLE E ATUALIZAÇÃO DO PAE**

O PAE é um documento que deve ser adaptado à fase de vida da obra, às circunstâncias de operação e às suas condições de segurança. Por isso, o documento deve ser periodicamente revisado, datado e com discriminação das alterações dos dados intervenientes e, ainda, após a realização de exercícios de teste ou da ocorrência de situações de emergência, que justifiquem alterações ao plano. A revisão e atualização do PAE é da responsabilidade do Empreendedor.

O PAE deve ser atualizado, sempre que seja necessário, de preferência anualmente, sendo incluídas nessas atualizações as novas informações e removidos os dados desatualizados e/ou incorretos.

Anualmente, antes do início do período de chuvas, todos os cadastros deverão sofrer rigorosa atualização, bem como o presente documento se for o caso.

As informações atualizadas devem, necessariamente, incluir:

- Números de telefone;
- E-mail's;
- Suprimentos e sua localização;
- Mudanças de pessoal;
- Endereços;
- Alterações na barragem;
- Mudanças nos procedimentos de operação da barragem;
- As Diretrizes Gerais do Programa de Segurança de Barragens;
- As Diretrizes Operativas para Gestão de Eventos de Cheia.

Outros itens devem ser avaliados e inseridos caso haja necessidade.

Os registros de alterações devem ser claros e aparentes na capa do documento e, após cada alteração, deve-se realizar nova distribuição às entidades envolvidas.

21 DISTRIBUIÇÃO DE CÓPIAS DO PAE PARA AS AUTORIDADES PÚBLICAS

O PAE deverá ficar disponível nos agentes abaixo relacionados:

- Prefeitura Municipal de Caxias do Sul;
- Defesa Civil;
- Corpo de Bombeiros;
- Polícia Rodoviária;
- Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos;
- ANA – Agência Nacional das Águas;

O PAE deverá estar disponível:

- a) No próprio local da barragem e, na inexistência de escritório local, na regional ou sede do empreendedor, o que for mais próximo da barragem;
- b) Na sede do Empreendedor;
- c) Na residência do coordenador do PAE;
- d) Nas prefeituras dos municípios abrangidos pelo PAE;
- e) Nos organismos de Defesa Civil dos municípios abrangidos pelo PAE.

22 ANEXOS

22.1 ANEXO 1 - MODELOS DE FORMULÁRIOS PADRÃO DO PAE

São apresentados, a seguir, os modelos de formulário a serem utilizados por ocasião do acionamento do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem Santa Helena.

22.1.1 Modelo 1 - Formulário de Declaração de Início da Emergência

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE
Barragem Santa Helena

DECLARAÇÃO DE EMERGÊNCIA
SITUAÇÃO _____

Eu, _____ (nome e cargo) _____, na condição de Coordenador do PAE da Barragem Santa Helena e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Emergência, na Situação de _____, para a Barragem Santa Helena a partir das ___ horas e ___ minutos do dia ___ / ___ / ___, em função da ocorrência de:

_____.

_____ (local) _____, _____ de _____ de _____

(nome e assinatura)

(cargo e RG)

22.1.2 Modelo 2 - Formulário de Declaração de Encerramento da Emergência

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE
Barragem Santa Helena

DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA
SITUAÇÃO _____

Eu, _____ (nome e cargo) _____, na condição de Coordenador do PAE da Barragem Santa Helena e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Encerramento da Emergência, na Situação de _____, para a Barragem Santa Helena a partir das ____ horas e ____ minutos do dia ____ / ____ / ____, em função da recuperação das condições adequadas de Segurança da Barragem e eliminação do Risco de Ruptura.

Obs.: _____
_____.

_____ (local) _____, _____ de _____ de _____

(nome e assinatura)

(cargo e RG)

22.1.3 Modelo 3 - Formulário de Mensagem de Notificação

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE
Barragem Santa Helena

URGENTE

Mensagem resultante da aplicação do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem Santa Helena em ___/___/___.

A partir das ___:___ h de ___/___/___, está sendo ativado o Nível de Segurança _____ do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem Santa Helena porque _____.

Esta é uma mensagem de (Declaração/Alteração) do Nível de Segurança, feita por _____, Coordenador do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem Santa Helena.

A causa da Declaração é _____ (descrição mínima da situação, identificação da condição anormal, possíveis danos, risco de ruptura potencial ou real etc.).

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente a _____, _____ e _____.

As circunstâncias ocorridas fazem com que devam se precaver e pôr em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem Santa Helena e os respectivos Mapas de Inundação.

Favor confirmar o recebimento desta comunicação ao Sr. _____ pelo telefone número () _____ - _____, e fax número () _____ - _____ e/ou e-mail _____@_____._____.

Nós os manteremos atualizados da situação em caso de mudança do Nível de Segurança, caso ela se resolva ou se torne pior. Nova Comunicação será emitida novamente, dentro de _____ horas ou de hora em hora, para sua atualização.

Para outras informações, entre em contato com o Sr. _____ pelo telefone número () _____ - _____, e fax número () _____ - _____ e/ou e-mail _____@_____._____.

Fim da Mensagem

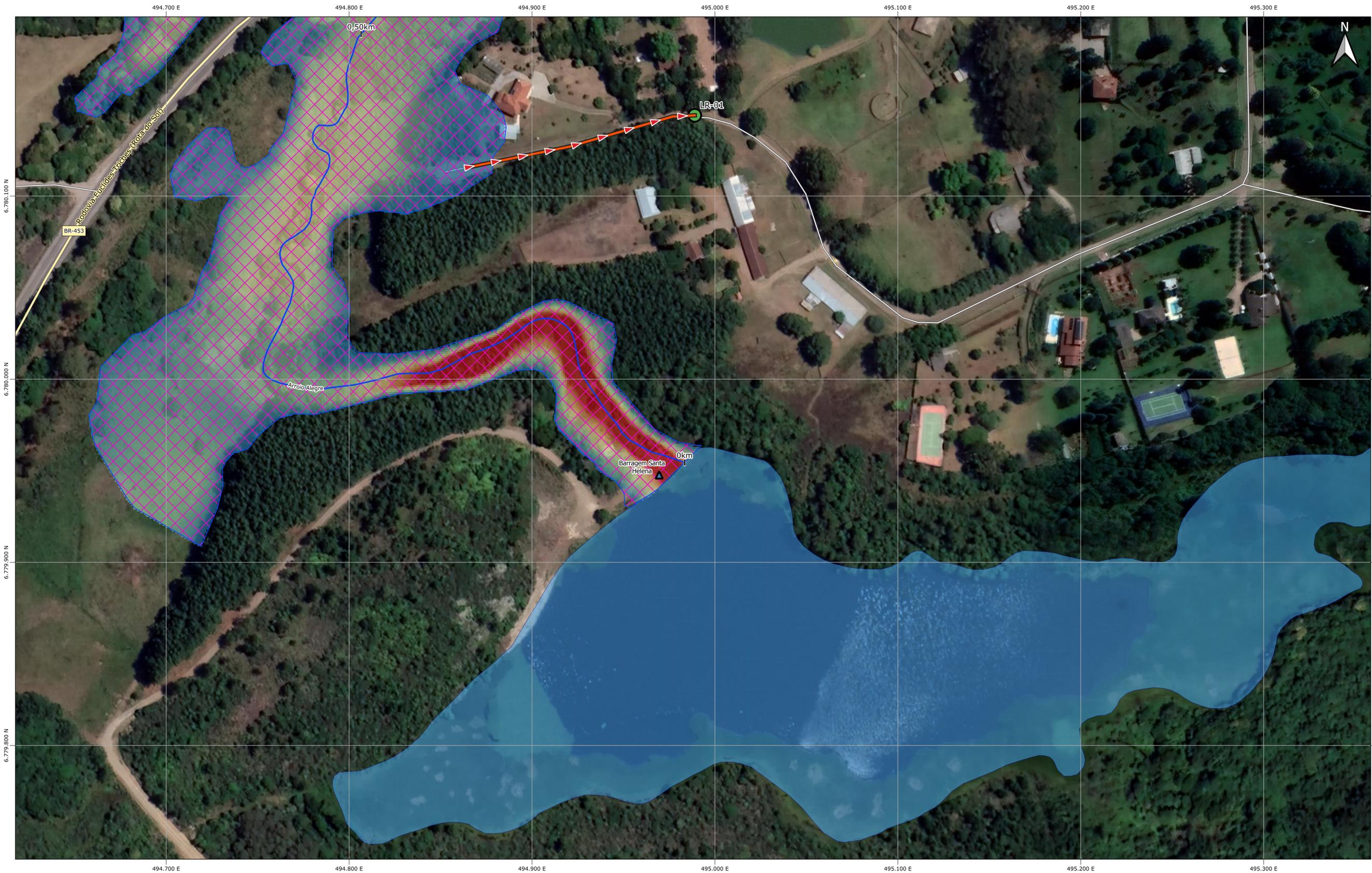
22.2 ANEXO 2 - LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO EXTERNA – PAE

Apresenta-se a seguir, lista de contatos de notificação externa de emergência.

Corpo de Bombeiros		Emergência: 193
5º BBM		(54) 3223.6555
Polícia Rodoviária Federal		Emergência: 191
Entidades Fiscalizadoras	Agência Nacional de Águas - ANA	(61) 2109.5400 / 5252 / 5487
	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura - SEMA	(51) 3288.7475 (51) 3288.7411
Autoridades e Sistema de Defesa Civil	Prefeitura Municipal de Caxias do Sul	(54) 3218.6000
	Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Caxias do Sul - SEMMA	(54) 3901.1445
	Defesa Civil – Caxias do Sul/RS	(54) 3218.6000 ramal 6341 (54) 98404.0778 (24h)
	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil / Rio Grande do Sul	(51) 3221.7098
	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)	
		(12) 3205.0201

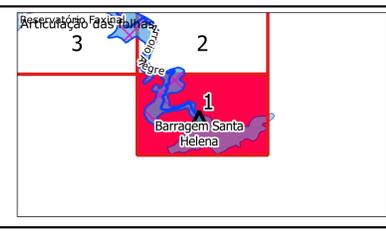
22.3 ANEXO 3 - MAPAS DE INUNDAÇÃO E DE RISCO HIDRODINÂMICO

Item	Número	Discriminação
1	SM899-SH-00-013	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Planta Chave
2	SM899-SH-00-014	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura – Folha 1/4
3	SM899-SH-00-015	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura – Folha 2/4
4	SM899-SH-00-016	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura – Folha 3/4
5	SM899-SH-00-017	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura – Folha 4/4



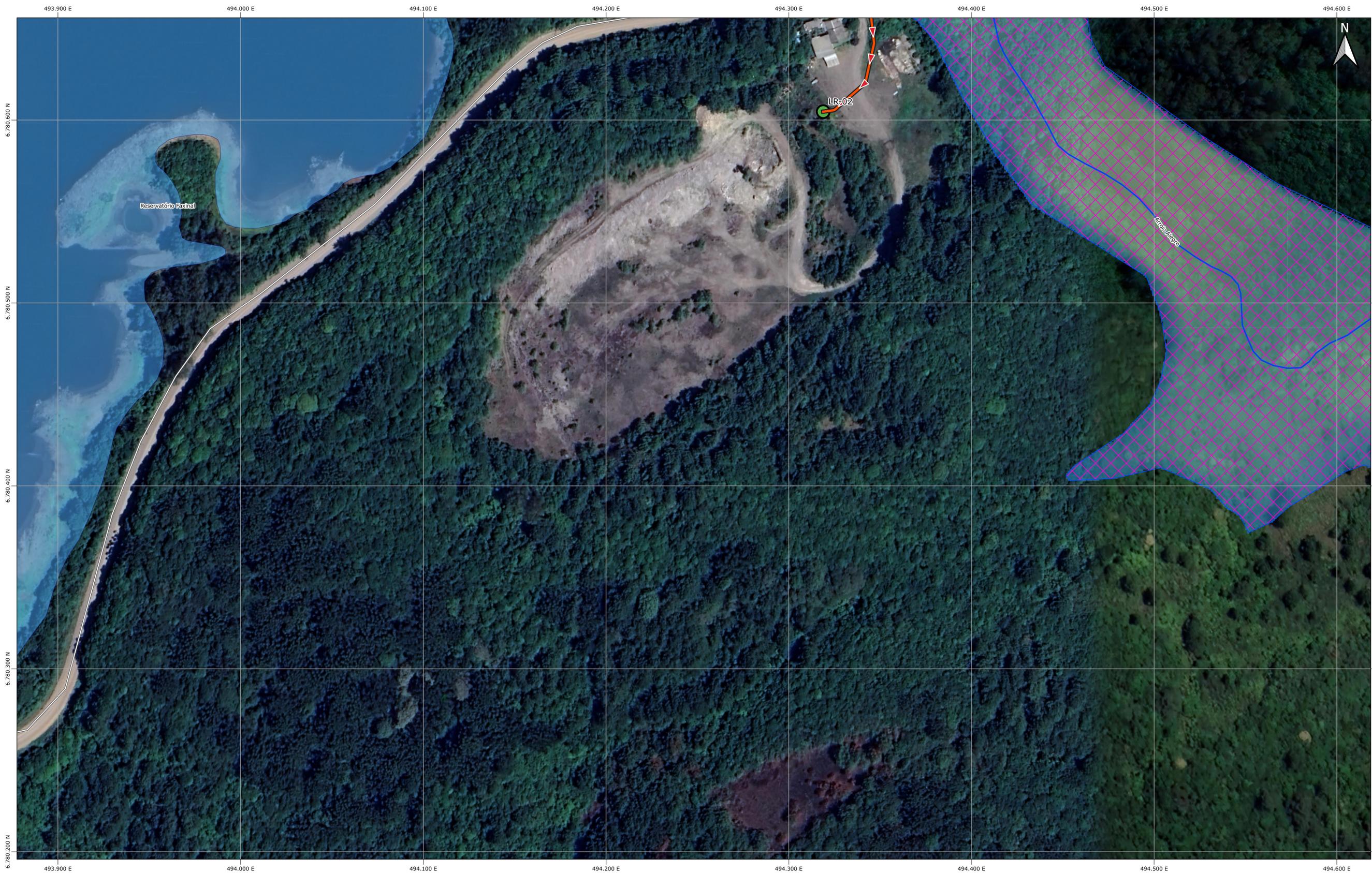
A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	ABR/22
REV.	DISCRIMINAÇÃO	ELAB.	APROV.	DATA

- Legenda:**
- Barragem
 - Locais de Refúgio
 - Mancha de Inundação
 - Zona de Autossalvamento
 - Hidrografia
 - Rotas de Fuga
 - Rodovias Principais
 - Rodovias Secundárias
 - Avenidas, Ruas, pontes e demais acessos
 - Limite Municipal



- Referências:**
 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000; PROJEÇÃO UTM, ZONA 23S.
- 1 - IBGE/DGC. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONÉSIMO - BCIM 2016: 5ª VERSÃO DIGITAL. RIO DE JANEIRO, 2016.
 - 2 - IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA 1:250.000. RIO DE JANEIRO, 2017.
 - 3 - © OPENTREEMAP CONTRIBUTORS. OPENTREEMAP.ORG/COPYRIGHT.
 - 4 - GOOGLE INC. GOOGLE.COM/MAPS.

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM SANTA HELENA			
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPTURA FOLHA 1/4			
DATA: 04/2022	PROJ.: B.H.	Nº HYDROS: SM899-SH-00-014	REV.: A
ESCALA: 1:1.000	APROV.: H.U.	Nº SAEMA:	



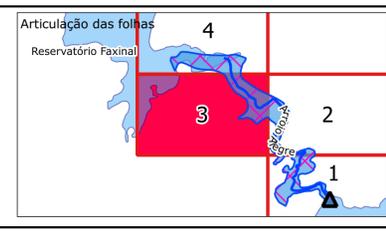
REV.	DISCRIMINAÇÃO	ELAB.	APROV.	DATA
A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	ABR/22

Legenda:

- Barragem
- Locais de Refúgio
- Mancha de Inundação
- Zona de Autossalvamento
- Hidrografia
- Rotas de Fuga
- Rodovias Principais
- Rodovias Secundárias
- Avenidas, Ruas, pontes e demais acessos
- Limite Municipal

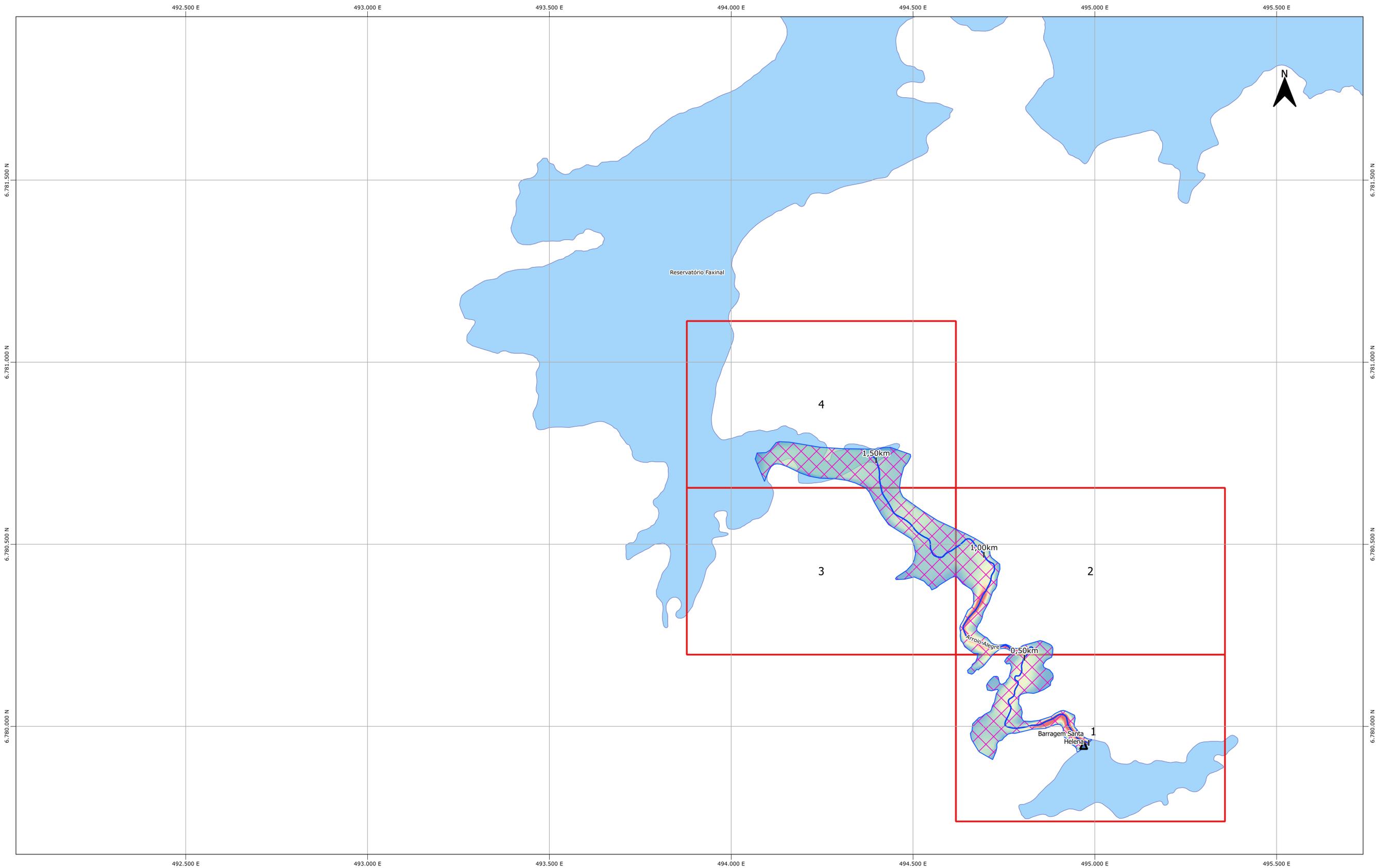
Risco hidrodinâmico

0	4	8	12	16	>20
---	---	---	----	----	-----



- Referências:**
 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000; PROJEÇÃO UTM, ZONA 23S.
- 1 - IBGE/DGC. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONÉSIMO - BCIM 2016: 5ª VERSÃO DIGITAL. RIO DE JANEIRO, 2016.
 - 2 - IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA 1:250.000. RIO DE JANEIRO, 2017.
 - 3 - © OPENTREEMAP CONTRIBUTORS. OPENTREEMAP.ORG/COPYRIGHT.
 - 4 - GOOGLE INC. GOOGLE.COM/MAPS.

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM SANTA HELENA			
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPTURA FOLHA 3/4			
DATA: 04/2022	PROJ.: B.H.	Nº HYDROS: SM899-SH-00-016	REV.: A
ESCALA: 1:1.000	APROV.: H.U.	Nº SAEMA:	



Legenda:

- Barragem
- Mancha de Inundação
- Zona de Auto Salvamento
- Hidrografia
- Limite Municipal

Referências:
 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000; PROJEÇÃO UTM, ZONA 22S.
 1 - IBGE/DGC. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONÉSIMO - BCIM 2016: 5ª VERSÃO DIGITAL. RIO DE JANEIRO, 2016.
 2 - IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA 1:250.000. RIO DE JANEIRO, 2017.
 3 - © OPENSTREETMAP CONTRIBUTORS. OPENSTREETMAP.ORG/COPYRIGHT.
 4- GOOGLE INC. GOOGLE.COM/MAPS.

REV.	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	ABR / 22
A				
	DISCRIMINAÇÃO	ELAB.	APROV.	DATA

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM SANTA HELENA			
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPTURA E ZONA DE AUTO SALVAMENTO PLANTA CHAVE			
DATA: 04/2022	PROJ.: B.H.	Nº HYDROS: SM899-SH-00-013	REV.: A
ESCALA: 1:5000	APROV.: H.U.	Nº SAMAE:	