



**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	10/12/2021	Emissão Inicial	DIV	HU
Revisão Nº	Data	Descrição Sucinta	Elaboração	Aprovação
The logo for Hydros Engenharia, featuring the word "Hydros" in a large blue serif font above the word "Engenharia" in a smaller black sans-serif font, all set against a background of horizontal grey stripes.		<p><b>Título:</b> <b>BARRAGEM MAESTRA</b> <b>PRODUTO 14 – PLANO DE AÇÃO DE</b> <b>EMERGÊNCIA</b></p>		
Número Hydros <b>SM899.RE.ME180</b> Rev. A				
Número SAMAЕ				
Projeto	Verificado	Aprovado	Data de Emissão	
DIV	MCT	HU	Dez/2021	



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

**BARRAGEM MAESTRA**

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

**PRODUTO 14 – PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA**

**Nº SM899.RE.ME180-A**

**Dez/2021**

## 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 Maestra 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

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>ESCOPO DOS SERVIÇOS.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>ANTECEDENTES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b> DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA .....</b>	<b>5</b>
<b>5.1</b>	<b> IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM.....</b>	<b>5</b>
<b>5.2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BARRAGEM .....</b>	<b>6</b>
<b>5.3</b>	<b>DADOS TÉCNICOS DA BARRAGEM.....</b>	<b>9</b>
<b>5.4</b>	<b>DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA DA BARRAGEM .....</b>	<b>16</b>
<b>6.1</b>	<b>ESTUDO DE PROPAGAÇÃO DA ONDA DE RUPTURA DA BARRAGEM .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2</b>	<b>CONDIÇÕES DE CONTORNO GEOMÉTRICO DO TERRENO .....</b>	<b>17</b>
<b>6.3</b>	<b>CONDIÇÕES DE CONTORNO HIDRÁULICO.....</b>	<b>18</b>
<b>6.4</b>	<b>MAPAS DE INUNDAÇÃO CAUSADAS POR CHEIAS NATURAIS .....</b>	<b>18</b>
<b>6.5</b>	<b>SIMULAÇÕES DAS ONDAS DE RUPTURA DA BARRAGEM .....</b>	<b>22</b>
<b>6.6</b>	<b>RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DAS ONDAS DE RUPTURA DA BARRAGEM .....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>ZONAS DE IMPACTO DIRETO E DE AUTOSSALVAMENTO .....</b>	<b>35</b>
<b>7.1</b>	<b>MAPAS DE INUNDAÇÃO E RISCO HIDRODINÂMICO -MIRH.....</b>	<b>35</b>
<b>7.2</b>	<b>ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS).....</b>	<b>35</b>
<b>7.3</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE REFÚGIO E ROTAS DE FUGA.....</b>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>MUNICÍPIOS E BAIRROS POTENCIALMENTE VULNERÁVEIS.....</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>OCUPAÇÃO PERMANENTE EXISTENTE A JUSANTE DA BARRAGEM..</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>CENÁRIOS ACIDENTAIS PROVÁVEIS E CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA DA BARRAGEM.....</b>	<b>45</b>
<b>10.1</b>	<b>CENÁRIOS ACIDENTAIS PROVÁVEIS DE RUPTURA DE BARRAGENS .....</b>	<b>45</b>
<b>10.2</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE SEGURANÇA DA BARRAGEM.....</b>	<b>46</b>
<b>11</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE DE ANOMALIAS E CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM.....</b>	<b>49</b>
<b>12</b>	<b>NOTIFICAÇÃO DE ANOMALIAS COM CONDIÇÕES POTENCIAIS DE RUPTURA DA BARRAGEM .....</b>	<b>51</b>
<b>13</b>	<b>PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS A SEREM ADOTADOS EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA .....</b>	<b>53</b>

<b>14</b>	<b>DEFINIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE E FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>14.1</b>	<b>RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....</b>	<b>55</b>
<b>14.2</b>	<b>RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE .....</b>	<b>56</b>
<b>14.3</b>	<b>RESPONSABILIDADE DO ENCARREGADO DA BARRAGEM .....</b>	<b>56</b>
<b>14.4</b>	<b>RESPONSABILIDADES NA NOTIFICAÇÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>14.5</b>	<b>RESPONSABILIDADES NA EVACUAÇÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>14.6</b>	<b>RESPONSABILIDADES NO ENCERRAMENTO E CONTINUIDADE .....</b>	<b>57</b>
<b>14.7</b>	<b>FLUXOGRAMA DE TOMADA DE DECISÃO E NOTIFICAÇÃO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA .....</b>	<b>57</b>
<b>15</b>	<b>ESTRATÉGIAS E MEIOS DE DIVULGAÇÃO E ALERTA.....</b>	<b>59</b>
<b>16</b>	<b>SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E DISPOSITIVOS DE ALERTA SONORO..</b>	<b>61</b>
<b>16.1</b>	<b>SISTEMA DE MONITORAMENTO, COMUNICAÇÃO E ALERTA .....</b>	<b>61</b>
<b>16.2</b>	<b>PLANO DE COMUNICAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....</b>	<b>61</b>
<b>16.3</b>	<b>SISTEMA DE ALARME.....</b>	<b>62</b>
<b>16.4</b>	<b>ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO .....</b>	<b>62</b>
<b>16.5</b>	<b>AÇÕES DE RESGATE, ABRIGAMENTO E ATENDIMENTO HOSPITALAR.....</b>	<b>64</b>
<b>17</b>	<b>RECURSOS MATERIAIS E HUMANOS NECESSÁRIOS .....</b>	<b>66</b>
<b>18</b>	<b>PLANO DE NOTIFICAÇÃO E LISTA DE CONTATOS.....</b>	<b>67</b>
<b>19</b>	<b>PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>19.1</b>	<b>TREINAMENTO .....</b>	<b>68</b>
<b>19.2</b>	<b>DIVULGAÇÃO E NOTIFICAÇÃO .....</b>	<b>69</b>
<b>19.3</b>	<b>EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO .....</b>	<b>70</b>
<b>19.4</b>	<b>FASES DE EMERGÊNCIA EM BARRAGENS.....</b>	<b>71</b>
<b>20</b>	<b>CONTROLE E ATUALIZAÇÃO DO PAE .....</b>	<b>73</b>
<b>21</b>	<b>DISTRIBUIÇÃO DE CÓPIAS DO PAE PARA AS AUTORIDADES PÚBLICAS .....</b>	<b>74</b>
<b>22</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>
<b>22.1</b>	<b>ANEXO 1 - MODELOS DE FORMULÁRIOS PADRÃO DO PAE .....</b>	<b>75</b>
<b>22.2</b>	<b>ANEXO 2 - LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO EXTERNA – PAE .....</b>	<b>78</b>
<b>22.3</b>	<b>ANEXO 3 - MAPAS DE INUNDAÇÃO E DE RISCO HIDRODINÂMICO .....</b>	<b>79</b>

## **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 Maestra, 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 Maestra 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 Maestra 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 Maestra.

### **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 Maestra, 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 Maestra 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 Maestra.

**Quadro 4.1 – Documentos de Referência**

<b>Item</b>	<b>Nº</b>	<b>Rev.</b>	<b>Discriminação</b>	<b>Autor</b>	<b>Data</b>
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.ME100	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.ME120	B	Produto 05 – Ficha de Inspeção de Segurança Regular	Hydros	21/07/2021
7	SM899.RE.ME130	B	Produto 06 e 07 – Relatório de Inspeção de Segurança Regular e Extrato de ISR	Hydros	26/08/2021
8	SM899.RE.ME140	A	Produto 08 – Projeto de Instrumentação	Hydros	10/09/2021
9	SM899.RE.ME150	B	Produto 09 – Relatório de Diagnóstico	Hydros	10/11/2021
10	SM899.RE.ME160	A	Produtos 10 e 11 – Plano de Segurança de Barragem e Revisão Periódica de Segurança de Barragem	Hydros	10/11/2021
11	SM899.RE.ME170	A	Produtos 12 e 13 – Relatório de Ruptura Hipotético e Mapas de Inundação	Hydros	10/11/2021

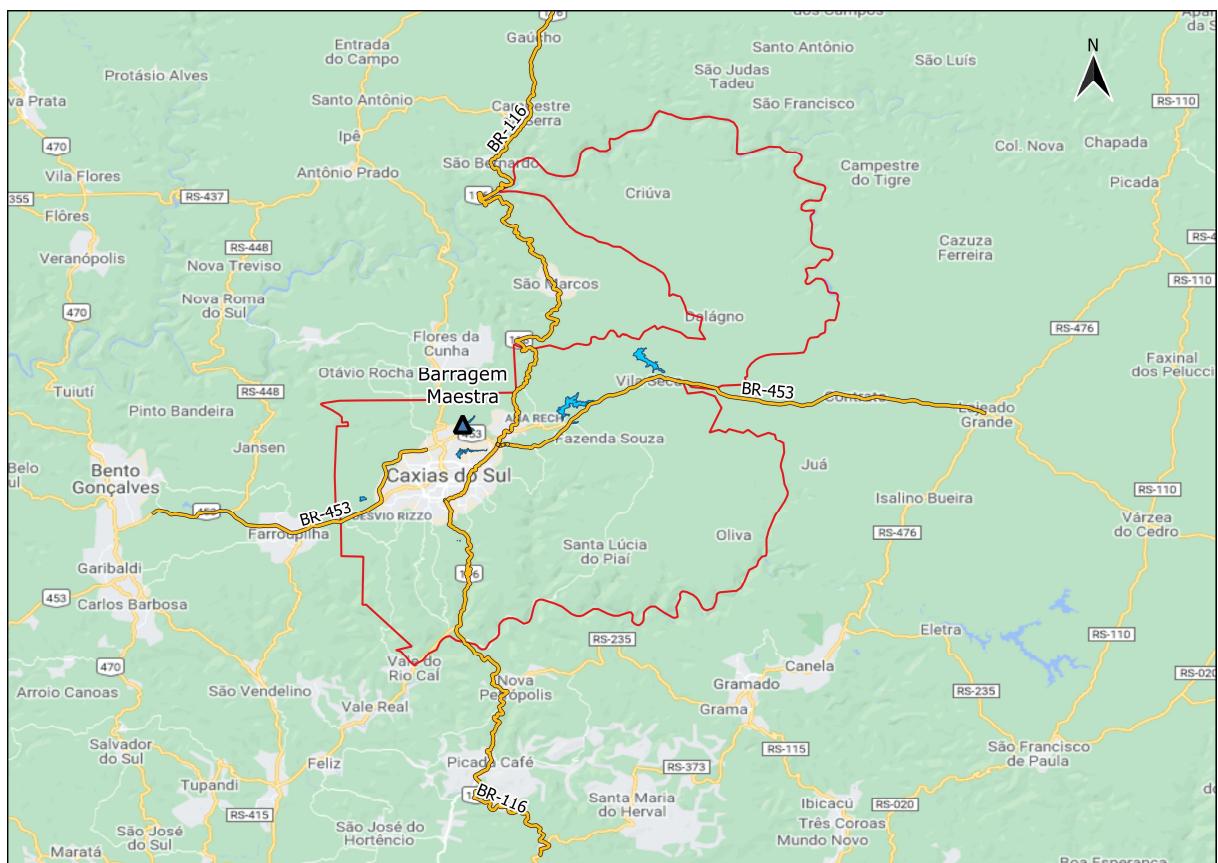
## 5 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

### 5.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

A barragem Maestra é uma barragem destinada a acumulação e regularização para captação de água para consumo humano, que abastece a cidade de Caxias do Sul no estado de Rio Grande do Sul.

A barragem da Maestra, do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE, está localizada no Arroio Maestra, bacia hidrográfica Bacia do Guaíba. As respectivas coordenadas são: 29° 6'41.42"S e 51° 9'53.98"O.

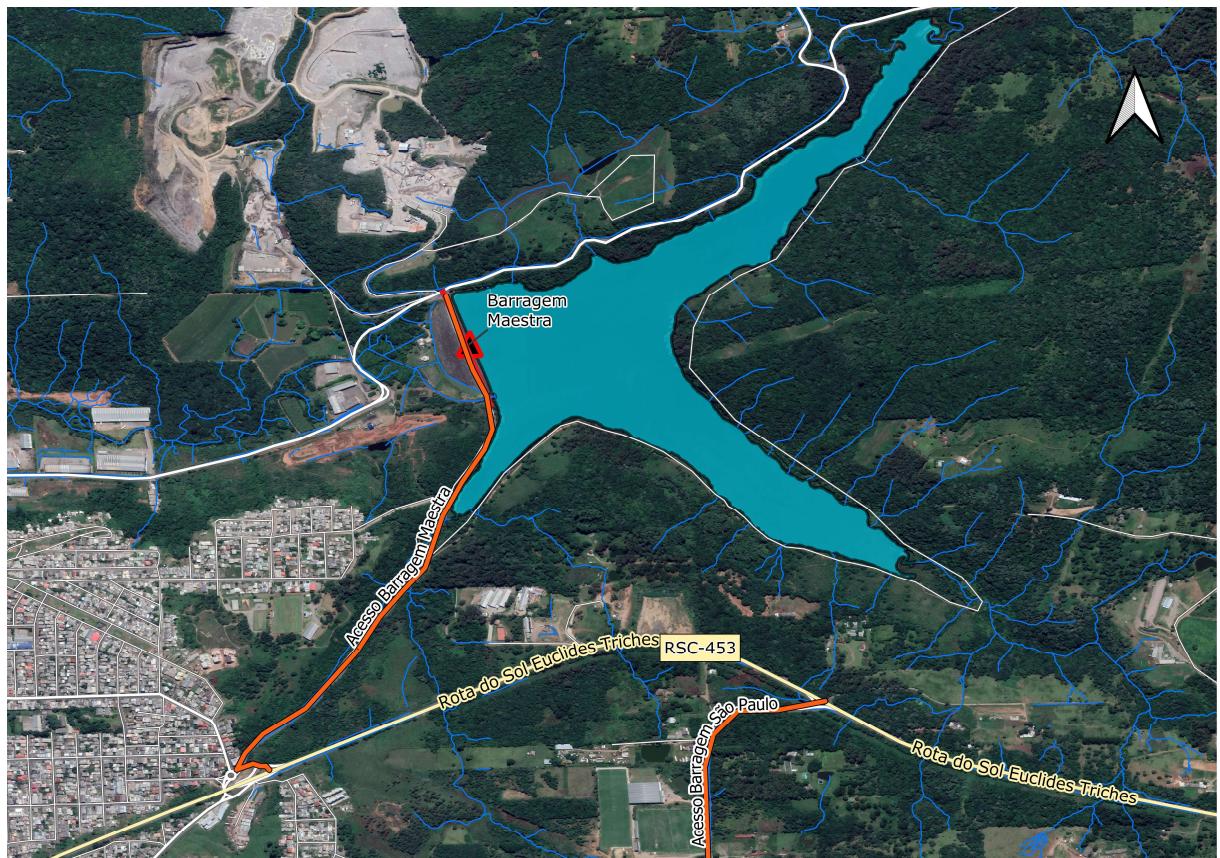
A montante e à jusante da barragem da Maestra, não existem outras barragens em operação (Figura 5.1-1).



**Figura 5.1-1 – Localização da Barragem Maestra.**

A Barragem Maestra está localizada na região norte do município de Caxias do Sul, dentro da área urbana, a 8,30 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 rua Olímpio Susin, que passa sobre a crista da barragem em pauta, 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 Maestra tem a função de acumulação de água para uma parcela de abastecimento de água de Caxias do Sul.

A barragem situa-se no Arroio Maestra, afluente do Arroio Tega, foi projetada pelo Departamento Nacional de Obras de Saneamento e construída em 1971. A barragem possui LO nº353/2020 – SEMMA e uma solicitação de outorga no sistema SIOUT conforme protocolo nº 2020/013.801-3.

O barramento é composto de barragem de aterro compactado, zoneado. Montante de argila compactada e jusante, de enrocamento não selecionado (random), separados por filtro inclinado, possui 349,20 metros de crista, com coroamento na cota 731,80 m e altura máxima de aproximadamente 27,20 metros, contados a partir da fundação.

O talude de jusante possui inclinação 1V:2.2H e proteção de rip rap e o talude de montante apresenta inclinação rip rap com proteção de 1V:3.5H.

A tomada de água é constituída de uma torre cilíndrica de concreto, ligada a uma tubulação de concreto que passa sob o maciço da barragem.

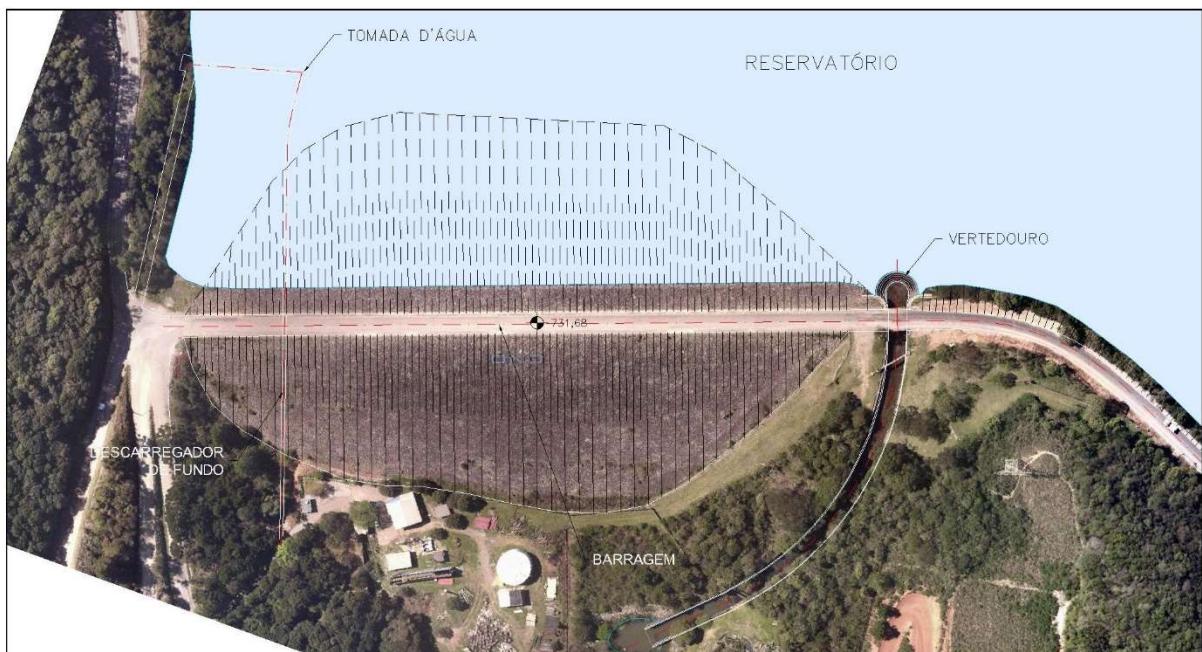
O acesso à torre é feito a partir da margem direita por passarela de concreto com 43,5 metros de extensão.

A torre da tomada d'água também possui uma descarga de fundo.

O sistema extravasor é constituído de vertedouro de superfície com crista livre, em formato semicircular em planta com cerca de 30,00 metros de extensão, que descarrega num canal retangular de concreto com declividade de 0,005 m/m, seguida de um canal rápido, com uma bacia de dissipação dentada na sua extremidade de jusante. A crista do vertedouro é do tipo Creager.

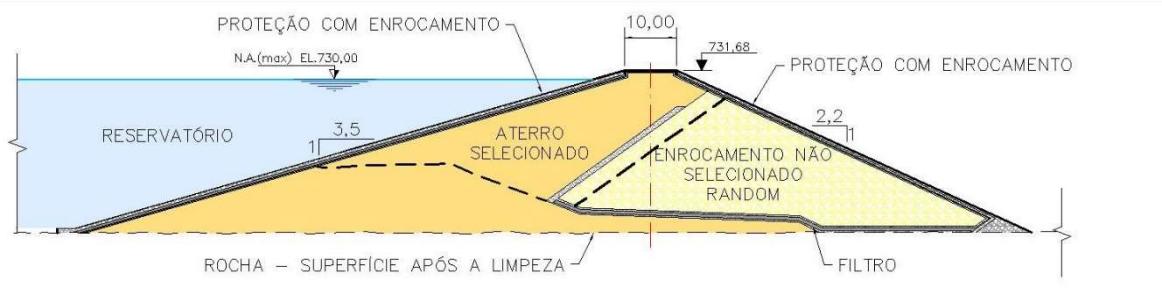
O reservatório possui área inundada de aproximadamente 0,49 km<sup>2</sup> e um volume de 5,00 hm<sup>3</sup>, quando o nível de água está no máximo normal situado na cota 728,00 m.

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



**Figura 5.2-3 – Barragem - Planta**

Fonte: Projetos DNOS - BARRAGEM MAESTRA- PLANTA GERAL



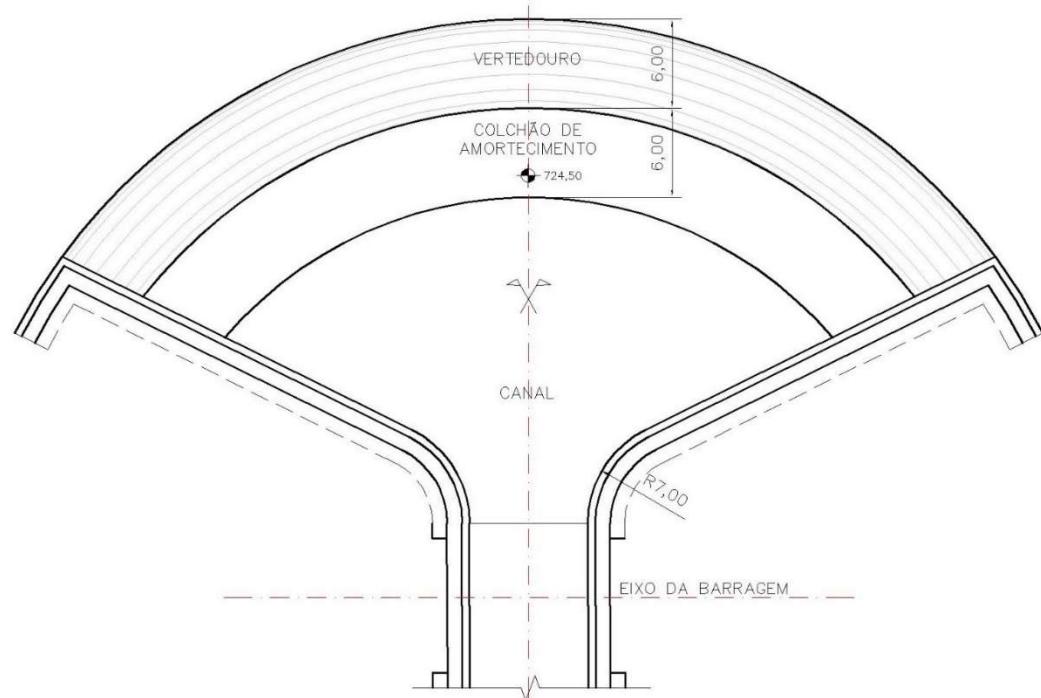
**Figura 5.2-4 –Barragem - Seção**

Fonte: Projetos DNOS - PERFIL TRANSVERSAL



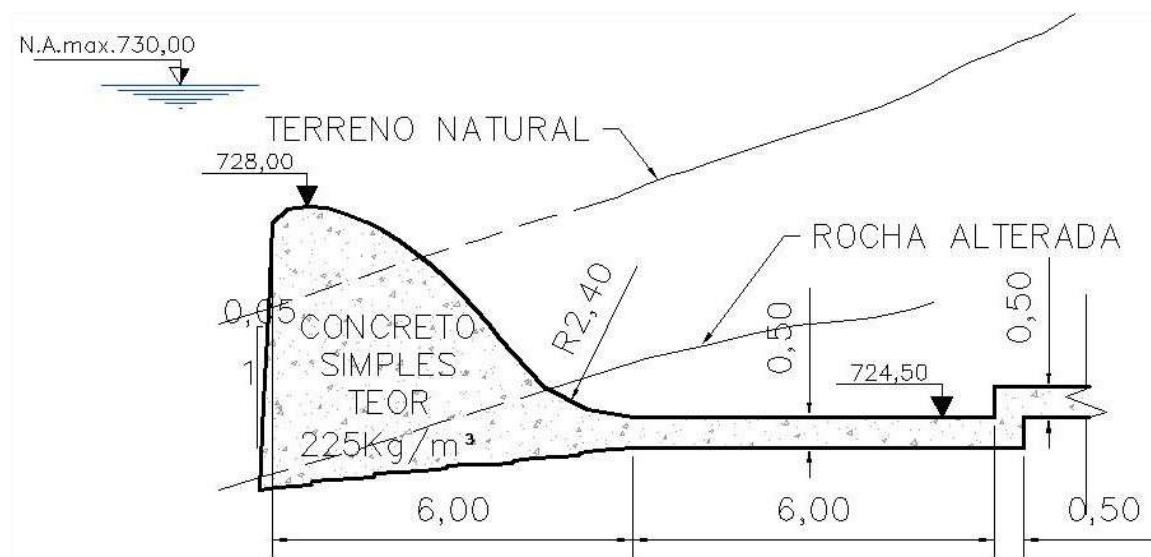
**Figura 5.2-5 – Tomada D'Água - Corte**

Fonte: Projetos DNOS - TOMADA DÁGUA E DESCARREGADOR DE FUNDO-CORTE PELO EIXO DA TOMADA DÁGUA



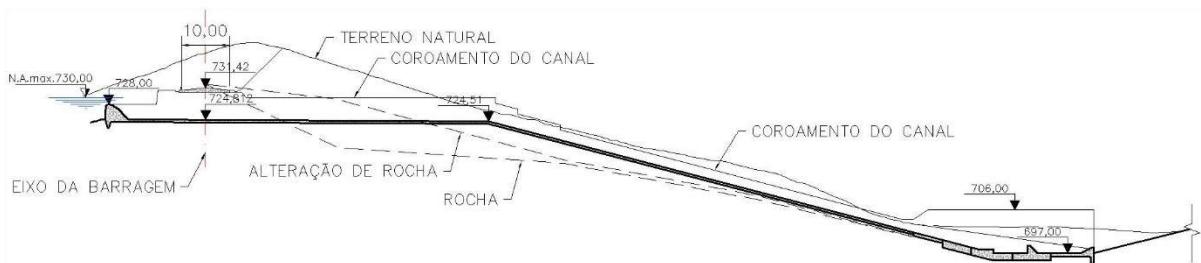
**Figura 5.2-6 – Vertedouro - Planta**

Fonte: Projetos DNOS - vertedouros e muros de arrimo



**Figura 5.2-7 – Vertedouro – Seção**

Fonte: Projetos DNOS - vertedouros e muros de arrimo



**Figura 5.2-8 – Vertedouro - Perfil**

Fonte: Projetos DNOS - BARRAGEM DO ARRÔIO MAESTRA VETEDOURO E CANAL DE DESCARGA-CORTE LONGITUDINAL

### 5.3 DADOS TÉCNICOS DA BARRAGEM

Altura do maciço principal (m): 27,20	Largura do coroamento (m): 10,00
Extensão do coroamento da barragem principal (m): 349,20	Cota do coroamento da barragem principal (m): 731,80
Capacidade do reservatório (hm³):	5,00
<b>Tipo da Barragem Principal:</b>	
Concreto	X Terra

	Barragem de Concreto Ciclópico		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	X	Barragem de Terra Zoneada

**Condições de Fundação**

	Rocha Sã		Solo Argiloso
X	Rocha Alterada		Solo Argiloso Tratado
	Solo Residual		Solo Permeável
	Outro:		Aluviação

**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): 30,00

Vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) (m<sup>3</sup>/s): N/D

Tempo de retorno da vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) – (anos): N/D

Cota do nível d' água máximo maximorum (m): 730,00	Cota da soleira do vertedouro (sangradouro) – (m): 728,00
--	---

**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 de concreto

Descarregador de fundo – diâmetro: N/D

Descarregador de fundo com acionamento automático:	Sim	X	Não
--	-----	---	-----

Descarregador de fundo com possibilidade de acionamento manual	X	Sim	Não
--	---	-----	-----

Vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) complementar – (m<sup>3</sup>/s): ----

Tempo de retorno da vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) complementar – (anos): ----					
<b>Tomada-d'água – tipo:</b> torre cilíndrica de concreto					
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		X	Sim		Não
<b>Sistema de Drenagem:</b>					
	Filtração moderna				
	Drenos horizontais e verticais				
	Aterro homogêneo resistente ao <i>piping</i>				
	Poços de alívio				
X	Drenos de pé				
	Sem controle de drenagem interna				
	Outro, descrever:				
	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

Nível de Segurança	Cor	Descrição	
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<sup>1</sup>.

##### **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

---

<sup>1</sup> 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

▪ **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 Maestra é de terra compactada, ou seja, é do tipo deformável. As principais causas de rompimento das barragens com estruturas deformáveis (terra) são por transbordamento e erosão interna e/ou “piping”. As barragens podem romper também por outras causas, entre outras: erosão regressiva causada por correntes de recirculação, deficiência na dissipação de energia, etc.

Os transbordamentos são causados por: falta de capacidade das estruturas vertentes (falhas ou alterações nas condições hidrológicas e/ou subdimensionamentos hidráulicos), falha na operação, falha na manutenção (entupimento, por exemplo), falha na construção, etc.

Experiências têm mostrado que o formato final da brecha, para maciços de terra ou enrocamento tem formato aproximadamente trapezoidal, seja o rompimento provocado por “overtopping” ou por “piping”.

O “piping” é um fenômeno que ocorre devido ao arraste de partículas (grãos de areia ou de silte, por exemplo) pelo escoamento para fora do maciço, devido às forças hidrodinâmicas exercidas pelo escoamento sobre essas partículas.

De uma forma geral, as forças que agem sobre uma partícula são: gravidade, atrito, coesão e os esforços hidrodinâmicos. Uma partícula é arrastada quando o esforço hidrodinâmico é maior que as forças resistentes, representadas pelo atrito e coesão.

O esforço hidrodinâmico é originado pelo fluxo que percola pelo maciço e emerge na face de jusante. Numa barragem de terra, esse fluxo é originado pelo desnível existente entre o reservatório a jusante e pode aflorar em algum ponto.

As erosões por “piping” ocorrem não somente em corpos de barragens, mas também em encostas e em valas. As voçorocas são casos típicos de erosões provocadas por “piping”. O mecanismo apresentado explica os motivos pelas quais as erosões por “piping” ocorrem principalmente em maciços compostos por materiais granulares com baixa coesão.

São locais propícios para a ocorrência de “piping”: junção das estruturas de concreto com a barragem de terra, interface entre um tubo de descarga posicionada dentro do corpo de uma barragem de terra, etc. Estes pontos são susceptíveis de ocorrência de erosão interna devido à dificuldade de compactação adequada, além da dificuldade na fiscalização da sua construção.

A estimativa da formação da brecha, foi feita com a utilização do método de Froelich (2016), dadas pelas equações:

$$B_{avg} = 0,27 \cdot K_M \cdot V_w^{1/3}$$

$$T_f = \frac{63,2}{3600} \left( \frac{V_w}{g \cdot H_b^2} \right)^{0,5}$$

Sendo:

- $B_{avg}$  = largura da brecha (m);
- $K_M$  = parâmetro do tipo de ruptura: overtopping = 1,3; piping = 1,0;
- $V_w$  = volume d'água ( $m^3$ );
- $T_f$  = tempo de formação da brecha (h);
- $H_b$  = altura da barragem (m).

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 disponíveis nas cartas do IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo, escala 1:10.000, equidistância de 5 m, associado aos dados de levantamentos topobatimétricos de campo e utilização do software QGIS, que elabora o MDT a partir das curvas de nível, por meio de triangulação. O MDT obtido foi exportado para o “software” HEC-RAS.

Observa-se que, nas cartas do IGC, os fundos do vale são mal definidos devido à escala das cartas e, para se superar estas limitações, foram utilizados os dados dos levantamentos cartográficos de campo realizados para se melhorar a modelação do terreno.

Assim sendo as curvas de nível do trecho de interesse foram vetorizados e sobre elas, foram acrescentados os dados dos levantamentos de campo. 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 galgamento foi realizada para a condição da cheia máxima com período de retorno de 10.000 anos e a de ruptura hipotética por “pipping”, para o reservatório com o seu nível na cota máxima normal. Como a Represa de Captação está localizado logo a jusante, foram realizadas simulações com efeito em cascata, rompendo a barragem de Captação por “overtopping” durante a passagem da onda de cheia de ruptura hipotética da Barragem de Acumulação para ambos os cenários.

### **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.

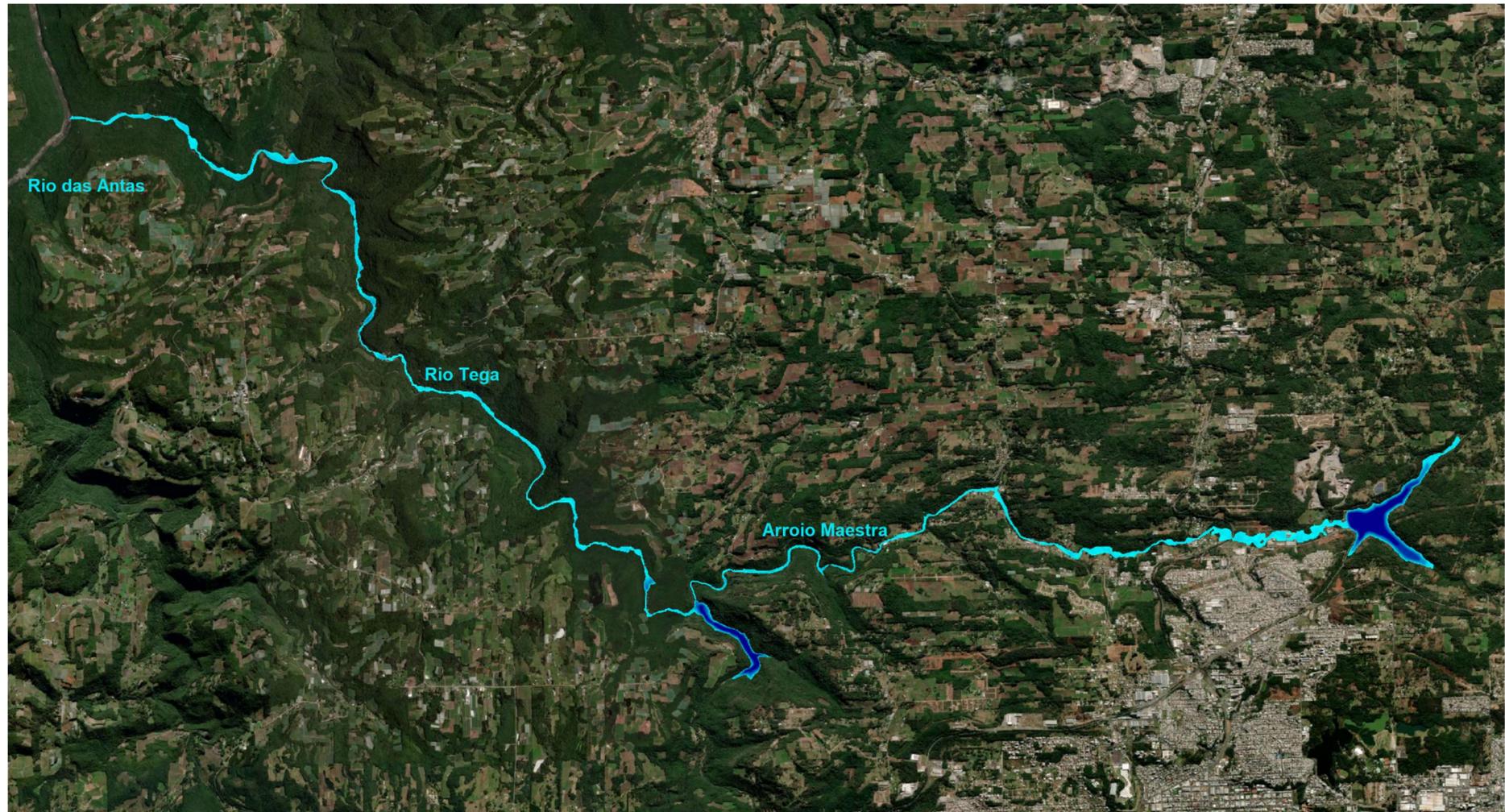
Essas simulações foram feitas em regime permanente, utilizando o aplicativo HEC-RAS 5.07, utilizando o seu módulo de regime permanente.

As vazões são, para os períodos de retorno de 100, 1.000 e 10.000 anos, de 94,5 m<sup>3</sup>/s, 173,6 m<sup>3</sup>/s e de 370,7 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

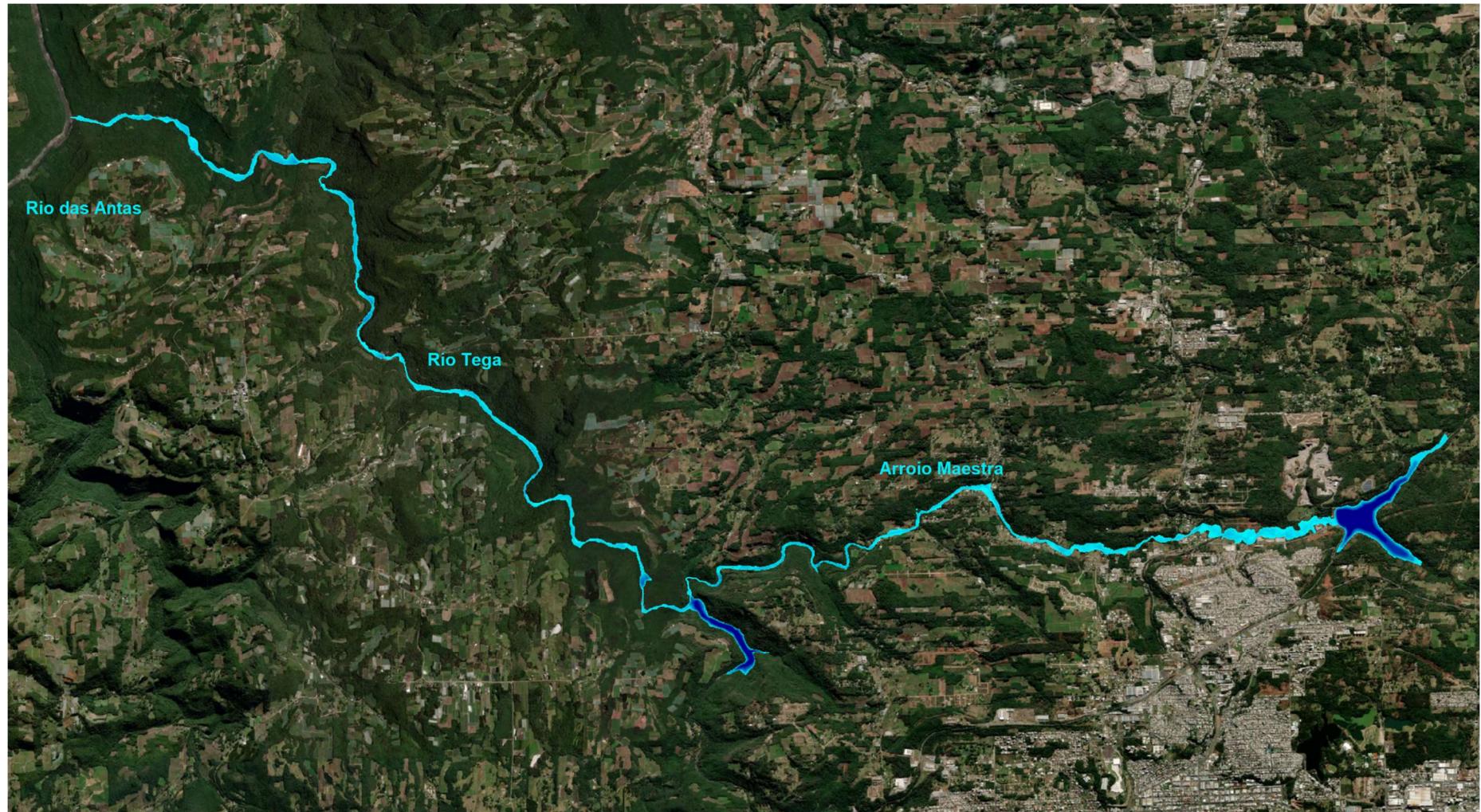
As manchas de inundação são apresentadas nas figuras 6.4-1 a 6.4-3 a seguir.



**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 Maestra por erosão interna (“pipping”) e por galgamento (“overtopping”) 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 inundaçāo, extrapolando para o terreno os dados dos níveis d’água.

Os parâmetros das brechas, obtidos pela equação de Froelich (2016) são:

### **a) Simulação da Ruptura da Barragem por “Overtopping”:**

- Volume do reservatório: 9.100.000 m<sup>3</sup>;
- Altura da barragem: 29,2 m;
- Largura da brecha: 77,3 m;
- Tempo de formação: 0,58 h.

### **b) Simulação da Ruptura da Barragem por Ruptura por “Pipping”:**

- Volume do reservatório: 7.150.000 m<sup>3</sup>;
- Altura da barragem: 25,50 m;
- Largura da brecha: 52 m;
- Tempo de formação: 0,59 h.

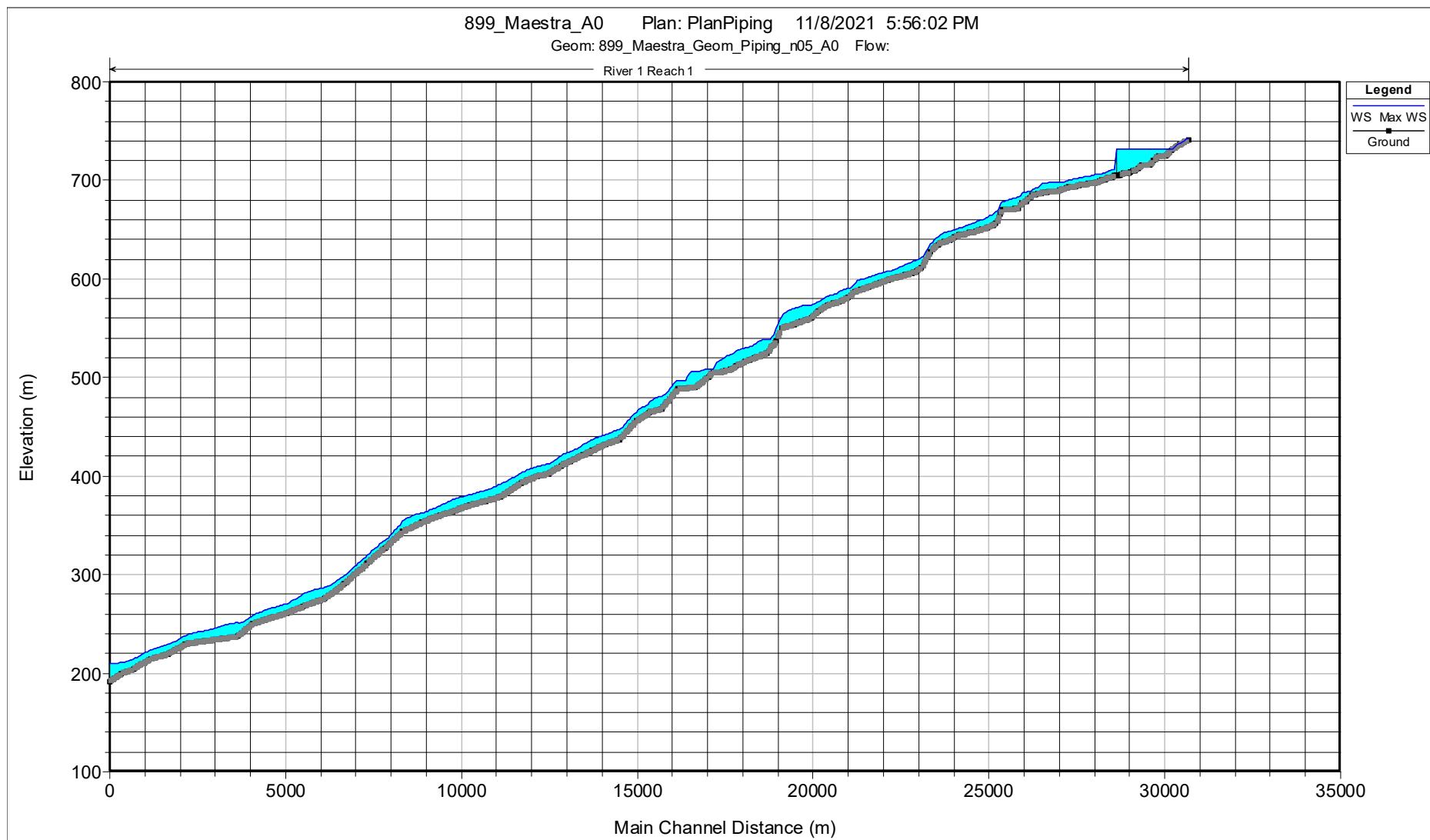
## **6.6 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DAS ONDAS DE RUPTURA DA BARRAGEM**

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

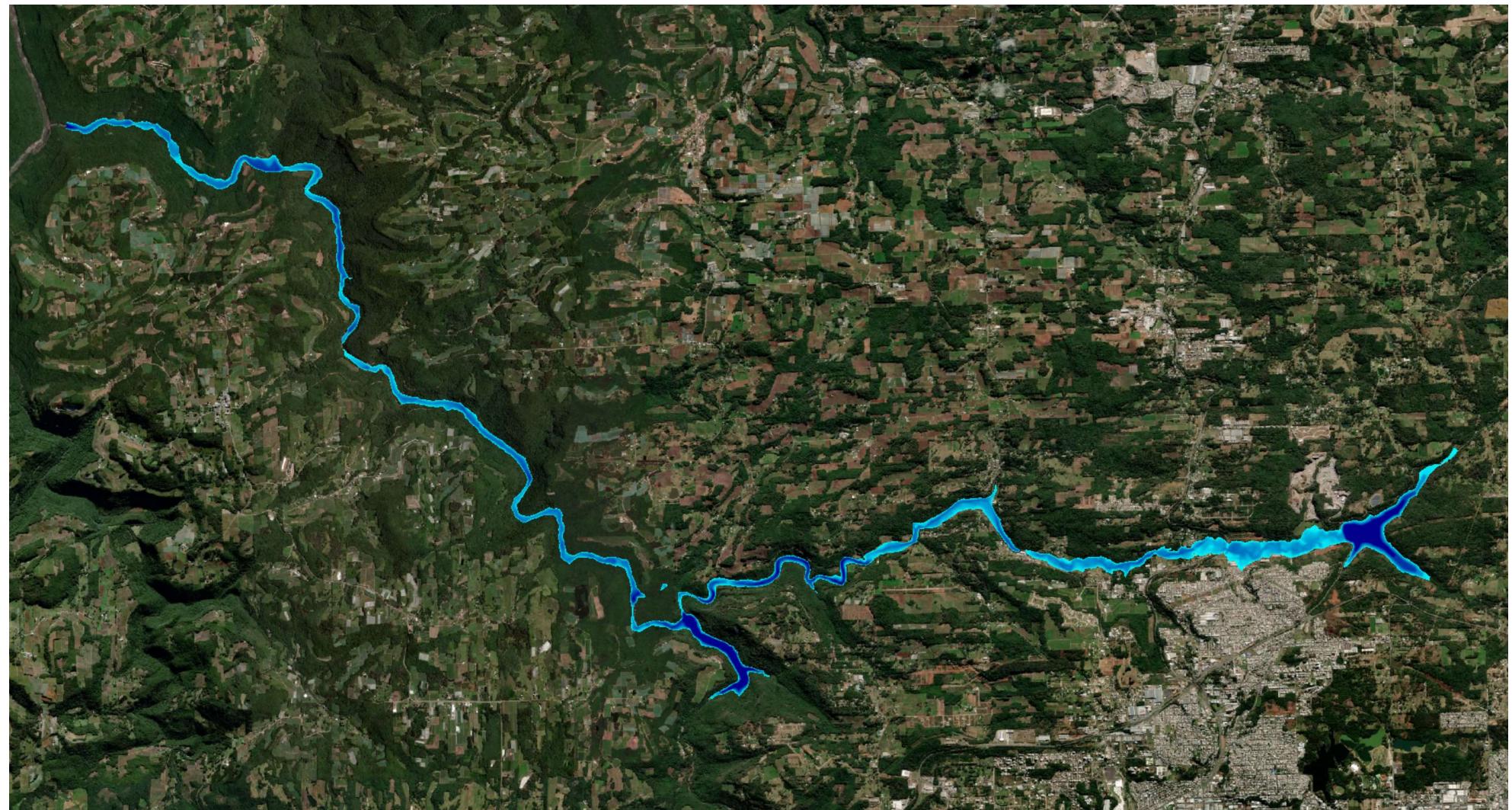
Apresentam-se nas Figuras 6.6-1 a 6.6-8, a seguir, os perfis da linha d’água máxima e as plantas das manchas de inundaçāo máxima, decorrentes das ondas de ruptura das barragens, que se propagam ao longo dos cursos d’água a jusante da barragem, ou seja, ao longo do Arroio Maestra e Rio Tega, afetando as áreas urbanas do município de Caxias do Sul, até a foz, no Rio

das Antas. As manchas de inundação observadas a montante do reservatório de Maestra são devidas à onda da cheia natural.

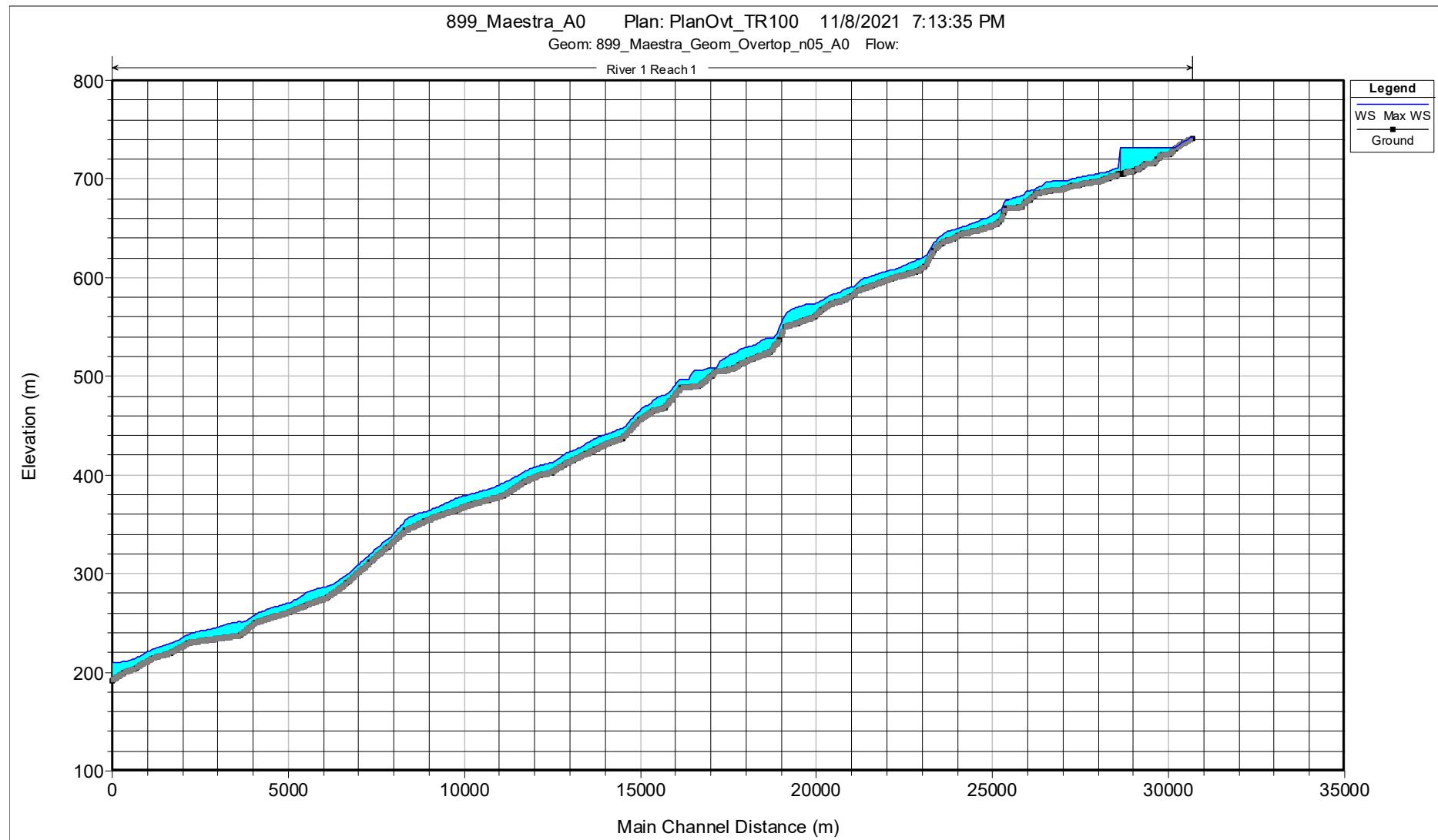
Observa-se que a jusante da barragem, a área é ocupada pelo bairro Santa Fé. O Arroio Maestra deságua no Rio Tega e este deságua no Rio das Antas.



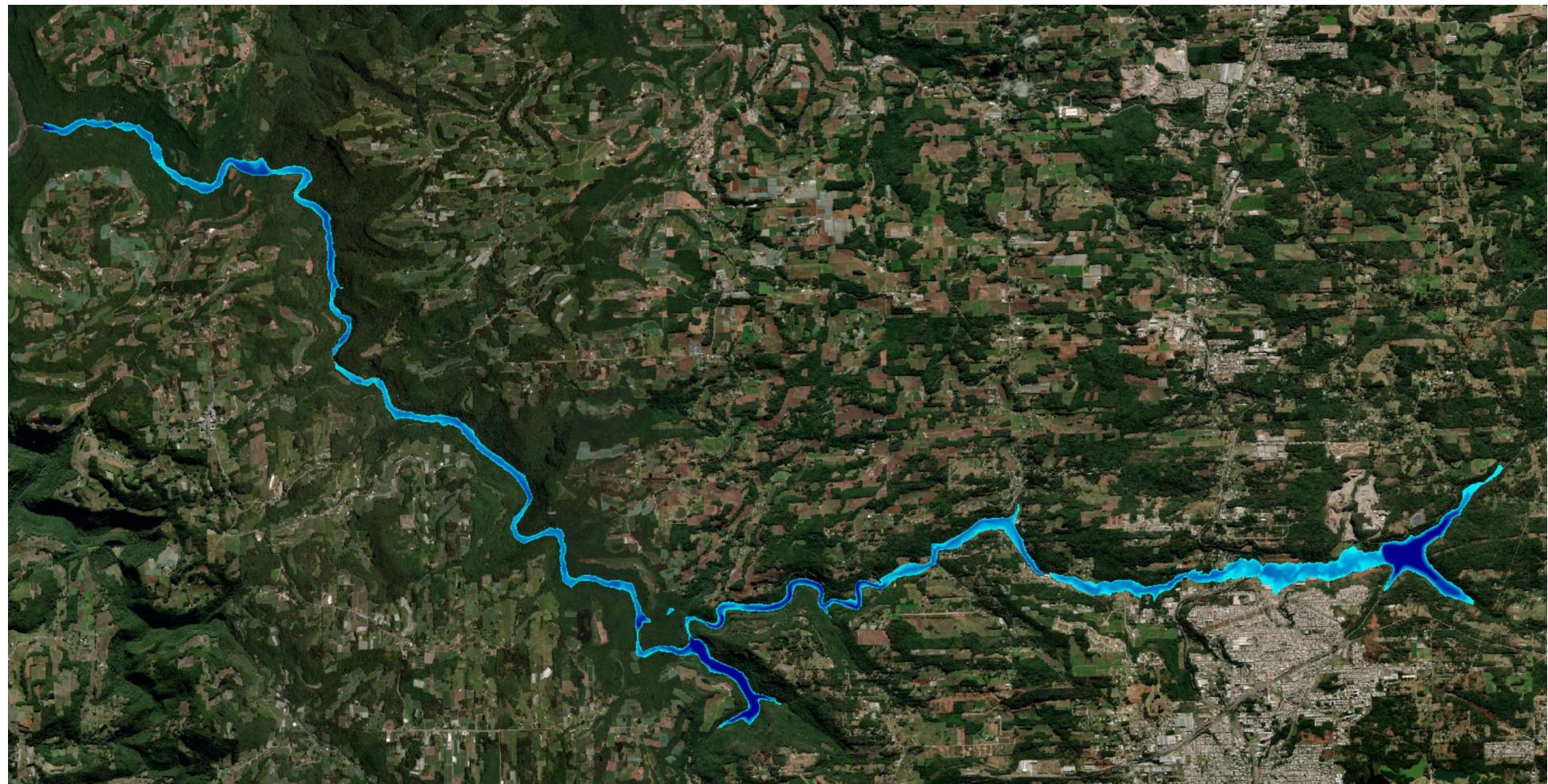
**Figura 6.6-1 – Onda de Ruptura por “Pipping” da Barragem de Maestra - Perfil da Linha d’Água Máxima**



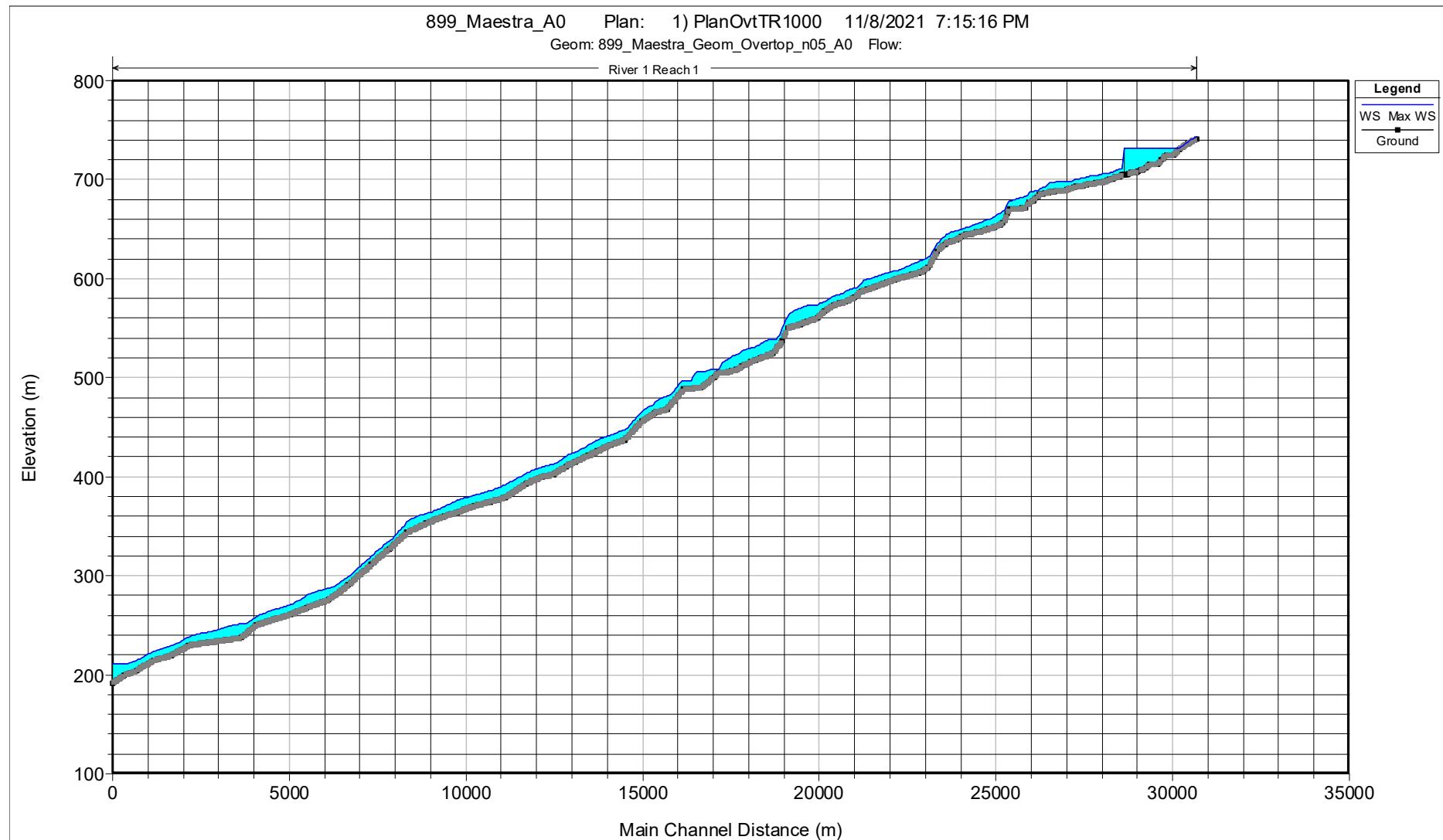
**Figura 6.6-2 – Onda de Ruptura por “Pipping” da Barragem de Maestra - Perfil da Linha d’Água Máxima**



**Figura 6.6-3 – Onda de Ruptura por Galgamento da Barragem de Maestra – TR = 100 anos - Perfil da Linha d'Água Máxima**



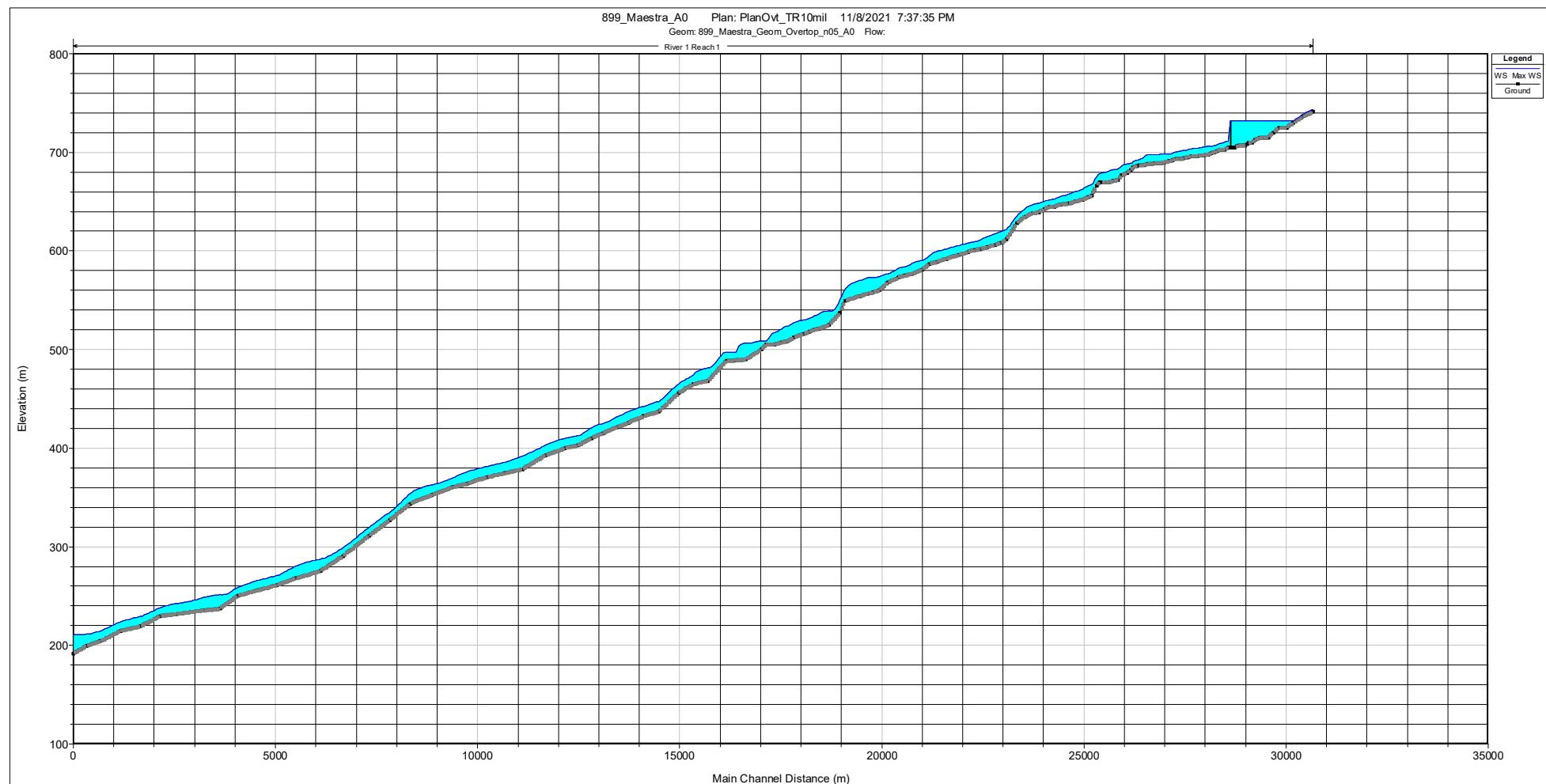
**Figura 6.6-4 – Onda de Ruptura por Galgamento da Barragem – TR = 100 anos - Planta da Mancha de Inundação Máxima.**



**Figura 6.6-5 – Onda de Ruptura por Galgamento da Barragem de Maestra – TR = 1.000 anos - Perfil da Linha d'Água Máxima**



**Figura 6.6-6 – Onda de Ruptura por Galgamento da Barragem – TR = 1.000 anos - Planta da Mancha de Inundação Máxima.**



**Figura 6.6-7 – Onda de Ruptura por Galgamento da Barragem de Maestra – TR = 10.000 anos - Perfil da Linha d'Água Máxima**



**Figura 6.8-8 – Onda de Ruptura por Galgamento da Barragem – TR = 10.000 anos - Planta da Mancha de Inundação Máxima.**

Apresentam-se, a seguir, na Tabela 6.5-1, 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 no Bairro Santa Fé está situada dentro da Zona de Auto Salvamento.

**Tabela 6.5-1 – Tempo de Chegada da Onda de Ruptura, Tempo do NA Máximo Atingido, Final da onda e NAs Máximos nos Pontos Notáveis dos Cursos d'Água a Jusante da Barragem**

<b>Local</b>	<b>Dist. à Foz (km)</b>	<b>Dist à Barragem (km)</b>	<b>Tempo de Chegada (min)</b>	<b>Tempo NA máx (min)</b>	<b>Tempo do Final da onda (min)</b>	<b>NAmáx (m)</b>
Eixo da barragem	28.57	0.00	0	30	89	732.18
Pé da barragem	28.57	0.00	2	40	106	711.40
Estrada Adolfo Randozo	28.39	0.18	2	41	112	709.40
Rua José Maitelli	28.15	0.42	2	41	112	706.31
Rua José Zamboni	27.82	0.75	3	42	119	704.18
Rua dos Cesteiros	27.66	0.92	5	43	120	703.45
Rua dos Relojoeiros	27.36	1.21	6	44	123	701.03
Rua dos Pedreiros	27.19	1.39	9	44	134	699.32
Rua das Bordadeiras	27.00	1.58	10	45	134	698.25
ERS-122	26.48	2.09	11	46	141	695.72
Rua Angelo Franzoli	25.94	2.64	14	47	144	686.26
Rua Jacob Susin	25.12	3.46	15	48	144	666.07
Estrada Vereador Antonio Bergoza	24.43	4.15	16	49	156	655.29
Estrada Municipal Vicente Menezes	22.30	6.28	20	53	167	609.36
Ponte Estrada Vereador Marcial Pisoni	20.15	8.42	21	56	178	577.01
Confluência com o Rio Tega	15.34	13.23	25	70	213	474.62
Ponte Estrada Vereador Marcial Pisoni	8.88	19.69	58	80	248	363.00
Foz no rio das Antas	0.00	28.57	80	100	260	211.02

A Tabela 6.5-2 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 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 6.5-2 – 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 (m³/s)	Pmáx (m)	Risco Hidrodinâmico (m²/s)
Eixo da barragem	28.57	8.93	4996	17.2	153.4
Pé da barragem	28.57	8.93	4996	6.5	57.8
Estrada Adolfo Randozo	28.39	8.93	4993	6.4	57.1
Rua José Maitelli	28.15	8.93	4983	7.3	65.3
Rua José Zamboni	27.82	8.93	4969	7.7	68.9
Rua dos Cesteiros	27.66	8.93	4963	7.5	66.5
Rua dos Relojoeiros	27.36	8.93	4955	8.0	71.7
Rua dos Pedreiros	27.19	8.93	4951	7.3	65.4
Rua das Bordadeiras	27.00	8.93	4941	8.3	73.7
ERS-122	26.48	8.93	4919	8.7	77.9
Rua Angelo Franzoli	25.94	8.93	4909	9.3	82.7
Rua Jacob Susin	25.12	8.93	4895	11.6	103.2
Estrada Vereador Antonio Bergoza	24.43	7.73	4883	8.3	64.1
Estrada Municipal Vicente Menezes	22.30	7.73	4849	8.4	64.6
Ponte Estrada Vereador Marcial Pisoni	20.15	7.73	4811	9.1	70.4
Confluência com o Rio Tega	15.34	7.73	4594	9.6	74.4
Ponte da Estrada Vereador Marcial Pisoni	8.88	6.32	4471	10.0	63.5
Foz no rio das Antas	0.00	3.17	4130	19.5	61.8

Na Tabela 6.5-3, 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 6.5-3 - Consequências de Risco Hidrodinâmico (Synaven et al, 2000) (\*)**

<b>Risco Hidrodinâmico (Parâmetro H x V)</b>	<b>Consequência</b>
< 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. Seijanoki, Finnish Environment Institute, 2000.

**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 Civis 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 e Flores da Cunha**

Item	Rota de Fuga	Local de Refúgio	Distância (km)
<b>Município de Caxias do Sul</b>			
1	RF-01	LR-01	0,25
2	RF-02	LR-02	0,24
3	RF-03	LR-03	0,15
4	RF-04	LR-04	0,10
5	RF-05	LR - EMEF Presidente Tancredo de Almeida	1,18
6	RF-06	LR - R. Angelo Franzoi - MD	0,27
7	RF-07	LR - R. Angelo Franzoi - ME	0,24
8	RF-08	LR - R. Angelo Franzoi - ME	0,53
9	RF-09	LR - Estrada Vicente Menezes - 1	0,55
10	RF-10	LR - Estrada Vicente Menezes - 1	0,38
11	RF-11	LR-05	0,28
12	RF-12	LR-06	0,23
13	RF-13	LR - Estrada Vicente Menezes - 2	0,08
14	RF-14	LR-07	0,27
15	RF-16	LR-09	0,22
16	RF-17	LR-09	0,20

<b>Item</b>	<b>Rota de Fuga</b>	<b>Local de Refúgio</b>	<b>Distância (km)</b>
17	RF-15	LR-08	0,36
18	RF-18	LR - Estrada Vicente Menezes - 3	0,29
19	RF-19	LR-10	0,27
20	RF-20	LR - Estrada Vereador Marcial Pisoni	0,40
21	RF-21	LR-11	0,18
22	RF-22	LR - Campo de Futebol Gianela	0,44
<b>Municipio de Flores da Cunha</b>			
23	RF-23	LR-12	0,13

**8 MUNICÍPIOS E BAIRROS POTENCIALMENTE VULNERÁVEIS**

Os municípios potencialmente vulneráveis à ação de uma onda de ruptura da barragem situam-se no município de Caxias do Sul e nos municípios localizados a jusante da barragem, ou seja, Flores da Cunha e Nova Pádua.

As áreas diretamente afetadas situam-se em faixas lindeiras aos cursos d'água, denominados arroio Maestra e rio Tega.

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, no presente caso, corresponde ao percurso da área de inundação inicial, por cerca de 11 km, atingindo as faixas lindeiras do arroio Maestra, pertencentes ainda no município de Caxias do Sul.

Já a Zona de Segurança Secundária consiste na região impactada pela ruptura da barragem, logo a seguir da ZAS. No presente caso, percorre por cerca de 15 km aproximadamente, iniciando com as faixas lindeiras ainda do arroio Maestra e toda a extensão do rio Tega, pertencentes ao município de Caxias do Sul, Flores da Cunha e Nova Pádua.

A descrição dos bairros afetados será de montante a jusante, primeiramente da descrição dos bairros da ZAS e em sequência os da ZSS.

Logo a jusante da barragem, as áreas adjacentes à calha do arroio Maestra serão inundadas por toda a sua extensão. Caso haja rompimento da barragem, as águas da represa inundarão de imediato as edificações situadas ao pé da barragem, pertencentes ao complexo da barragem para operação e fiscalização, atingindo logo em seguida as edificações mais adiante, constituídas de edificações em geral, isoladas/esparsas, próximas ao curso d'água, não se caracterizando parte de bairros consolidados.

Da represa de Maestra, as manchas de inundação atingirão a área ainda rural/suburbana de Caxias do Sul, alcançando a estrada Adolfo Randoso, entre o bairro Pedancino à margem direita e Santa Fé à margem esquerda, até atingir a estrada ERS122- Estrada Sinval Guazzelli, e a área rural/suburbana próxima aos bairros Maestra à margem direita e Colina do Sol e Nossa Senhora da Saúde, à margem esquerda.

A área de inundação atingirão posteriormente a Estrada Municipal Vicente de Menezes e as áreas rurais/suburbanas adjacentes ainda ao arroio Maestra, terminando com a ZAS e quando se inicia a ZSS.

As águas atingirão as áreas rurais/suburbanas adjacentes ao rio Tega, entre os bairros Olavo Kocha à margem direita e Mato Perso à margem esquerda. As manchas de inundação percorrem acompanhando toda a extensão do Rio Tega até atingir o Rio das Antas. As áreas rurais/suburbanas adjacentes ao Rio Tega e Rio das Antas, entre os bairros Nova Pádua e São Vitor serão inundadas.

## **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 (Imagen do Google Earth (de 03/12/2021), que permitiu realizar a avaliação das áreas potencialmente vulneráveis (APV) caso ocorra uma ruptura hipotética da barragem e, consequentemente a propagação da onda de ruptura (mancha de inundação) ao longo do curso d'água.

Todas as edificações localizadas junto às faixas lindeiras dos cursos d'água, seja industrial ou institucional, seja bairros de uso residencial ou mistos, serão parcial ou totalmente atingidas, em especial as áreas de baixada.

A caracterização da ocupação permanente, a seguir, parte primeiramente da ZAS e em sequência da ZSS de montante para jusante.

Caso haja rompimento da barragem de Maestra, suas águas atingirão primeiramente as edificações do SAMAE existentes ao pé da barragem, utilizadas para operação e fiscalização da Barragem.

Logo em seguida, as águas atingirão as indústrias que se aproveitaram das várzeas. Estão localizadas entre o curso d'água e a Estrada Adolfo Randozo, à margem esquerda, além de algumas edificações, de uso misto, pertencentes à zona periférica do bairro Santa Fé, localizadas na quadra da Rua dos Torneadores e Rua da Felicidade.

Após alcançar a ERS 122, as águas atingem as edificações existentes ainda na várzea, tanto da margem direita como da esquerda. A ocupação é rarefeita, de uso misto, com presença de indústrias, residências, e outros usos, até alcançar a Rua Angelo Franzoni. As primeiras edificações atingidas se localizam ainda na Rua Angelo Franzoni, caracterizadas como de uso industrial.

Posteriormente, as águas atingem as faixas variáveis nas duas margens, que são constituídas de APPs, de mata fechada, por cerca de 01 km, para então atingir edificações isoladas, que se caracterizam como retiros e residências e edificações de apoio às atividades agrícolas que são desenvolvidas à margem do curso d'água. Quando as águas, se aproximarem da Estrada Municipal Vicente Menezes, atingem as edificações localizadas tanto da margem esquerda como da esquerda, que se caracterizam predominantemente de uso industrial, bem como de uso residencial que se localizam junto à Estrada Municipal Vicente Menezes, embora as ocupações sejam esparsas.

Posteriormente, quando as águas atingem a Estrada Vereador Marcial Pisoni, as edificações são mais esparsas ainda, mas de características industriais e de residências de apoio e de lazer, com presença de quadras esportivas. A partir deste ponto, as águas acompanham o curso do arroio Maestra, nas duas margens, atingindo faixas variáveis, mas estreitas. São constituídas de APPs, de mata fechada, até atingir o rio Tega.

As faixas lindeiras que são atingidas pelas águas vão se estreitando cada vez mais no rio Tega, até atingir o Rio das Antas. As duas margens são constituídas também de APPs, de mata fechada.

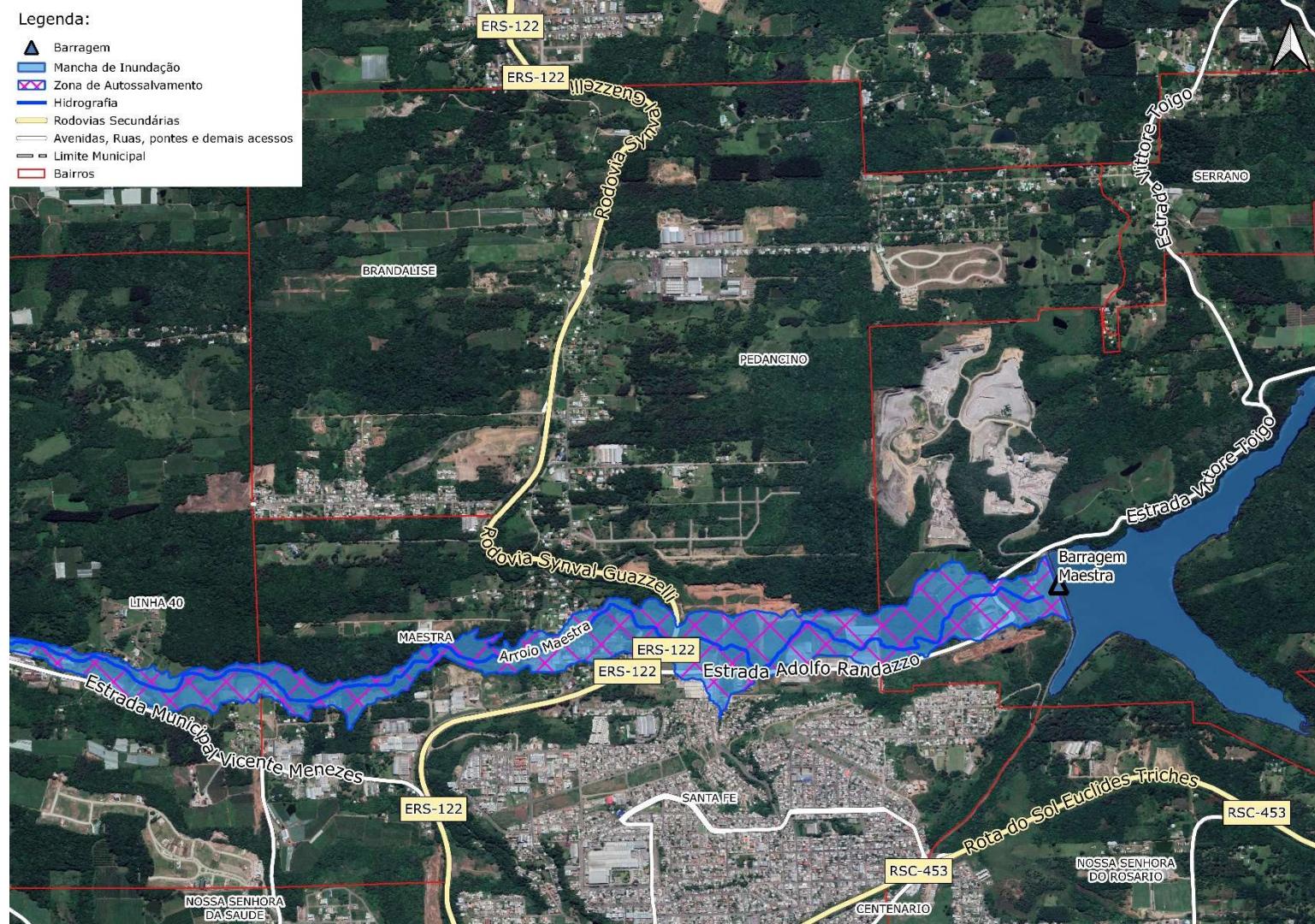
Por fim, um aspecto que deve ser observado é que, cerca de 8 Km a jusante do encontro do arroio Maestra e rio Tega, há uma CGH denominada Usina Maria Piana. Suas características técnicas são: Potência instalada: 990 KW ; Queda Bruta: 29,60m; Vazão Total: 3,77 m<sup>3</sup>/s; Nº de Máquinas: 1 Unidade Francis Simples; Rio: Rio Tega; Município: Flores da Cunha/RS. É da propriedade da empresa Maria Piana Geração de Energia e foi inaugurada em 2005.

É relevante registrar a existência de importantes artérias viárias na área do arroio Maestra e Rio Tega:

1. BR 453- também chamada Rota do Sol, ou a Estrada do Sol Euclides Triches; é uma rota nacional, transversal, que liga o litoral à Serra Gaúcha;
2. ERS 122- ou a Estrada Sinval Guazzelli- é uma rodovia estadual, longitudinal, que liga ERS 240 (próxima a São Sebastião do Cal ) a BR 116 (próximo a Vacaria) e passa por Caxias do Sul;
3. Estrada Adolfo Randozo; localizado no bairro Santa Fé, é transversal e liga a estrada Vittore Toigo a Rodovia Sinval Guazzelli ;
4. Estrada Municipal Vicente Menezes: estrada municipal, longitudinal, localizada na Nossa Senhora da Saúde; liga Rodovia Sinval Guazzelli a estrada S. Gotardo a linha 60;
5. Estrada Municipal Vereador Marcial Pisoni : estrada municipal longitudinal localizada na Nossa Senhora da Saúde; liga BR 453-Rota do Sol a Estrada S. Gotardo a linha 60 .

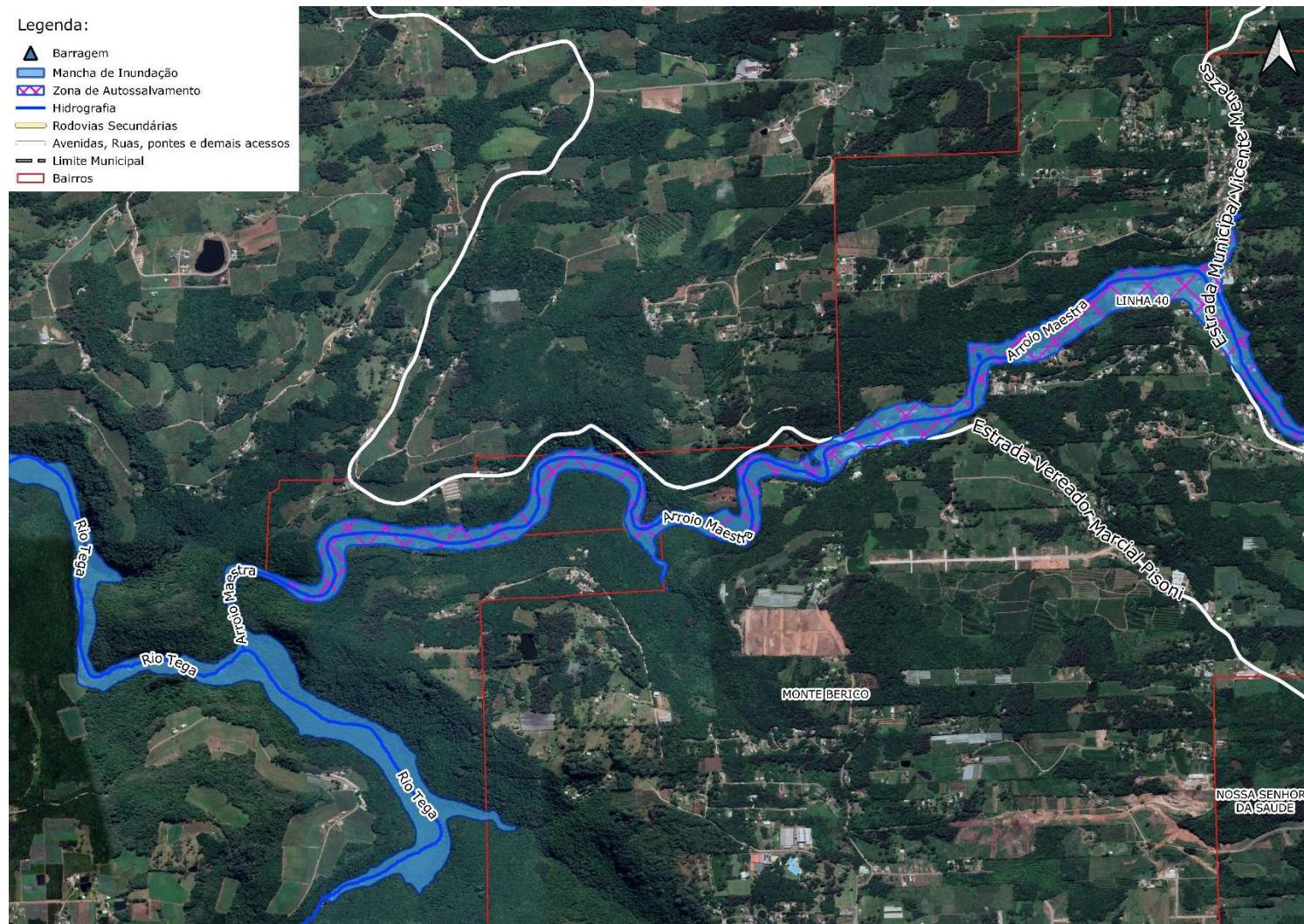
São apresentadas a seguir, nas Figuras 9-1 a 9-4, a título de ilustração, a barragem e as áreas potencialmente vulneráveis, situadas a jusante da barragem.

Evidencia-se, nessas ilustrações, a ocupação humana permanente existente na área a jusante da barragem, que se constitui na Área Potencialmente Vulnerável (APV) da(s) barragem(s).



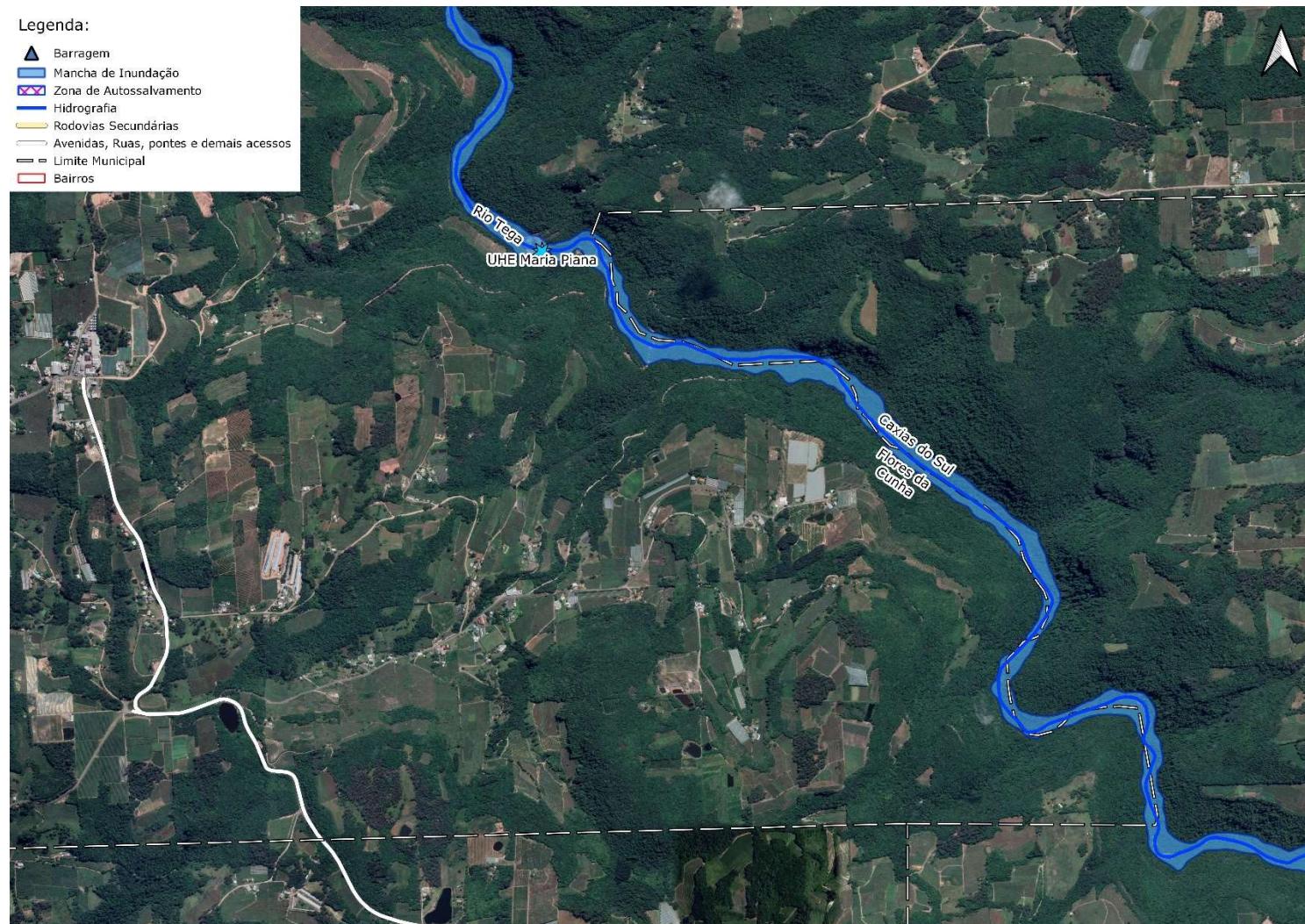
**Figura 9-1 – Barragem Maestra - Área Potencialmente Vulnerável (APV) – Parte ¼**

CD854.RE.R3447



**Figura 9-2 – Barragem Maestra - Área Potencialmente Vulnerável (APV) – Parte 2/4**

CD854.RE.R3447



**Figura 9-3 – Barragem Maestra - Área Potencialmente Vulnerável (APV) – Parte 3/4**

CD854.RE.R3447



**Figura 9-4 – Barragem Maestra - Área Potencialmente Vulnerável (APV) – Parte 4/4**

CD854.RE.R3447

## **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.

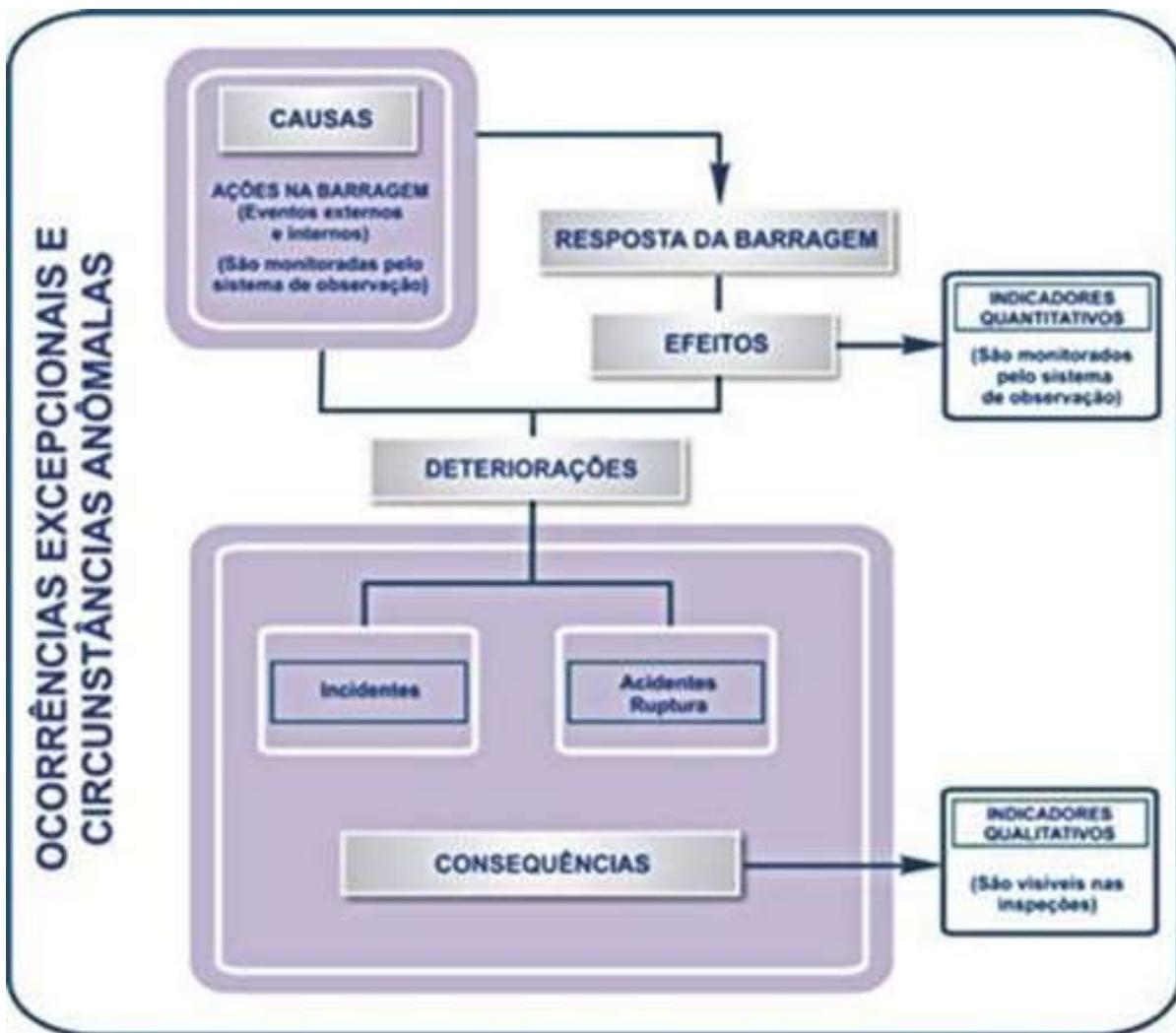


Figura 10.1-1 - Ocorrências Excepcionais e Circunstâncias Anômalas de Barragens

## 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
Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	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
	Trincas estáveis, documentadas e monitoradas	Normal
	Trincas superficiais	Normal
	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 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)	Atenção
Cheias	Vazamentos (fluxo de água intenso)	Alerta
	Obstrução do sistema de drenagem da fundação	Atenção
	Nível de água no reservatório	Normal
	Perda do sistema de monitoramento	Atenção
	Nível de água entre o Máximo Normal e o Máximo Maximorum	Atenção

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 (usina isolada)	Atenção	
		Impossibilidade de comunicação com a ZAS		
Falhas em outras barragens da cascata		Barragens a jusante e / ou montante	Alerta	
Ruptura da Barragem		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deslizamento e/ou tombamento parcial ou total da barragem</li> <li>- Abertura de brecha na estrutura com descarga incontrolável de água</li> <li>- Colapso completo da estrutura</li> </ul>	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**

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

### **b) Anomalias Decorrentes de Grandes Cheias**

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

### **c) Anomalias Decorrentes de Falhas em Outras Barragens da Cascata**

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

**d) Anomalias Decorrentes de Ruptura da Barragem**

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

## **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 Usina	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 Usina	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: Usinas 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: usinas 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 “sacocreto”, 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 legal<sup>2</sup> pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garantir-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.

---

<sup>2</sup> 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.

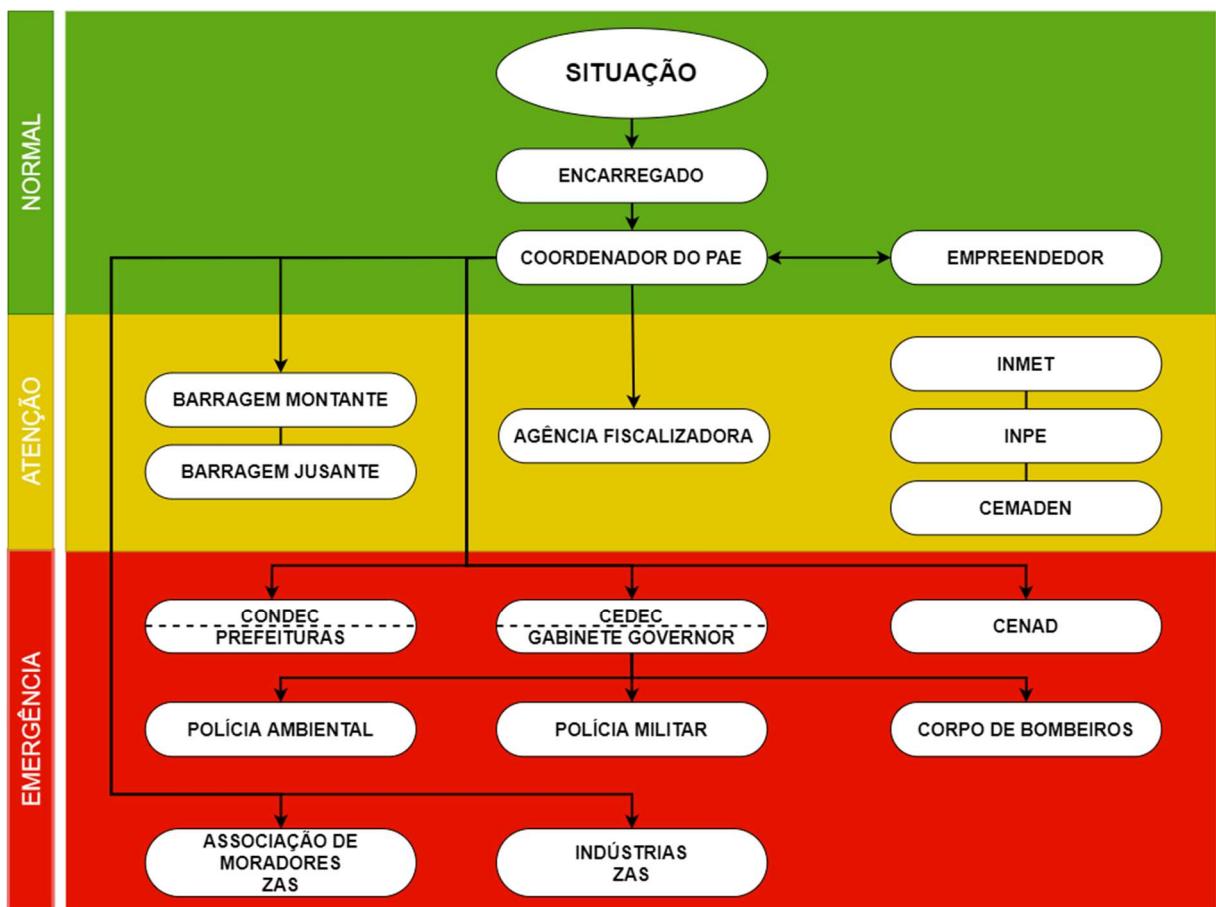
A responsabilidade de evacuação nas demais áreas deverá ser objeto de discussão junto à Defesa Civil.

#### **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

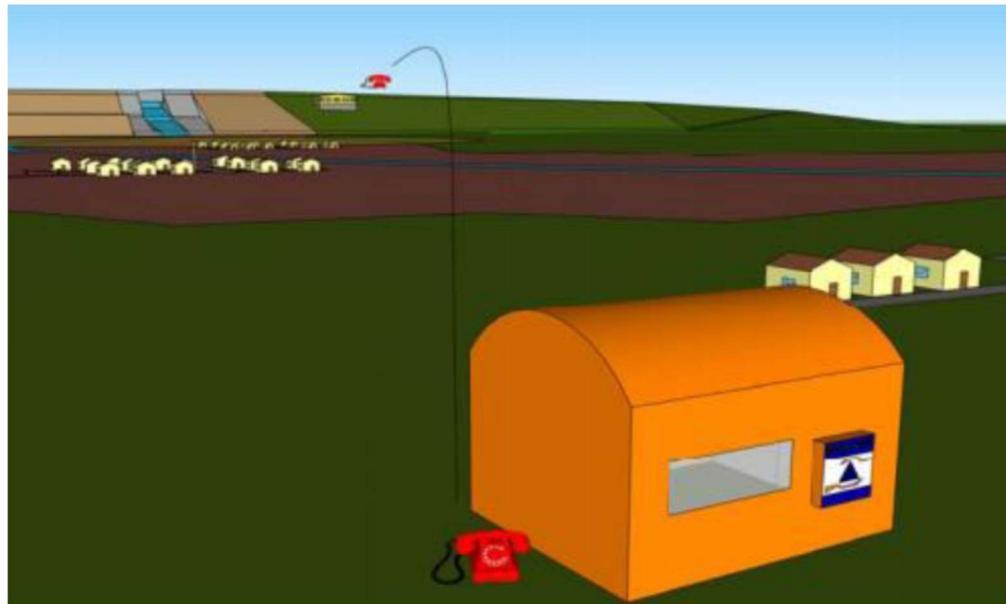
O sistema de monitoramento, comunicação e alerta é implantado, caso a caso, conforme as características da barragem, sendo constituído de um sistema de vigilância contínua, eletrônica ou não, que terá o propósito de emitir os sinais de alerta à população vulnerável, caso se tenha uma situação de emergência 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

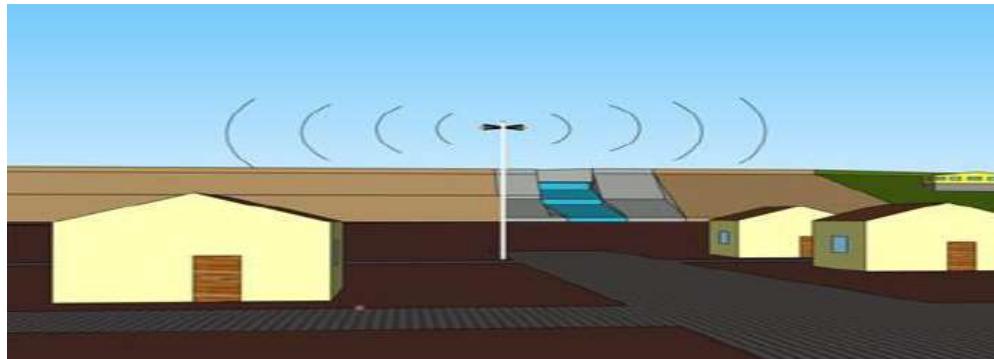
O plano de comunicação de emergência é concebido e implantado, caso a caso, conforme as características da barragem, sendo constituído de um sistema de comunicação eletrônica ou outro mais adequado, tal como se mostra na Figura 16.2-1 - Ilustração de um Plano de Comunicação de Emergência, a seguir:



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

### **16.3 SISTEMA DE ALARME**

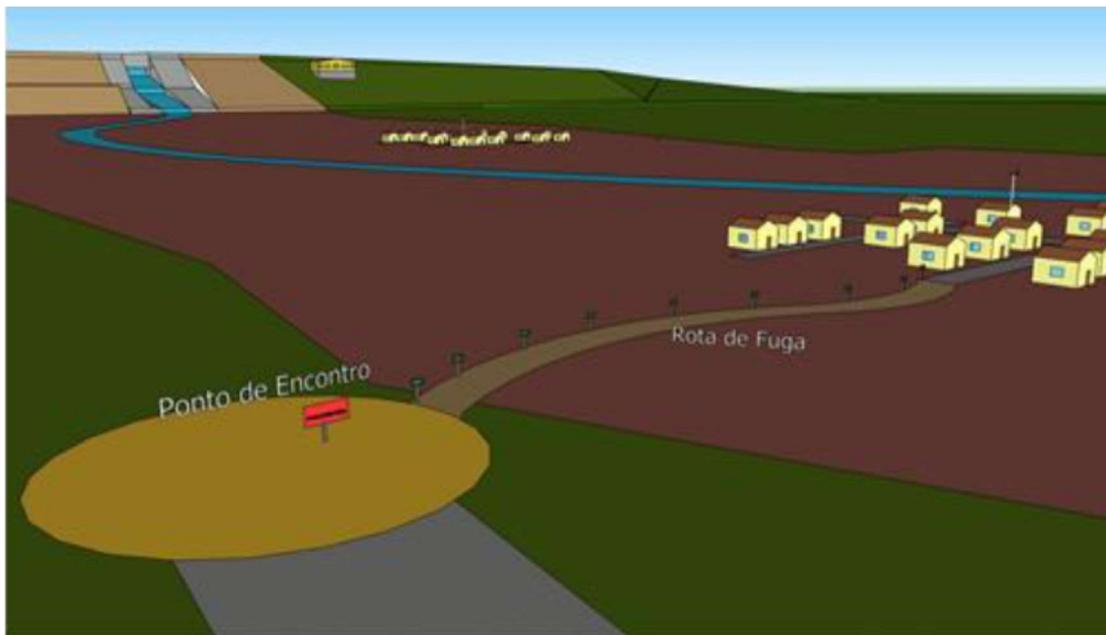
O sistema de alerta é concebido e implantado, caso a caso, conforme as características da barragem, sendo constituído de um sistema de alarme sonoro, tal como se mostra Figura 16.3-1 - Ilustração de um Sistema de Alarme Sonoro, a seguir:



**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**



CD854.RE.R3447

## **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) 3205.0200 (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 SAMAÉ 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.

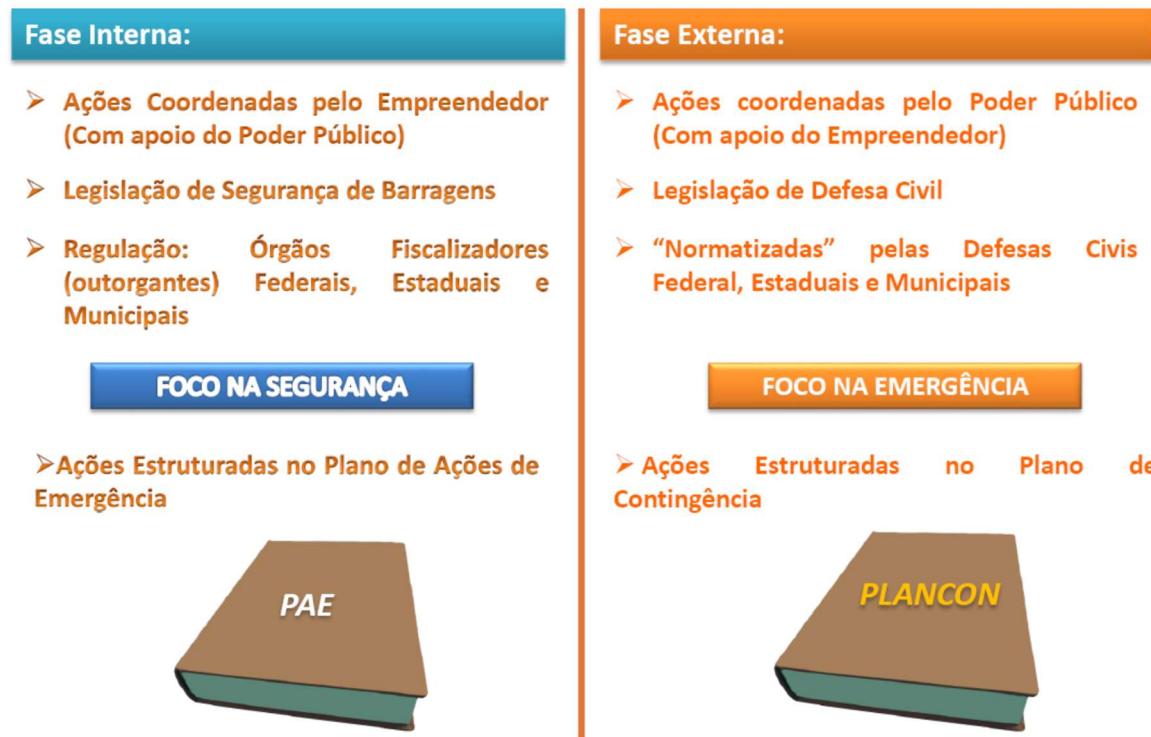
Este tipo de exercício simula um evento real tão realisticamente quanto possível, com o objetivo de avaliar a capacidade operacional de um sistema de gestão de emergência. Requer a mobilização efetiva de meios e recursos através de : i) ações e decisões no terreno; ii) evacuação de pessoas e bens; iii)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

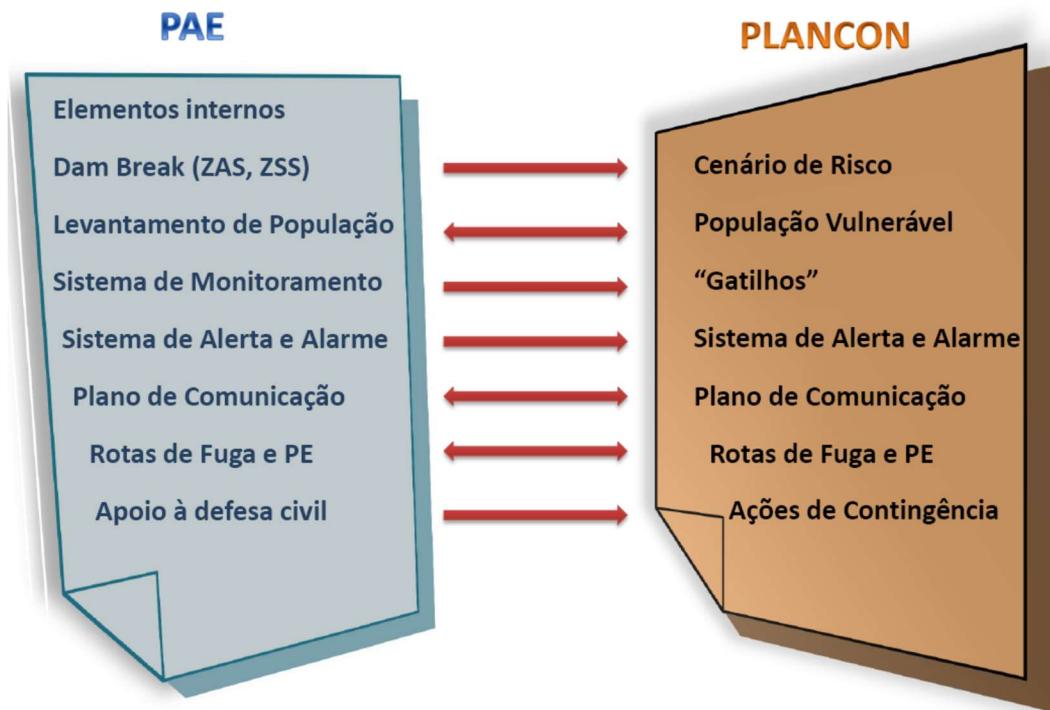
## 19.4 FASES DE EMERGÊNCIA EM BARRAGENS

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 Maestra.

**22.1.1 Modelo 1 - Formulário de Declaração de Início da Emergência**

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE  
Barragem Maestra

**DECLARAÇÃO DE EMERGÊNCIA**  
**SITUAÇÃO \_\_\_\_\_**

Eu, \_\_\_\_\_ (nome e cargo) \_\_\_\_\_, na condição de Coordenador do PAE da Barragem Maestra e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Emergência, na Situação de \_\_\_\_\_, para a Barragem Maestra 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 Maestra

#### **DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA** **SITUAÇÃO \_\_\_\_\_**

Eu, \_\_\_\_\_ (nome e cargo)\_\_\_\_\_, na condição de Coordenador do PAE da Barragem Maestra 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 Maestra 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)

---

CD854.RE.R3447

### **22.1.3 Modelo 3 - Formulário de Mensagem de Notificação**

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE  
Barragem Maestra

**URGENTE**

Mensagem resultante da aplicação do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem Maestra em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

A partir das \_\_\_\_ : \_\_\_\_ h de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_, está sendo ativado o Nível de Segurança \_\_\_\_\_ do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem Maestra porque \_\_\_\_\_.

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

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 Maestra 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

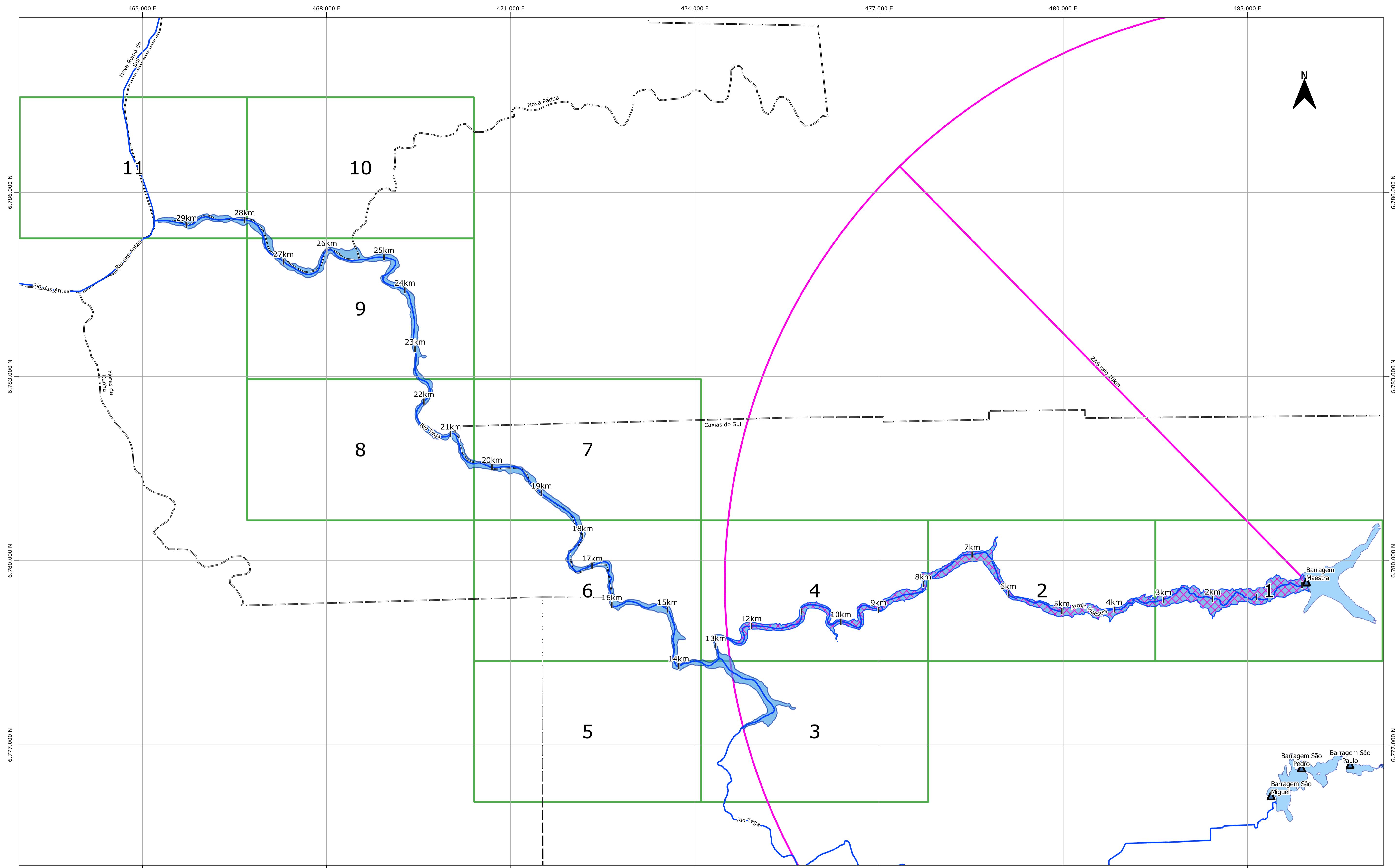
**22.2 ANEXO 2 - LISTA DE CONTATOS PARA NOTIFICAÇÃO EXTERNA – PAE**

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) 3205.0200
	(12) 3205.0201

**22.3 ANEXO 3 - MAPAS DE INUNDAÇÃO E DE RISCO HIDRODINÂMICO**

<b>Item</b>	<b>Número</b>	<b>Discriminação</b>
	SM899-MA-00-001	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Planta Chave
	SM899-MA-00-002	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 1/11
	SM899-MA-00-003	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 2/11
	SM899-MA-00-004	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 3/11
	SM899-MA-00-005	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 4/11
	SM899-MA-00-006	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 5/11
	SM899-MA-00-007	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 6/11
	SM899-MA-00-008	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 7/11
	SM899-MA-00-009	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 8/11
	SM899-MA-00-010	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 9/11
	SM899-MA-00-011	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 10/11
	SM899-MA-00-012	Plano de Ação de Emergência – PAE – Mancha de Inundação da Onda de Ruptura e Zona de Auto Salvamento – Folha 11/11



**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 MILHÃO - 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.

**Hydros**  
**Engenharia**

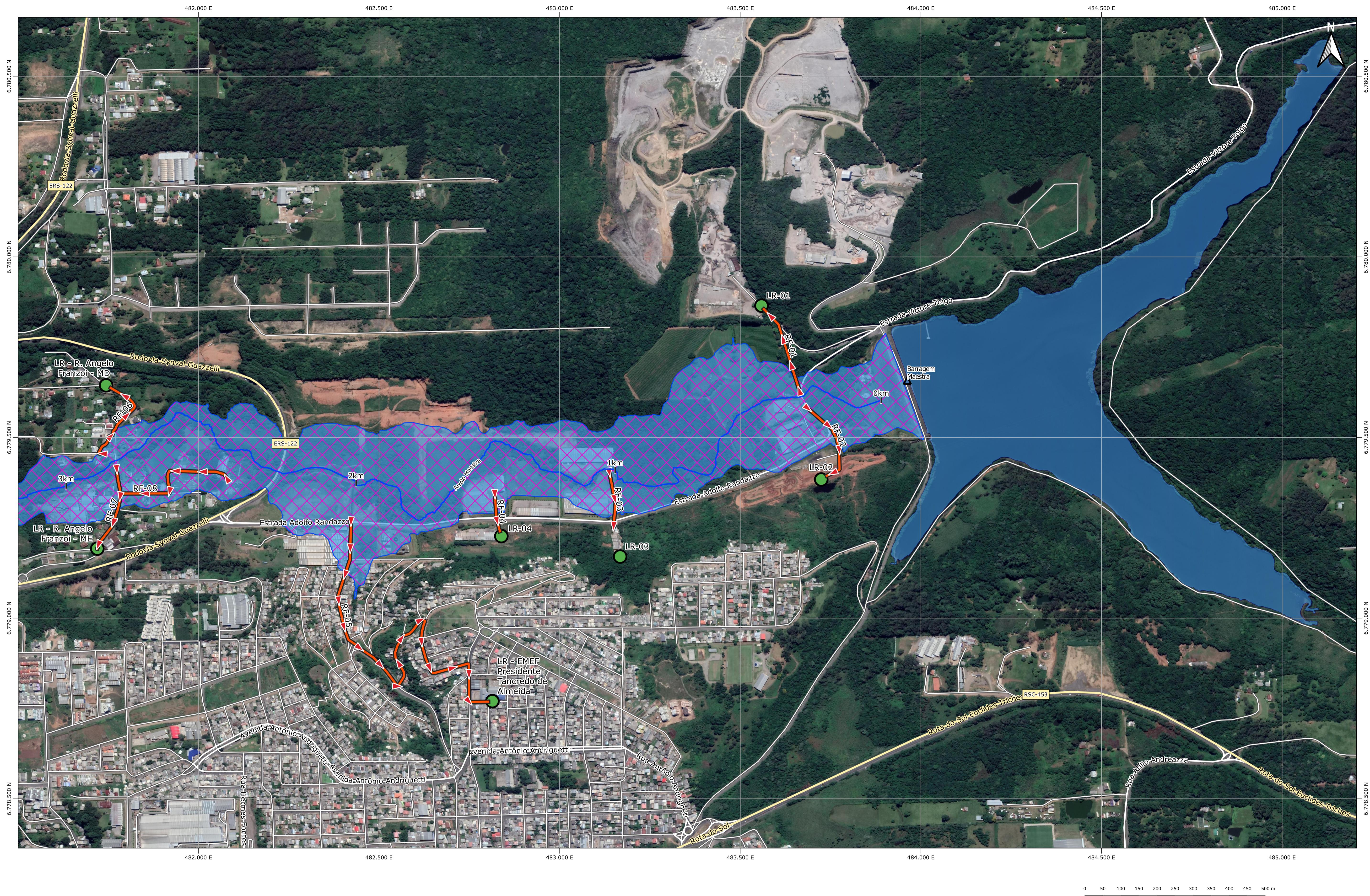
**SAMAE**  
 Sistemas Autônomos para  
 Manutenção e  
 Atendimento à  
 Cidade do Sul

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
 PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA  
 BARRAGEM MAESTRA

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE  
 MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPTURA E ZONA DE AUTO SALVAMENTO  
 PLANTA CHAVE

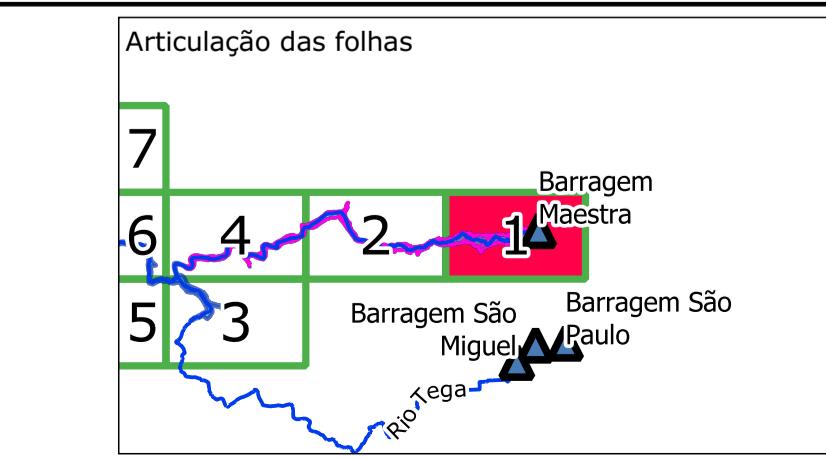
DATA: 12/2021	PROJ.: B.H.	Nº HYDROS: SM899-MA-001	REV.: A
ESCALA: 1:30000	APROV.: H.U.	Nº SAMAE:	

A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	DEZ / 21
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/OGC. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONESIMO - BCI 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.

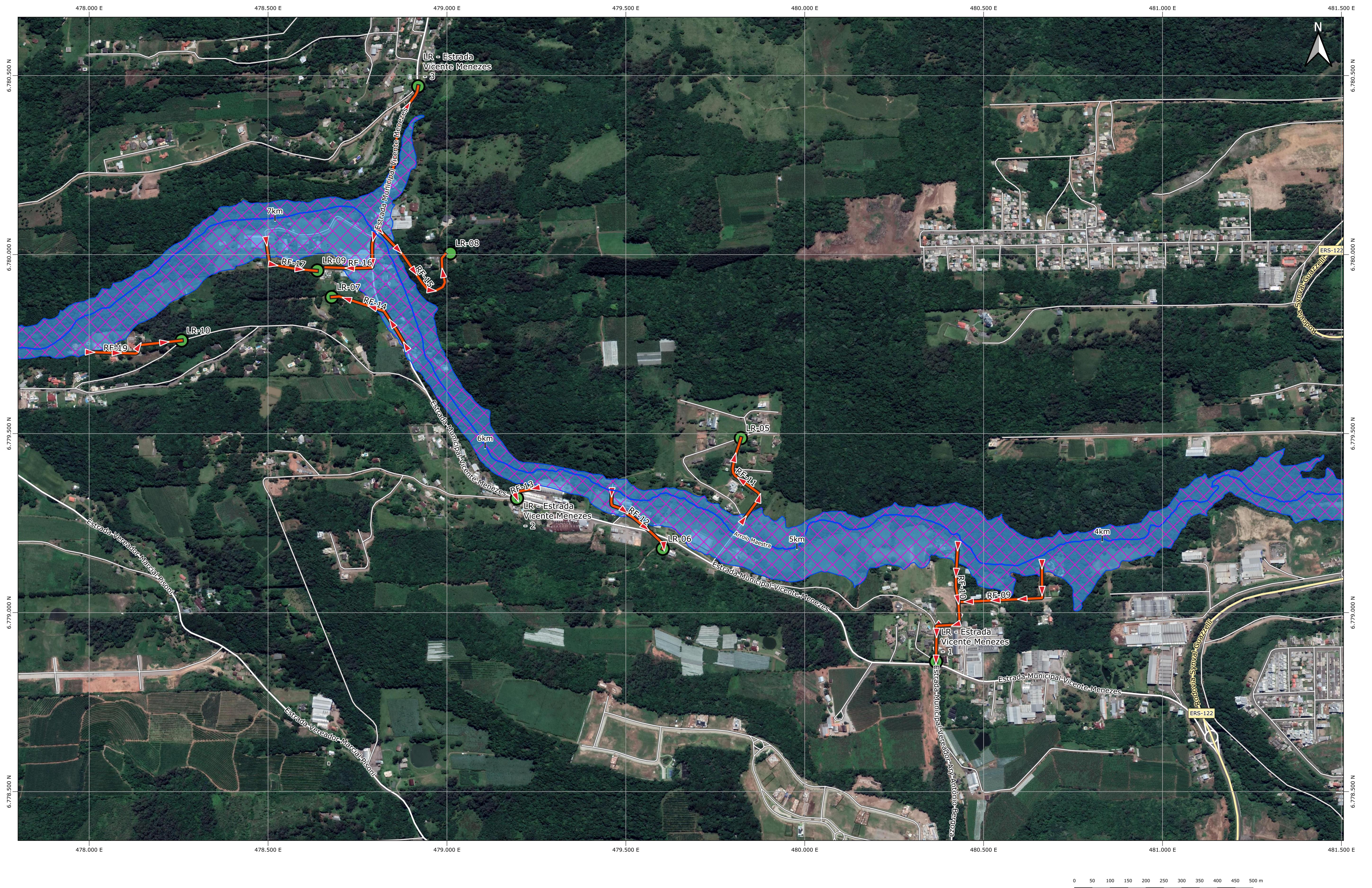
**Hydros**  
Engenharia

**SAEAE**  
Sistech Automação Hidráulica e Ambiental

**PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA  
BARRAGEM MAESTRA**

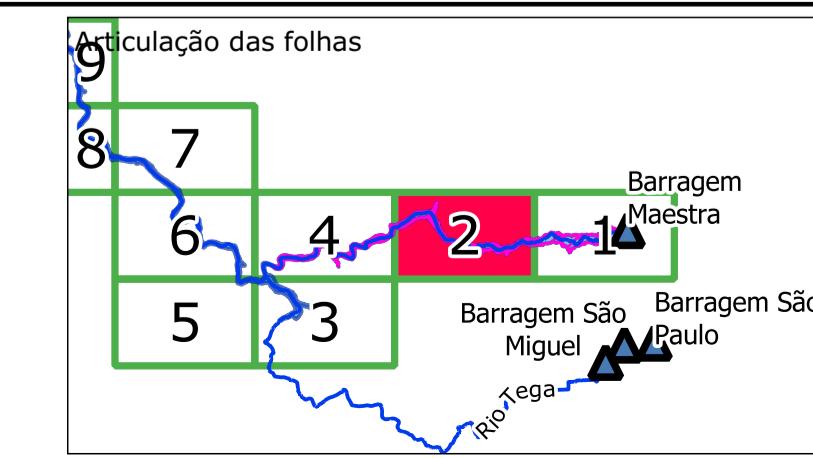
**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE  
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPERTURA  
FOLHA 1/11**

DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. Nº HYDROS:SM899-MA-00-002 REV.: A  
ELAB. APROV. DATA ESCALA: 1:5.000  
REV. A  
DISCRIMINAÇÃO ELAB. APROV. DATA ESCALA: 1:5.000  
REV. A  
EMISSÃO INICIAL B.H. H.U. DEZ/21  
REV.



**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.

- IBGE/OGC. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONESIMO – BCI 2016: 5ª VERSÃO DIGITAL. RIO DE JANEIRO, 2016.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA 1:250.000. RIO DE JANEIRO, 2017.
- OPENSTREETMAP CONTRIBUTORS. OPENSTREETMAP.ORG/COPYRIGHT.
- GOOGLE INC. GOOGLE.COM/MAPS.

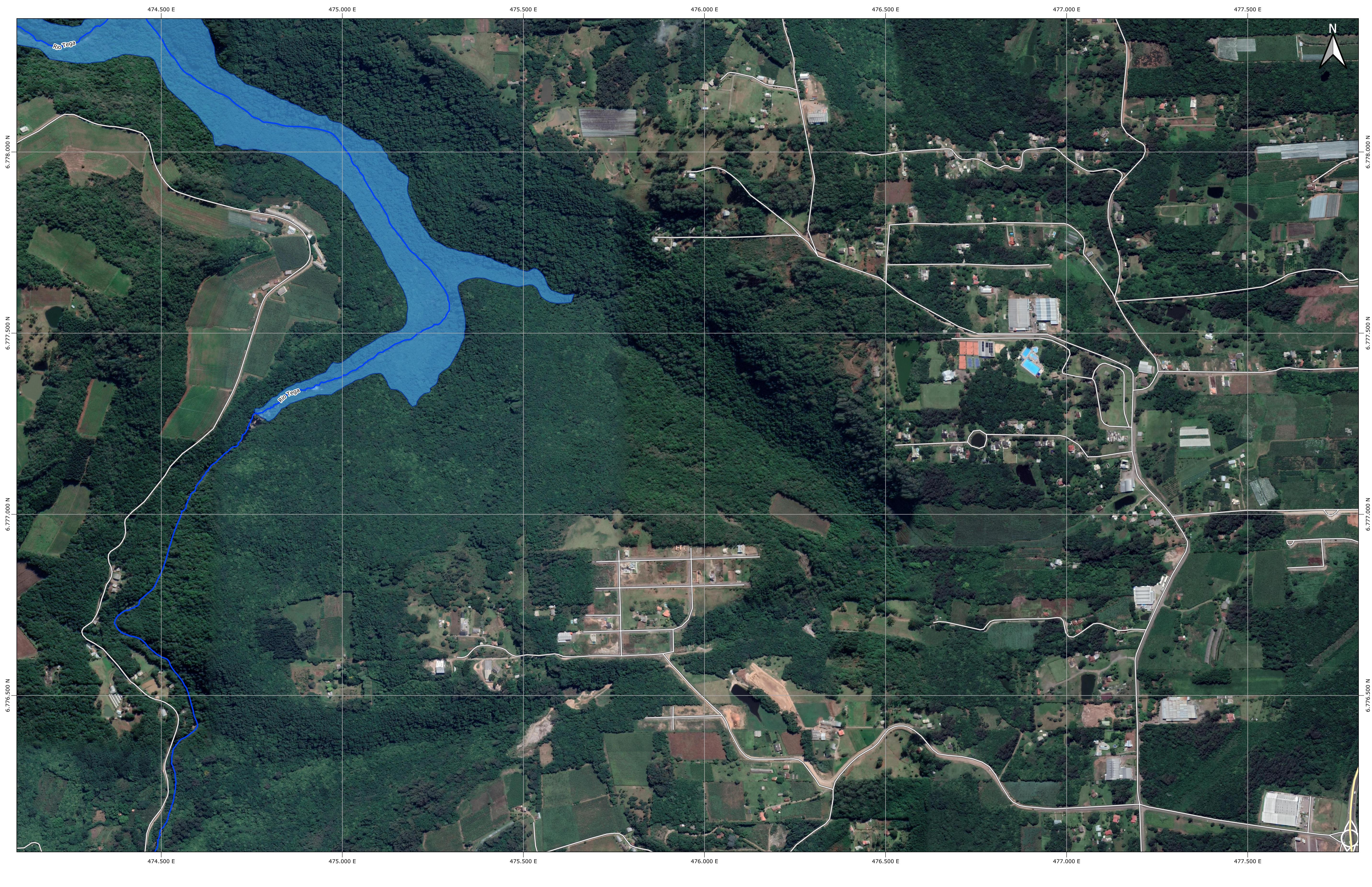
**Hydros**  
Engenharia

**SAEAE**  
Sistech Andrade Holanda Engenharia

**PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA  
BARRAGEM MAESTRA**

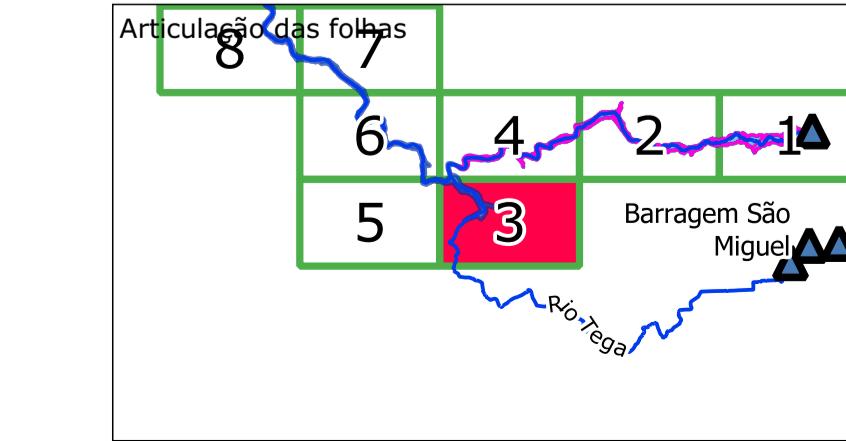
**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE  
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE Ruptura  
FOLHA 2/11**

DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. Nº HYDROS:SM899-MA-00-003 REV.: A  
ELAB. APROV. DATA ESCALA: 1:5.000 Nº SAEMA:  
REV. A  
DISCRIMINAÇÃO



**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/OCG. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONÉSIMO – BCI 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.

**Hydros**  
Engenharia

**SAEAE**  
Sistemas Avançados para o Ambiente  
e o Desenvolvimento

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

BARRAGEM MAESTRA

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE

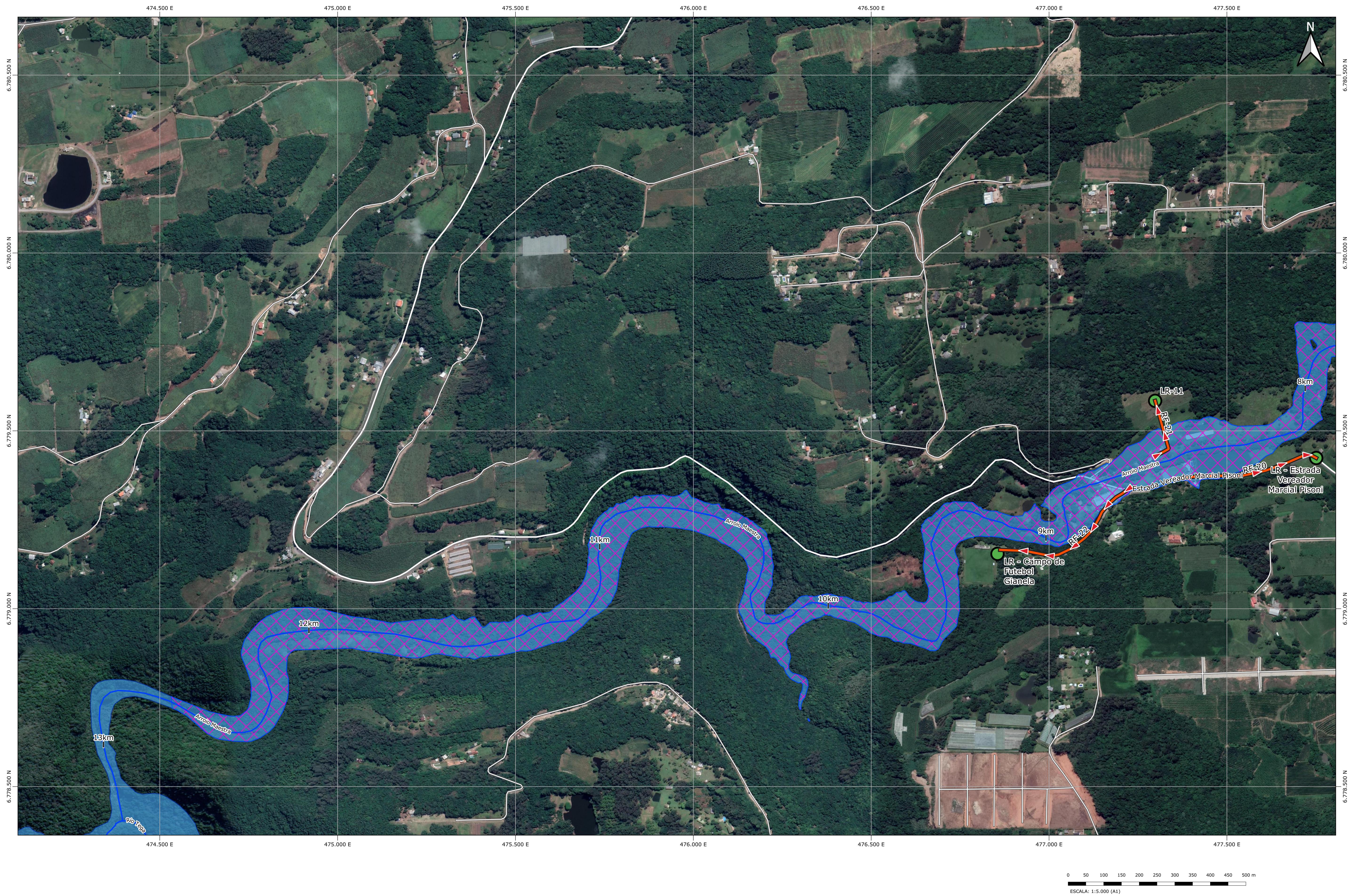
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPERTURA

FOLHA 3/11

DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. Nº HYDROS:SM899-MA-00-004 REV.: A

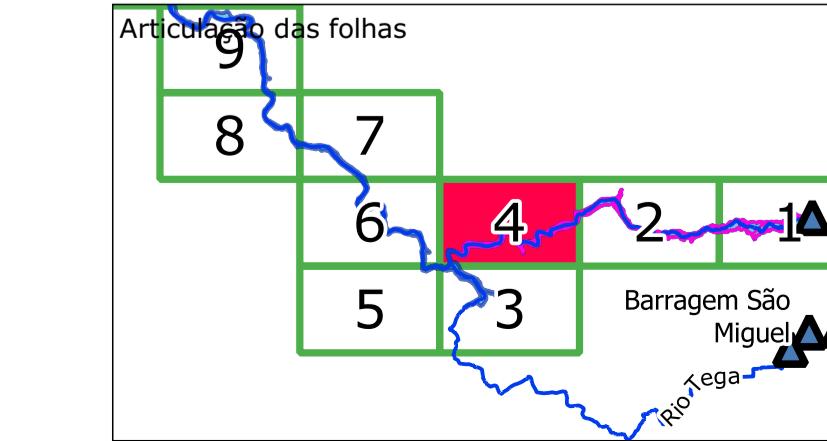
ESCALA: 1:5.000 APROV.: H.U. Nº SAEMA:

A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	DEZ/21	
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.

- IBGE/OGC. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONESIMO - BCI 2016: 5ª VERSÃO DIGITAL. RIO DE JANEIRO, 2016.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA 1:250.000. RIO DE JANEIRO, 2017.
- © OPENSTREETMAP CONTRIBUTORS. OPENSTREETMAP.ORG/COPYRIGHT.
- GOOGLE INC. GOOGLE.COM.MAPS.

**Hydros**  
Engenharia

**SAEAE**  
Sistech Andrade Holanda Engenharia

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

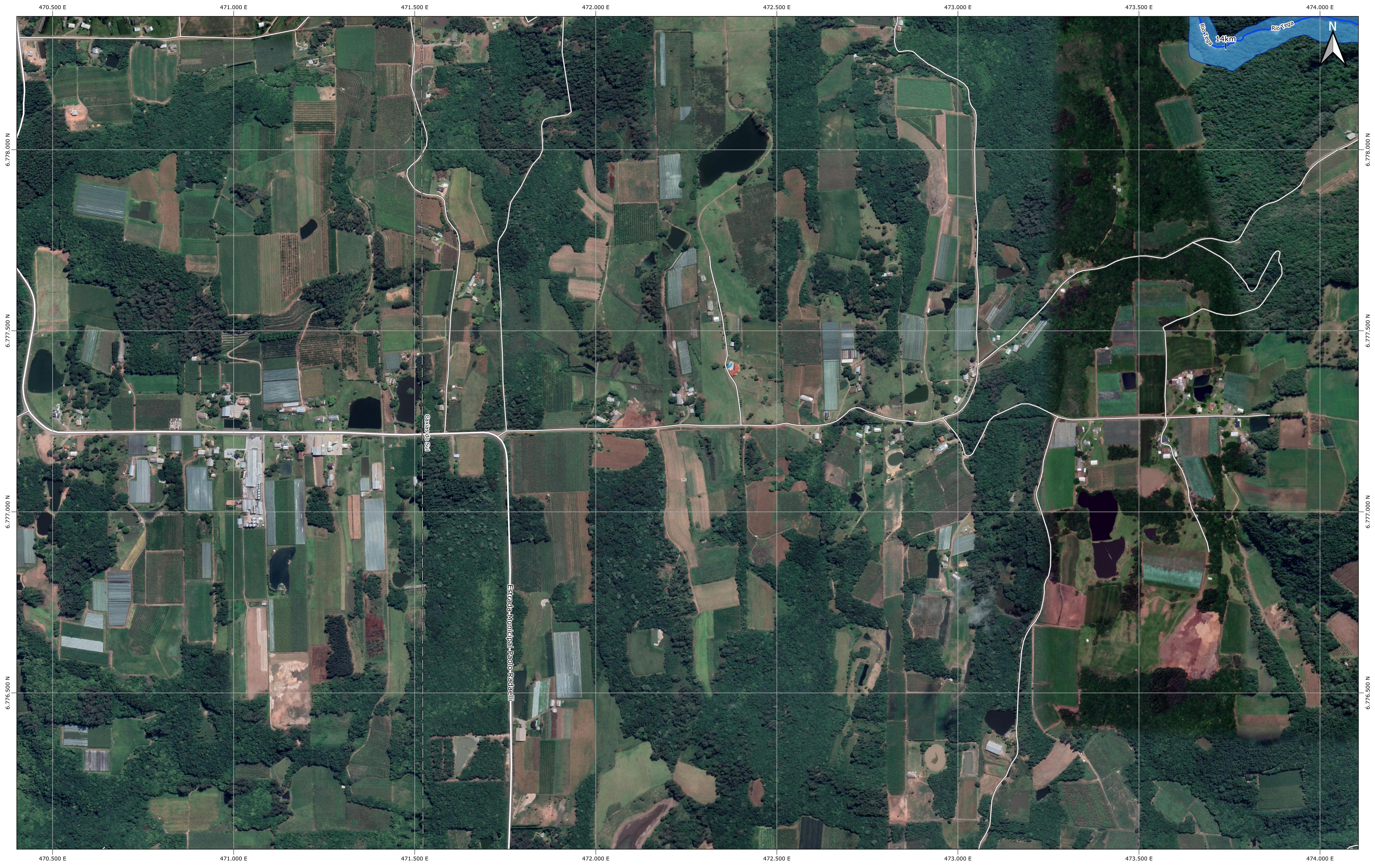
BARRAGEM MAESTRA

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE  
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPERTURA  
FOLHA 4/11

DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. Nº HYDROS:SM899-MA-00-005 REV.: A

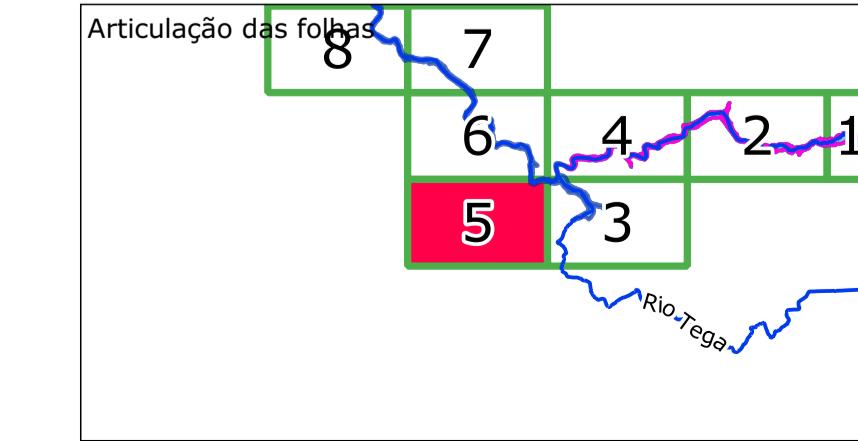
ESCALA: 1:5.000 APROV.: H.U. Nº SAE: \_\_\_\_\_

A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	DEZ/21
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/DG, BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONESIMO – BCI 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.

**Hydros**  
Engenharia

**SAEAE**  
Sist. Automat. para o Ambiente  
Censo da Água

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA  
BARRAGEM MAESTRA

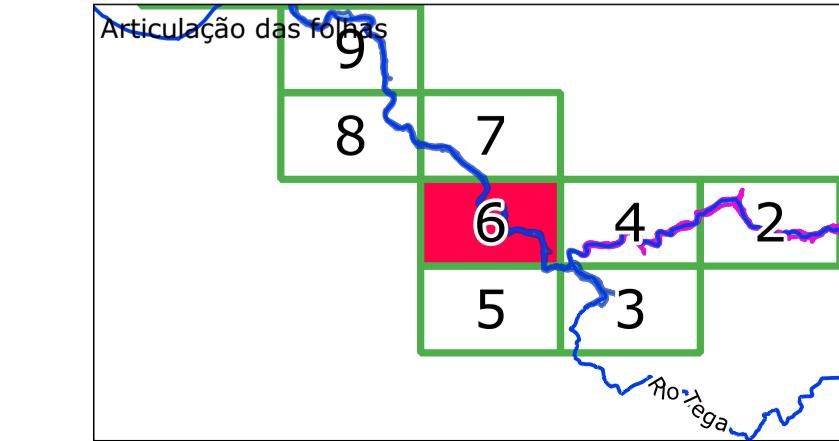
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE  
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPERTA  
FOLHA 5/11

DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. N° HYDROS:SM899-MA-00-006 REV.: A  
ELAB. APROV. DATA ESCALA: 1:5.000 N° SAEMA:  
REV. A



**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/OGC. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONESIMO – BCI 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.

**Hydros**  
Engenharia

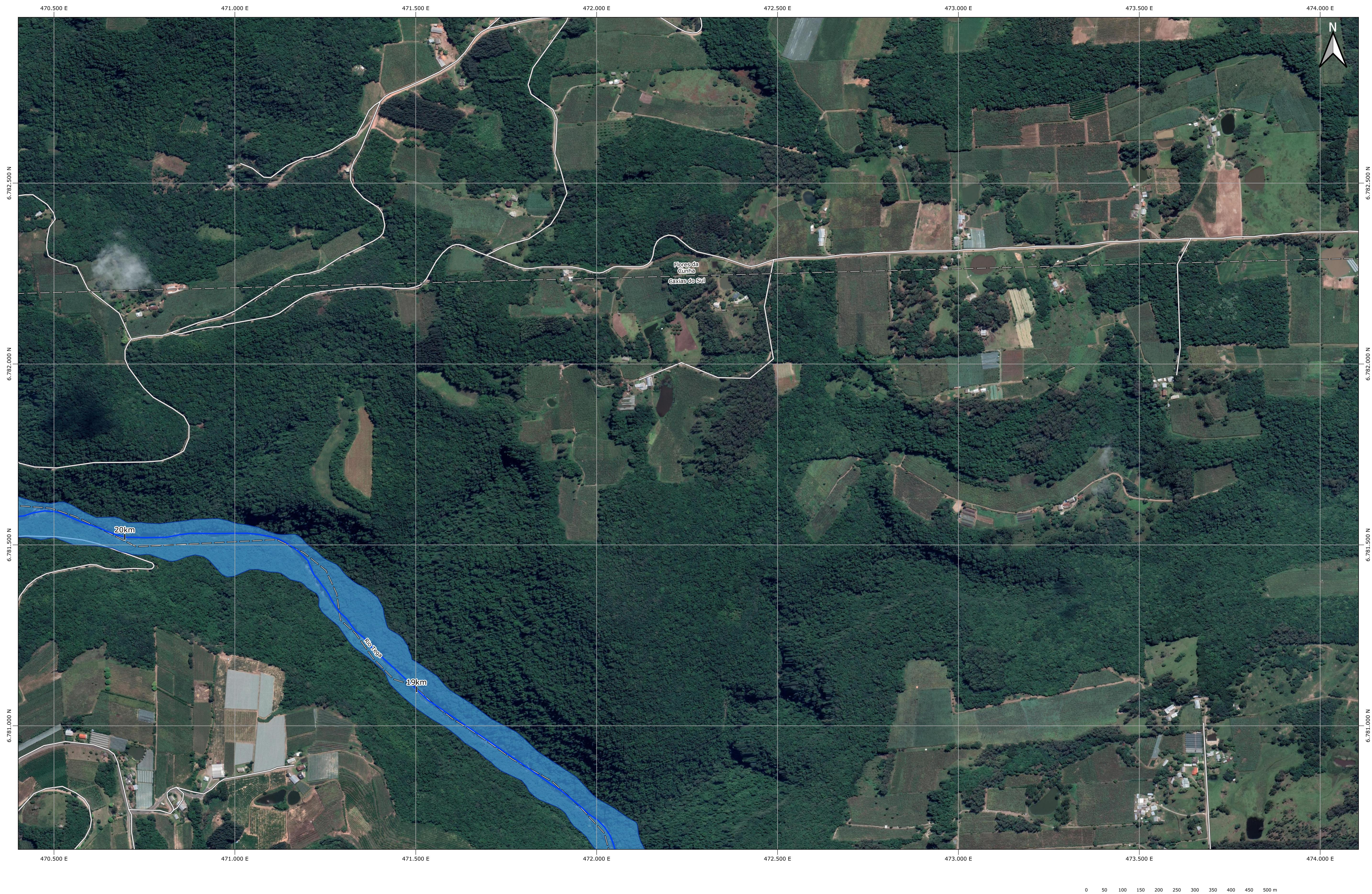
**SAEAE**  
Sist. Autom. de Engenharia de Águas e Esgotos

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA  
BARRAGEM MAESTRA

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE  
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPURA  
FOLHA 6/11

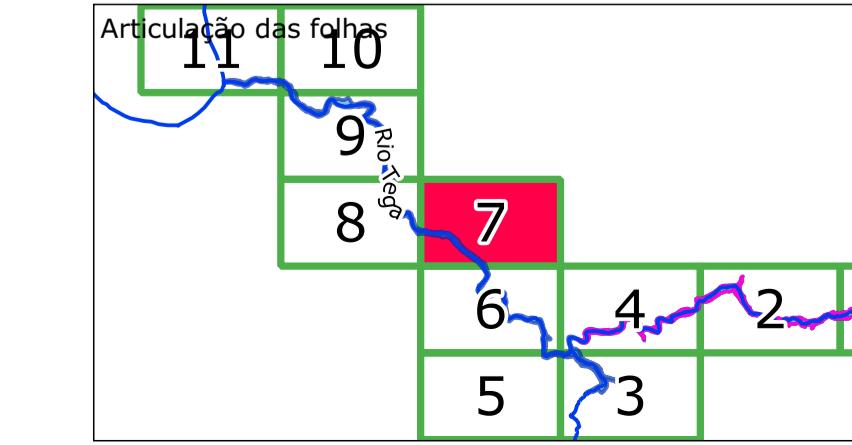
DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. Nº HYDROS:SM899-MA-00-007 REV.: A  
ESCALA: 1:5.000 APROV.: H.U. Nº SAEAE:  
REV.: A

A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	DEZ/21	
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.

- IBGE/OCG, BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONÉSIMO – BCI 2016: 5ª VERSÃO DIGITAL. RIO DE JANEIRO, 2016.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA 1:250.000. RIO DE JANEIRO, 2017.
- © OPENSTREETMAP CONTRIBUTORS. OPENSTREETMAP.ORG/COPYRIGHT.
- GOOGLE INC. GOOGLE.COM/MAPS.

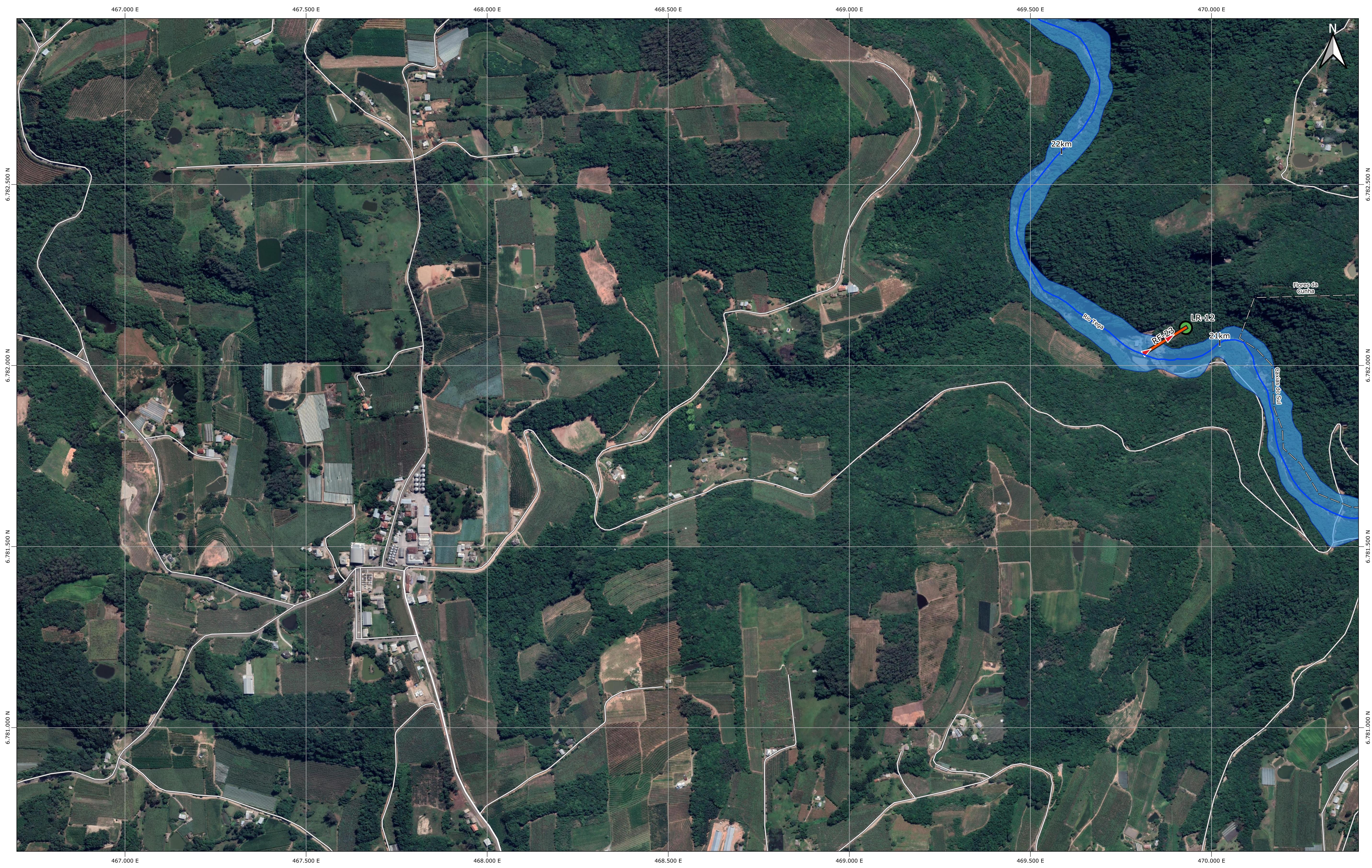
**Hydros**  
Engenharia

**SAEAE**  
Sist. Autom. de Engenharia  
Censo do Brasil

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA  
BARRAGEM MAESTRA

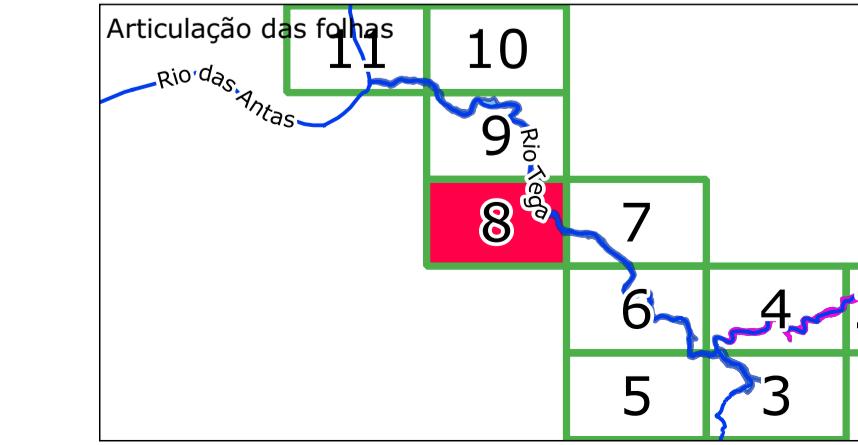
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE  
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPERTURA  
FOLHA 7/11

DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. N° HYDROS:SM899-MA-00-008 REV.: A  
ELAB. APROV. DATA ESCALA: 1:5.000 N° SAEMA:  
REV. A  
DISCRIMINAÇÃO



0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 m  
ESCALA: 1:5.000 (A1)

**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/OCG. 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.

**Hydros**  
Engenharia

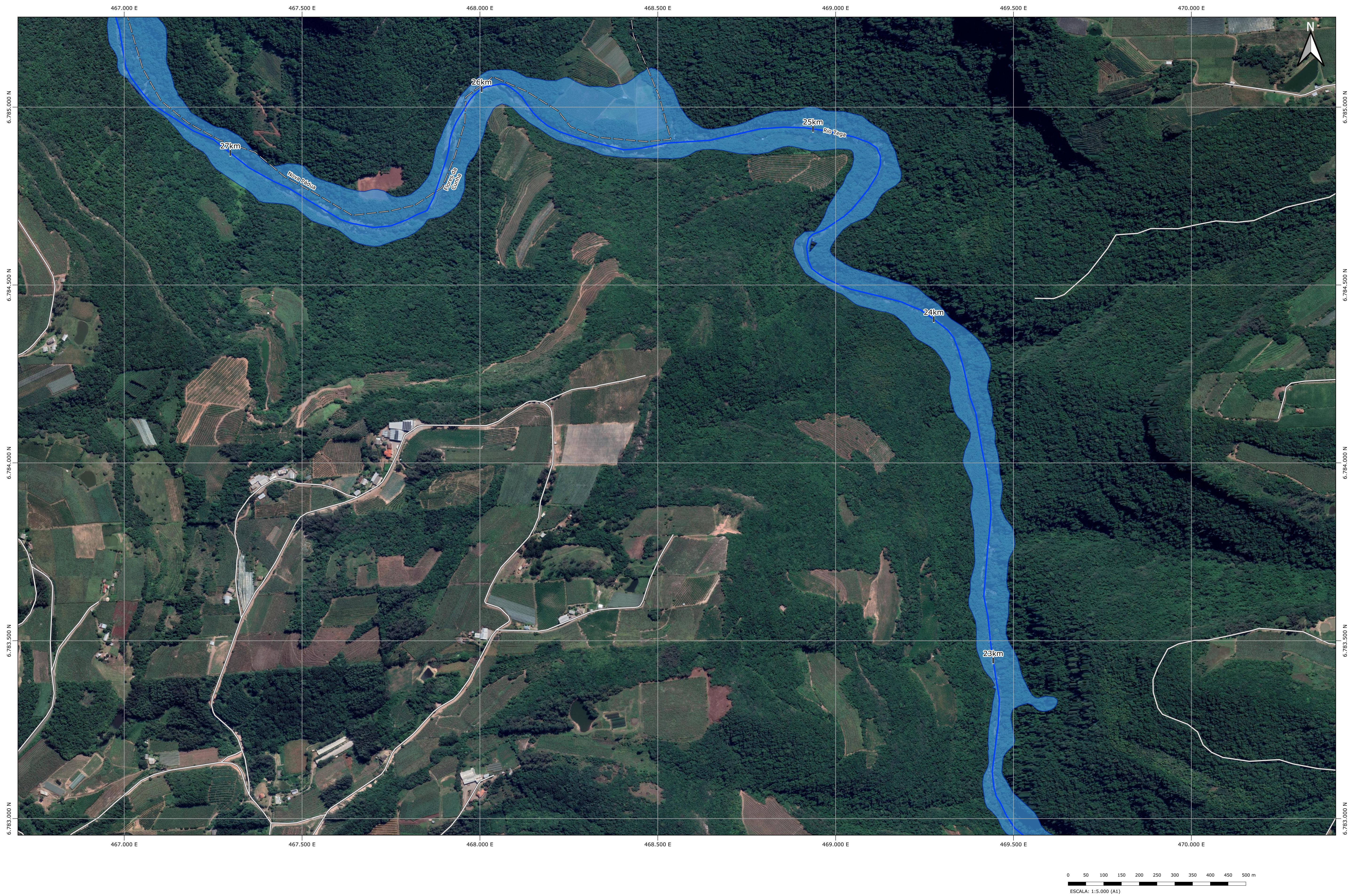
**SAMAE**  
Sistemas Autônomos para a Manutenção da Água

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA  
BARRAGEM MAESTRA

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE  
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPERTURA  
FOLHA 8/11

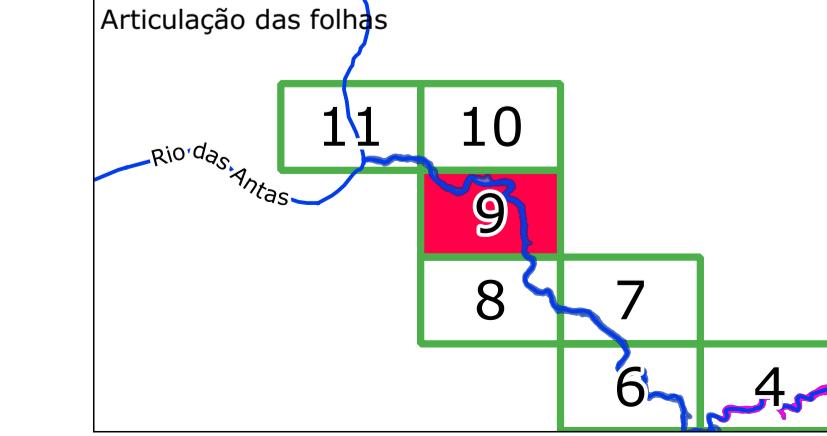
DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. Nº HYDROS:SM899-MA-00-009 REV.: A  
ESCALA: 1:5.000 APROV.: H.U. Nº SAEMA:  
REV.:

A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	DEZ/21	
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/OGC. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONÉSIMO – BCI 2016; 5<sup>a</sup> 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.

**Hydros**  
Engenharia

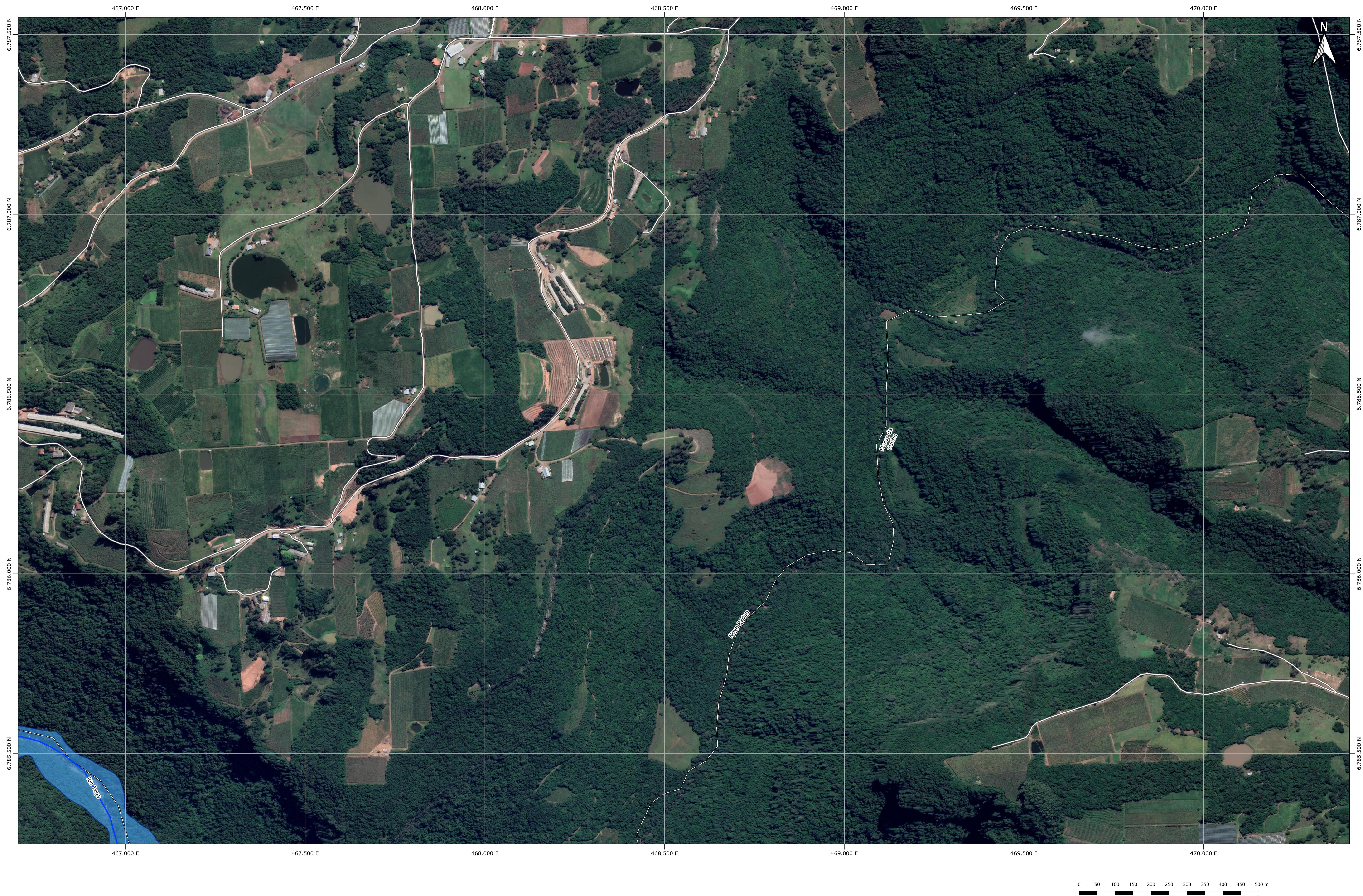
**SAMAE**  
Sist. Autônomo de Água e Esgoto

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA  
BARRAGEM MAESTRA

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE  
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPERTURA  
FOLHA 9/11

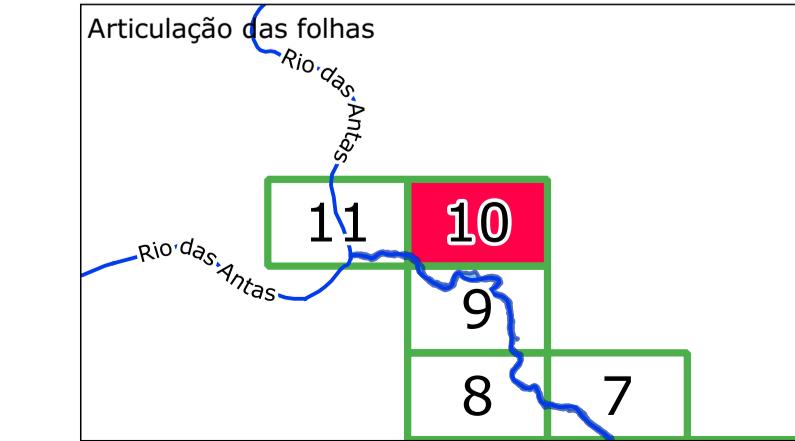
DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. N° HYDROS:SM899-MA-00-010 REV.: A  
ELAB. APROV. DATA ESCALA: 1:5.000 N° SAEMA:  
REV. A

A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	DEZ/21	
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/OGC. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONÉSIMO – BCI 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.

**Hydros**  
Engenharia

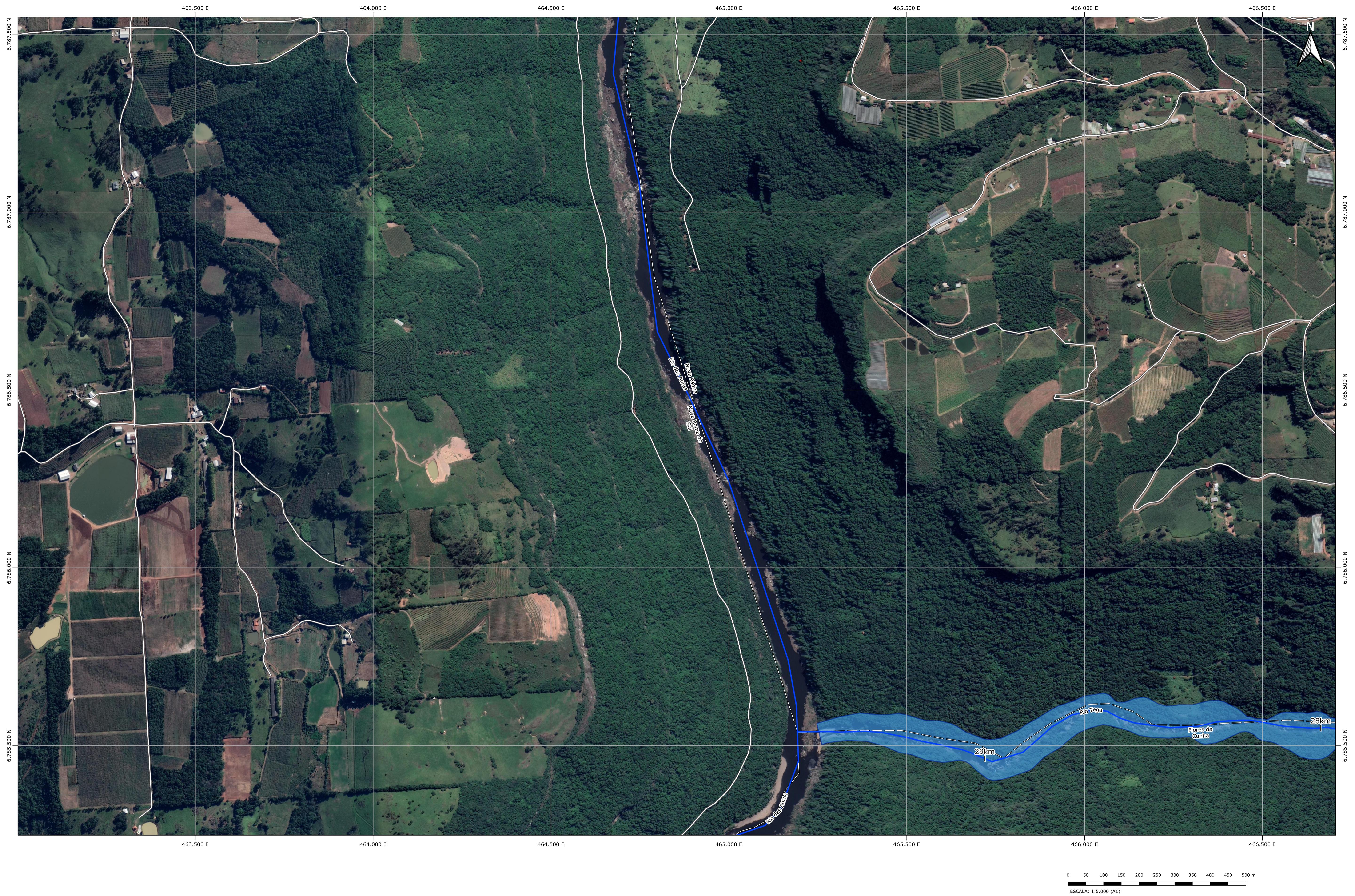
**SAEAE**  
Sistech-Artec Engenharia e Consultoria

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA  
BARRAGEM MAESTRA

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE  
MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPTURA  
FOLHA 10/11

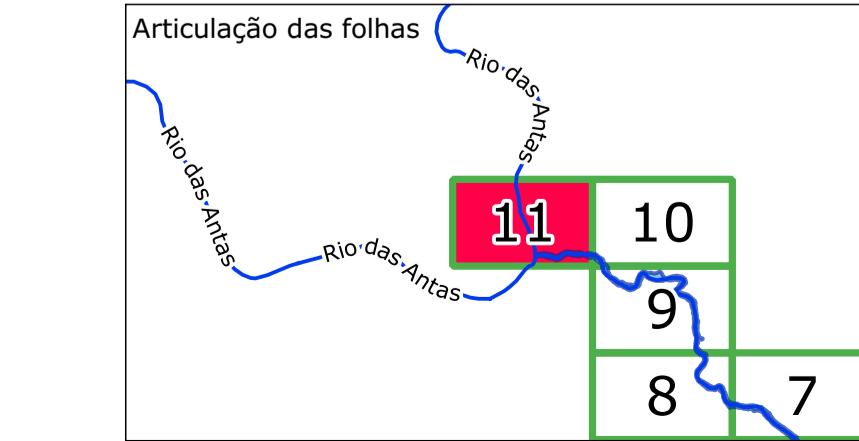
DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. Nº HYDROS:SM899-MA-00-011 REV.: A  
ELAB. APROV. DATA ESCALA: 1:5.000 Nº SAEMA:  
REV. A

A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	DEZ/21	
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/OCG. BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA, AO MILIONÉSIMO – BCI 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.

**Hydros**  
Engenharia

**SAMAE**  
Saneamento Ambiental  
Cidade de Cedral

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

BARRAGEM MAESTRA

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE

MANCHA DE INUNDAÇÃO DA ONDA DE RUPURA

FOLHA 11/11

DATA: 12/2021 PROJ.: B.H. Nº HYDROS: SM899-MA-00-012 REV.: A

ESCALA: 1:5.000 APROV.: H.U. Nº SAEMA:

A	EMISSÃO INICIAL	B.H.	H.U.	DEZ/21	
REV.	DISCRIMINAÇÃO	ELAB.	APROV.	DATA	