



ESTADO DO PARANÁ



Folha 1

Órgão Cadastro:	CIDADAO		Protocolo:
Em:	09/10/2023 19:17		21.157.892-0
Interessado 1:	(CNPJ: XX.XXX.506/0001-54) TITO PRODUTORA DE ENERGIA ELÉTRICA SPE LTDA.		
Interessado 2:			
Assunto:	MEIO AMBIENTE	Cidade:	CLEVELANDIA / PR
Palavras-chave:	CIDADAO		
Nº/Ano	-		
Detalhamento:	SOLICITAÇÃO		
Código TTD:	-		

Para informações acesse: <https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/consultarProtocolo>



Assunto: MEIO AMBIENTE

Protocolo: 21.157.892-0

Interessado: TITO PRODUTORA DE ENERGIA ELÉTRICA SPE LTDA.

Solicitação

Prezados,

A Tito Produtora de Energia Elétrica, inscrita no CNPJ sob o no 29.369.506/0001- 54, detentora do projeto PCH São Luís, vem por meio do presente protocolo apresentar o Plano de Ação Emergencial - PAE do empreendimento, conforme determinado na condicionante no 5 da Licença de Instalação no 250429.

Att.;

Flavio

De: engenharia@enebrasenergia.com.br
Enviado em: terça-feira, 12 de setembro de 2023 13:44
Para: flavio.herzer@ciaambiental.com.br
Cc: ambiental@enebrasenergia.com.br
Assunto: ENC: Protocolo Digital - Plano de Ação de Emergência (PAE) PCH São Luís

Prezado

Segue Email referente ao PAE, que foi encaminhado as autoridades responsáveis.

No email em questão, está presente o link dos documentos que pertencem ao Plano de Ação de Emergência da PCH São Luis.

Qualquer dúvida, estou à disposição.

Atenciosamente,

Bruno Álvaro Schina

Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Me. Engenharia Ambiental e Recursos hídricos

(CREA – SC 166922-2)



De: engenharia@enebrasenergia.com.br <engenharia@enebrasenergia.com.br>

Enviada em: Tuesday, September 5, 2023 11:40 AM

Para: 'agricultura@clevelandia.pr.gov.br' <agricultura@clevelandia.pr.gov.br>; 'planejamento@honorioserpa.pr.gov.br' <planejamento@honorioserpa.pr.gov.br>;

'brauvalle12@gmail.com' <brauvalle12@gmail.com>; 'engenharia@honorioserpa.pr.gov.br' <engenharia@honorioserpa.pr.gov.br>; 'jeferson.paulo@bm.pr.gov.br' <jeferson.paulo@bm.pr.gov.br>; '13gb@bm.pr.gov.br' <13gb@bm.pr.gov.br>; '13gb-subcmdo@bm.pr.gov.br' <13gb-subcmdo@bm.pr.gov.br>
Cc: 'ambiental@enebrasenergia.com.br' <ambiental@enebrasenergia.com.br>; 'daniel@enebrasenergia.com.br' <daniel@enebrasenergia.com.br>; 'supervisao.civil@enebrasenergia.com.br' <supervisao.civil@enebrasenergia.com.br>; 'Alisson@titoenergia.com.br' <Alisson@titoenergia.com.br>
Assunto: Protocolo Digital - Plano de Ação de Emergência (PAE) PCH São Luís

Prezados,

Bom dia.

É com enorme estima que entro em contato executando o protocolo digital do Plano de Ação de Emergência (PAE) da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) São Luís.

Segue link para acesso aos mapas, textos e formulários.

Link Dropbox: <https://www.dropbox.com/scl/fo/wy5w81o05c0f9ye29jcm/h?dl=0>

O PAE da PCH São Luís está dividida em 5 seções, sendo:

- Seção I – Informações Gerais do PAE e da Barragem.
- Seção II – Detecção, Avaliação, Classificação e Ações Esperadas para cada nível de resposta.
- Seção III – Procedimentos de notificação e Sistema de Alerta
- Seção IV – Responsabilidade Gerais no PAE
- Seção V – Síntese do estudo de inundação e respectivos mapas

O Plano de Ação de Emergência aqui citado está sendo enviado para:

CLEVELÂNDIA – PR	Leandro Cardoso (46) 999267213	Representante da Defesa Civil de Clevelândia	agricultura@clevelandia.pr.gov.br
CLEVELÂNDIA – PR	Bruna Michielin (46) 991236506	Representante da Defesa Civil de Clevelândia	agricultura@clevelandia.pr.gov.br

HONÓRIO SERPA – PR	Braulio Noé Valle Jr (46) 999197472	Representante da Defesa Civil de Honório Serpa (Coordenador)	planejamento@honorioserpa.pr.gov.br brauvalle12@gmail.com
HONÓRIO SERPA – PR	Diandra Torteli Grandó	Engenheira Civil de Honório Serpa	engenharia@honorioserpa.pr.gov.br
HONÓRIO SERPA – PR	Renato Costella	Engenheiro Civil de Honório Serpa	engenharia@honorioserpa.pr.gov.br
CORPO DE BOMBEIROS - PR	Jeferson Paulo Dalponte	Representante do Corpo de Bombeiros e Defesa Civil de Pato Branco	jeferson.paulo@bm.pr.gov.br 13gb@bm.pr.gov.br 13gb- subcmdo@bm.pr.gov.br

As cópias físicas serão entregues até dia 15/09/2023

Qualquer dúvida, estou à disposição

Favor, acusar recebimento e execução do download dos arquivos.

Atenciosamente,

Bruno Álvaro Schina

Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Me. Engenharia Ambiental e Recursos hídricos

(CREA – SC 166922-2)



ATA DE REUNIÃO

Obra:	PCH SÃO LUÍS		
Descrição	REUNIÃO DE INTEGRAÇÃO INICIAL SOBRE O PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DA PCH SÃO LUIS		
Local	Escritório da obra		
Data	10/08/2023	Horário:	14:30 h

PARTICIPANTES

Empresa/ Órgão ou Entidade	Nome	Atuação	E-mail
TITO PRODUTORA DE ENERGIA ELÉTRICA LTDA.	Alisson Carraro	Empreendedor	alisson@titoenergia.com.br
TITO PRODUTORA DE ENERGIA ELÉTRICA LTDA.	Diego Varella	Representante jurídico da empresa Tito	diego_varella@hotmail.com>
ENEBRAS PROJETOS DE USINAS HIDRELÉTRICAS LTDA.	Daniel Zonta (49) 3433-3334	Sócio da empresa Enebras – Engenheiro Civil - Coordenador geral da elaboração do PAE	daniel@enebrasenergia.com.br
ENEBRAS	Francielle Nicaretta (49) 3433-3334	Engenheira Civil, pós-graduada em Segurança de Barragens – Integrante do corpo técnico da elaboração do PAE	engenharia@titoenergia.com.br
ENEBRAS	Bruno Álvaro Schina (49) 3433-3334	Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Mestre em Tecnologias ambientais e Recursos Hídricos – Integrante do corpo técnico da elaboração do PAE	ambiental@enebrasenergia.com.br
ENEBRAS	Regis Ghinzelli	Engenheiro Civil responsável pelo acompanhamento da implantação da obra	supervisao.civil@enebrasenergia.com.br
CLEVELÂNDIA	Leandro Cardoso (46) 999267213	Representante da Defesa Civil de Clevelândia	agricultura@clevelandia.pr.gov.br
CLEVELÂNDIA	Bruna Michielin (46) 991236506	Representante da Defesa Civil de Clevelândia	agricultura@clevelandia.pr.gov.br
HONÓRIO SERPA	Braulio Noé Valle Jr (46) 999197472	Representante da Defesa Civil de Honório Serpa (Coordenador)	planejamento@honorioserpa.pr.gov.br brauvalle12@gmail.com
HONÓRIO SERPA	Diandra Torteli Grando	Engenheira Civil de Honório Serpa	engenharia@honorioserpa.pr.gov.br

Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP 85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

HONÓRIO SERPA	Renato Costella	Engenheiro Civil de Honório Serpa	engenharia@honorioserpa.pr.gov.br
CORPO DE BOMBEIROS	Jeferson Paulo Dalponte	Representante do Corpo de Bombeiros e Defesa Civil de Pato Branco	jeferson.paulo@bm.pr.gov.br

ASSUNTOS DISCUTIDOS

1	Visita à obra	<ul style="list-style-type: none"> Foi realizada visita à obra com todos os participantes da reunião;
2	Inicial	<ul style="list-style-type: none"> A empresa Enebras fez apresentação com alguns tópicos principais do PAE, com destaque para os seguintes itens: <ul style="list-style-type: none"> Características gerais do empreendimento; Características gerais da barragem (layout, vazão de dimensionamento, seção, materiais, características do vertedouro, instrumentação); Informações gerais sobre o controle de qualidade da obra; Considerações sobre a Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Salvamento Secundário (ZSS); Cenários considerados na simulação de rompimento hipotético da barragem (Cenário 1 – Cheia natural – TR 1.000 anos; Cenário 2 – Rompimento hipotético da barragem na cheia correspondente ao TR 1.000 anos; Cenário 3 – Rompimento hipotético da barragem em dia de sol) Apresentação dos vídeos da simulação de rompimento hipotético nos cenários estudados e apresentação dos mapas da ZAS para discussões iniciais; Apresentação prévia dos níveis de classificação de resposta (Normal, Atenção, Alerta, Emergência) e do fluxograma de notificação. Foi informado que a área de abrangência dos estudos envolve apenas os municípios de Honório Serpa e Clevelândia; Foi informado que as obras de implantação da PCH São Luis estão em andamento com previsão de enchimento do reservatório em 25/10/2023; Os representantes da defesa civil e do corpo de bombeiros explanaram sobre a organização das defesas civis dos municípios e suas responsabilidades.
3	Outras questões discutidas	<ul style="list-style-type: none"> Após protocolo do PAE pelo empreendedor as prefeituras elaboram os planos de contingência no prazo de 90 dias;

Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP 85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

- Protocolar em ambas as prefeituras e no corpo de bombeiros de Pato Branco uma versão impressa e outra versão digital.
- O site da defesa civil do Paraná apresenta um modelo do Plano de Contingência para ser observado dentro das responsabilidades de cada parte.
- E-mails para envio do PAE ao corpo de bombeiros:
 - 13gb@bm.pr.gov.br
 - jeferson.paulo@bm.pr.gov.br
 - 13gb-subcmndo@bm.pr.gov.br

Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP 85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

REV. 0

TIT-ENP-E-BPRL-B02-0001-00

AGOSTO/2023



PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

PAE

PCH SÃO LUÍS

RIO CHOPIM/PR



EMPREENDEDOR:
TITO PRODUTORA DE ENERGIA ELÉTRICA SPE LTDA.



ELABORAÇÃO:



TITO PRODUTORA DE ENERGIA ELÉTRICA SPE LTDA.

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA
PCH SÃO LUÍS
RIO CHOPIM – PR

RELATÓRIO FINAL
REVISÃO 0
DOCUMENTO Nº TIT-ENP-E-BPRL-B02-0001-00

ELABORAÇÃO: ENEBRAS PROJETOS DE USINAS HIDRELÉTRICAS LTDA.

ENTIDADE FISCALIZADORA: ANEEL

AGOSTO DE 2023
HONÓRIO SERPA E CLEVELÂNDIA - PR

ENG. CIVIL DANIEL ZONTA
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ELABORAÇÃO DO PAE - CREA nº SC 097732-4

Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP 85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

FOLHA DE ATUALIZAÇÃO DO PAE

Atualização	Data	Descrição	Elaboração
R0	08/2023	Primeira versão – pré enchimento do reservatório e início da operação da usina	Enebras Projetos de Usinas Hidrelétricas Ltda.

Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP 85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

RESUMO

Este documento corresponde ao Plano de Ação de Emergência da Barragem da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) São Luís, em estrita conformidade com a Política Nacional de Segurança de Barragens estabelecida pela legislação brasileira vigente, a Lei Federal nº 12.334/2010 (alterada pela Lei 14.066/2020) e a Resolução da ANEEL nº 1.064/2023.

Este plano abrange integralmente as medidas de monitoramento da segurança da barragem e de suas estruturas associadas na PCH São Luís. Seu objetivo primordial é detectar, avaliar e classificar diversas condições possíveis, além de estabelecer ações correspondentes a cada cenário. O enfoque principal é prevenir qualquer situação que possa acarretar riscos ambientais, econômicos e sociais. Todavia, em caso de identificação de qualquer situação, o plano preconiza uma resposta imediata e organizada para restabelecer as condições normais de segurança.

Este instrumento também engloba o planejamento, as ações e os procedimentos de notificação, delineando as responsabilidades em caso de uma emergência relacionada à barragem, com o propósito de minimizar os riscos e garantir a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente.

ITEMIZAÇÃO DAS SEÇÕES DO PAE

O Plano de Ação de Emergência da PCH São Luís está dividido nas seguintes seções:

- Seção I – Informações Gerais do PAE e da Barragem.
- Seção II – Detecção, Avaliação, Classificação e Ações Esperadas para cada nível de resposta.
- Seção III – Procedimentos de notificação e Sistema de Alerta
- Seção IV – Responsabilidade Gerais no PAE
- Seção V – Síntese do estudo de inundação e respectivos mapas
- Anexos e Apêndices

A seguir apresenta-se a descrição sucinta dos conteúdos a serem encontrados em cada uma das Seções Supracitadas.

Seção I - Apresentação e Objetivos:

Nesta seção, são apresentados a introdução e os objetivos gerais do Plano de Ação de Emergência (PAE). Também é feita uma caracterização detalhada da barragem e das estruturas associadas da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) São Luís. Além disso, são abordados tópicos como a localização da barragem, rotas de acesso, identificação dos contatos relacionados ao PAE e recursos materiais e logísticos disponíveis.

Seção II - Situações de Emergência e Níveis de Resposta:

Nesta seção, são identificadas as situações de emergência potenciais e classificadas de acordo com o nível de resposta necessário. Também são apresentadas as ações esperadas para cada nível de resposta, fornecendo um plano estruturado para lidar com uma ampla gama de cenários de emergência.

Seção III - Procedimentos de Notificação e Alerta:

Aqui, são detalhados os procedimentos de notificação de alerta e sistemas de alerta antecipados, incluindo os meios de comunicação a serem utilizados. São identificados os principais agentes, instituições e órgãos que devem ser acionados em uma possível crise, garantindo uma resposta coordenada e eficiente.

Seção IV - Responsabilidades dos Agentes Integrantes:

Nesta seção, são descritas as responsabilidades específicas atribuídas aos agentes envolvidos no PAE. Isso estabelece uma clara compreensão das funções e deveres de cada parte para garantir uma resposta eficaz em caso de emergência.

Seção V - Análise de Potenciais Tipos de Ruptura e Modelos Numéricos:

Na última seção, é realizada uma análise hipotética dos potenciais tipos de ruptura da barragem. Além disso, são apresentadas simulações baseadas em modelos numéricos para cada tipo de ruptura identificado. Mapas de inundações detalham e ilustram todos os estudos realizados, proporcionando uma visão abrangente das consequências possíveis em caso de um incidente.

SEÇÃO I

TÍTULO DO CAPÍTULO:

INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

DESCRIÇÃO:

PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL

OBJETO:

PCH SÃO LUÍS – RIO CHOPIM



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA REVISÃO	ELABORAÇÃO
R0	AGOSTO/2023	PRIMEIRA APRESENTAÇÃO	ENEBRAS
N ° DO DOCUMENTO		REVISÃO:	
TIT-ENP-E-BPRL-B02-0001-00		REVISÃO 00	

SUMÁRIO

1	INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM	5
1.1	APRESENTAÇÃO DO PAE.....	5
1.1.1	Legislação aplicável à PCH São Luis	7
1.2	OBJETIVOS DO PAE	8
1.3	IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DE NOTIFICAÇÃO	9
1.4	DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS	10
1.4.1	Identificação e localização da barragem	10
1.4.2	Descrição geral da Barragem e estruturas associadas	15
1.4.3	Características hidrológicas, geológicas e sísmicas	23
1.4.4	Reservatório	28
1.4.5	Órgãos extravasores	29
1.4.6	Instrumentação	31
1.4.7	Acesso à barragem	36
1.5	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arranjo geral da PCH São Luis.	16
Figura 2 – Barramento da PCH São Luis.	18
Figura 3 – Fotografia da barragem da PCH São Luis em construção.	19
Figura 4 – Fotografia da margem esquerda e parte do vertedouro da barragem da PCH São Luis em construção.	19
Figura 5 – Fotografia da margem direita e parte do vertedouro da barragem da PCH São Luis em construção.	20
Figura 6 – Seção típica do vertedouro.	22
Figura 7 – Área de drenagem da Tomada de Água no Rio Chopim – PCH São Luis.	24
Figura 8 – Curva de permanência mensal e diária da PCH São Luis.	26
Figura 9 – Curva cota x área x volume do reservatório da PCH São Luis.	29
Figura 10 – Curva de descarga do vertedouro da PCH São Luis.	30
Figura 11 – Instrumentos previstos na margem direita da barragem da PCH São Luis.	33
Figura 12 – Instrumentos previstos na margem esquerda da barragem da PCH São Luis. .	34
Figura 13 – Localização da PCH São Luis e dos municípios de Honório Serpa e Clevelândia.	36
Figura 14 – Acesso à PCH São Luis a partir da prefeitura de Clevelândia.	37
Figura 15 – Ampliação 01 do acesso à PCH São Luis a partir de Clevelândia.	38
Figura 16 – Ampliação 02 do acesso à PCH São Luis a partir de Clevelândia.	38
Figura 17 – Acesso até a margem direita do barramento da PCH São Luis.	39
Figura 18 – Acesso até a Fábrica da Fapolpa.	39
Figura 19 – Acesso à PCH São Luis a partir da prefeitura de Honório Serpa.	40
Figura 20 – Ampliação 01 do acesso à barragem da PCH São Luis a partir da prefeitura de Honório Serpa.	41
Figura 21 – Opções de acesso na região de altossalvamento localizada em Honório Serpa.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de contatos do PAE.....	9
Tabela 2 – Lista de contatos do PAE.....	9
Tabela 3 – Coordenadas geográficas das principais estruturas da PCH São Luis.....	10
Tabela 4 – Barragens existentes no Rio Chopim a montante da PCH São Luis.....	11
Tabela 5 – Lista de aproveitamentos hidrelétricos projetados a montante do barramento da PCH São Luis.....	12
Tabela 6 – Aproveitamentos hidrelétricos e barragens existentes a jusante da PCH São Luis.....	13
Tabela 7 – Lista de aproveitamentos hidrelétricos projetados a jusante do barramento da PCH São Luis.....	14
Tabela 8 – Vazões médias mensais no eixo da PCH São Luis.....	24
Tabela 9 – Curva de permanência mensal e diária da PCH São Luis.....	25
Tabela 10 – Vazões máximas no eixo da PCH São Luis – AD = 1.992 km ²	27
Tabela 11: Características do reservatório da PCH São Luís.....	28
Tabela 12 – Principais características do vertedouro.....	30
Tabela 13 – Curva de descarga do vertedouro da PCH São Luis.....	31
Tabela 14 – Frequências mínimas de leitura dos instrumentos de auscultação.....	35

1 INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

1.1 APRESENTAÇÃO DO PAE

A PCH São Luís, objeto deste Plano de Segurança de Barragens, é uma Pequena Central Hidrelétrica dedicada à geração de energia elétrica por meio de fonte hidráulica.

A Outorga de Autorização para implantação da PCH São Luis foi emitida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) por meio da Resolução Autorizativa nº 10.971, datada de 14 de dezembro de 2021, concedendo-a à empresa Tito Produtora de Energia Elétrica SP Ltda, denominada ao longo do presente relatório como “empreendedor”. A Licença de Instalação nº 250429, concedida pelo Instituto Água e Terra – IAT, datada de 19 de agosto de 2021, também autorizou a instalação do empreendimento.

É relevante destacar que o desenvolvimento do PAE foi conduzido em estrita conformidade com a classificação da usina, a qual foi realizada de acordo com o ANEXO I da Resolução ANEEL nº 1.064/2023. Esta classificação envolveu a avaliação da categoria de risco e o dano potencial associado, os quais estão indicados abaixo:

- Categoria de Risco: **Baixo** (classificação da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente ou desastre);
- Dano Potencial Associado: **Alto** (dano que pode ocorrer devido a rompimento, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais;
- Resultado final conforme matriz de classificação de barragens: **Classe B**.

Assim, o presente Plano de Ação de Emergência - PAE da barragem PCH São Luis é um documento formal onde estão estabelecidas as ações a serem executadas em caso de situação de emergência, bem como identificados os agentes a serem notificados dessa ocorrência.

Destaca-se que, desde a concepção do projeto e construção do empreendimento, a PCH São Luís tem dedicado atenção integral aos aspectos de

segurança da barragem. Nesse processo, foram aplicados diversos critérios que asseguram a confiabilidade da estrutura.

Portanto, é crucial enfatizar que este estudo é de natureza preventiva e requer o manuseio responsável de todas as informações nele contidas. É imperativo evitar interpretações incorretas e divulgações imprecisas do conteúdo. Isso é particularmente importante, pois informações errôneas, em vez de auxiliar as autoridades competentes na prevenção, podem inadvertidamente criar pânico desnecessário e prejudicial.

Nesse sentido, este plano visa formalizar os mecanismos de segurança da PCH São Luís e conforme o estabelecido pelo Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, dentre as informações apresentadas neste documento, constam:

- Informações quanto da descrição das instalações da barragem e das possíveis situações de emergência;
- Condições potenciais de ruptura da barragem ou de outras ocorrências anormais; Procedimentos preventivos e corretivos bem como ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais;
- Atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento;
- Sistema de monitoramento e controle;
- Plano de comunicação com contatos dos responsáveis pelo PAE no empreendimento e entidades envolvidas;

A itemização e organização deste relatório seguiu as recomendações do Manual do empreendedor sobre Segurança de Barragens da Agência Nacional de Águas, com ênfase nas diretrizes apresentadas no Volume IV (Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE).

Para assegurar a compreensão dos tópicos subsequentes e demais seções deste documento, são apresentadas as principais definições adotadas no Plano de Ação de Emergência da PCH São Luis:

- **Zona de Autossalvamento (ZAS):** trecho do vale a jusante da barragem no qual não haja tempo suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência, conforme mapa de inundação (ANEEL, 2023).¹

¹ Os critérios para delimitação da Zona de Autossalvamento estão descritos detalhadamente na Seção V do presente documento.

- **Zona de segurança secundária (ZSS):** trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS (ANEEL, 2023).

Estas definições são fundamentais para a compreensão e aplicação do Plano de Ação de Emergência da PCH São Luís e servirão como referência ao longo deste relatório técnico.

1.1.1 Legislação aplicável à PCH São Luis

A barragem da PCH São Luis se enquadra na Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) destinadas à acumulação de água para quaisquer usos. De acordo com o Art. 1º, Parágrafo Único, esta Lei se aplica às barragens que apresentem pelo menos uma das seguintes características: altura do maciço maior ou igual a 15 metros, capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m³ e categoria de dano potencial associado médio ou alto.

De maneira paralela, tem-se a Lei de esfera Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 que trouxe algumas alterações à Lei 12.334/2010 na busca garantir a observância de padrões de segurança de barragens, de maneira a fomentar a prevenção e reduzir a possibilidade de acidentes ou desastres e suas consequências. Simultaneamente, buscam regulamentar as ações de segurança a serem adotadas em etapas do empreendimento, bem como a definição dos procedimentos emergenciais e a fomentação das ações conjuntas, em caso de sinistros.

Tanto a Lei nº 12.334/2010, quanto a 14.066/2020, aplicam-se às barragens com diferentes destinações, sendo: acumulação de água para qualquer uso, disposição geral de rejeitos e acumulação de resíduos industriais que apresentam alguma característica específica apresentada nas referidas leis.

A fiscalização da segurança de barragens para fins de geração hidrelétrica, como é o caso da PCH São Luis, cabe à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Para tal, este órgão organizou os critérios e ações de segurança das barragens associadas a usinas hidrelétricas fiscalizadas pela ANEEL na Resolução Normativa ANEEL nº 1.064 de 02 de maio de 2023.

Dentre os mecanismos citados nas legislações supracitadas que tratam desse tema, tem-se o Plano de Ação de Emergência (PAE), que é caracterizado como uma

importante ferramenta de gestão e gerenciamento do empreendimento, devendo estar sempre atualizado em relação as fases de vida da obra, em diferentes situações de operação e segurança.

1.2 OBJETIVOS DO PAE

O presente Plano de Ação de Emergência tem como objetivo primordial identificar e classificar as situações de emergência que possam colocar em risco a integridade da barragem da PCH São Luis e estabelecer diretrizes claras para a ação, delineando responsabilidades tanto para o empreendedor quanto para colaboradores e instituições encarregadas da fiscalização, segurança e defesa civil.

Nesse contexto, os objetivos específicos do plano, conforme propostos no Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência da Agência Nacional de Águas (ANA), incluem:

- i) Identificar e analisar minuciosamente as possíveis situações de emergência que possam surgir;
- ii) Estabelecer procedimentos rigorosos para a identificação e notificação de qualquer mau funcionamento ou de condições que possam indicar potencial ruptura da barragem;
- iii) Delimitar o mapa de inundação que compreende a delimitação geográfica das áreas potencialmente afetadas por eventual ruptura da barragem e seus possíveis cenários associados e que objetiva facilitar a notificação eficiente e a evacuação de áreas afetadas por essa situação;
- iv) Delimitar a Zona de Autossalmento e a Zona de Salvamento Secundário;
- v) Definir procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com clara indicação dos responsáveis por cada ação;
- vi) Desenvolver uma estratégia eficaz e meios de divulgação e alerta para as comunidades que possam ser potencialmente afetadas em situações de emergência.

Esses objetivos específicos visam assegurar uma abordagem abrangente e coordenada na prevenção e resposta a emergências, com foco na segurança de todas as partes envolvidas e das comunidades afetadas.

1.3 IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DE NOTIFICAÇÃO

Os envolvidos no Plano de Ação de Emergência desempenham papéis cruciais na execução das medidas de resposta durante situações de emergência. Na tabela a seguir, estão listados os contatos dos responsáveis legais e técnicos do empreendimento, bem como o coordenador do PAE e os membros do Sistema de Defesa Civil.

Tabela 1 – Lista de contatos do PAE.

AGENTE	EMPRESA/ INSTITUIÇÃO/ ÓRGÃO	CONTATO
Empreendedor, Coordenador do PAE e Coordenador Suplente	Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.	(46) 3263-1116
Responsável pela elaboração PAE	Enebras Projetos de Usinas Hidrelétricas Ltda.	(49) 3433-3334
Agente fiscalizador	ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica)	(61) 2191-8358
SISTEMA DE DEFESA CIVIL DOS MUNICÍPIOS ENVOLVIDOS		
Defesa Civil	COMPEDEC Honório Serpa (Coordenador)	(46) 99919-7472
Defesa Civil	COMPEDEC Clevelândia (Coordenador)	(46) 99926-7213

A seguir apresentam-se outros contatos secundários.

Tabela 2 – Lista de contatos do PAE

AGENTE	EMPRESA/ INSTITUIÇÃO/ ÓRGÃO	CONTATO
Defesa civil - Coordenadoria estadual de proteção e defesa civil - Paraná	13ª CORPDEC – Pato Branco	(46) 3272-3000
Corpo de Bombeiros	Corpo de Bombeiros Pato Branco	(46) 3272-3007
Corpo de Bombeiros	Corpo de Bombeiros Clevelândia	(46) 3552-3415
Polícia militar A	3º Batalhão De Polícia Militar – Clevelândia	(46) 3252-1859
Polícia militar B	3º Batalhão De Polícia Militar – Honório Serpa	(46) 3245-1227
Prefeitura A	Prefeitura Municipal de Honório Serpa	(46) 3245-1130
Prefeitura B	Prefeitura Municipal de Clevelândia	(46) 3252-8000

Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP 85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

É importante destacar que a lista interna de contatos dos participantes envolvidos na implementação do PAE deve incluir o nome completo e todas as informações de contato de cada representante, e essa lista deve ser revisada e atualizada regularmente. Esta lista deve estar disponível com o empreendedor, coordenador e suplente do PAE e Defesas Civil dos municípios envolvidos.

Além disso, o coordenador do PAE ou qualquer outro representante que desempenhe um papel fundamental nas ações de emergência deve ter um substituto (suplente) devidamente treinado para assumir as responsabilidades em caso de necessidade

Nas próximas seções serão devidamente delineadas as responsabilidades de cada agente participativo bem como expostos os procedimentos de notificação.

1.4 DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

1.4.1 Identificação e localização da barragem

A **PCH São Luís** trata-se de um empreendimento hidrelétrico localizado no Rio Chopim, entre os municípios de Clevelândia e Honório Serpa, estado do Paraná.

A Tabela 3 traz as coordenadas das principais estruturas (barramento e casa de força).

Tabela 3 – Coordenadas geográficas das principais estruturas da PCH São Luis.

Estrutura	Latitude (S)	Longitude (W)
Barramento	26°14'35,82"	52°25'32,90"
Casa de força	26°14'46,74"	52°26'15,45"

O Rio Chopim, onde localiza-se a PCH São Luis, situa-se na sub-bacia do rio Paraná, Iguazu (65) que, por sua vez, pertence a bacia hidrográfica do rio Paraná, (6).

Além da PCH São Luis, existem outros aproveitamentos hidrelétricos já implantados ao longo do Rio Chopim. Nos tópicos seguintes estão descritas as barragens ou aproveitamentos hidrelétricos identificados ao longo do Rio Chopim bem como a distância destes em relação à PCH São Luis.

1.4.1.1 Barragens localizadas a montante da PCH São Luis

A montante do barramento da PCH São Luis foram identificadas três barragens construídas, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 4 – Barragens existentes no Rio Chopim a montante da PCH São Luis.

Aproveitamento	Distância do barramento da PCH São Luís (km)	Potência Instalada (MW)	Fase	Proprietário(s)	Município
CGH Salto Claudelino	30,3	2,8	Operação	Cooperativa Agropecuária Tradição	Clevelândia
CGH Salto Estrela	105	2,23	Operação	Estrela Indústria de Papel Ltda.	Palmas
CGH Posto Horizonte	190	0,63	Operação	Lenir Pedro Mozzer	Palmas

Nota: Dados atualizados em agosto/2023.

Como pode-se observar, dentre as barragens existentes ao longo do Rio Chopim a montante da PCH São Luis, a mais próxima é a CGH Salto Claudelino, distante aproximadamente 30,3 km de distância. Entretanto, este aproveitamento hidrelétrico possui barragem e reservatório de pequenas proporções. Logo, este barramento não acarreta em risco para o barramento da PCH São Luis.

Quanto aos demais barramentos existentes atualmente (CGH Posto Horizonte e CGH Salto Estrela), estes estão localizados há mais de 100 km de distância e também se tratam de CGHs com barramentos de pequenas proporções que não oferecem nenhum risco à barragem da PCH São Luis.

Salienta-se que os três aproveitamentos identificados a montante também estão distantes entre si, logo não há risco de rompimento em cascata entre os referidos barramentos.

Deve-se observar, entretanto, que além destes aproveitamentos já existentes, existem outros em etapas de projeto. Sendo assim, durante as atualizações previstas no PAE da PCH São Luis, deve-se observar o avanço destes projetos e, caso estes avancem para a etapa de construção, deveram ser avaliadas as interferências entre os aproveitamentos, atentando-se para as instruções previstas na Resolução ANEEL.

Na tabela a seguir pode-se visualizar a lista de aproveitamentos hidrelétricos **projetados** a montante da barragem da PCH São Luis ao longo do Rio Chopim.

Tabela 5 – Lista de aproveitamentos hidrelétricos projetados a montante do barramento da PCH São Luis.

Aproveitamento	Posição em Relação à PCH São Luis	Distância aproximada do barramento da PCH São Luís (km)	Potência Instalada (MW)	Fase	Município (PR)
PCH Foz do Curucaca	Montante	11,5	30	DRS	Clevelândia
PCH Trindade Baixo Jusante*	Montante	30,9	19,5	DRS	Clevelândia
PCH Rancho Grande	Montante	63,5	20,5	DRS	Palmas
PCH Alto Chopim	Montante	86	21	DRS	Palmas
PCH Rosal do Cruzeiro	Montante	99	6	DRS	Palmas
PCH Alberto Carraro	Montante	122	5,4	DRS	Palmas
PCH Padre Ponciano	Montante	153	6,2	DRS	Palmas
CGH Horizonte Posto	Montante	190	0,63	Operação	Palmas

Notas: * A PCH Trindade Baixo Jusante trata-se da repotenciação da CGH Salto Claudelino, já existente atualmente.

Observa-se que, dentre os aproveitamentos projetados, os que se apresentam mais próximos são a PCH Foz do Curucaca e a PCH Trindade Baixo Jusante, devendo ser dada especial atenção à evolução destes projetos e, caso venham a evoluir para a construção, buscar articulações com os empreendedores para avaliar necessidade de estudos de rompimento em cascata, bem como prever as devidas notificações e comunicações entre as barragens para os casos de qualquer anomalia identificada.

Em síntese, atualmente não existe nenhuma barragem construída que possa acarretar riscos à integridade da barragem da PCH São Luis. Entretanto, deve-se acompanhar a evolução dos projetos existentes de barragens a montante e, caso estes evoluam para construção, avaliar as interferências e, se necessário, incluir tais barramentos no Plano de Ação Emergencial da PCH São Luis nas revisões futuras.

1.4.1.2 Barragens localizadas a jusante da PCH São Luis

A jusante do barramento da PCH São Luis foram identificados nove aproveitamentos hidrelétricos construídos ou em fase de construção. Destes, apenas oito possuem barragem, conforme pode-se observar na tabela a seguir.

Tabela 6 – Aproveitamentos hidrelétricos e barragens existentes a jusante da PCH São Luis.

Aproveitamento	Posição em Relação à PCH São Luis	Distância aproximada do barramento da PCH São Luís (km)	Potência Instalada (MW)	Fase	Município (PR)
MCH Camifra I* (sem barramento)	Jusante (TVR)	0,54	0,07	Operação	Honório Serpa
CGH Pinho Fleck	Jusante (TVR)	3,64	1,28	Operação	Honório Serpa
CGH Salto da Alemoa	Jusante	77,3	0.83	Operação	Coronel Vivida
CGH Chopim I	Jusante	113	1,98	Operação	Itapejara d'Oeste
CGH Da Ilha*	Jusante	121,7	1	Operação	Itapejara d'Oeste
PCH Bela Vista	Jusante	161	29,81	Operação	Verê
PCH Generoso	Jusante	232	8	Operação	Cruzeiro do Iguaçu São Jorge do Oeste
CGH Viganó**	Jusante	242	5	Instalação	Cruzeiro do Iguaçu
PCH Arturo Andreoli (Antiga Julio de Mesquita Filho)	Jusante	246	29,07	Operação	Cruzeiro do Iguaçu

* Não possui barramento

Observa-se que o aproveitamento localizado logo a jusante da barragem da PCH São Luis é a MCH Camifra. Porém esta não possui barramento. Esta MCH foi incluída na lista de notificações do PAE da PCH São Luis por estar localizada na área de Autossalvamento.

O barramento da CGH Pinho Fleck localiza-se a 3,64 km da barragem da PCH São Luis e foi levado em consideração na elaboração do PAE e em todo o sistema de notificação de emergência.

Os demais aproveitamentos hidrelétricos e barragens localizam-se a mais de 70 km de distância da PCH São Luis e não sofreriam interferência em caso de rompimento do barramento da PCH São Luis. Logo, não foram considerados no PAE.

Deve-se observar, entretanto, que além destes aproveitamentos já existentes, existem outros em etapas de projeto. Sendo assim, durante as atualizações previstas no PAE da PCH São Luis, deve-se observar o avanço destes projetos e, caso estes avancem para a etapa de construção, avaliar as interferências entre os aproveitamentos, atentando-se para as instruções previstas na Resolução ANEEL.

Na tabela a seguir pode-se visualizar a lista de aproveitamentos hidrelétricos **projetados** a jusante da barragem da PCH São Luis ao longo do Rio Chopim.

Tabela 7 – Lista de aproveitamentos hidrelétricos projetados a jusante do barramento da PCH São Luis.

Aproveitamento	Distância aproximada do barramento da PCH São Luís (km)	Potência Instalada (MW)	Fase	Município
				(PR)
PCH Ágata	9,18	22,25	DRI	Clevelândia
PCH Mariposa	13,9	20	DRI	Clevelândia
PCH Turmalina	20,9	29,15	DRI	Honório Serpa
PCH Grafeno	25,8	26,65	DRI	Clevelândia
PCH Onix	37,9	19	DRI	Clevelândia
PCH Safira	45,6	29,25	DRI	Clevelândia
PCH Salto Alemã	75,3	29,8	DRS	Coronel Vivida
UHE Salto Grande	105	49	DRS	Coronel Vivida
PCH São Jorge	180	24	DRS	São Jorge D'Oeste
PCH Verê	190	30	DRS	São Jorge D'Oeste
UHE Dois Vizinhos	211	36,7	DRS	Dois Vizinhos
PCH Paranhos Montante	222	21	DRS	Dois Vizinhos
PCH Generoso	232	8	Operação	Cruzeiro do Iguaçu São Jorge do Oeste
CGH Viganó**	242	5	Instalação	Cruzeiro do Iguaçu
PCH Arturo Andreoli (Antiga Julio de Mesquita Filho)	246	29,07	Operação	Cruzeiro do Iguaçu

Observa-se que o primeiro aproveitamento hidrelétrico projetado a jusante da PCH São Luis e da CGH Pinho Fleck é a PCH Ágata, que ainda se encontra em estágio inicial de projetos. Ademais, existem seis aproveitamentos hidrelétricos projetados ao longo dos primeiros 50 km a jusante da PCH São Luis.

Sendo assim, deve-se observar a evolução dos projetos e, caso ocorra avanço para a implantação destas barragens, realizar estudos para avaliação de possíveis interferências.

Lembrando que barragens a jusante podem ter capacidade de amortecimento da onda de cheia associada à ruptura da barragem de montante. Caso isso não ocorra, deve ser realizado estudo de rompimento em cascata.

Em síntese, a jusante da PCH São Luis, na área de influência de um rompimento hipotético desta barragem, atualmente existem a MCH Camifra (sem barramento) e a CGH Pinho Fleck. Ambas foram levadas em consideração nos estudos do PAE da PCH São Luis. Além disso, deve-se observar os futuros barramentos projetados no rio e, caso venham a ser construídos, revisar o PAE avaliando as interferências.

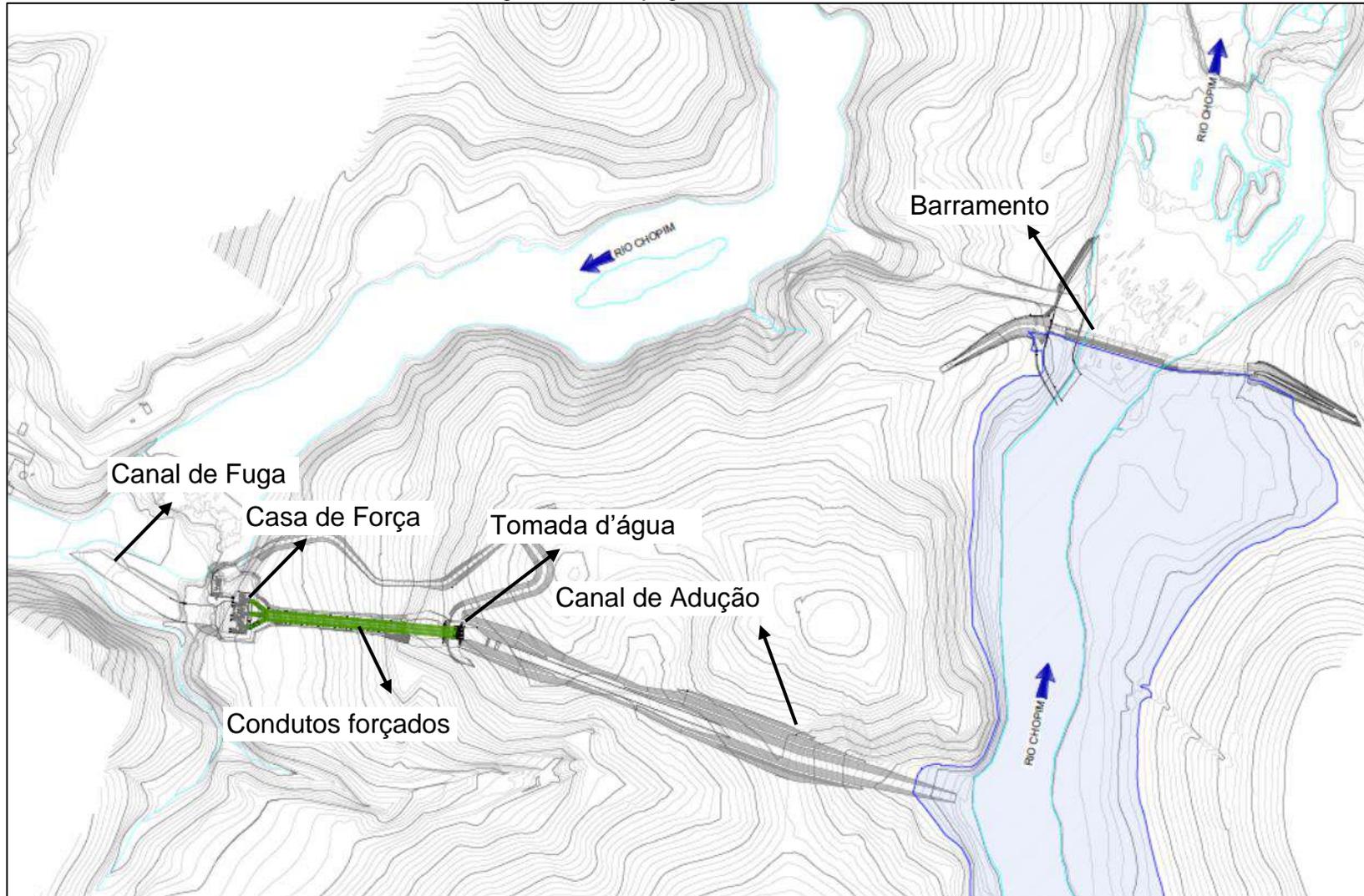
1.4.2 Descrição geral da Barragem e estruturas associadas

A PCH São Luís trata-se de um empreendimento hidrelétrico contemplado pelas seguintes estruturas civis: Barramento, Canal de Adução, Tomada d'água, Conduitos Forçados, Casa de Força e Canal de fuga.

O barramento forma um reservatório com área aproximada de 169,26 hectares. O Circuito hidráulico de geração localiza-se à margem esquerda do reservatório sendo composto por um canal adutor escavado em solo e rocha com aproximadamente 720,00m de extensão, Tomada d'Água com 03 (três) vãos de 3,30m de largura por 3,30m de altura, condutos forçados metálicos com diâmetro de 3,30m que desenvolvem por aproximadamente 256,00m até a casa de força abrigada e equipada com 03 unidades geradoras tipo Francis Simples com potência instalada total de 30,00 MW. Após o processo de geração de energia, a água é devolvida ao Rio Chopim por meio do canal de fuga.

Todas as estruturas do circuito de geração são dissociadas da barragem. Na seqüência, a Figura 1 exibe o arranjo geral, indicando cada estrutura civil.

Figura 1 – Arranjo geral da PCH São Luis.



tora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP 85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

Dentro do contexto do Plano de Ação de Emergência, o barramento da PCH São Luís se destaca como a estrutura de maior relevância, visto que as demais não apresentam riscos que se estendem além da área da usina. Portanto, nas seções a seguir, serão apresentadas as características detalhadas desta estrutura.

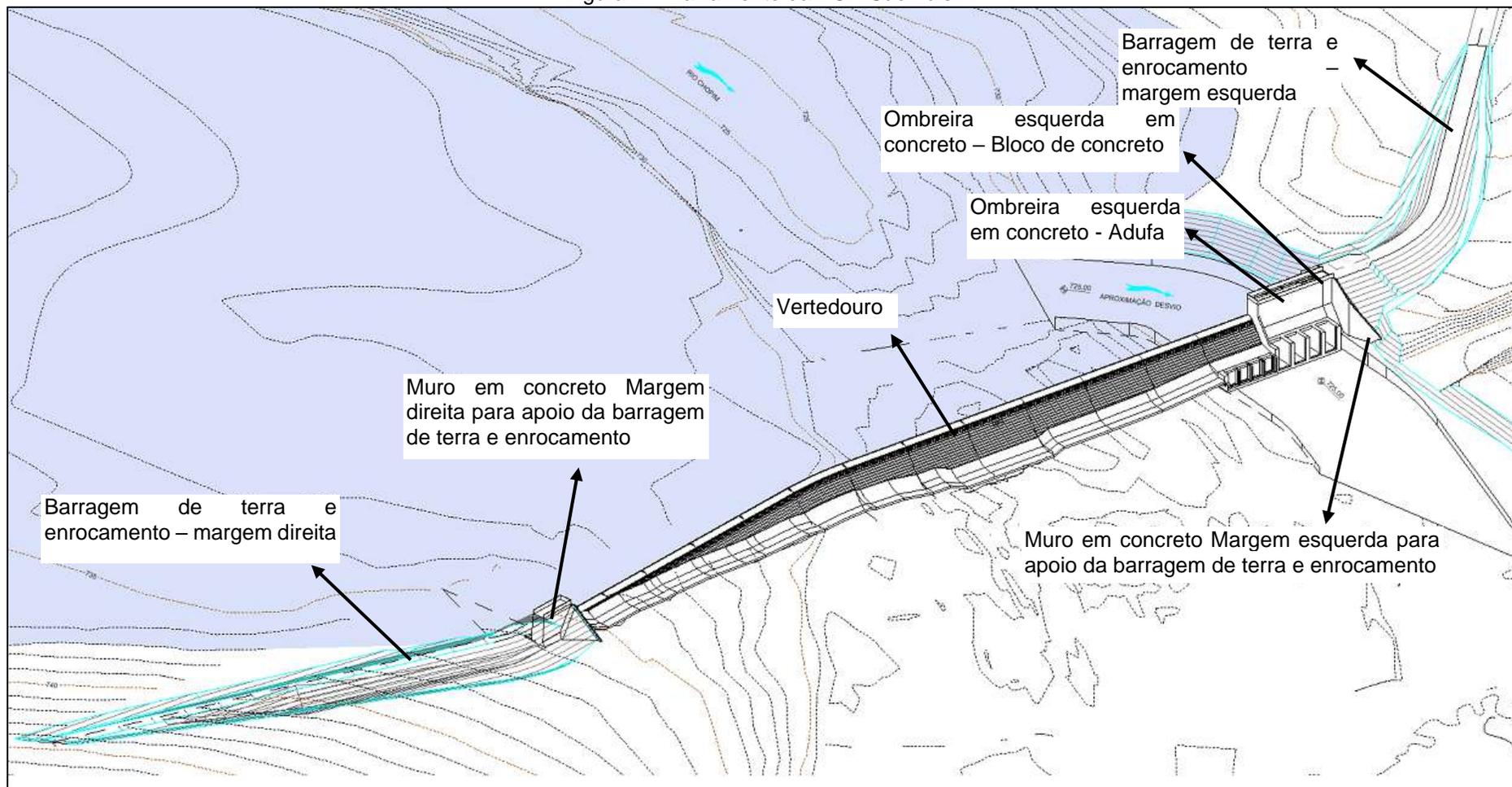
A barragem da PCH São Luís compreende os seguintes componentes:

- Barragem de terra e enrocamento para o fechamento tanto da margem esquerda quanto da margem direita, coroadas a uma elevação de 742,00 metros;
- Muros de concreto a gravidade, que servem de apoio para as barragens de terra e enrocamento tanto na margem esquerda quanto na margem direita;
- Ombreira em concreto a gravidade com extensão de 25,00 metros, localizada entre o vertedouro e o muro de apoio da barragem de terra/enrocamento da margem esquerda. Essa ombreira compreende o trecho da adufa de desvio com 22,0 metros e um bloco de concreto com 3,00 metros de extensão;
- Vertedouro de soleira livre com 250,00 metros de extensão, localizado no leito do rio e com a crista na elevação de 737,00 metros.

Na Figura 2 apresenta-se uma imagem em perspectiva do projeto do barramento e no **Apêndice I.1** desta seção constam os seguintes desenhos do projeto executivo do barramento:

- TIT-GEO-E-BPDE-C02-0007 – Arranjo Geral – Estruturas do barramento perspectiva;
- TIT-GEO-E-BPDE-C02-0005 – Arranjo geral – Estruturas do barramento implantação
- TIT-GEO-E-BPDE-C02-0006 – Arranjo geral estruturas do barramento seções
- TIT-GEO-E-BPIC-C05-1016 – Instrução de campo – barragem de terra – seção típica dos materiais.

Figura 2 – Barramento da PCH São Luis.



Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP 85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

A seguir apresentam-se algumas fotografias da etapa de construção da barragem.

Figura 3 – Fotografia da barragem da PCH São Luis em construção.



Figura 4 – Fotografia da margem esquerda e parte do vertedouro da barragem da PCH São Luis em construção.



Figura 5 – Fotografia da margem direita e parte do vertedouro da barragem da PCH São Luis em construção.



1.4.2.1 Barragens de terra e enrocamento e muros de concreto – Margem esquerda e Margem direita

O fechamento do reservatório, tanto na margem esquerda quanto na margem direita, é realizado por meio de Barragens de Terra e Enrocamento. Essas barragens possuem seção mista de enrocamento e solo compactado, contendo aproximadamente 140,00m de comprimento na margem esquerda e 161,00m na margem direita, com altura máxima de aproximadamente 13,88m e 8,0m, respectivamente. Os taludes de montante e jusante possuem inclinação de 1,00V:1,30H em ambas as margens.

A crista das Barragens de Terra possui largura de 5,0 m posicionadas na elevação 742,00m tendo-se as seguintes proteções, conforme ocorrência de cheias:

- TR 1.000 anos 1,90 m de Borda Livre
- TR 10.000 anos 1,40 m de Borda Livre

➤ **Barragem Margem Esquerda**

Tipo.....	Mista (Enrocamento e Solo Compactado)
Largura da crista	5,00 m
Comprimento da crista	140,00 m
Cota de Coroamento	El. 742,00 m
Altura máxima sobre a fundação	13,88 m

➤ **Barragem Margem Direita**

Tipo.....	Mista (Enrocamento e Solo Compactado)
Largura da crista	5,00 m
Comprimento da crista	161,00 m
Cota de Coroamento	El. 742,00
Altura máxima sobre a fundação	8,00 m

Para apoio de ambas as ombreiras foram projetados muros em concreto à gravidade.

1.4.2.2 Vertedouro

O Vertedouro do empreendimento é do tipo Soleira Livre, estando o mesmo dimensionado para uma cheia com tempo de recorrência de 1.000 anos, equivalente à uma vazão de 3.079 m³/s. A crista da ogiva do Vertedouro encontra-se posicionada na elevação 737,00 m, com 250,00m de extensão distribuídos ao longo de 13 blocos.

O núcleo dos blocos do Vertedouro será em concreto massa com espaldar de montante e jusante, bem como ogiva, em concreto convencional, com aplicação de degraus no paramento de jusante.

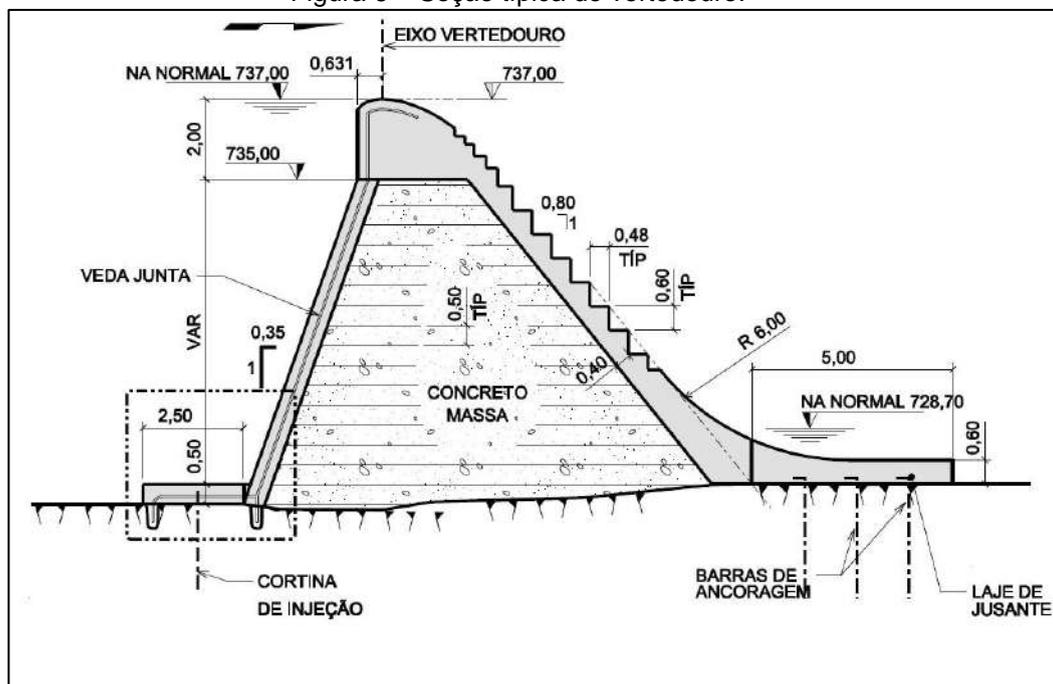
As características principais resultantes dos estudos e dimensionamentos hidráulicos são:

Nível d'água normal do reservatório.....	737,00 m
Nível d'água máximo do reservatório	740,10 m
Nível d'água máximo maximorum do reservatório	740,60 m
Vazão de Projeto (TR=1.000)	3.079 m ³ /s
Capacidade máxima de descarga	3.896 m ³ /s
Nível d'água normal de jusante	728,70 m

Nível d'água máximo de jusante	732,60 m
Nível d'água máximo maximorum de jusante.....	733,15 m
Elevação da crista da soleira vertente	737,00 m
Extensão Ogiva	250,00 m
Altura mínima (bloco 13)	2,90 m
Altura máxima (bloco 5)	13,00 m

Na figura a seguir pode-se visualizar a seção típica do vertedouro da PCH São Luis:

Figura 6 – Seção típica do vertedouro.



1.4.2.3 Ombreira em concreto na margem esquerda – Adufa + Bloco de concreto

Entre o vertedouro e o muro de apoio da barragem de terra e enrocamento, há um trecho da ombreira da barragem construído em concreto, com 25 metros de extensão compreendido pela Adufa de desvio (com 22 metros de comprimento) e um bloco de concreto com 3 metros de extensão.

O trecho da adufa de desvio é denominado desta forma pois foi projetado para permitir o desvio do Rio Chopim na etapa de construção. Neste trecho foi prevista uma

comporta vagão com dimensões de 4,0 metros de largura por 6,0 metros de altura equipada com sistema de acionamento hidráulico que poderá operar com um descarregador de fundo para deplecionamento do reservatório durante a fase de operação do empreendimento, caso necessário.

➤ **Adufa de Desvio**

Altura da Estrutura.....	17,80 m
Largura da Estrutura.....	22,00 m
Cota do Coroamento	El. 742,00 m

➤ **Comporta Vagão Adufa de Desvio**

Vão livre	4,00 m
Altura livre	6,00 m
Elevação da Soleira.....	725,00 m
Carga hidráulica máxima sobre a soleira (TR 10.000):	15,60 m

1.4.3 Características hidrológicas, geológicas e sísmicas

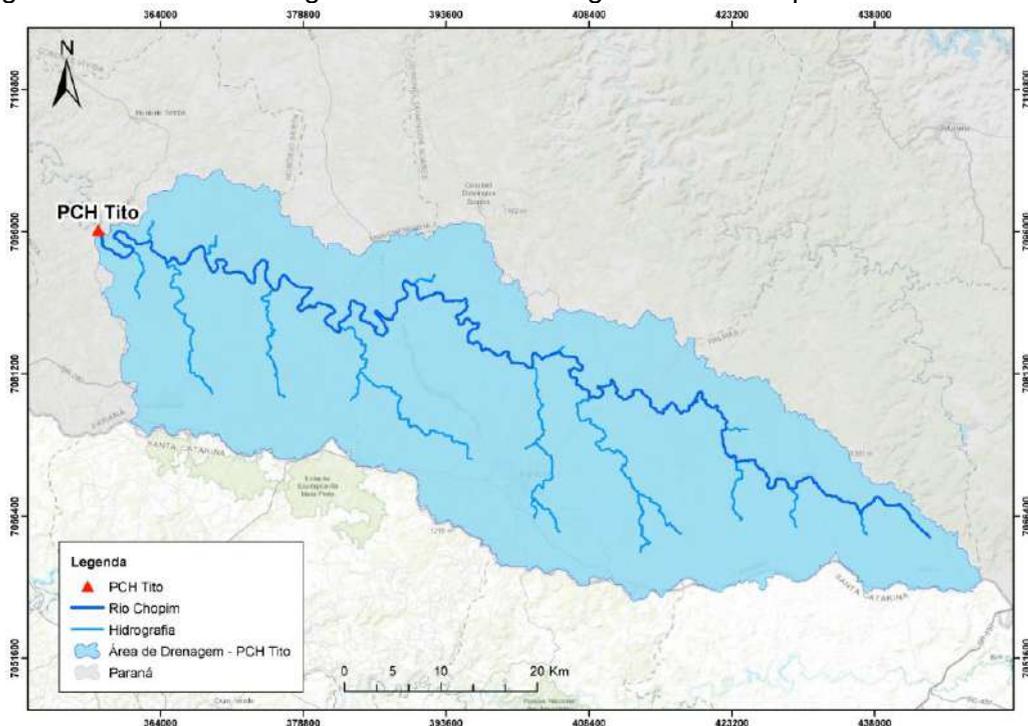
1.4.3.1 Hidrologia

O rio Chopim, onde localiza-se a PCH São Luis nasce no município de Palmas, dentro da área da Unidade de Conservação Federal (UC) Refúgio da Vida Silvestre, aproximadamente na elevação 1.240 m, e escoar na direção noroeste com uma extensão de 425 km e desnível de 910 m até a foz no rio Iguaçu.

As coordenadas geográficas que delimitam a bacia estão compreendidas entre 26°19' e 26°60' de latitude sul, e entre 51°51' e 52°44' de longitude oeste.

A área de drenagem da bacia do Rio Chopim no eixo da barragem da PCH São Luis corresponde a 1.992 km² (Figura 7).

Figura 7 – Área de drenagem da Tomada de Água no Rio Chopim – PCH São Luis.



A Tabela 8 apresenta a série mensal obtida para o eixo da PCH São Luis, constante do Projeto Executivo.

Tabela 8 – Vazões médias mensais no eixo da PCH São Luis.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1955				66,6	95,6	167,3	145,0	79,8	57,2	30,6	19,1	15,1	75,1
1956	31,1	32,4	21,1	105,0	99,1	55,8	45,9	73,5	78,2	50,1	20,0	14,1	52,2
1957	25,4	66,8	24,7	19,7	20,7	56,8	153,8	282,9	199,1	58,0	44,5	33,0	82,1
1958	20,9	15,0	26,7	24,9	14,6	38,7	39,9	56,6	130,6	70,0	69,5	81,9	49,1
1959	37,3	52,1	33,4	43,2	41,9	57,9	37,6	47,6	43,5	37,2	25,0	22,6	40,0
1960	14,9	20,2	9,2	13,2	15,3	28,2	22,6	88,2	85,1	100,3	85,2	32,0	42,9
1961	27,5	28,1	133,9	49,5	45,2	30,2	19,9	16,2	106,8	135,0	78,5	47,5	59,8
1962	41,1	61,3	40,8	23,8	38,7	50,2	35,9	29,3	75,0	96,8	49,2	26,8	47,4
1963	27,1	45,8	55,1	34,1	50,9	29,7	19,1	16,9	19,9	91,2	160,0	62,2	51,0
1964	27,1	38,1	30,7	49,4	71,6	35,1	41,8	91,4	66,7	48,3	31,2	26,0	46,5
1965	21,4	26,3	22,0	21,5	15,0	56,5	59,7	40,9	111,5	125,3	61,8	57,3	51,6
1966	58,4	184,9	51,9	21,5	15,0	56,5	59,7	40,9	111,5	125,3	61,8	57,3	70,4
1967	43,9	57,3	96,5	30,3	18,3	28,4	30,4	62,1	63,0	35,5	41,4	36,5	45,3
1968	15,5	10,7	7,4	10,3	11,9	15,0	26,9	13,2	12,8	25,5	48,9	59,7	21,5
1969	119,7	46,2	58,8	118,8	55,1	135,2	86,2	43,5	65,0	96,5	67,0	20,8	76,1
1970	26,7	19,0	16,1	14,2	31,8	136,1	103,0	31,6	44,1	82,3	24,8	113,4	53,6
1971	190,1	66,7	28,7	78,6	96,3	123,5	119,6	35,7	22,5	61,9	18,2	6,7	70,7
1972	13,5	29,8	34,7	40,5	11,4	84,9	67,3	199,3	250,2	90,8	30,2	48,6	75,1
1973	79,9	92,0	56,4	40,0	105,3	92,2	83,3	115,9	120,6	93,3	74,7	27,4	81,7
1974	61,5	47,9	38,4	31,6	35,0	77,7	40,5	34,9	54,4	29,8	59,5	47,8	46,6
1975	74,4	64,9	30,9	19,7	17,8	33,5	43,8	49,2	99,1	126,4	78,7	83,9	60,2
1976	62,9	36,2	30,9	29,6	40,0	92,0	45,5	80,5	53,2	45,9	72,7	29,2	51,6
1977	28,4	29,8	54,2	35,3	18,7	45,0	45,7	80,8	50,1	76,4	67,1	48,9	48,4
1978	21,3	11,0	10,0	5,4	5,5	12,2	79,0	41,6	68,9	28,9	56,5	40,9	31,8
1979	17,1	9,8	21,8	46,1	226,1	55,6	51,2	78,6	67,4	215,9	141,7	58,1	82,4
1980	68,1	38,3	58,8	25,8	52,6	30,7	71,8	88,8	81,8	48,3	59,8	82,8	59,0
1981	59,0	83,1	31,5	47,2	42,1	50,0	24,6	21,4	27,3	44,1	91,1	110,3	52,6
1982	31,9	48,1	29,1	10,1	17,3	103,4	186,4	61,8	37,1	122,0	283,0	91,7	85,2

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1983	61,1	83,1	199,6	107,5	277,3	155,7	506,2	85,4	115,9	93,1	101,4	39,0	152,1
1984	30,4	45,0	32,4	60,4	62,2	136,6	55,0	139,6	76,7	43,3	66,6	32,9	65,1
1985	17,6	46,5	26,0	44,7	30,9	24,3	31,1	26,3	29,4	33,6	43,3	15,2	30,7
1986	19,8	73,7	38,9	61,9	77,5	65,1	25,7	36,9	70,9	79,6	46,5	24,3	51,7
1987	27,2	59,7	22,8	43,7	283,7	107,4	62,0	42,8	28,9	64,6	43,3	23,6	67,5
1988	20,4	21,2	18,8	33,9	210,8	123,1	41,4	18,5	15,1	41,5	26,1	21,9	49,4
1989	69,7	116,6	56,9	54,9	82,1	29,0	59,1	67,7	245,5	88,3	45,7	23,9	78,3
1990	104,1	42,9	23,6	104,6	91,3	281,7	89,8	134,9	128,8	99,3	68,2	70,6	103,3
1991	28,4	20,4	11,4	20,1	16,3	126,5	60,3	53,7	22,4	78,8	65,8	52,9	46,4
1992	36,8	35,3	49,4	49,5	235,3	147,4	170,7	79,6	96,6	62,8	77,0	39,4	90,0
1993	56,6	50,1	32,5	33,4	109,7	108,5	74,8	46,8	75,2	156,0	44,4	45,0	69,4
1994	16,5	70,6	41,0	29,1	92,3	120,4	191,3	38,5	34,5	60,5	128,0	96,2	76,6
1995	184,4	47,5	38,9	75,0	25,2	25,4	43,1	30,0	84,9	177,2	36,0	23,3	65,9
1996	65,2	126,0	79,5	59,7	20,9	107,8	120,2	53,2	89,9	274,8	68,8	68,2	94,5
1997	41,3	181,1	65,0	23,9	42,8	141,8	108,6	145,7	64,9	267,8	234,5	79,8	116,4
1998	136,3	163,0	120,8	365,4	120,1	46,4	86,7	246,1	187,1	181,3	36,3	39,5	144,1
1999	43,1	59,0	34,0	51,9	27,6	101,8	110,0	22,8	26,0	121,8	28,6	21,6	54,0
2000	33,8	38,9	39,3	33,0	69,1	42,2	84,1	47,0	236,3	186,0	43,3	30,9	73,6
2001	62,1	144,5	73,5	73,3	71,7	90,2	82,3	41,4	35,9	203,9	40,0	37,7	79,7
2002	23,8	19,7	16,6	15,2	59,5	41,1	30,3	87,9	95,0	160,7	138,5	97,4	65,5
2003	35,3	38,5	57,8	29,4	24,5	53,6	44,4	23,9	17,1	36,1	92,8	189,0	53,5
2004	77,1	27,0	12,6	14,9	53,8	58,1	90,1	31,1	37,8	130,2	140,4	40,2	59,4
2005	42,1	18,8	14,3	34,6	96,9	166,7	57,6	35,3	184,6	238,9	60,0	30,7	81,7
2006	22,3	24,9	38,1	25,3	16,0	16,8	15,7	35,5	54,6	35,6	39,7	49,3	31,2
2007	51,1	40,2	57,9	186,4	247,3	47,3	72,0	31,6	33,8	71,1	134,8	68,6	86,9
2008	46,9	23,0	20,7	56,8	63,8	72,2	45,7	57,3	59,9	162,2	174,3	29,8	67,7
2009	31,5	27,9	25,6	14,9	35,8	63,3	91,9	136,0	157,3	192,2	84,1	72,5	77,7
2010	77,8	55,7	85,8	217,6	160,4	87,9	63,6	62,6	22,2	32,5	31,7	174,7	89,4
2011	81,2	108,9	84,8	64,8	26,3	88,9	162,7	162,3	194,7	66,4	53,8	30,3	93,8
2012	36,7	26,7	27,9	47,9	45,1	69,6	49,9	47,9	20,5	51,9	40,9	27,4	41,0
2013	69,4	53,9	144,9	58,8	63,9	245,8	100,1	85,1	112,9	95,0	50,2	90,8	97,6
2014	72,3	31,3	93,2	54,3	104,3	276,0	113,8	40,6	105,9	141,8	62,0	33,1	94,0
2015	116,7	39,7	29,0	27,8	69,7	115,8	173,1	43,8	61,8	146,5	114,1	160,7	91,6
2016	72,4	90,7	108,8	51,4	94,4	71,1	57,5	92,6	58,6	75,0	45,2	54,1	72,7
2017	80,2	48,7	41,7	26,7	91,8	139,6	24,6	27,9	15,5	80,5	104,4	36,6	59,8
2018	93,8	37,3	47,5	43,4	21,7	32,3	32,1	28,9	64,2	156,0	61,0	51,4	55,8
2019	81,8	86,6	101,6	52,4	119,2	109,3	22,4	13,1	13,3				66,6
Média	53,3	54,5	47,9	52,4	71,5	84,8	77,5	66,2	79,6	99,7	71,8	53,2	67,7
Mínima	13,5	9,8	7,4	5,4	5,5	12,2	15,7	13,1	12,8	25,5	18,2	6,7	5,4
Máxima	190,1	184,9	199,6	365,4	283,7	281,7	506,2	282,9	250,2	274,8	283,0	189,0	506,2

A partir da série de vazões médias no eixo de interesse verifica-se que a vazão média de longo termo da PCH São Luis é de 67,7 m³/s. A vazão específica para a bacia de drenagem do eixo do empreendimento é de 34 l/s.km².

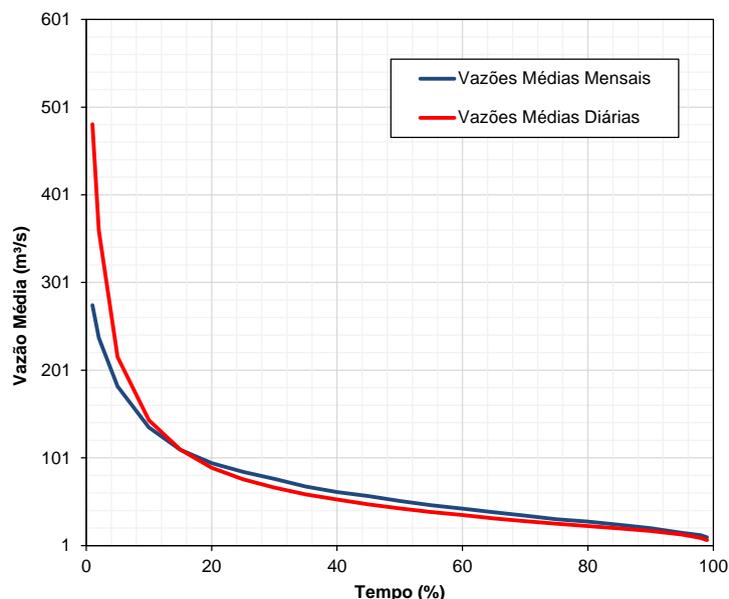
Com base na série de vazões médias gerada no eixo de interesse, determinou-se a curva de permanência de vazões mensais e diárias, conforme apresentado na Tabela 9 e graficamente na Figura 8.

Tabela 9 – Curva de permanência mensal e diária da PCH São Luis.

% Tempo	Freq.	Vazões Médias Mensais (m ³ /s)	Vazões Médias Diárias (m ³ /s)
1	0,99	275,1	481,5
2	0,98	237,7	360,3
5	0,95	182,4	216,0
10	0,9	135,7	144,0
15	0,85	110,3	110,6

% Tempo	Freq.	Vazões Médias Mensais (m ³ /s)	Vazões Médias Diárias (m ³ /s)
20	0,8	95,0	89,6
25	0,75	85,1	76,6
30	0,7	77,1	67,2
35	0,65	68,4	59,3
40	0,6	61,9	53,5
45	0,55	57,3	47,9
50	0,5	51,9	43,4
55	0,45	46,9	39,2
60	0,4	43,1	35,8
65	0,35	39,0	31,9
70	0,3	35,1	28,8
75	0,25	31,0	25,9
80	0,2	28,2	23,1
85	0,15	24,8	20,5
90	0,1	20,8	17,6
95	0,05	15,5	13,6
98	0,02	12,7	9,7
99	0,01	10,3	7,3

Figura 8 – Curva de permanência mensal e diária da PCH São Luis.



Para determinação das vazões máximas, a série no eixo da PCH São Luis foi obtida através da regionalização dos dados do posto fluviométrico Salto Claudelino por correlação entre áreas de drenagem, contemplando um período de 53 anos completos de observação.

A Tabela 10 apresenta os valores obtidos das cheias máximas e picos instantâneos no eixo da PCH São Luis, para diferentes tempos de recorrência.

Tabela 10 – Vazões máximas no eixo da PCH São Luis – AD = 1.992 km².

Tempo de Recorrência (anos)	Período Anual	
	Cheia Média Diária (m ³ /s)	Pico Instantâneo (m ³ /s)
2	596	758
5	912	1.160
10	1.121	1.427
20	1.322	1.682
25	1.386	1.763
50	1.582	2.012
100	1.776	2.260
500	2.226	2.833
1.000	2.420	3.079
10.000	3.062	3.896

1.4.3.2 Geologia

No que tange as **características geológicas** a região foi amplamente estudada e avaliada. O relatório dos estudos geológicos e geotécnicos desenvolvido pela empresa Geoenergy durante a elaboração do projeto executivo trouxe uma avaliação completa da geologia regional, geologia local e materiais de construção, baseado em extensa revisão bibliográfica e análise das investigações de campo realizadas por meio de visitas in loco, e realização de ampla campanha de sondagens.

Na região de interesse da PCH São Luis as litologias da Bacia do Paraná são representadas pelas rochas ígneas do grupo São Bento (White, I. C. 1908), de idade juro-cretácica, que inclui as rochas extrusivas da Fm. Serra Geral. Sob o enfoque sísmico, a região pode ser considerada como sendo de atividade muito pequena ou nula;

A área de estudo insere-se no domínio das rochas vulcânicas da Bacia do Paraná. Corresponde à porção sul-sudeste da Bacia, situada entre os arcos de Ponta Grossa e de Rio Grande. Paiva Filho (1999), individualizou e nomeou as sequências ácidas (granófiros afíricos Palmas e Campos Novos e ácidas porfíricas Chapecó), que ocupam a porção médio-superior da coluna de rochas vulcânicas desta porção da Bacia do Paraná;

Quase todo o empreendimento está assentado sobre um único derrame de riocacito pórfiro tipo Chapecó, de espessura de aproximadamente 30 m;

Na base do derrame do riocacito pórfiro se estende regionalmente uma camada assentada sobre derrame basáltico;

Ao longo da execução das obras, a fundação de cada uma das estruturas foi devidamente vistoriada em campo, tanto por engenheiros quanto por geólogo, tendo sido feito o mapeamento e determinação de tratamento, quando julgado necessário.

A rocha predominante do local da barragem é dacito maciço, cinza, granulação fina, são e de boa qualidade, adequada para a fundação da desta estrutura e também para a utilização como enrocamento e agregado de concreto;

Ao longo da extensão da fundação da barragem de concreto, efetuou-se a remoção mecânica de todo o material solto ou descomprimido, deixando-a completamente apoiada em rocha sã e adequada para apoio da estrutura da barragem ao longo de toda a sua extensão.

Para a impermeabilização da fundação do barramento foi projetada cortina de injeção ao longo de toda a estrutura. Nas ombreiras esquerda e direita e muros de apoio destas, as injeções foram realizadas no alinhamento central da barragem. Na região das estruturas em concreto as injeções foram realizadas na laje de montante.

1.4.4 Reservatório

O reservatório formado pelo barramento da PCH São Luís encontra-se inserido na divisa dos municípios de Honório Serpa e Clevelândia, a seguir são apresentadas suas principais características:

Tabela 11: Características do reservatório da PCH São Luís.

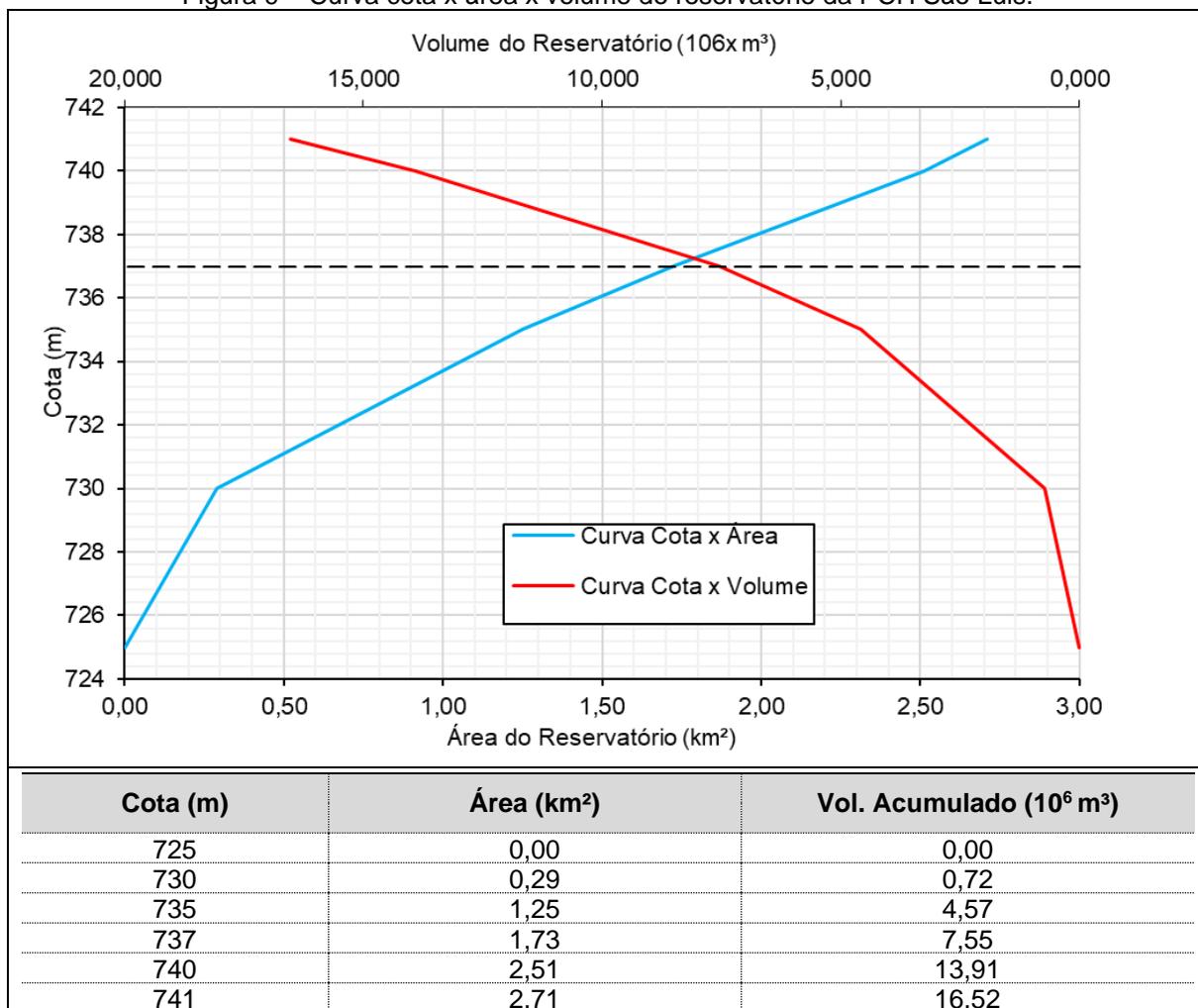
CARACTERÍSTICAS GERAIS		
Perímetro	22,49	km
Comprimento	7.506,07	m
NÍVEIS		
NA Máx. Normal	737,00	m
No NA Máx Maximorum	740,09	x10 ⁶ m ³
VOLUMES		
No NA Máx. Normal	7,55	x10 ⁶ m ³
ÁREAS (INCLUÍNDO CALHA DO RIO)		
NA Máx. Normal	1,73	km ²

Fonte: (Enebras Energia, 2016).

O nível d'água Máximo Normal no reservatório da PCH São Luís foi fixado na elevação 737,00m. Com a determinação desta cota, o reservatório tem capacidade de armazenamento na ordem 7,55 hm³ e ocupa uma área de 1,73 km³.

A Figura 9 e ilustra a curva cota x área x volume do reservatório da PCH São Luiz.

Figura 9 – Curva cota x área x volume do reservatório da PCH São Luis.



1.4.5 Órgãos extravasores

O Vertedouro do empreendimento é do tipo Soleira Livre, ou seja, não possui comportas, sendo que a vazão irá verter livremente por sobre o trecho central do corpo da barragem. Sua ogiva possui formato perfil de Creager.

O vertedouro está dimensionado para uma cheia com tempo de recorrência de 1.000 anos, equivalente à uma vazão de 3.079 m³/s. A crista da ogiva do Vertedouro encontra-se posicionada na elevação 737,00 m, com 250,00m de extensão, acarretando uma vazão específica de 12,32 m³/s/m.

O núcleo dos blocos do Vertedouro é em concreto massa com espaldar de montante e jusante, bem como ogiva, em concreto convencional, com aplicação de degraus no paramento de jusante.

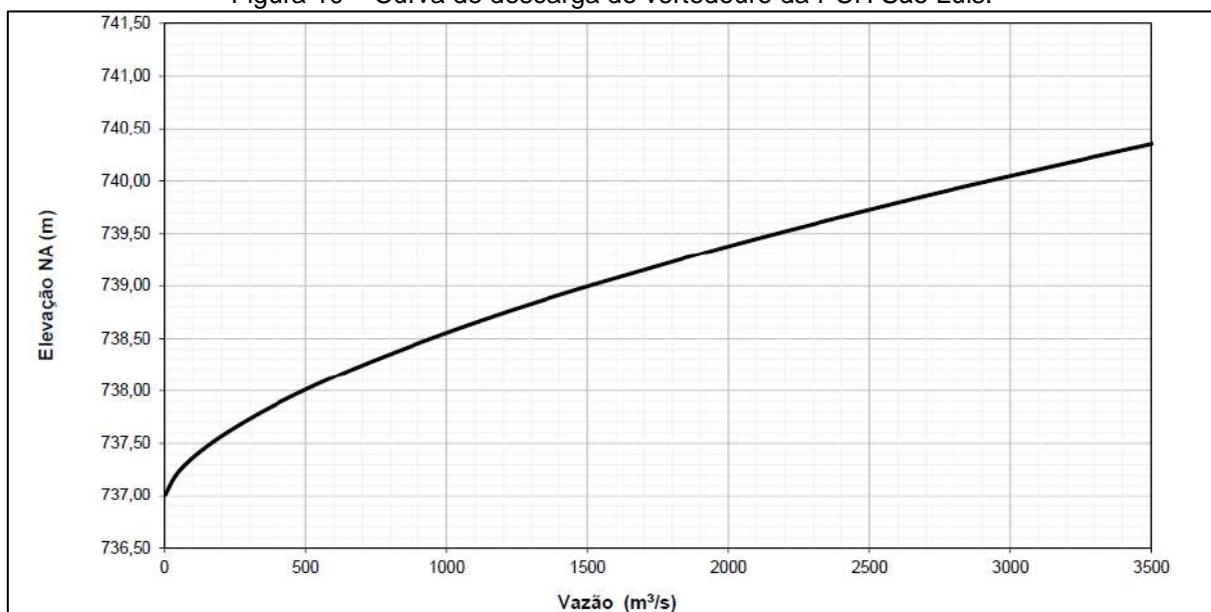
As características principais resultantes dos estudos e dimensionamentos hidráulicos são:

Tabela 12 – Principais características do vertedouro

Tipo	Soleira Livre com ogiva no formato perfil de creager
Nível d'água normal do reservatório	737,00
Nível d'água máximo do reservatório	740,10
Nível d'água máximo maximum do reservatório	740,60
Vazão de Projeto (TR=1.000)	3.079,00
Capacidade máxima de descarga	3.896,00
Nível d'água normal de jusante	728,70
Nível d'água máximo de jusante	732,60
Nível d'água máximo maximum de jusante	733,15
Elevação da crista da soleira vertente	737,00
Extensão Ogiva	250,00

A figura e tabela a seguir apresentam a curva de descarga do vertedouro da PCH São Luis.

Figura 10 – Curva de descarga do vertedouro da PCH São Luis.



Fonte: (Geoenergy, 2022)

Tabela 13 – Curva de descarga do vertedouro da PCH São Luis.

NA Montante (m)	Q (m³/s)	Larg. Efetiva	Soleira	C (S.I.)
737,00	0	250,00	Creager	1,70
737,24	52	249,90	Creager	1,79
737,48	152	249,81	Creager	1,86
737,71	290	249,71	Creager	1,92
737,95	456	249,62	Creager	1,97
738,19	651	249,52	Creager	2,01
738,43	874	249,43	Creager	2,05
738,67	1119	249,33	Creager	2,09
738,90	1390	249,24	Creager	2,12
739,14	1690	249,14	Creager	2,16
739,38	2001	249,05	Creager	2,19
739,62	2340	248,95	Creager	2,22
739,86	2695	248,86	Creager	2,24
740,09	3079	248,76	Creager	2,27
740,33	3473	248,67	Creager	2,30
740,57	3888	248,57	Creager	2,32
740,81	4308	248,48	Creager	2,33

Fonte: (Geoenergy, 2022)

1.4.6 Instrumentação

A barragem da PCH São Luis possui sistema de monitoramento via instrumentação. Serão descritas neste item as principais características dos instrumentos instalados na PCH São Luís. As informações foram obtidas junto ao Relatório “Instrumentação – Procedimento para auscultação” elaborado pela projetista Geoenergy no Projeto Executivo.

Estão previstos os seguintes instrumentos na barragem da PCH São Luis:

- **Piezômetro de tubo aberto:** É um instrumento constituído de um bulbo drenante instalado no local onde se pretende medir a carga de pressão piezométrica, sendo ligado por um tubo até o local onde se realizará as leituras. A leitura deste instrumento é realizada através de um pio elétrico, que é uma trena com uma ponteira elétrica, a qual emite som assim que entra em contato com a água. A leitura consiste na determinação da distância entre a boca do tubo do piezômetro e o nível de água no interior do tubo.

- **Marcos superficiais:** São instrumentos instalados para acompanhamento dos deslocamentos verticais e horizontais nas estruturas de concreto e barragem de terra e enrocamento. Suas leituras são realizadas através de topografia de precisão.
- **Medidor de vazão:** A medição das vazões da drenagem interna da estruturas de terra constitui uma das primeiras observações realizadas com o objetivo de supervisionar as condições de segurança. O medidor de vazão é constituído por uma placa metálica instalada no final de um canal de medição. O medidor deve ter acabamento liso do lado de entrada do fluido, devendo o canal estar sempre livre de sólidos e sedimentos.

1.4.6.1 Localização dos instrumentos

Os instrumentos da PCH São Luís foram projetados de acordo com os desenhos que constam no **Apêndice I.2** deste documento. As figuras a seguir apresentam recortes dos referidos desenhos indicando as posições.

Figura 11 – Instrumentos previstos na margem direita da barragem da PCH São Luis.

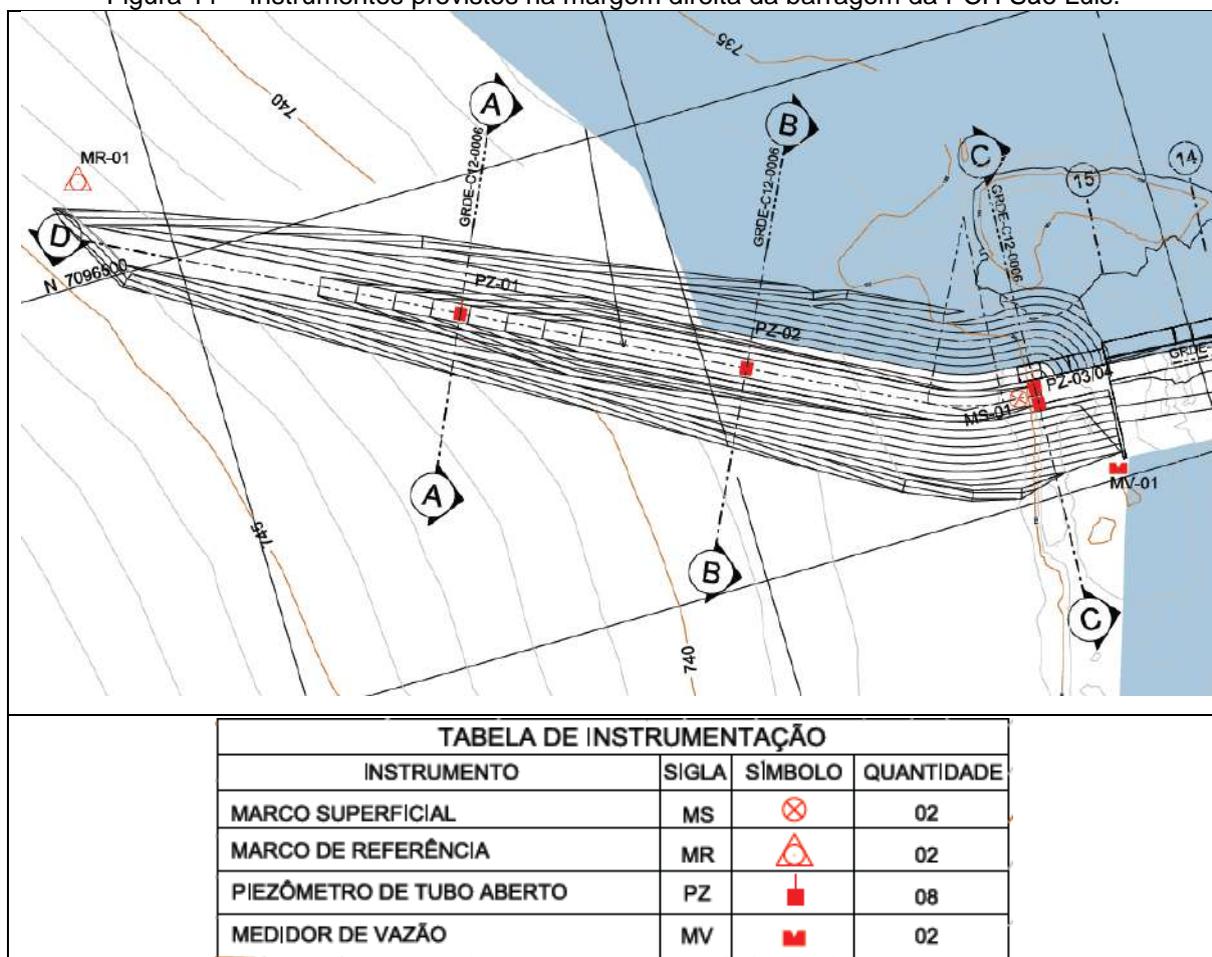
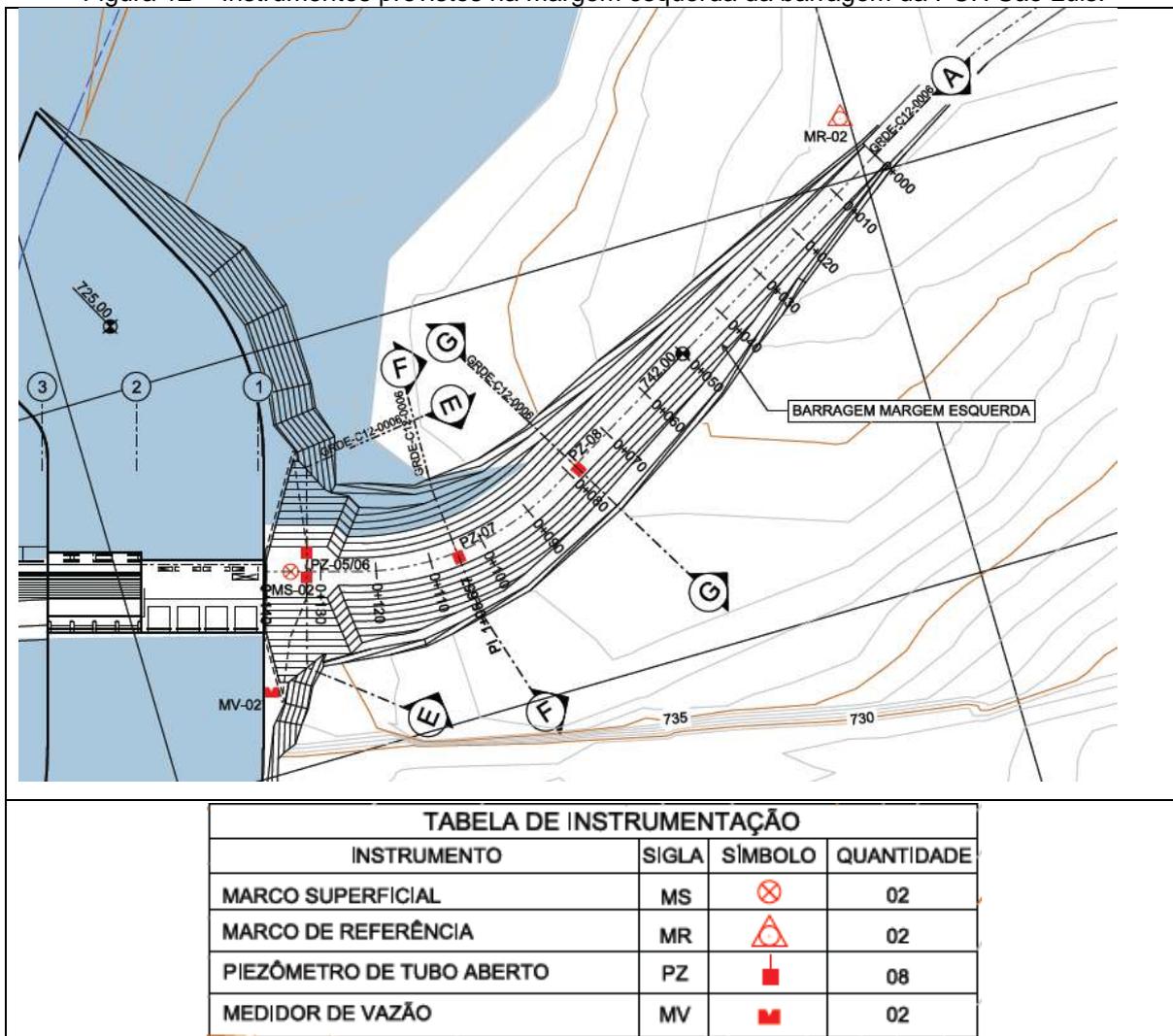


Figura 12 – Instrumentos previstos na margem esquerda da barragem da PCH São Luís.



Todos os instrumentos possuem medidas de controle os quais foram determinados pela projetista e estão em posse da equipe que fará o acompanhamento, monitoramento e interpretação dos dados. Se as leituras de instrumentação ultrapassarem os valores de referência é importante aumentar a frequência de leitura e realizar inspeções de campo. Se as leituras ultrapassarem os valores de alerta a equipe de operação do empreendimento deverá acionar de imediato o a equipe de engenharia responsável pela segurança da barragem, que poderá acionar também uma projetista para análise e interpretação dos dados em conjunto com os documentos de projeto e definir as ações necessárias.

Os valores devem ser entendidos como um referencial para a tomada de decisão quanto à implantação de ações corretivas. Eventuais ajustes dos valores

poderão ser necessários ao longo do tempo em função do comportamento das estruturas na fase de operação.

1.4.6.2 Frequência e procedimentos de leitura.

As frequências de leitura dos instrumentos de auscultação são apresentadas na Tabela 14, para o período construtivo, durante o enchimento do reservatório, primeiro ano de operação e para os anos subsequentes.

Tabela 14 – Frequências mínimas de leitura dos instrumentos de auscultação.

INSTRUMENTO	PERÍODO			
	Construtivo	Enchimento do Reservatório	Primeiro Ano de Operação	Operação
Piezômetros de Tubo aberto	semanal	2 semanais	semanal	quinzenal
Marcos Superficiais	semanal	semanal	mensal	trimestral
Medidor Triangular de Vazão	-	diárias	3 semanais	quinzenal

Fonte: (Geoenergy, 2022)

As frequências de leitura apresentadas devem ser entendidas como mínimas e serem intensificadas sempre que forem observadas leituras que superem os valores de controle/referência ou ocorrências excepcionais – rebaixamento rápido do reservatório, cheia excepcional, sismo, comportamento anômalo de alguma estrutura ou instrumento ou outros eventos que impliquem em carregamento ou descarregamento anormal das estruturas do barramento.

Em ocorrências excepcionais, citadas acima, recomenda-se intensificar as frequências de leitura a cada 3 dias, considerando a primeira leitura logo após a ocorrência do evento.

Espera-se que durante o primeiro ano de operação os instrumentos apresentem estabilização em suas leituras, em função deste aspecto as frequências neste período devem ser mais intensas que as frequências durante a operação normal do empreendimento.

Se algum instrumento específico esteja apresentando leituras anômalas, a frequência de leitura deste instrumento deve ser intensificada, além disso é importante realizar inspeções na região de instalação e realizar análise conjunta com os demais instrumentos próximos. A frequência de leitura pode ser normalizada após conclusão

do motivo que gerou as leituras anômalas no instrumento e/ou a solução do problema detectado.

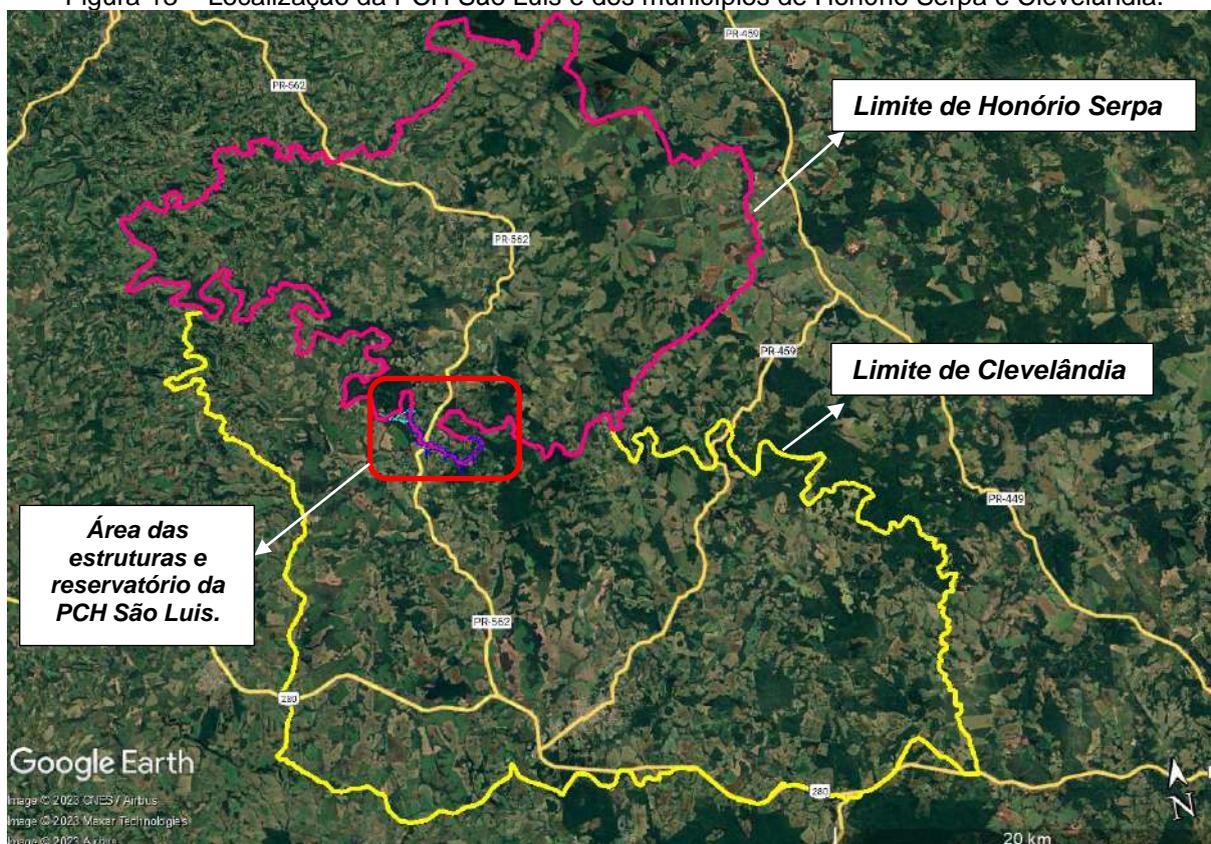
1.4.7 Acesso à barragem

Conforme adrede mencionado, a barragem da PCH São Luís está localizada no Rio Chopim na divisa dos municípios de Clevelândia e Honório Serpa.

Importante mencionar que o reservatório, as demais estruturas civis que compõem o aproveitamento hidrelétrico e toda a Zona de Altossalvamento e Zona de Salvamento Secundário também localizam-se inteiramente dentro dos municípios citados, sendo toda a margem esquerda pertencente ao município de Clevelândia e a margem direita pertencente ao município de Honório Serpa.

O acesso à barragem e outros pontos de interesse estão descritos na sequência.

Figura 13 – Localização da PCH São Luis e dos municípios de Honório Serpa e Clevelândia.



➤ **Acesso a partir da prefeitura de Clevelândia**

Para acessar a área das estruturas civis da PCH São Luis e barragem pela margem esquerda do Rio Chopim, partindo da prefeitura da cidade de Clevelândia deve-se seguir na Av. Nossa Sra. da Luz até a rotatória, virando à direita na BR-280, seguindo por aproximadamente 3,80 km até virar à direita na PR-562. Seguir pela PR-562 por 15,80 km (aproximadamente 800 m antes de chegar na ponte que interliga os municípios de Honório Serpa e Clevelândia) e acessar estradas vicinais que levam até a PCH São Luis.

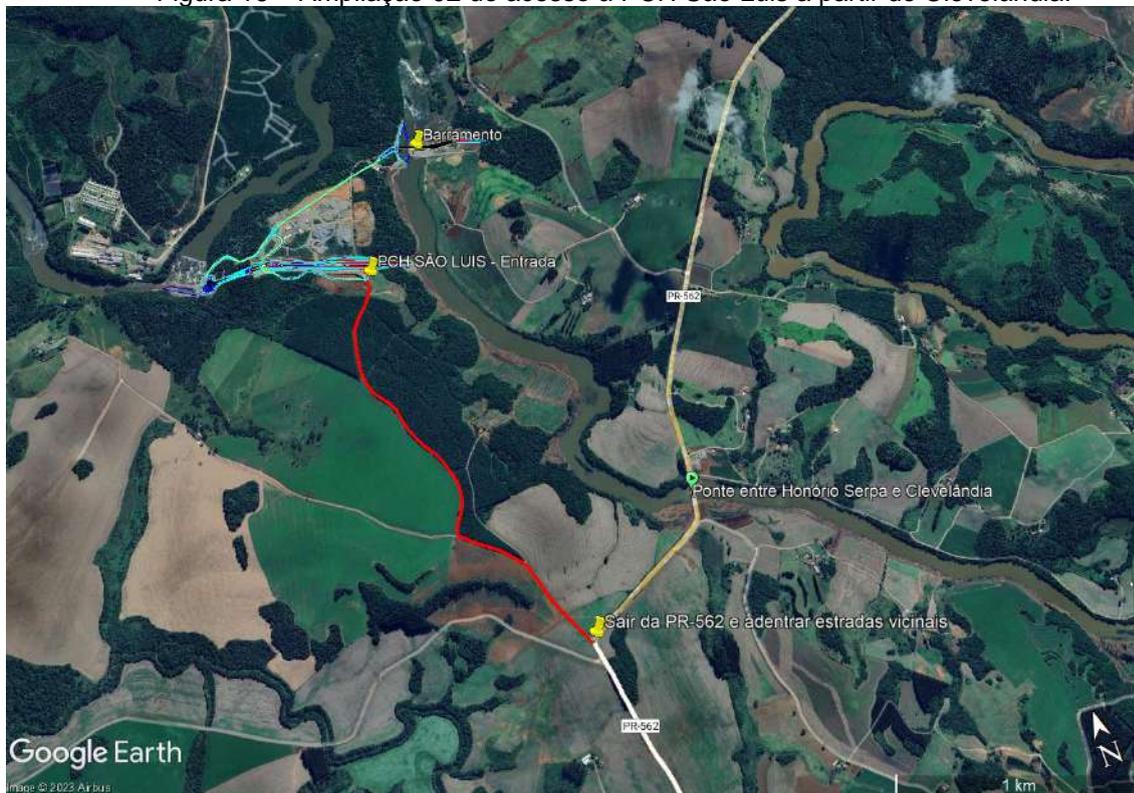
Figura 14 – Acesso à PCH São Luis a partir da prefeitura de Clevelândia.



Figura 15 – Ampliação 01 do acesso à PCH São Luis a partir de Clevelândia.

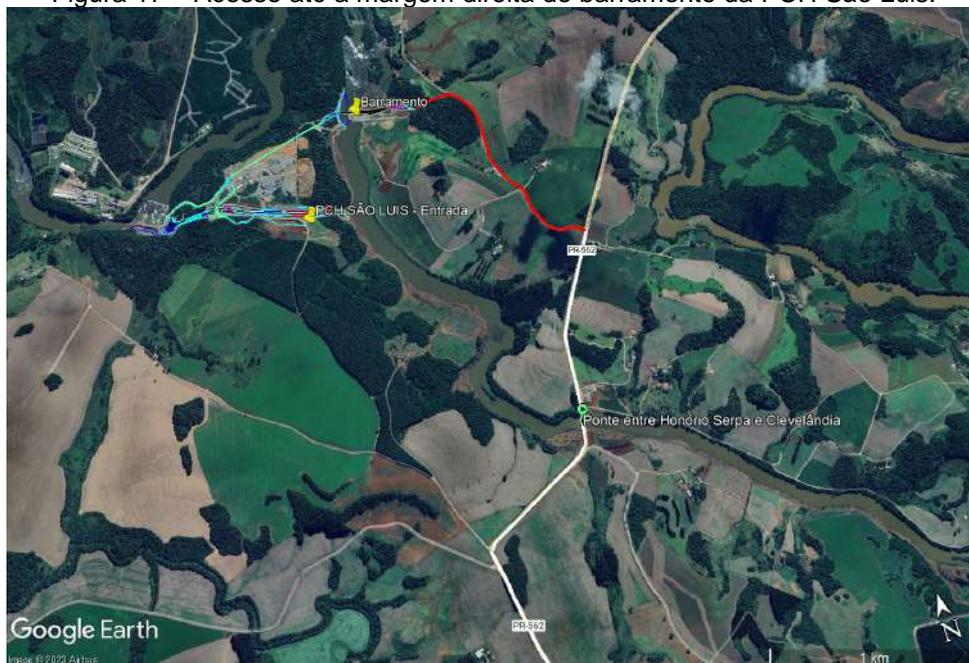


Figura 16 – Ampliação 02 do acesso à PCH São Luis a partir de Clevelândia.



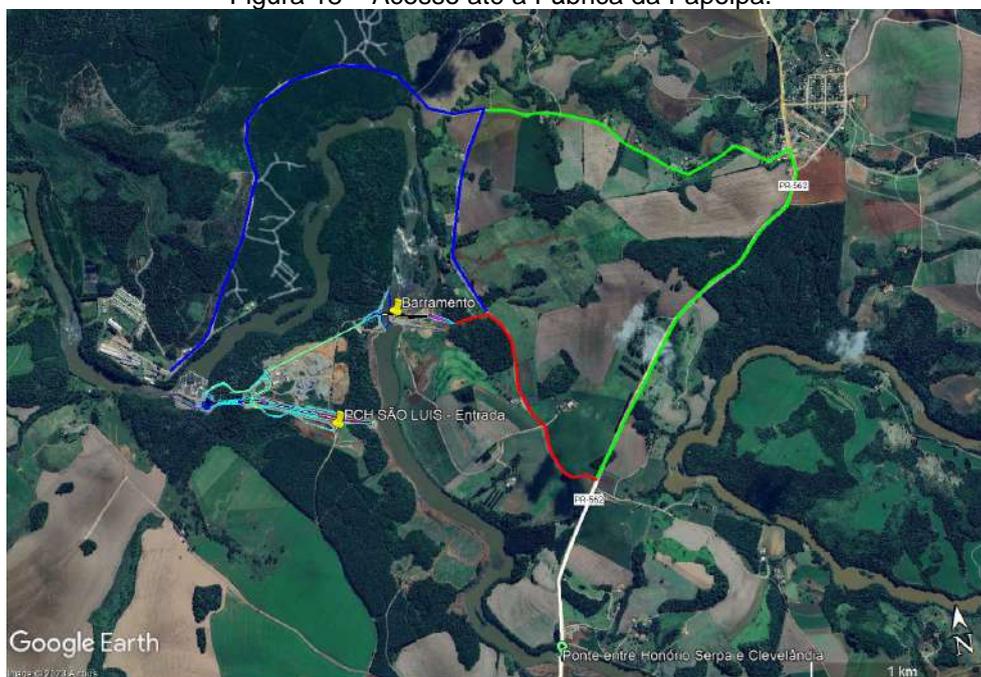
Para acessar a barragem pela margem direita, deve-se atravessar a ponte que interliga os municípios de Clevelândia e Honório Serpa, seguir por mais 1,43 km, e posteriormente acessar estradas vicinais que levarão até a barragem.

Figura 17 – Acesso até a margem direita do barramento da PCH São Luis.



A partir desta mesma região, é possível seguir por estradas que levam até a fábrica da Fapolpa, indústria localizada na área de Altossalvamento do presente estudo.

Figura 18 – Acesso até a Fábrica da Fapolpa.



➤ **Acesso a partir da prefeitura de Honório Serpa**

Para acessar a área das estruturas civis da PCH São Luis e barragem pela margem direita do Rio Chopim a partir da Prefeitura de Honório Serpa, deve-se pegar a saída pela PR-562, seguindo por aproximadamente 17,90 km até local aproximadamente 900 metros antes de chegar à ponte que cruza o Rio Chopim, onde deve-se acessar estradas vicinais que chegam até a barragem.

Figura 19 – Acesso à PCH São Luis a partir da prefeitura de Honório Serpa.

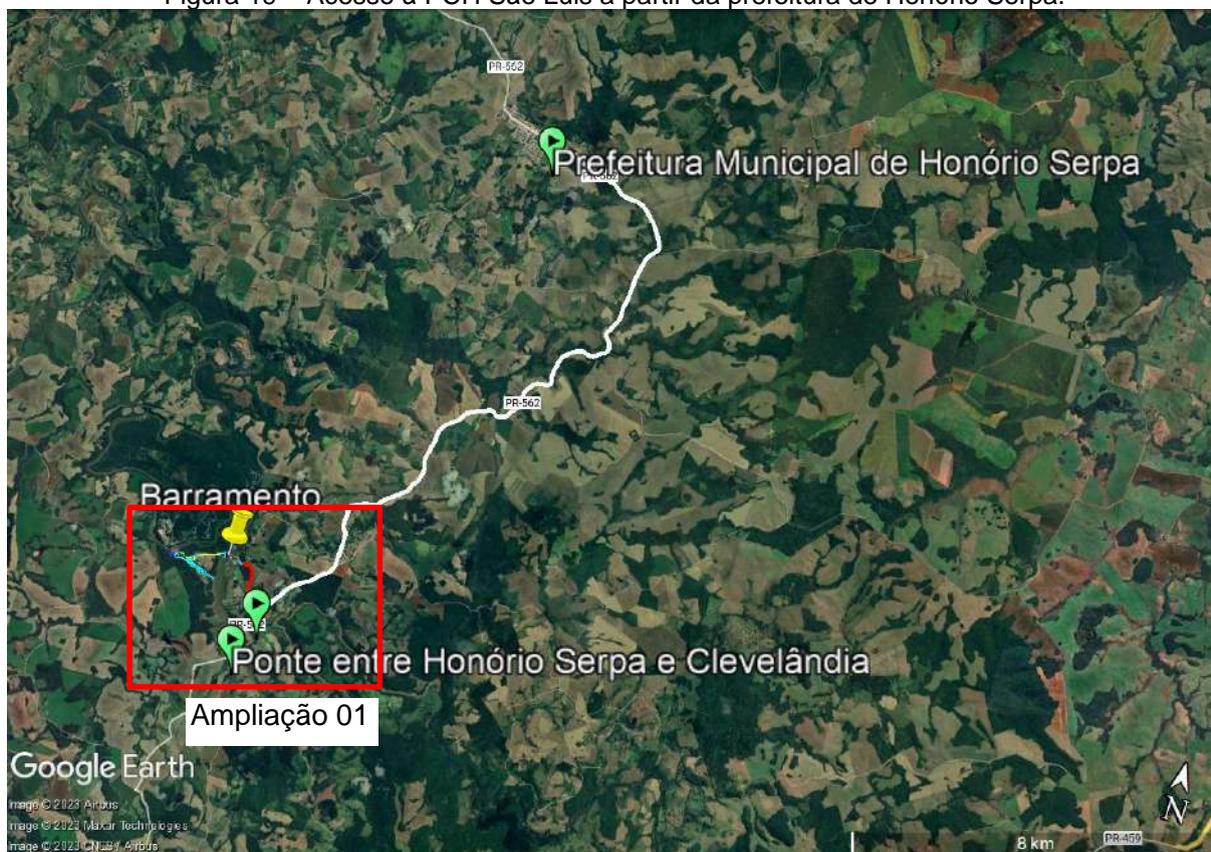
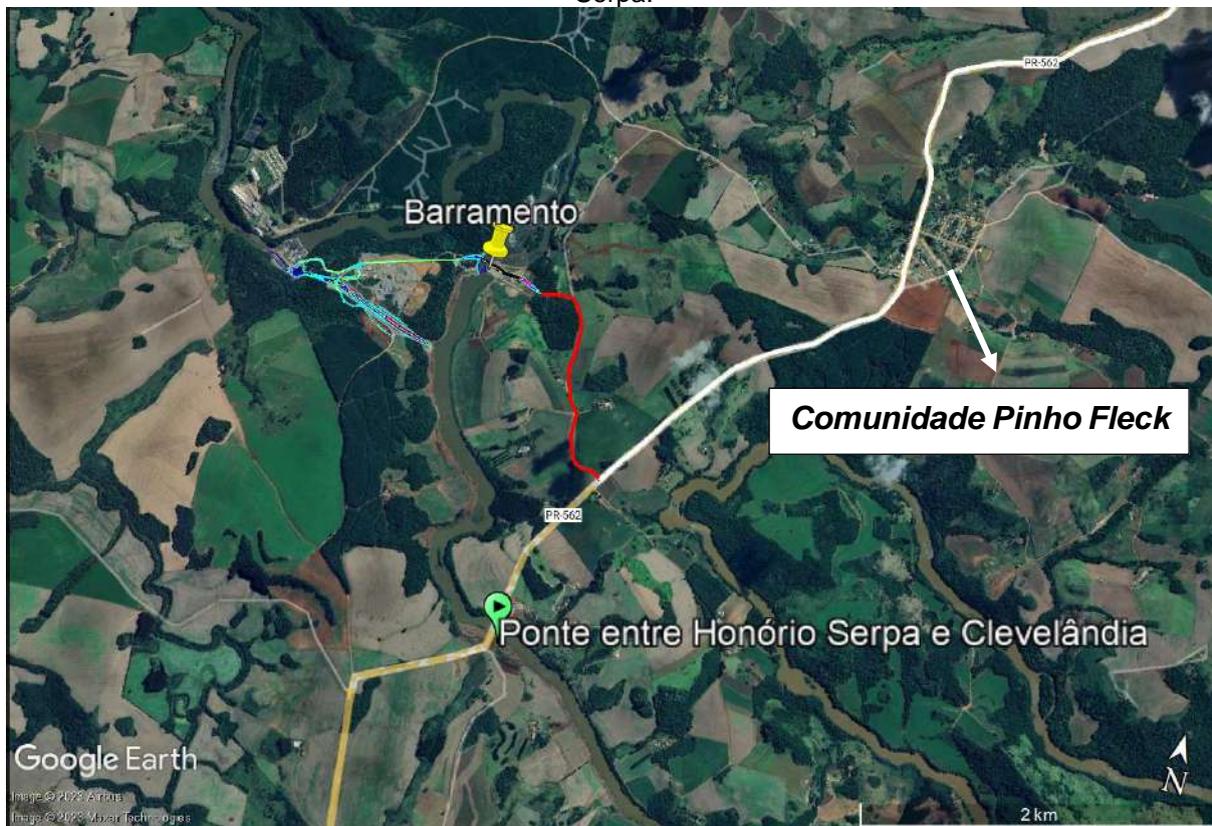
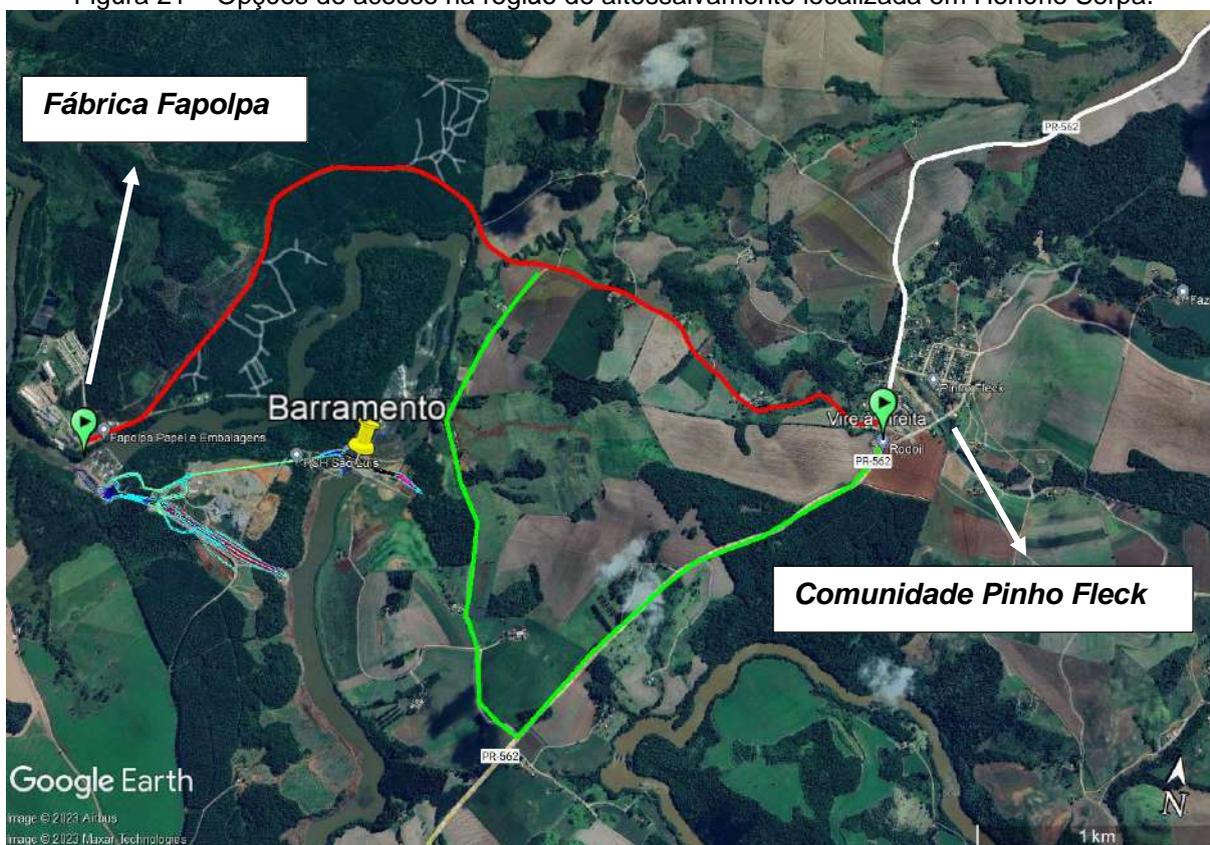


Figura 20 – Ampliação 01 do acesso à barragem da PCH São Luis a partir da prefeitura de Honório Serpa.



Para acessar as principais áreas da zona de Altossalvamento localizadas no município de Honório Serpa, pode-se seguir pela rota indicada na figura a seguir que leva até a fábrica da Fapolpa a partir da comunidade Pinho Fleck, ou seguindo pela estrada que leva até a região da barragem, conforme figuras a seguir.

Figura 21 – Opções de acesso na região de altossalvamento localizada em Honório Serpa.



1.5 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Para fazer face a situações de emergência, devem existir recursos materiais fixos e mobilizáveis, com destaque para os meios de comunicação, de fornecimento de energia, de transporte e outros.

Esses recursos são necessários para um atendimento imediato e provisório, para fazer frente as condições de emergência que estejam se iniciando, para que se possa ganhar tempo, até a chegada de equipe, equipamento e materiais, que realmente possam ter uma ação mais completa sobre o evento.

O aproveitamento deve possuir capacidade de restabelecer o funcionamento normal da usina, caso ocorra parada de geração de energia.

No caso de parada de geração de energia pela unidade geradora, a PCH São Luís possui iluminação de emergência na região da casa de força.

Além disso, haverá linha de energia externa como segunda fonte de energia na usina hidrelétrica.

A comporta de fundo da barragem poderá ser acionada manualmente, caso necessário.

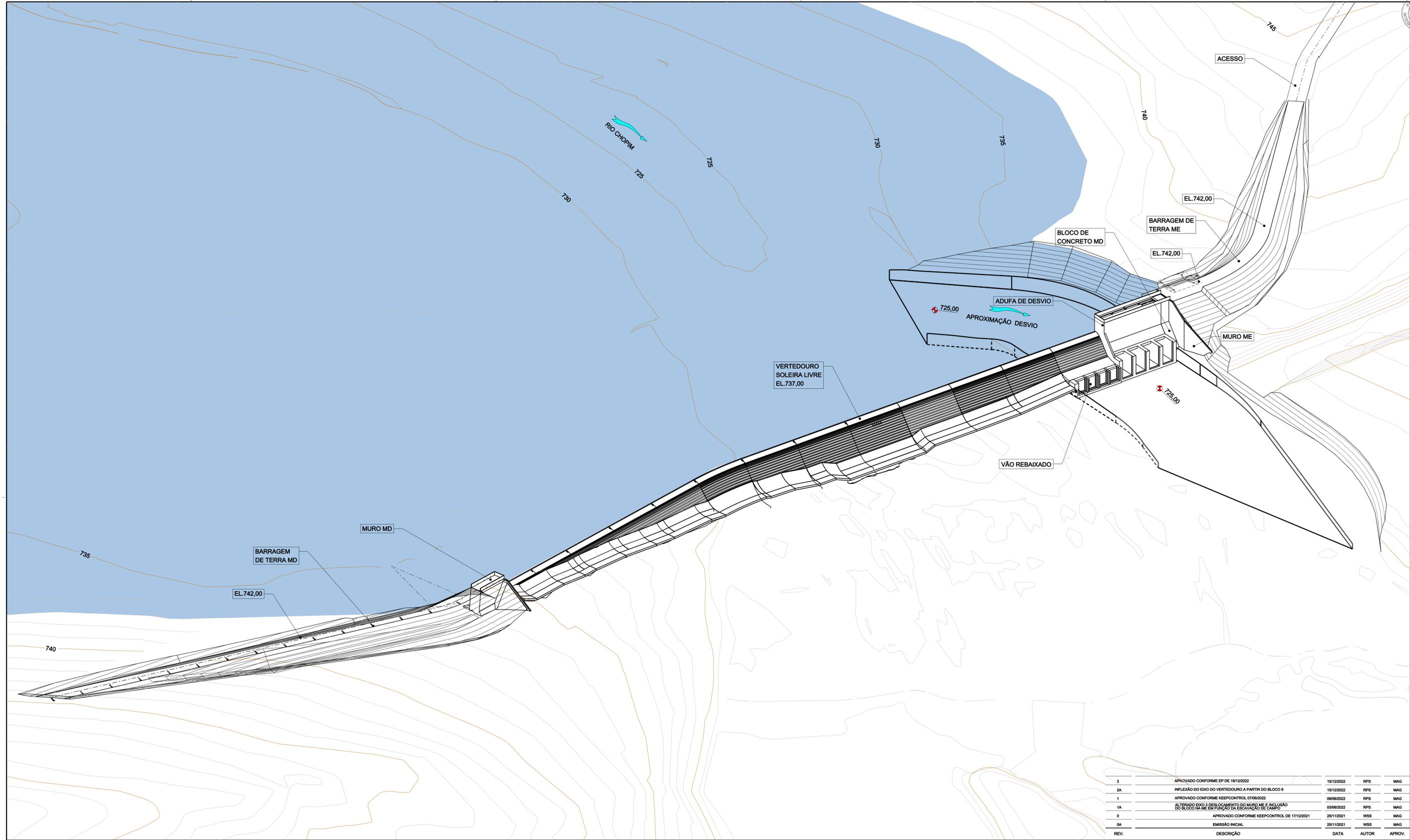
Em situações de emergência, a existência de matérias mobilizais, influência de forma positiva na qualidade de resposta de usina.

Dentre estes recursos, ressalta-se a importância dos seguintes itens no caso da PCH São Luis:

- a) Meios de transporte terrestres, utilizados, em especial, para operação de alertas nas Zonas de Autossalvamento (ZAS);
- b) Equipamentos de segurança, móveis, material de iluminação, bem como meios de comunicação portáteis e suplementares; e
- c) Equipamentos diversos, como guas, caminhões e retroescavadeiras.

APÊNDICES

APÊNDICE I.1



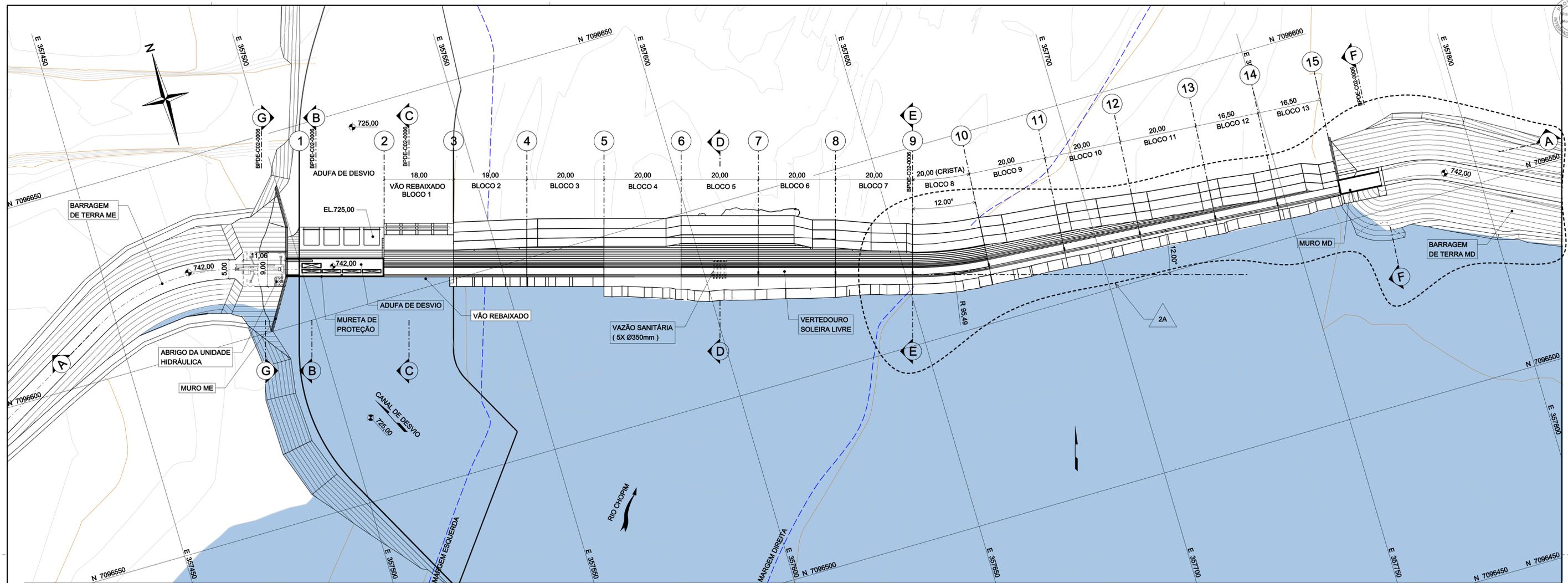
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	AUTOR	APROV.
2	APROVADO CONFORME EP DE 16/12/2022	15/12/2022	RPS	MAG
2A	INFLEXÃO DO EIXO DO VERTEDOURO A PARTIR DO BLOCO 8	15/12/2022	RPS	MAG
1	APROVADO CONFORME KEEPCONTROL 07/06/2022	09/06/2022	RPS	MAG
1A	ALTERADO EIXO E DESLOCAMENTO DO MURO ME E INCLUSAÇÃO DO BLOCO NA ME EM FUNÇÃO DA ESCAVAÇÃO DE CAMPO	03/06/2022	RPS	MAG
0	APROVADO CONFORME KEEPCONTROL DE 17/12/2021	25/12/2021	WSS	MAG
0A	EMIÇÃO INICIAL	25/12/2021	WSS	MAG

NOTAS

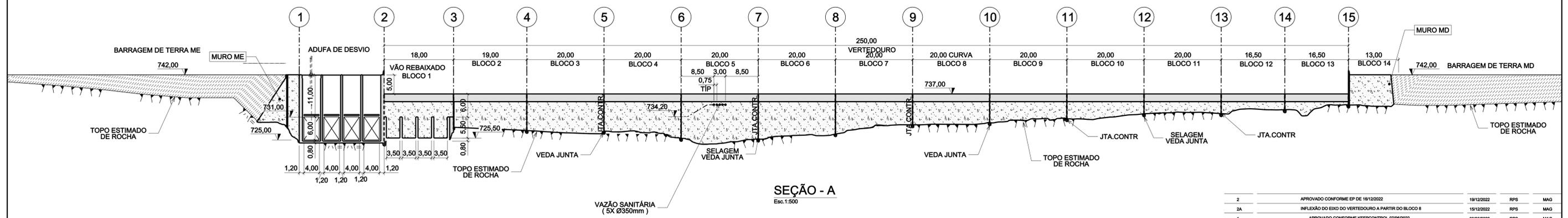
1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO



ÁREA		PROJETO	
CIVIL		PCH SÃO LUÍS PROJETO - EXECUTIVO	
RESPONSÁVEL TÉCNICO		Nº GEOENERGY	Nº CLIENTE
		TIT-GEO-E-BPDE-C02-0007	
PROJETO		TÍTULO	
MAG	BAG	ARRANJO GERAL	
DESENHO	DATA	ESTRUTURAS DO BARRAMENTO	
RPS	ABR/2021	PERSPECTIVA	
ESCALA	FORMATO	PRANCHA	
INDICADA	A1	3/3	
		REVISÃO	
		2	



PLANTA BARRAGEM
Esc. 1:500

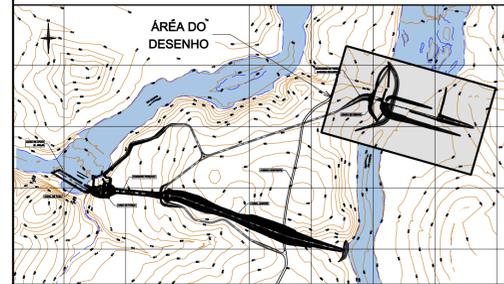


SEÇÃO - A
Esc. 1:500

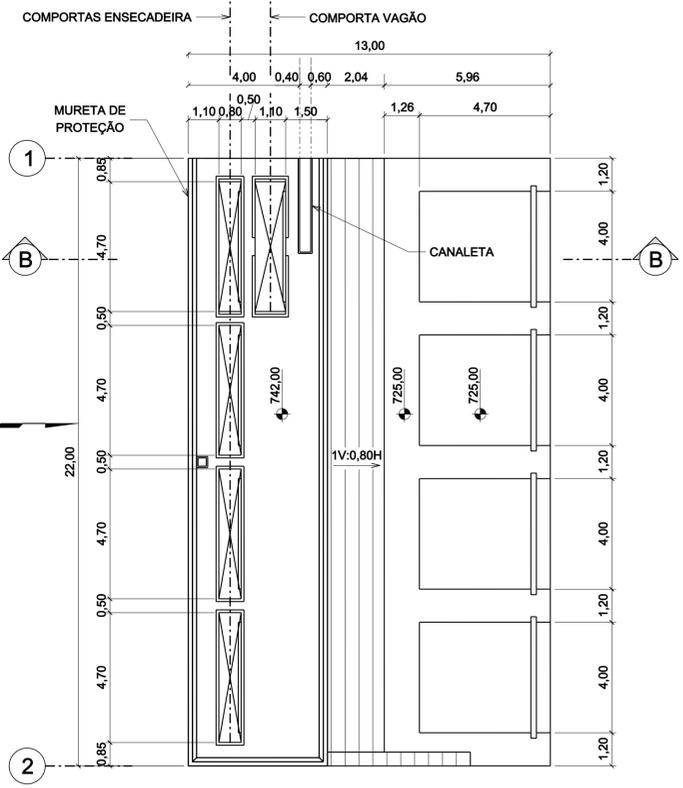
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	AUTOR	APROV.
2	APROVADO CONFORME EP DE 16/12/2022	16/12/2022	RPS	MAG
2A	INFLEXÃO DO EIXO DO VERTEDEIRO A PARTIR DO BLOCO 8	15/12/2022	RPS	MAG
1	APROVADO CONFORME KEEPCONTROL 07/06/2022	09/06/2022	RPS	MAG
1A	ALTERADO EIXO 3 DESLOCAMENTO DO MURO ME E INCLUIÇÃO DO BLOCO NA ME EM FUNÇÃO DA ESCAVAÇÃO DE CAMPO	03/06/2022	RPS	MAG
0	APROVADO CONFORME KEEPCONTROL DE 07/12/2021	17/12/2021	WSS	MAG
0A	EMIÇÃO INICIAL	25/11/2021	WSS	MAG

NOTAS

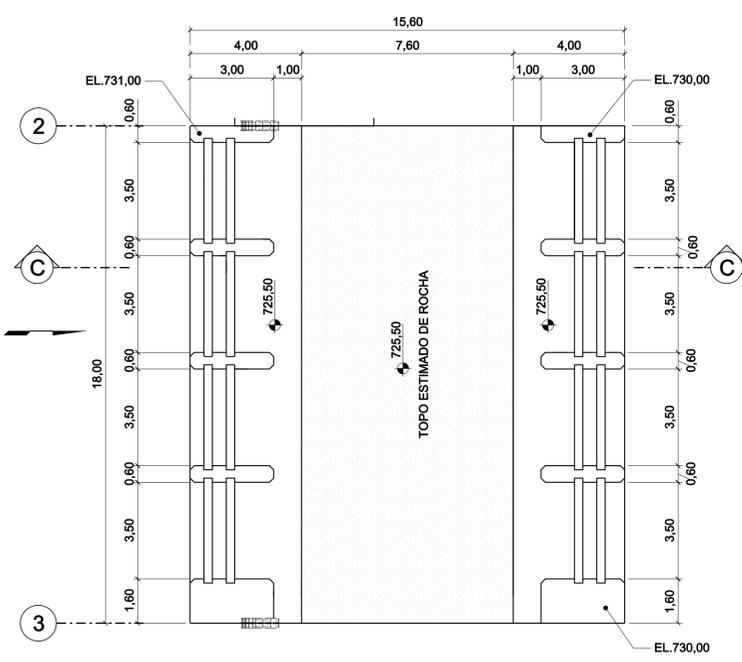
1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO



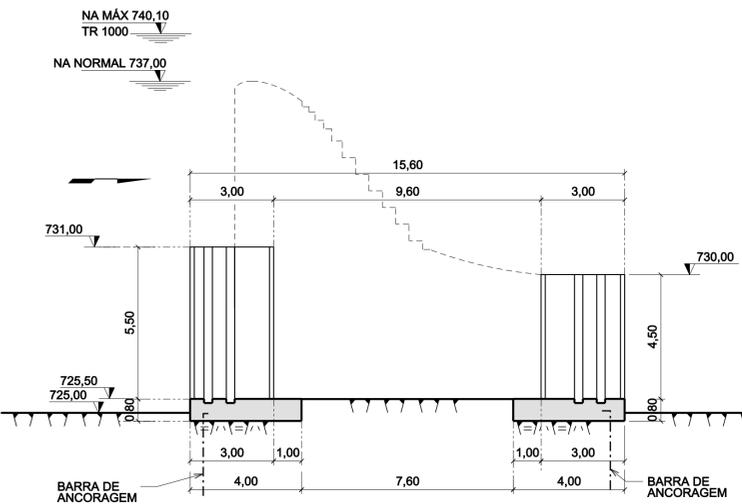
ÁREA	CIVIL	PROJETO	PROJETO - EXECUTIVO
RESPONSÁVEL TÉCNICO		Nº GEOENERGY	TIT-GEO-E-BPDE-C02-0005
		Nº CLIENTE	
PROJETO	MAG	VERIF.	BAG
DESENHO	RPS	DATA	ABR/2021
ESCALA	INDICADA	FORMATO	A1
TÍTULO			PRANCHA
ARRANJO GERAL			1/3
ESTRUTURAS DO BARRAMENTO			REVISÃO
IMPLANTAÇÃO			2



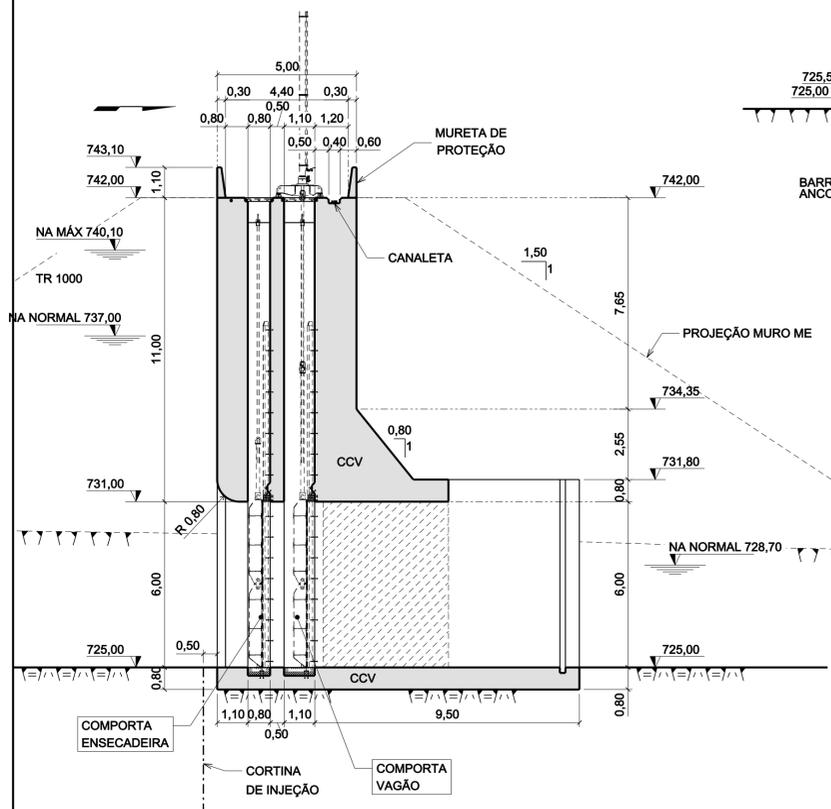
PLANTA ADUFA DE DESVIO
Esc: 1:125



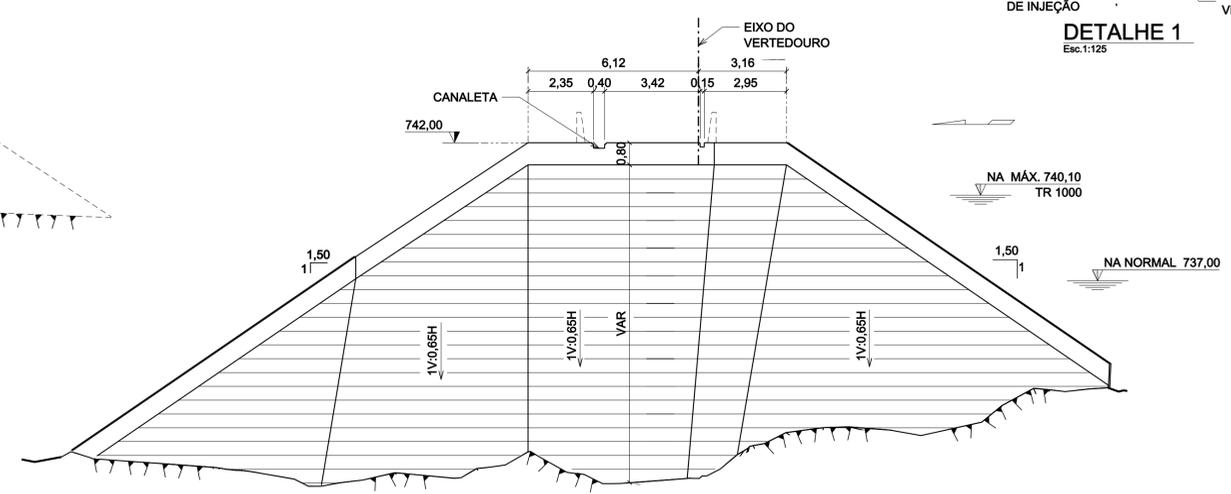
PLANTA VÃO REBAIXADO
Esc: 1:125



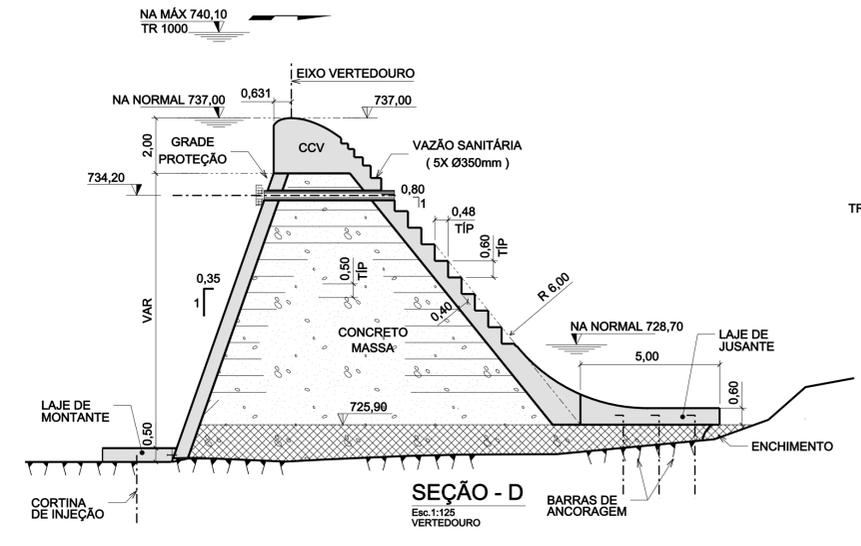
SEÇÃO - C
Esc: 1:125 VÃO REBAIXADO



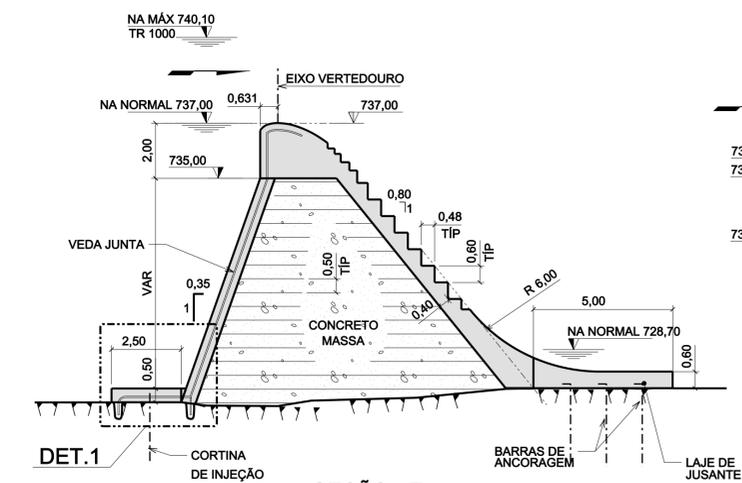
SEÇÃO - B
Esc: 1:125 ADUFA DE DESVIO



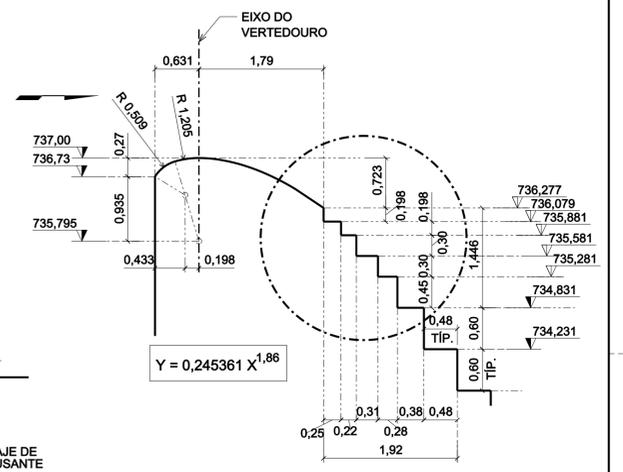
SEÇÃO - G
Esc: 1:125 MURO ME



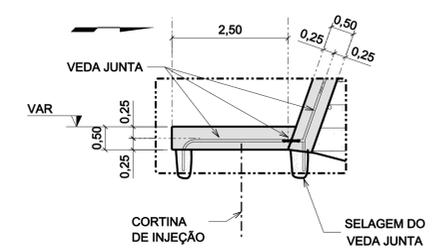
SEÇÃO - D
Esc: 1:125 VERTEDOURO



SEÇÃO - E
Esc: 1:125 VERTEDOURO



DETALHE GEOMETRIA DA OGIVA
Esc: 1:50



DETALHE 1
Esc: 1:125

NOTAS				
1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO				
2	APROVADO CONFORME EP DE 18/12/2022	18/12/2022	RPS	MAG
2A	INFLÊXÃO DO EIXO DO VERTEDOURO A PARTIR DO BLOCO 8	18/12/2022	RPS	MAG
1	APROVADO CONFORME KEEPCONTROL 07/08/2022	09/08/2022	RPS	MAG
1A	ALTERADO EIXO 3 DESLOCAMENTO DO MURO ME E INCLUSAÇÃO DO BLOCO NA ME EM FUNÇÃO DA ESCAVADO DE CAMPO	03/06/2022	RPS	MAG
0	APROVADO CONFORME KEEPCONTROL DE 07/12/2021	17/12/2021	WSS	MAG
0A	EMIÇÃO INICIAL	25/11/2021	WSS	MAG
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	AUTOR	APROV.
 				
ÁREA	CIVIL			
PROJETO	PCH SÃO LUÍS PROJETO - EXECUTIVO			
RESPONSÁVEL TÉCNICO	Nº GEOENERGY TIT-GEO-E-BPDE-C02-0006	Nº CLIENTE		
PROJETO	MAG	VERIF.	BAG	TÍTULO ARRANJO GERAL ESTRUTURAS DO BARRAMENTO IMPLANTAÇÃO
DESENHO	RPS	DATA	ABR/2021	
ESCALA	INDICADA	FORMATO	A1	
				PRANCHA 2/3
				REVISÃO 2

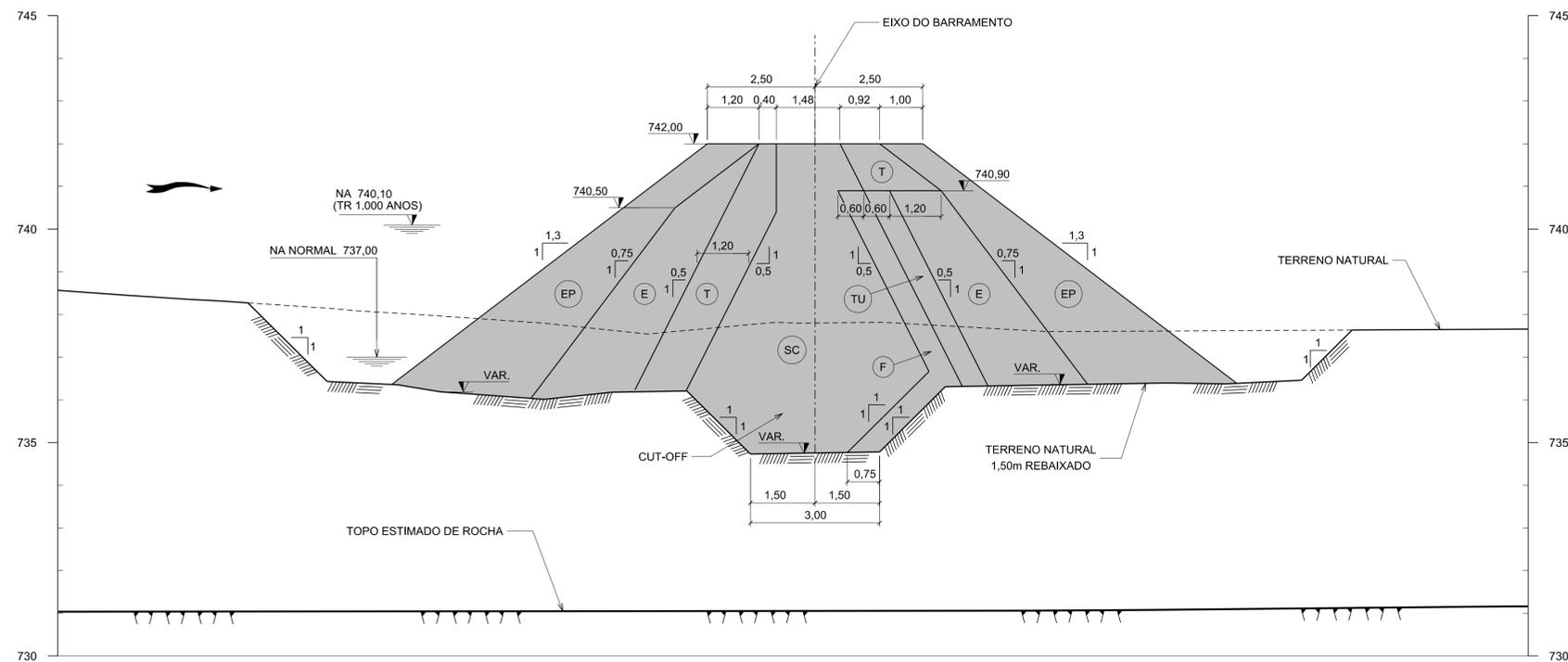


TABELA DE MATERIAIS			
TIPO	MATERIAL	CLASSIFICAÇÃO	MÉTODO DE LANÇAMENTO E COMPACTAÇÃO
(E)	ENROCAMENTO	ENROCAMENTO DE ROCHA SÁ - Ø < 600mm	COMPACTADO EM CAMADAS DE 0,60m DE ESPESSURA COM TRÁFEGO DE ROLO COMPACTADOR LISO COM 6 PASSADAS (MÍN.).
(EP)	ENROCAMENTO DE PROTEÇÃO	ENROCAMENTO DE ROCHA SÁ - ENTRE 400 a 800mm	COMPACTADO EM CAMADAS DE 0,80m DE ESPESSURA COM TRÁFEGO DE ROLO COMPACTADOR LISO COM 6 PASSADAS (MÍN.) E NA SUPERFÍCIE DO TALUDE BLOCOS ARRUMADOS E EMBRICADOS.
(T)	TRANSIÇÃO	TRANSIÇÃO NÃO PROCESSADA	COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO LISO EM CAMADAS DE 0,30 m OU COM EQUIPAMENTO MANUAL EM CAMADAS DE 0,15m.
(TU)	TRANSIÇÃO PROCESSADA	BRITA 0	COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO LISO EM CAMADAS DE 0,30 m OU COM EQUIPAMENTO MANUAL EM CAMADAS DE 0,15m.
(SC)	SOLO COMPACTADO ARGILOSO/SILTOSO	SOLO RESIDUAL /SAPROLÍTICO	COMPACTADO EM CAMADAS ENTRE 0,15m A 0,20m DE ESPESSURA COM TRÁFEGO DE ROLOS PÉ DE CARNEIRO OU TAMPING, COM GRAU DE COMPACTAÇÃO ENTRE 98% A 100% DO PROCTOR NORMAL.
(F)	FILTRO	AREIA NATURAL OU ARTIFICIAL	COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO LISO EM CAMADAS DE 0,30 m OU COM EQUIPAMENTO MANUAL EM CAMADAS DE 0,15m.

LEGENDA

REFERÊNCIAS

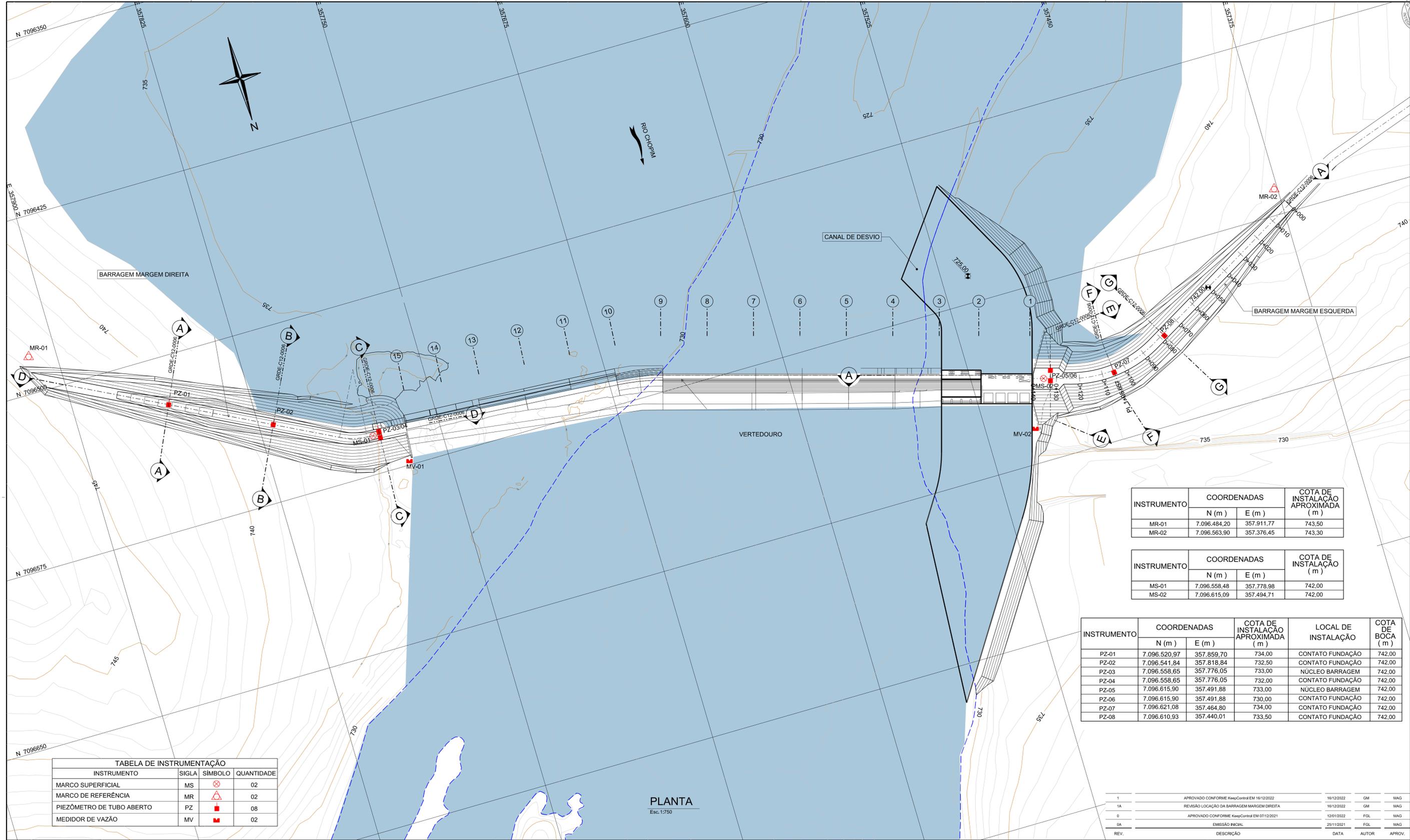
- TIT-GEO-E-BPDE-C05-1015 - BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO - MARGEM ESQUERDA - PLANTA;
- TIT-GEO-E-BPDE-C05-1020 - BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO - MARGEM DIREITA - PLANTA.

NOTAS

1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO

0		EMISSÃO INICIAL		20/09/2022		FMS		MAG	
REV.		DESCRIÇÃO		DATA		AUTOR		APROV.	
ÁREA		PROJETO							
CIVIL		PCH SÃO LUÍS PROJETO EXECUTIVO							
RESPONSÁVEL TÉCNICO		Nº GEOENERGY TIT-GEO-E-BPIC-C05-1016				Nº CLIENTE			
PROJETO		MAG		VERIF.		BAG		PRANCHA	
DESENHO		FMS		DATA		SET/2022		1/1	
ESCALA		INDICADA		FORMATO		A1		REVISÃO	
								0	

APÊNDICE I.2



INSTRUMENTO	COORDENADAS		COTA DE INSTALAÇÃO APROXIMADA (m)
	N (m)	E (m)	
MR-01	7.096.484,20	357.911,77	743,50
MR-02	7.096.563,90	357.376,45	743,30

INSTRUMENTO	COORDENADAS		COTA DE INSTALAÇÃO (m)
	N (m)	E (m)	
MS-01	7.096.558,48	357.778,98	742,00
MS-02	7.096.615,09	357.494,71	742,00

INSTRUMENTO	COORDENADAS		COTA DE INSTALAÇÃO APROXIMADA (m)	LOCAL DE INSTALAÇÃO	COTA DE BOCA (m)
	N (m)	E (m)			
PZ-01	7.096.520,97	357.859,70	734,00	CONTATO FUNDAÇÃO	742,00
PZ-02	7.096.541,84	357.818,84	732,50	CONTATO FUNDAÇÃO	742,00
PZ-03	7.096.558,65	357.776,05	733,00	NÚCLEO BARRAGEM	742,00
PZ-04	7.096.558,65	357.776,05	732,00	CONTATO FUNDAÇÃO	742,00
PZ-05	7.096.615,90	357.491,88	733,00	NÚCLEO BARRAGEM	742,00
PZ-06	7.096.615,90	357.491,88	730,00	CONTATO FUNDAÇÃO	742,00
PZ-07	7.096.621,08	357.464,80	734,00	CONTATO FUNDAÇÃO	742,00
PZ-08	7.096.610,93	357.440,01	733,50	CONTATO FUNDAÇÃO	742,00

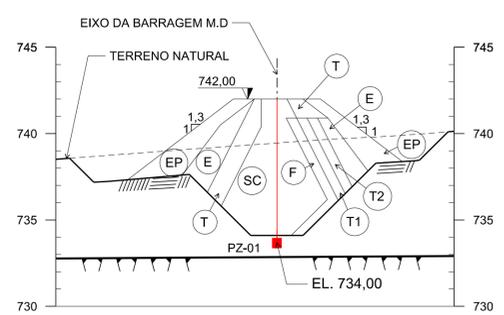
INSTRUMENTO	SIGLA	SÍMBOLO	QUANTIDADE
MARCO SUPERFICIAL	MS		02
MARCO DE REFERÊNCIA	MR		02
PIEZÔMETRO DE TUBO ABERTO	PZ		08
MEDIDOR DE VAZÃO	MV		02

PLANTA
Esc. 1:750

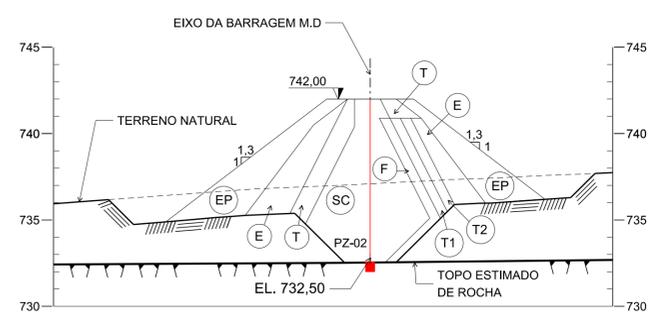
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	AUTOR	APROV.
1	APROVADO CONFORME KeepControl EM 16/12/2022	16/12/2022	GM	MAG
1A	REVISÃO LOCAÇÃO DA BARRAGEM MARGEM DIREITA	16/12/2022	GM	MAG
0	APROVADO CONFORME KeepControl EM 07/12/2021	12/01/2022	FGL	MAG
0A	EMISSÃO INICIAL	25/11/2021	FGL	MAG

LEGENDA	REFERÊNCIAS	NOTAS
	<p>TIT-GEO-E-GRDE-C12-0006 - USINA GERAL - INSTRUMENTAÇÃO - BARRAMENTO - SEÇÕES</p> <p>TIT-GEO-E-GRDE-C12-0007 - USINA GERAL - INSTRUMENTAÇÃO - BARRAMENTO E DIQUE DA TOMADA D'ÁGUA - DETALHES</p> <p>TIT-GEO-E-GRDE-C12-0008 - USINA GERAL - INSTRUMENTAÇÃO - BARRAMENTO E DIQUE DA TOMADA D'ÁGUA - DETALHES</p> <p>TIT-GEO-E-GRDE-C12-0009 - USINA GERAL - BARRAMENTO - MEDIDOR TRIANGULAR DE VAZÃO - DETALHES</p> <p>TIT-GEO-E-GRDE-C12-0010 - USINA GERAL - BARRAMENTO - MEDIDOR TRIANGULAR DE VAZÃO - DETALHES</p>	<p>1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO EXCETO ONDE INDICADO</p>

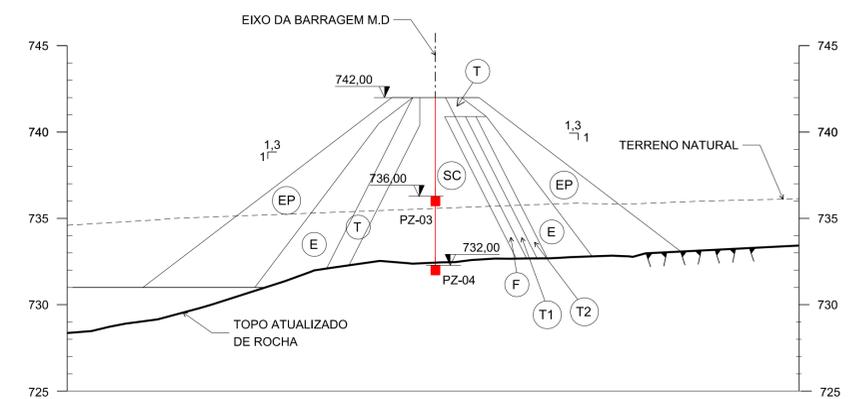
ÁREA	CIVIL	PROJETO	PCH SÃO LUÍS PROJETO EXECUTIVO
RESPONSÁVEL TÉCNICO		Nº GEOENERGY	TIT-GEO-E-GRDE-C12-0005
		Nº CLIENTE	
PROJETO	MAG	VERIF.	BAG
DESENHO	FGL	DATA	NOV/2021
ESCALA	INDICADA	FORMATO	A1
TÍTULO			PRANCHA
USINA GERAL INSTRUMENTAÇÃO BARRAMENTO PLANTA			1/6
			REVISÃO
			1



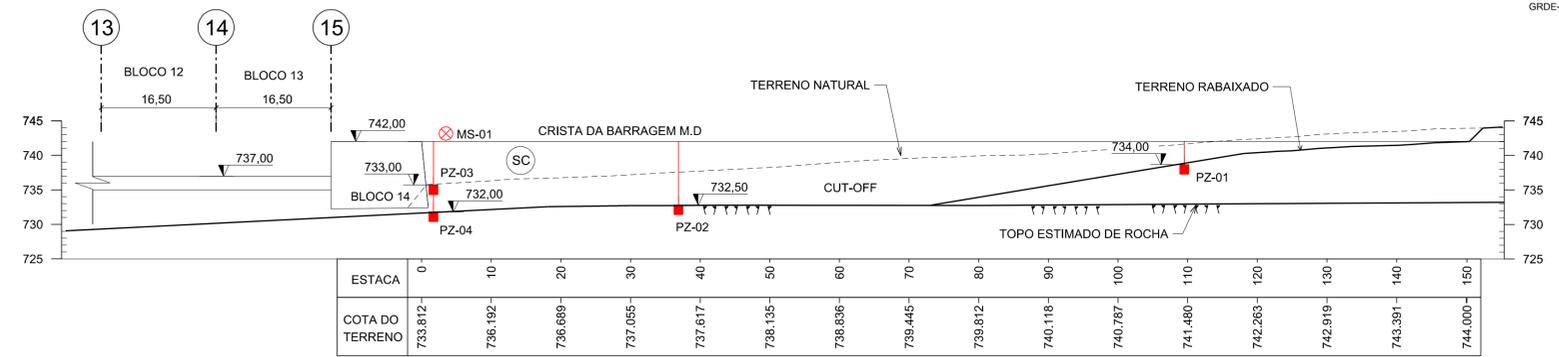
SEÇÃO - A
Esc.1:200
GRDE-C12-0005



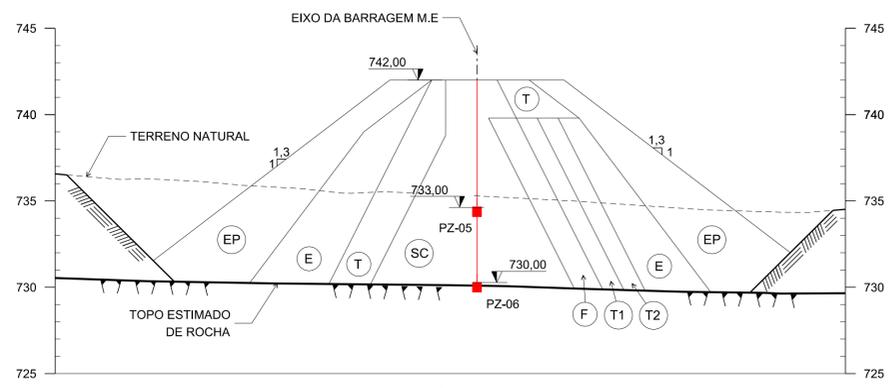
SEÇÃO - B
Esc.1:200
GRDE-C12-0005



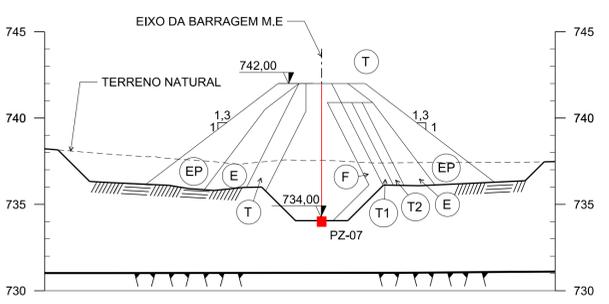
SEÇÃO - C
Esc.1:200
GRDE-C12-0005



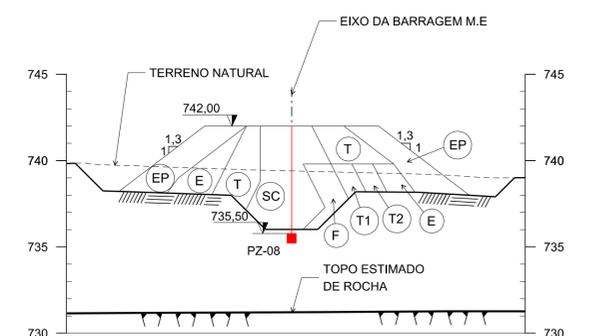
SEÇÃO - D
Esc.1:500
GRDE-C12-0005



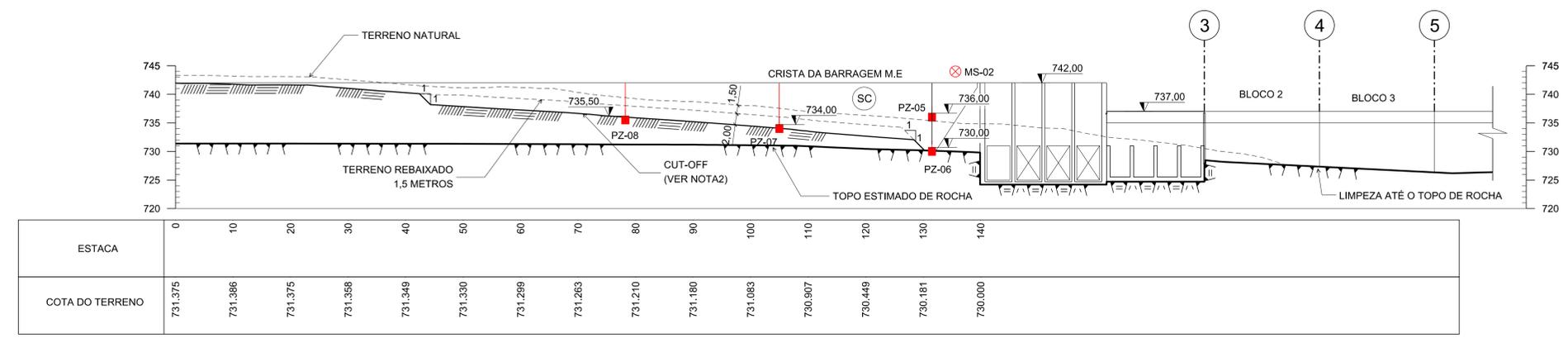
SEÇÃO - E
Esc.1:200
GRDE-C12-0005



SEÇÃO - F
Esc.1:200
GRDE-C12-0005



SEÇÃO - G
Esc.1:200
GRDE-C12-0005



SEÇÃO - H
Esc.1:500
GRDE-C12-0005

LEGENDA

REFERÊNCIAS

TIT-GEO-E-GRDE-C12-0005 - USINA GERAL - INSTRUMENTAÇÃO - BARRAMENTO - PLANTA
 TIT-GEO-E-GRDE-C12-0007 - USINA GERAL - INSTRUMENTAÇÃO - BARRAMENTO E DIQUE DA TOMADA D'ÁGUA - DETALHES
 TIT-GEO-E-GRDE-C12-0008 - USINA GERAL - INSTRUMENTAÇÃO - BARRAMENTO E DIQUE DA TOMADA D'ÁGUA - DETALHES

NOTAS

1 - DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	AUTOR	APROV.
1	APROVADO CONFORME KeepControl EM 16/12/2022	16/12/2022	GM	MAG
1A	REVISADO LOCAÇÃO DA BARRAGEM MARGEM DIREITA	16/12/2022	GM	MAG
0	APROVADO CONFORME KeepControl EM 07/12/2021	12/01/2022	FGL	MAG
0A	EMISSÃO INICIAL	25/11/2021	FGL	MAG

ÁREA CIVIL	RESPONSÁVEL TÉCNICO TIT-GEO-E-GRDE-C12-0006	Nº GEOENERGY TIT-GEO-E-GRDE-C12-0006	Nº CLIENTE
PROJETO MAG	VERIF. BAG	DATA NOV/2021	REVISÃO 1
ESCALA INDICADA	FORMATO A1	TÍTULO USINA GERAL INSTRUMENTAÇÃO BARRAMENTO SEÇÕES	REVISÃO 1

SEÇÃO II

TÍTULO DO CAPÍTULO:

DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA

DESCRIÇÃO:

PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL

OBJETO:

PCH SÃO LUÍS – RIO CHOPIM



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA REVISÃO	ELABORAÇÃO
R0	AGOSTO/2023	PRIMEIRA APRESENTAÇÃO	ENEBRAS
N ° DO DOCUMENTO		REVISÃO:	
TIT-ENP-E-BPRL-B02-0001-00		REVISÃO 00	

SUMÁRIO

2	DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA 4	
2.1	CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES	4
2.1.1	Situação normal – verde	5
2.1.2	Situação de Atenção (Amarelo).....	6
2.1.3	Situação de Alerta (Laranja)	6
2.1.4	Situação de Emergência (Vermelho).....	7
2.1.5	Detecção e avaliação.....	7
2.2	AÇÕES ESPERADAS	10

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos níveis de resposta da PCH São Luis.....	5
Tabela 2 – Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala.	8
Tabela 3 – Ações de resposta para o nível verde (Normal).....	10
Tabela 4 – Ações de resposta para o nível amarelo (Atenção)	11
Tabela 5 – Ações de resposta para o nível laranja (Alerta)	12
Tabela 6 – Ações de resposta para o nível vermelho (Emergência)	14

2 DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA

O presente capítulo tem por objetivo permitir que os responsáveis pelo PAE façam a detecção, avaliação, classificação e definição das ações a serem tomadas para cada situações identificadas na PCH São Luis.

O processo de identificação de riscos deve levar em conta os agentes externos, internos (estruturais da barragem / fundações e ombreiras), intrínsecos (projeto/construção), efeitos de envelhecimento, operacionais e induzidos. A seguir apresentam-se alguns exemplos que se enquadram em cada situação:

- Externos: galgamentos, erosão superficial, perda de proteção superficial do talude, instabilidade de encostas, sismos e cheias;
- Internos (estruturais da barragem): instabilidade de massa, escorregamento, percolações elevadas, erosão interna, deformações e recalques, subpressões elevadas, buracos de animais e efeitos de crescimento de vegetação;
- Internos (fundações e ombreiras): escorregamento, erosão interna, deformações e recalques, interface barragem/fundação, poropressões elevadas, perda de integridade de cutoff, cavidades;
- Efeitos de envelhecimento: deterioração de materiais e componentes, desagregação de solos e rochas e efeitos térmicos;
- Operacional: Monitoramento e manutenção inadequados;
- Induzidos: aviões e outros impactos, vandalismo e terrorismo.

Para tanto, primeiramente é necessário identificar os possíveis cenários de falha associados à barragem e/ou estruturas associadas do aproveitamento hidrelétrico em questão.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

A classificação do nível de resposta será feita em quatro níveis descritos na Tabela 1, elaborada conforme a sugestão apresentada no Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, em seu volume IV (Guia de Orientação e Formulário de Plano de Ação de Emergência – PAE).

Tabela 1 – Classificação dos níveis de resposta da PCH São Luis.

CLASSIFICAÇÃO NÍVEL DE RESPOSTA	DESCRIÇÃO
Normal (verde)	Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem, mas devam ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;
Atenção (amarelo)	Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas;
Alerta (laranja):	Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
Emergência (vermelho)	Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem.

Conforme (ANA, 2016), a classificação do nível de resposta é feita com base na observação ou inspeção aos diferentes componentes da obra (que permitem a detecção de “sinais” - indicadores qualitativos - de eventuais anomalias de comportamento) e/ou através da análise dos resultados da exploração da instrumentação (baseando-se na definição de bandas de variação para grandezas observadas consideradas representativas do estado da obra - indicadores quantitativos).

A seguir apresenta-se o detalhamento de cada uma das situações mencionadas.

2.1.1 Situação normal – verde

O nível Verde do processo de planejamento de emergência é iniciado quando é detectada uma anomalia ou evento para a barragem que não põe em risco a segurança estrutural da barragem nem dos seus órgãos extravasores. No nível de resposta Verde, as principais ações a desencadear pelo Coordenador do PAE são:

- Monitorar a situação, registrando todas as ações adotadas na resolução do problema;
- Implementar medidas preventivas e corretivas;

2.1.2 Situação de Atenção (Amarelo)

O nível Amarelo do processo de planejamento de emergência corresponde a situações que impõem um estado de atenção na barragem. As principais ações a desencadear pelo Coordenador do PAE são:

- Notificar os recursos humanos na barragem
- Monitorar a situação mantendo-se atualizado sobre a evolução da situação, em caso de cheias, das condições meteorológicas e hidrológicas;
- Verificar a operacionalidade dos meios e registrar todas as ocorrências e procedimentos;
- Implementar as medidas preventivas e corretivas, incluindo trabalhos de reabilitação (reparação e reforço), no sentido de tentar minimizar as consequências do incidente ou de corrigir deteriorações na barragem;
- Notificar o Empreendedor, a Entidade Fiscalizadora, barragens nas proximidades e a fábrica da Fapolpa, conforme fluxograma de notificação constante na Seção III.
- Notificar a equipe de engenharia, quando necessário.

2.1.3 Situação de Alerta (Laranja)

O nível Laranja do processo de planejamento de emergência corresponde a situações que impõem um estado de alerta geral na barragem.

No nível de resposta Laranja, o Coordenador do PAE deve monitorar a situação (registrando todas as ocorrências e procedimentos), implementar medidas de mitigação e notificar recursos humanos internos e entidades externas intervenientes na gestão da emergência. Neste nível deve-se notificar a Defesa Civil para que fique em estado de prontidão. Além disso, poderá, a critério de cada situação, ser acionado o sinal de alerta à população na zona de autossalvamento para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação.

- Notificar os recursos humanos na barragem;
- Notificar a equipe de engenharia e/ou consultores externos, quando necessário;

- Monitorar a situação mantendo-se atualizado sobre a evolução da situação, em caso de cheias, das condições meteorológicas e hidrológicas;
- Verificar a operacionalidade dos meios e registrar todas as ocorrências e procedimentos;
- Implementar as medidas preventivas e corretivas, incluindo trabalhos de reabilitação (reparação e reforço), no sentido de tentar minimizar as consequências do incidente ou de corrigir deteriorações na barragem;
- Notificar o Empreendedor, a Entidade Fiscalizadora, barragens nas proximidades e a fábrica da Fapolpa, conforme fluxograma de notificação constante na Seção III.
- Notificar a defesa civil dos municípios para que fiquem em estado de prontidão.

2.1.4 Situação de Emergência (Vermelho)

Neste nível a ruptura já é visível ou constituiu uma realidade a curto prazo. A principal ação do Coordenador do PAE é, neste nível, o acionamento do **sistema de alerta à população na ZAS com vista à sua evacuação**.

Deverão também ser desencadeadas as ações previstas no nível anterior, ou seja, monitorizar a situação, implementar medidas de mitigação, notificar entidades e registrar todas as ocorrências e procedimentos.

2.1.5 Detecção e avaliação

A tabela a seguir traz algumas ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas, bem como os cenários possíveis e níveis de resposta em que estes se enquadram.

Tabela 2 – Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala.

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Cheias	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento excessivo do nível de água no reservatório; - Galgamento; - Rompimento da barragem 	<ul style="list-style-type: none"> - Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e escoamento afluente; - A situação de emergência (vermelha) deve ser estabelecida quanto o nível do reservatório atingir o N.A. Máximo Maximorum, ou seja, 740,10 m; - Quando o nível do reservatório atingir a elevação 739,10 m deve ser acionada equipe de engenharia para realizar a avaliação quanto à criticidade da situação. O coordenador do PAE deve buscar informações meteorológicas para que seja avaliada a situação.
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> - Ruptura da barragem - Perda de borda livre - Deslizamento nos taludes da barragem - Deslizamento de encostas 	<ul style="list-style-type: none"> - Deve ser avaliado conforme cada caso, devendo, se necessário buscar apoio junto à equipe de engenharia; obs: no caso da PCH São Luis não há grandes taludes ou encostas, logo as situações de deslizamento de taludes e encostas devem resultar e situações verde ou amarelo; - O dimensionamento da barragem considerou a ocorrência de sismo, logo sismos dentro de padrões ocorridos na região também devem ocasionar apenas situações verde ou amarela; - Deve ser realizada inspeção logo após a ocorrência em todas as estruturas, priorizando a barragem, para melhor avaliação da situação.
Ruptura de barragem a montante	- Sem galgamento da estrutura em análise	<ul style="list-style-type: none"> - Verde/Amarelo - Deve ser realizada inspeção de segurança logo após o ocorrido para verificar a situação geral
	- Galgamento da estrutura em análise	<ul style="list-style-type: none"> - Laranja/Vermelho - obs: esta situação está prevista por precaução, porém não há nenhuma barragem a montante construída atualmente com potencial para ocasionar o galgamento da barragem da PCH São Luis devido ao seu rompimento.

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Falha dos sistemas de notificação e alerta	- Impossibilidade de notificação	- Verde/Amarelo (fora da época de cheias)
	- Impossibilidade de alerta	- Amarelo/Laranja (na época de cheias)
Falha da instrumentação	- Falta de dados de observação - Dificuldade em avaliar a situação da barragem	- Verde /Amarelo
Anomalias relacionadas com o comportamento estrutural	- Fendilhação, infiltrações no corpo da barragem e fundação e movimentos diferenciais - Fenômenos de deterioração no concreto - Instabilidade estrutural, risco de ruptura - Conjunto de grandezas que se traduzem em efeitos (variação de deslocamentos horizontais e verticais, movimentos de juntas, vazões e subpressões)	- Verde/amarelo/laranja - A avaliar conforme cada situação e seus riscos
Ação criminosa: Sabotagem, ameaça de bomba, ato de guerra	- Instabilização de taludes	- Laranja
	- Perigo de instabilidade ou ruptura	- Vermelho
Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	- Afetação da qualidade da água - Poluição do ar ou do solo	- Situação deverá ser avaliada por equipe socioambiental. - Classifica-se como situação verde por não comprometer a segurança da barragem, porém devem ser tomadas ações imediatas conforme instrução da equipe socioambiental e/ou órgãos ambientais
Fatores de risco na casa de força, sala de emergência e pontos nevrálgicos; Acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo	- Danos pessoais	- Verde /Amarelo
	- Danos materiais - Eventual impossibilidade de notificação e de alerta	- Verde (pode afetar a funcionalidade) - Amarelo (pode afetar a segurança)

2.2 AÇÕES ESPERADAS

Na tabela a seguir apresentam-se as ações de resposta necessárias para cada nível de resposta.

Tabela 3 – Ações de resposta para o nível verde (Normal)

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência. Declara manutenção do nível de resposta Verde	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de manterem a normal operação, mas “intensificarem o monitoramento ou a observação” Notifica Empreendedor e quando necessário a equipe de engenharia. Quando justificável, promove contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas: • INMET, INPE e CEMADEN para informação meteorológica.	Após identificar nível de resposta	Notificação interna
Intensifica o monitoramento das afluições ou a observação da barragem; Registra todas as observações Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: no caso de deslizamento de encostas eventualmente promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Se as medidas implementadas resultam no encerramento da situação, declara o encerramento da emergência	Após aplicação das medidas	Encerramento da emergência
Se as medidas implementadas resultam no encerramento da situação, declara o encerramento da emergência	Após aplicação das medidas	Encerramento da emergência
Se a situação evolui para o nível de resposta Amarelo	Após reclassificação	Reclassificação do nível de resposta

Tabela 4 – Ações de resposta para o nível amarelo (Atenção)

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência. Declara manutenção do nível de resposta Verde	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de manterem a normal operação, mas “intensificarem o monitoramento ou a observação” Notifica Empreendedor e quando necessário a equipe de engenharia. Quando justificável, promove contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas: • INMET, INPE e CEMADEN para informação meteorológica.	Após identificar nível de resposta	Notificação interna
Intensifica o monitoramento das aflúncias ou a observação da barragem; Registra todas as observações Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: no caso de deslizamento de encostas eventualmente promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Se as medidas implementadas resultam no encerramento da situação, declara o encerramento da emergência	Após aplicação das medidas	Encerramento da emergência
Se a situação evolui para o nível de resposta Laranja	Após reclassificação	Reclassificação do nível de resposta e novas ações

Tabela 5 – Ações de resposta para o nível laranja (Alerta)

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente. Declara nível de resposta Laranja	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente; Notifica Empreendedor Promove contato com entidades externas - Defesa Civil Em caso de cheias ou sismos, busca informações junto à órgãos como INMET, INPE e CEMADEN	Após identificar nível de resposta	Notificação interna dos recursos e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento não necessário para a gestão da emergência (nomeadamente, o que trabalha na central) Condiciona o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das aflúências ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: - Avalia possibilidade de promover o esvaziamento do reservatório por meio da abertura da comporta de fundo - Promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do acidente e propõe medidas (condicionar a exploração ou esvaziar o reservatório, intervenções de reforço da barragem)	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência

Ação	Quando	Tipo de ação
<p>Notificação entre entidades (conforme fluxograma de notificação da Seção III):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante - Em âmbito municipal, acionamento da Defesa Civil que acionam diversos órgãos da administração pública municipal <p>Mantém o contato durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação para a Comunicação Social e para o Público Alerta;</p> <p>Decide sobre o acionamento do sinal de aviso para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação da população na ZAS</p>	Durante a situação de alerta	Alerta e Aviso
Se as medidas implementadas resultam no encerramento da situação, declara o encerramento da emergência ou reclassificação para nível de emergência amarelo ou verde	Após aplicação das medidas	Encerramento da emergência ou reclassificação para nível amarelo ou verde
Se a situação evolui para o nível de resposta Vermelho	Após reclassificação	Reclassificação do nível de resposta e novas ações

Tabela 6 – Ações de resposta para o nível vermelho (Emergência)

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente. Declara nível de resposta Vermelho	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente: 24h/dia Notifica Empreendedor Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas e entidade fiscalizadora Aciona a defesa civil	Após identificar nível de resposta	Notificação interna dos recursos e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento, a não ser o estritamente fundamental para a gestão da emergência Veda o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das aflúncias ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, dos grupos de emergência, dos sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos (os estritamente fundamentais), bem como os recursos materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas possíveis Se possível reduz o armazenamento ou esvazia o reservatório	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Empreendedor aciona o sinal de alerta para evacuação da população na ZAS Defesa civil coordena avisos na ZSS e atua em todas as áreas conforme plano de contingência	Durante a situação de alerta	Alerta e Aviso
Avalia resultados, Elabora relatório e emite encerramento da emergência ou reclassificação para nível mais brando	Após aplicação das medidas	Encerramento da emergência ou reclassificação

SEÇÃO III

TÍTULO DO CAPÍTULO:

PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

DESCRIÇÃO:

PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL

OBJETO:

PCH SÃO LUÍS – RIO CHOPIM



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA REVISÃO	ELABORAÇÃO
R0	AGOSTO/2023	PRIMEIRA APRESENTAÇÃO	ENEBRAS

N ° DO DOCUMENTO

TIT-ENP-E-BPRL-B02-0001-00

REVISÃO:

REVISÃO 00

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de Gestão de Segurança de barragens.....	6
Figura 2 - Fluxograma de comunicação interna	8
Figura 3 - Fluxograma de notificação	14

SUMÁRIO

3	PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO.....	4
3.1	OBJETIVO.....	7
3.2	SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PCH SÃO LUÍS.....	7
3.3	NOTIFICAÇÃO.....	9
3.4	SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO.....	10
3.4.1	Operacionalidade dos meios técnicos do sistema de alerta.....	13
3.5	FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO.....	13
3.5.1	Situação NORMAL – Nível verde.....	14
3.5.2	Situação ATENÇÃO – Nível Amarelo.....	14
3.5.3	Situação ALERTA e EMERGÊNCIA – Nível Laranja e Vermelho.....	15
3.6	SISTEMA DE ADVERTÊNCIA E SINALIZAÇÃO.....	16

3 PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO

Os procedimentos de notificação e sistemas de alerta antecipado são mecanismos importantes para informar e alertar as pessoas sobre situações de emergência, riscos iminentes ou eventos críticos. Esses sistemas têm como objetivo fornecer informações rápidas e precisas para que as pessoas possam tomar medidas apropriadas e se protegerem de danos.

Existem diferentes tipos de procedimentos de notificação e sistemas de alerta antecipado, que variam de acordo com o tipo de emergência ou risco envolvido. Alguns dos procedimentos e sistemas mais comuns incluem:

1. Alertas de emergência por meio de sistemas de notificação: Esses sistemas utilizam diferentes canais de comunicação, como mensagens de texto, chamadas telefônicas, e-mails, aplicativos de smartphone e redes sociais para alertar as pessoas sobre uma situação de emergência. Esses alertas podem ser emitidos por autoridades governamentais, como defesa civil, polícia ou bombeiros.

2. Sistemas de sirenes: As sirenes são dispositivos sonoros instalados em áreas específicas, como comunidades costeiras, indústrias químicas ou áreas propensas a desastres naturais. Elas emitem sinais sonoros distintos para alertar as pessoas sobre um perigo iminente e indicar a necessidade de evacuação ou ação imediata.

3. Alertas meteorológicos: Esses alertas são emitidos por agências meteorológicas para informar as pessoas sobre condições climáticas severas, como tempestades, furacões, tornados, enchentes ou incêndios florestais. Esses alertas podem ser transmitidos por rádio, televisão, sites especializados, aplicativos de smartphone e serviços de mensagens de texto.

4. Sistemas de monitoramento e alerta antecipado: Esses sistemas são utilizados para monitorar eventos e condições específicas, como terremotos, tsunamis, atividades vulcânicas, poluição do ar ou ameaças cibernéticas. Com base nos dados coletados, esses sistemas emitem alertas antecipados para as autoridades e o público em geral, permitindo que medidas preventivas sejam tomadas.

É importante que as pessoas estejam cientes dos procedimentos de notificação e sistemas de alerta antecipado em sua região e sigam as instruções fornecidas pelas autoridades competentes. Além disso, é essencial manter-se atualizado sobre os

canais de comunicação utilizados para receber os alertas e estar preparado para agir rapidamente em caso de emergência.

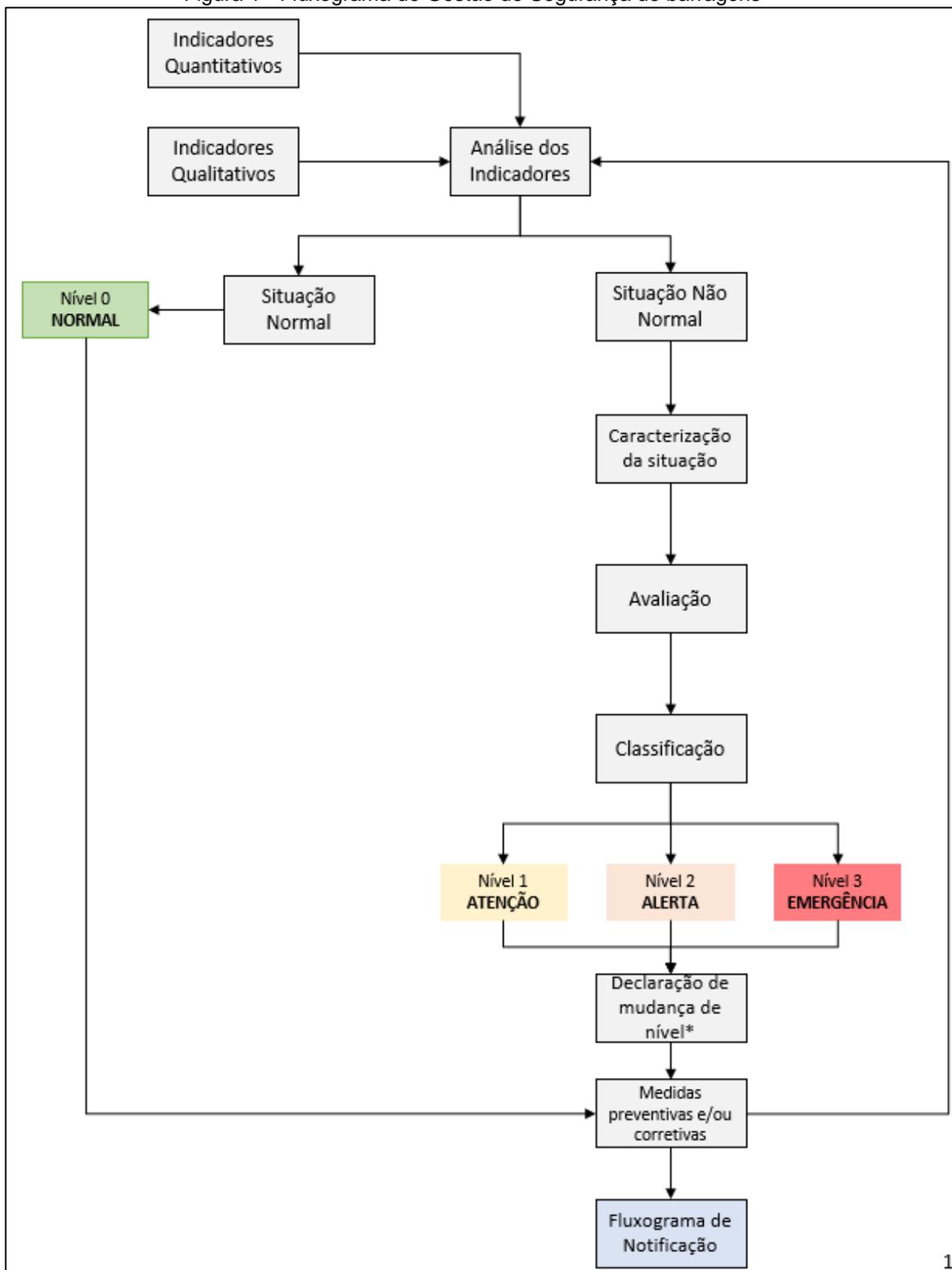
Neste contexto, são apresentados os procedimentos de notificação e alerta antecipado, com o objetivo de preparar a equipe da PCH São Luis e as autoridades públicas, para eventuais situações de emergência sobre a integridade estrutural da barragem.

Sendo assim, o PAE tem início a partir da detecção de potenciais situações de dano associado de grau elevado, que podem acometer o aproveitamento estudado. Sendo assim, é necessário acompanhamento e monitoramento executados de forma periódica, que incluem inspeções de segurança da barragem, assim como as demais estruturas.

A partir disso, se identificado uma situação de não normalidade, essa deve ser caracterizada e classificada quanto ao seu risco iminente à integridade da estrutura da barragem.

A Figura 1, demonstra os processos na Gestão de Segurança da barragem.

Figura 1 - Fluxograma de Gestão de Segurança de barragens



Fonte: (Enebras Energia, 2023).

*somente quando houver alteração no nível de emergência

3.1 OBJETIVO

Como citado anteriormente, o sistema de notificação e alerta antecipado abrange a especificação dos indivíduos e entidades a serem notificados, bem como a definição dos meios de comunicação, cuja instalação e manutenção devem garantir ações confiáveis e eficazes. Assim, neste ponto o PAE:

- Define os órgãos que serão notificados, assim como quem é o responsável pelas notificações;
- Identifica os nomes dos intervenientes e das organizações responsáveis no processo bem como os respectivos números de telefone e recursos alternativos de comunicação;
- Define os meios de comunicação entre o coordenador do PAE e as entidades a serem notificadas.

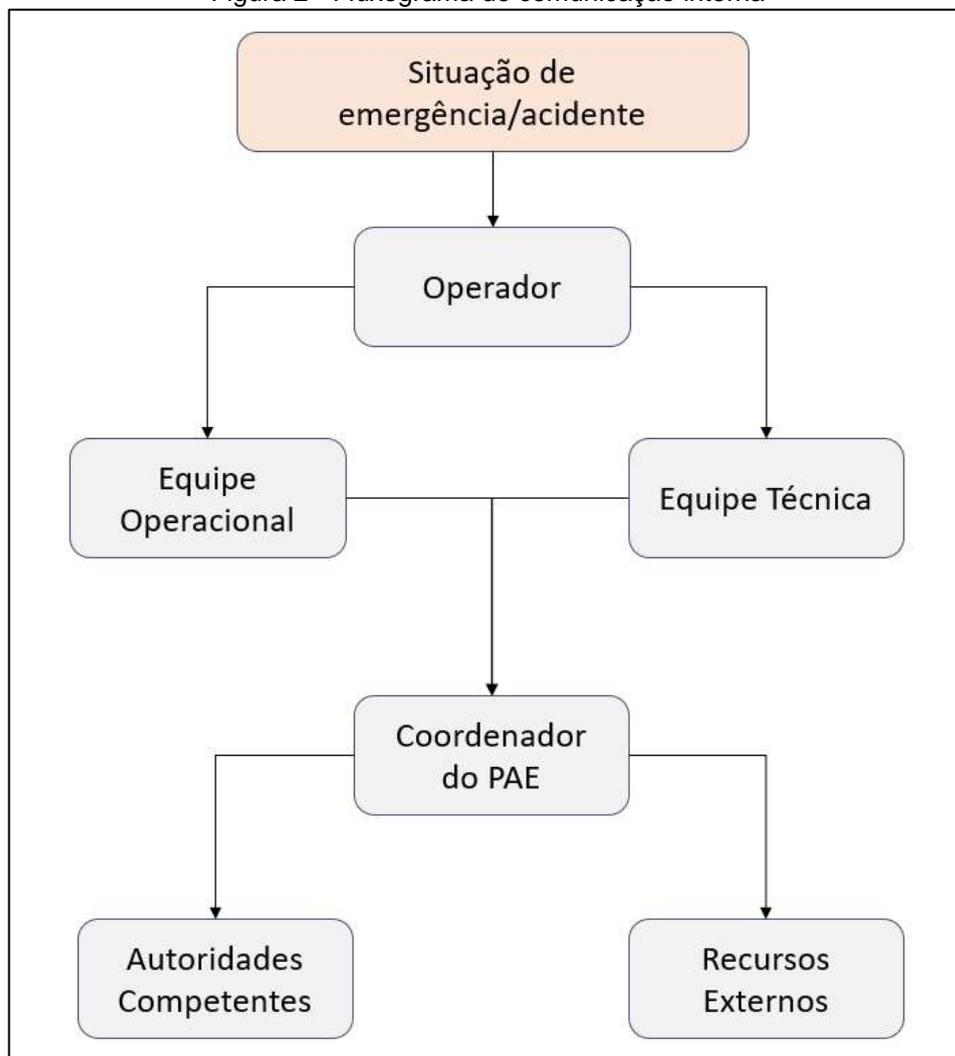
3.2 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PCH SÃO LUÍS

O sistema de comunicação da PCH São Luis inicia-se pelo operador da usina. Ao identificar os indícios de comportamento anômalo na barragem, este deverá informar imediatamente a Equipe Operacional, que em colaboração com a equipe técnica, analisará e estudará as possíveis causas e maneiras de solucionar a anomalia.

Caso a exista a persistência e/ou agravamento da situação, o coordenador técnico deverá ser acionado. Caso a situação demonstrar necessária intervenção do coordenador do PAE, o mesmo deverá ser acionado. Este deverá acionar as Autoridades competentes, bem como solicitar Recursos Externos para conter a situação identificada.

De forma resumida, a Figura 2 demonstra o fluxograma de comunicação interna presente na PCH São Luís.

Figura 2 - Fluxograma de comunicação interna



Fonte: (Enebras Energia, 2023).

Salienta-se que a identificação de uma situação de emergência pode ser realizada por qualquer funcionário ou terceiro que presencie e/ou tenha conhecimento da mesma, comunicando na sequência, o Operador.

3.3 NOTIFICAÇÃO

A notificação inicial deve ocorrer de forma interna, sendo estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação, segurança da barragem e os responsáveis pelo gerenciamento administrativo da empresa.

Em casos da progressão rápida da gravidade da situação, a notificação deverá se dar com a transmissão de alerta antecipado às entidades externas com responsabilidades instituídas.

As entidades a serem notificados pelo coordenador do PAE devem ser, obrigatoriamente;

- Empreendedor (Tito Produtora);
- Entidade fiscalizadora (ANEEL);
- Sistema de Defesa Civil.

Este último deve ser acionado de forma hierárquica, iniciando pela esfera mais próxima à emergência, otimizando a resposta ao chamado. Sendo assim, parte-se do âmbito municipal, segue pela responsabilidade regional, estadual e enfim a esfera nacional. É importante salientar que o Coordenador do PAE é responsável pela notificação do sistema de Defesa Civil Municipal de Honório Serpa e Clevelândia. A notificação para as demais esferas da defesa civil ficará a cargo das COMPEDEC destes municípios.

Na mesma linha de notificação hierárquica, os órgãos de defesa civil devem acionar as entidades de segurança (Corpo de bombeiros e Polícia), para que tomem conhecimento de emergência e adotem as medidas de segurança cabíveis. Os mesmos trabalharão, também, em conjunto com a defesa civil, em eventuais buscas, salvamento e evacuação da população afetada.

Algumas entidades externas poderão ser acionadas para fins de obtenção de dados que possam auxiliar na classificação da situação e tomadas de decisões, tais como dados sísmicos, hidrológicos e meteorológicos:

- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
- Centro Nacional de Monitoramento de Alertas e Desastres Naturais (CEMADEN);
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os contatos das entidades são encontrados de forma organizada na Seção I.

Estes dados devem ser verificados e atualizados de forma periódica, não ultrapassando 12 meses de validade.

Um sistema de notificação eficaz é crucial em um Plano de Ação Emergencial (PAE) para garantir que as pessoas sejam informadas rapidamente sobre uma situação de emergência e possam tomar as medidas necessárias. Vale salientar que as notificações devem ser previstas de diversas fontes e assegurando a redundância.

Sendo assim, deve-se priorizar utilizar uma variedade de canais de comunicação para alcançar o maior número possível de pessoas. Isso pode incluir mensagens de texto, chamadas telefônicas, e-mails, aplicativos de smartphone, redes sociais, sistemas de sirenes, alto-falantes públicos, entre outros. Dessa forma, o sistema poderá alcançar pessoas em diferentes locais e com preferências de comunicação distintas.

3.4 SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO

No Plano de Ação Emergencial (PAE) da PCH São Luís, o sistema de alerta antecipado é realizado mediante comunicação entre os agentes responsáveis pela operação, segurança do barramento e a população em risco na Zona de Autossalvamento (ZAS).

Assim, os principais meio de alerta com alcance direto são:

- Alertas domésticos, recorrendo a contatos diretos através de telefonia fixa e móvel. Inicialmente, devem ser definidas pessoas (Multiplicadores) que possam participar voluntariamente na retransmissão das informações de alerta antecipado;
- Alarmes públicos através de sinais sonoros (sirenes fixas e/ou megafones em viaturas móveis);
- Meios de comunicação social (mensagens ao público através de boletins de emissoras de rádio, televisão, rádio amador e telefonia móvel);
- Publicação e afixação de comunicados de alerta;
- Avisos pessoais "porta a porta" e/ou alertas por mensagens de texto recorrendo aos serviços disponibilizados pelas redes de telefonia móvel.

De modo a determinar qual é o meio de comunicação mais adequado, vale levar em consideração características da extensão da zona afetada, dispersão geográfica da população em risco (pequenos povoados, zonas rurais, zonas industriais, grandes aglomerados urbanos, fazendas dispersas, entre outros) e os recursos disponíveis para atendimento, bem como a força da Defesa Civil e bombeiros.

É importante destacar que o nível de preparo da população afetada é fator crucial na determinação do meio de alerta. Não obstante, os meios de alerta devem ser adequados para atendimento de ocorrências em qualquer período e datas (Diurno ou noturno, assim como feriados e dias úteis).

Neste contexto, os alarmes domésticos e os avisos pessoais “porta a porta” serão utilizados preferencialmente, em regiões com baixo contingente populacional, onde haja a disponibilidade de tempo e pessoas para sua execução.

Assim, para uma execução eficaz, deve-se manter nestes locais informações atualizadas sobre nomes, endereços e respectivos telefones e/ou celulares da população residente.

Na Zona de Autossalvamento (ZAS), o tempo disponível para os agentes de Defesa Civil atuarem é escasso, sendo a implementação dos meios de alerta antecipado uma responsabilidade do empreendedor (TITO Produtora). Cabe salientar que, devido ao risco iminente na ZAS, toda a comunicação deverá ser realizada de forma redundante.

Desta forma, o proprietário da barragem se responsabiliza pelo alerta antecipado somente aos residentes da Zona de Autossalvamento (ZAS). A ação de evacuação das pessoas em risco deverá ocorrer por conta dos moradores com o auxílio das entidades responsáveis, como Defesa Civil e Corpo de Bombeiros. Sendo assim, os residentes em zonas de risco deverão ter conhecimento prévio das principais rotas de fuga, locais de ponto de encontro e abrigo temporário.

A Zona de Autossalvamento da Barragem da PCH São Luis é composta pela indústria de papel e celulose Fapolpa, a casa de força da CGH Pinho Fleck, duas casas localizadas a alguns quilômetros da barragem, a MCH Camifra, casas de pescas e festas que são usadas de maneira esporádica. Nestes locais, observa-se a presença de comunicação via internet e telefonia fixa.

Sendo assim, verificada a cobertura de rede de internet, sugere-se a utilização do serviço de dados móveis através do aplicativo WhatsApp. A escolha por este meio de alerta deu-se por tratar-se de um meio simples e, atualmente, muito difundido de se veicular e acessar informações.

Pensando na otimização do sistema de alerta, sugere-se analisar a viabilidade da utilização de mensagens de texto e chamadas automáticas, controladas por um sistema interligado à vigilância da barragem. A setorização por grupos no WhatsApp é outra opção a ser estudada. Neste caso, vale observar que as mensagens precisam ser confiáveis, sintéticas e simples de serem entendidas pelo público sem ambiguidade.

Complementarmente, prezando pelo caráter redundante da comunicação, sugere-se a utilização de alarmes públicos para comunicação local (Sirenes). O uso de sirenes é uma alternativa robusta e efetiva de aviso da população em momentos de crise.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), deve-se prever a utilização de sinais sonoros distintos para tipos de ocorrências diversas. Isto é válido, uma vez que promove uma familiarização com o sistema de alerta, gerando respostas mais rápidas e assertivas em situações de eventos anormais.

Os níveis de alerta podem ser modulados, segundo oitavas da frequência de referência, com o uso de sirenes. Como recomendação, pode-se definir três tipos de sinais, caracterizados por três diferentes toques:

- Teste: Sinal ou mensagem de aviso de experiência, informando um teste ou exercício;
- Prontidão: Sinal emitido logo que identificado o risco de ruptura (Nível Laranja); e
- Evacuação: Sinal emitido logo que confirmada a iminente ruptura da barragem (Nível Vermelho).

A definição do sistema de sirenes deverá ser confirmada com seus respectivos fornecedores, atentando-se quanto às especificações técnicas, como: (i) raio de alcance em situações anormais (fortes chuvas ou eventos ruidosos); (ii) fonte de alimentação de energia complementar; (iii) resistência a intempéries; (iv) autoverificação de funcionamento, entre outros.

Cabe salientar que a Tito Produtora é responsável pela elaboração do projeto de alarmes públicos para comunicação na Zona de Autossalvamento (ZAS). Neste deverá estar especificado o espaçamento e tipo de operação das sirenes, acionamento e controle, segundo análise dos tipos de atenuação da onda sonora em relação às especificações técnicas das sirenes escolhidas.

Na ausência dos meios de comunicação citados anteriormente, a Tito Produtora deverá providenciar outras formas de comunicação, nos quais pode-se citar: Telefonia fixa (rural), rádio comunicador e notificação porta a porta.

3.4.1 Operacionalidade dos meios técnicos do sistema de alerta

O aviso à população deve ser realizado de forma responsável, atentando-se aos seguintes pontos:

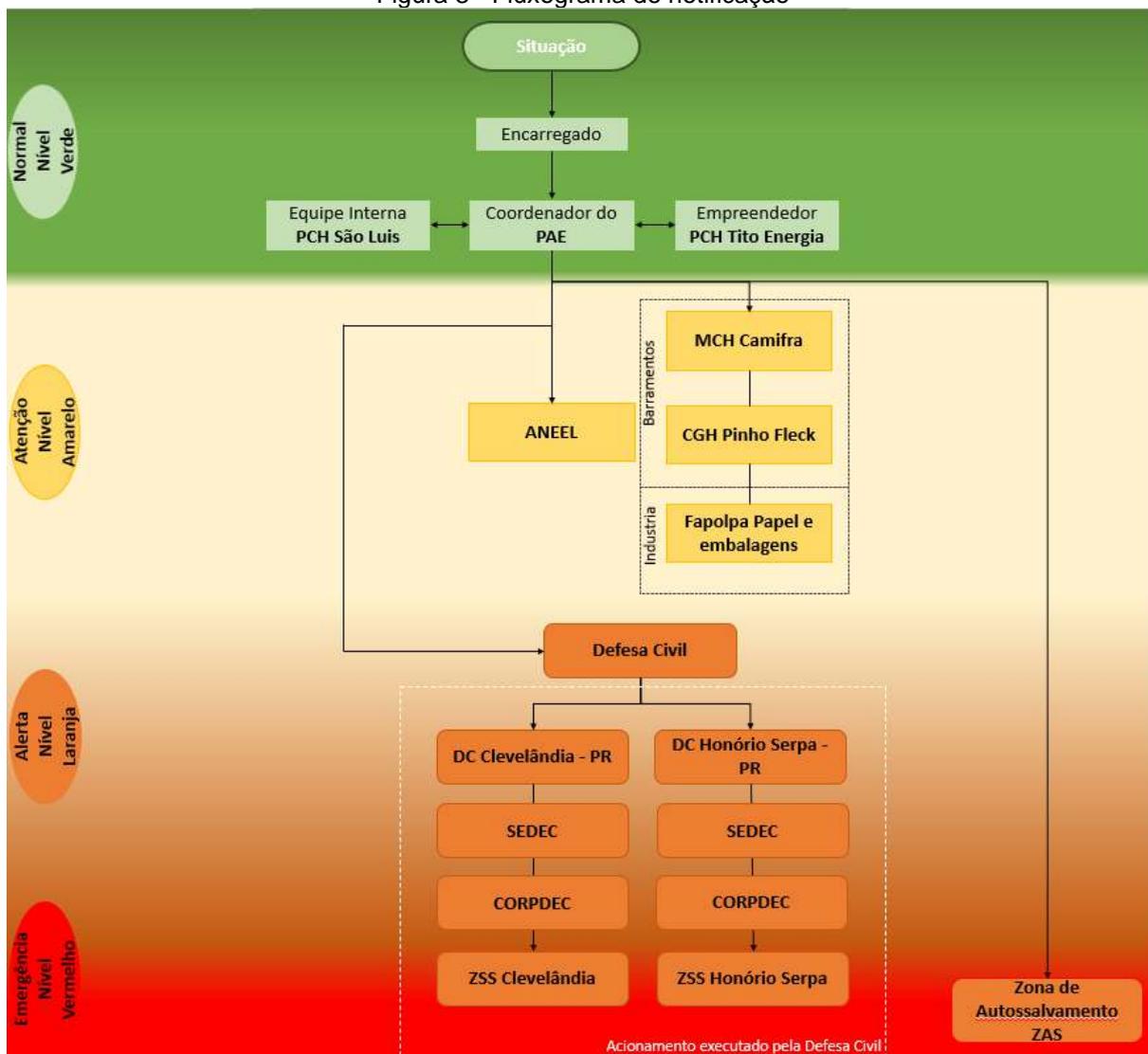
- O sistema de alerta deve operar de forma contínua e permanente. Deve-se prestar especial atenção à sua alimentação elétrica, e auto verificação, tendo que funcionar com igual eficiência em qualquer nível de alerta;
- Evitar a ocorrência de falsos alarmes, com exceção das ocasiões de treinamento, provocando situações indesejáveis à população e reduzindo a credibilidade do sistema;
- Deve-se garantir o funcionamento do sistema de alerta em face de situações excepcionais, atos de vandalismo, redundância e autoverificação.

3.5 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

O Fluxograma de notificação do PAE da PCH São Luís (Figura 3), apresenta a linha de notificação associada a cada nível de situação em que se pode encontrar a barragem do empreendimento.

Neste constam os indivíduos responsáveis pela operação e segurança da barragem, incluindo o empreendedor e as entidades externas com responsabilidades instituídas, bem como outras entidades responsáveis por apoio e suporte em caso de emergência.

Figura 3 - Fluxograma de notificação



Fonte: (Enebras Energia, 2023).

3.5.1 Situação NORMAL – Nível verde

Na situação NORMAL as informações são transmitidas ao empreendedor e responsável pelos recursos internos da barragem, mediante operador encarregado ou membro da equipe operativa.

3.5.2 Situação ATENÇÃO – Nível Amarelo

Detectada a anomalia e classificada a situação como sendo de ATENÇÃO, o coordenador do PAE deve buscar restabelecer as condições normais de operação,

comunicar as partes envolvidas e declarar (oficialmente, por escrito, usando o formulário Declaração de Alteração de Situação) situação de ATENÇÃO.

Inicialmente, é feito o alerta interno, para as áreas da empresa. Em seguida, conforme análise técnica do Coordenador do PAE e identificada sua necessidade, deve-se comunicar a entidade fiscalizadora (ANEEL) e os aproveitamentos a montante e jusante, quando houver. Cabe salientar que, até o presente momento, a CGH Pinho Fleck representa o empreendimento com barramento a jusante da PCH São Luis, não tendo sido constatado empreendimento operante a montante. Além da CGH Pinho Fleck foi identificada a MCH Camifra que não possui barramento porém consta na lista de notificados por estar localizada na área a jusante da barragem.

3.5.3 Situação ALERTA e EMERGÊNCIA – Nível Laranja e Vermelho

Agravada a situação e/ou detectada uma situação de ALERTA ou de EMERGÊNCIA, o coordenador do PAE deve declarar situação de ALERTA ou de EMERGÊNCIA.

Na sequência, o Coordenador do PAE deverá acionar os responsáveis pela comunicação da usina, de forma a alertar, além das áreas internas da empresa, a população na ZAS, a entidade fiscalizadora (ANEEL), os aproveitamentos a montante e jusante, quando houver, bem como os órgãos de defesa civil no âmbito municipal, regional, estadual e federal. Os órgãos de defesa civil, preferencialmente, devem acionar as prefeituras dos municípios afetados, os hospitais e unidades de saúde, para que permaneçam em estado de prontidão, além dos órgãos de segurança.

A notificação para o nível de ALERTA deve ser realizada para que a população fique em Estado de Prontidão, enquanto no nível de EMERGÊNCIA, notifica-se para que seja iniciada a Evacuação. Deve-se comunicar todos os agentes do fluxograma de notificação, respeitando o tempo de formação da brecha determinado na Seção V o qual é de 30 minutos para a Barragem da PCH São Luis.

Toda a alteração de situação, seja agravamento ou abrandamento, deverá ser declarada oficialmente, por escrito e registrado para auditoria, usando o formulário Declaração de Alteração de Situação disponível no corpo do PAE, na seção

Formulários, para, simultaneamente, ser informada aos agentes constantes no fluxograma de notificação.

3.6 SISTEMA DE ADVERTÊNCIA E SINALIZAÇÃO

Sistemas de alerta podem ser empregados para comunicar advertências à população que se encontra na Zona de Autossalvamento (ZAS). Esses sistemas podem incluir placas indicativas de áreas seguras contra inundações, sinalização de pontos de encontro e também faixas direcionais ao longo das vias, destacando as principais rotas de escape.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Agência Nacional de Água - ANA. Manual do empreendedor, Volume IV – Guia de Orientações e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE, 39p. 2015.

SEÇÃO IV

TÍTULO DO CAPÍTULO:

RESPONSABILIDADE GERAIS NO PAE

DESCRIÇÃO:

PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL

OBJETO:

PCH SÃO LUÍS – RIO CHOPIM



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA REVISÃO	ELABORAÇÃO
R0	AGOSTO/2023	PRIMEIRA APRESENTAÇÃO	ENEBRAS

N ° DO DOCUMENTO

TIT-ENP-E-BPRL-B02-0001-00

REVISÃO:

REVISÃO 00

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de comando informações..... 4

SUMÁRIO

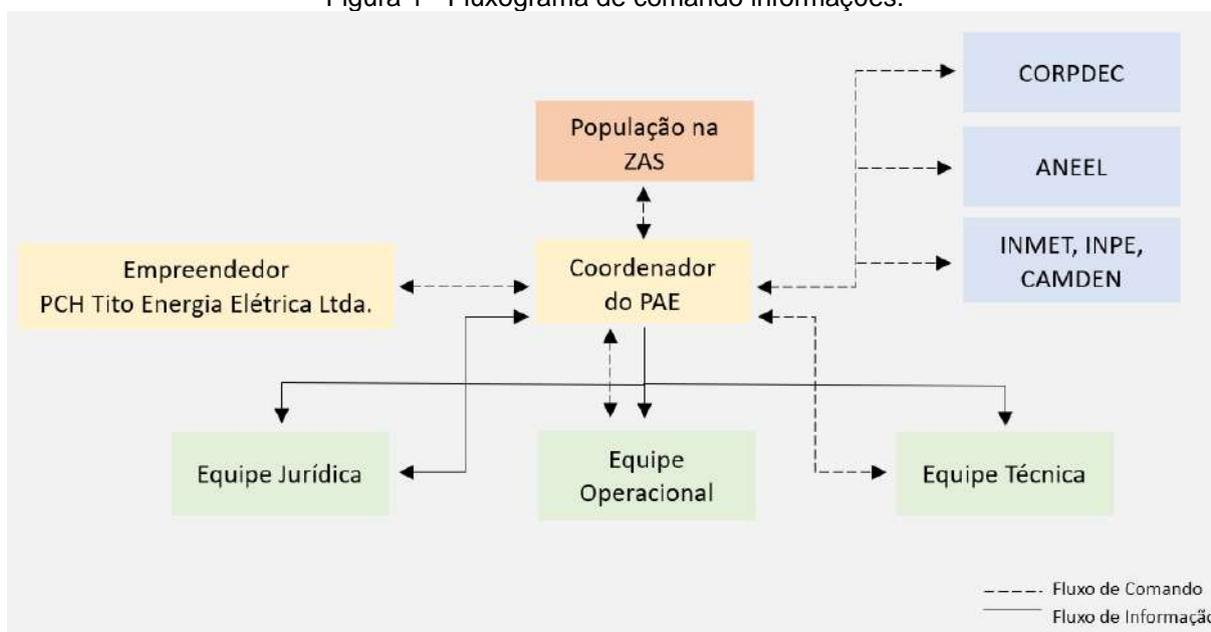
4	RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE	4
4.1	EMPREENDEDOR.....	5
4.2	COORDENADOR DO PAE.....	5
4.3	EQUIPE TÉCNICA.....	6
4.4	EQUIPE OPERACIONAL.....	7
4.5	EQUIPE JURÍDICA.....	7
4.6	ENTIDADES EXTERNAS.....	8
4.7	ENTIDADES FISCALIZADORAS.....	8
4.8	SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	9

4 RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE

A qualidade da resposta da equipe responsável pela Barragem PCH São Luís frente às emergências, está diretamente ligada à organização que o aproveitamento possui, tal esquema de organização permite ao coordenador do PAE acesso rápido às informações, materiais e recursos necessários.

Para tanto foi elaborado um fluxo de comando e informação da PCH São Luís (Figura 2.1).

Figura 1 - Fluxograma de comando informações.



No esquema apresentado, pode-se observar que quando identificada anomalia ou situação de urgência, a equipe operacional avisa a equipe técnica e o Coordenador do PAE. Este, por sua vez, aciona os demais membros.

Tal esquema, deve ser fixado nas dependências da PCH, estando de forma visível, juntamente a esse, uma lista dos principais contatos internos e externos a serem acionados em situações de emergência.

Sua atualização deverá ocorrer, anualmente ou após a ocorrência de situações de emergência.

4.1 EMPREENDEDOR

O empreendedor Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda, é o administrador com direito sobre as terras onde está implantada a barragem e seu reservatório, este é responsável pela elaboração dos documentos referente a segurança do aproveitamento, bem como colocar em prática as recomendações contidas nesses documentos e sua atualização junto às entidades fiscalizadoras.

No que diz respeito ao Plano de Ação de Emergência, destaca-se as principais competências, cabíveis empreendedor:

- Providenciar a elaboração e atualização do PAE;
- Permitir o acesso do órgão fiscalizador à barragem e à sua documentação de segurança;
- Alocar recursos para promoção de treinamentos internos; e
- Designar formalmente um coordenador para executar as ações descritas no PAE.

Deve ainda, o empreendedor informar ao órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança.

4.2 COORDENADOR DO PAE

A responsabilidade do coordenador é distribuir as ações descritas no Plano de Ação de Emergência (PAE), este deve estar disponível para agir prontamente nas situações de potencial emergente da PCH São Luís, sendo imprescindivelmente necessário haver uma outra pessoa capaz de exercer tal função, caso haja necessidade de substituição.

Assim, cabe ao coordenador do PAE:

- Promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- Participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e organismos de defesa civil;

- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão;
- Planejar ações de resposta, mediante o monitoramento da situação e implantação de medidas preventivas e corretivas;
- Declarar alteração de situação e executar as ações descritas no PAE;
- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento (ZAS);
- Providenciar a elaboração do relatório de ocorrência de eventos Não Normais.

4.3 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica é responsável pelos assuntos relativos à segurança da barragem, incluindo manutenção necessárias e comunicação externa. Cabendo à equipe técnica:

- Participar das reuniões periódicas com o Coordenador do PAE;
- Desenvolver, em conjunto com o Coordenador do PAE, projetos e ações que visem a mitigação e/ou eliminação do evento de risco quando necessário;
- Identificar evidências em situações de emergência;
- Acompanhar e fiscalizar o serviço de empresas terceirizadas que realizem consultoria ou executem reparos e emergenciais;
- Identificar e atuar nas situações de Nível 1 (atenção), Nível 2 (alerta) e Nível 3 (emergência);
- Informar ao Coordenador do PAE quanto há uma situação Não Normal;
- Repassar ao Coordenador do PAE a ocorrência de incidente e/ou acidente na barragem, identificando a situação de risco;
- Manter a equipe e os meios de comunicação preparados para o atendimento frente aos cenários de emergência;
- Promover aos órgãos de comunicação coletivas de imprensa e/ou entrevistas quanto às emergências ocorridas;
- Atender e direcionar, com a assessoria da Equipe Jurídica e o Coordenador do PAE, as demandas de comunicação externa;

- Manter contato com clínicas e/ou hospitais locais e regionais, para que os mesmos permaneçam em regime de prontidão, devido à possibilidade de receberem acidentados;
- Assessorar e orientar o Coordenador do PAE e os demais envolvidos na situação de emergência quanto aos aspectos de meteorologia e hidrometria e/ou operação do reservatório;
- Realizar estudos de rebaixamento do nível do reservatório em situações de emergência;
- Colaborar na elaboração do relatório de eventos Não Normais e de possíveis incidentes e/ou acidentes.

4.4 EQUIPE OPERACIONAL

Cabe à equipe operacional, as seguintes tarefas:

- Participar das reuniões periódicas com o Coordenador do PAE;
- Disponibilizar informações operativas importantes (nível do nível do reservatório e vazão defluente);
- Executar as ações de resposta relativas à situação de emergência, com a supervisão do Coordenador do PAE;
 - Acionar colaboradores e/ou máquinas, que não atuem na unidade operacional, para sanar/controlar a situação de emergência, caso necessário;
 - Colaborar na elaboração do relatório de eventos Não Normais.

4.5 EQUIPE JURÍDICA

A equipe jurídica deve, com base nos textos da Lei nº 12.334/2010 e da Lei nº 12.608/2012, auxiliar o empreendedor quanto aos aspectos legais relacionados a situações de emergência, cabendo ainda:

- Auxiliar o empreendedor na oficialização da emergência;
- Assessorar a Equipe Técnica no relacionamento com representantes da comunidade e agentes externos envolvidos;
- Centralizar, responder notificações externas e informes de cunho jurídico;

- Contribuir na elaboração dos documentos que serão encaminhados aos órgãos reguladores e fiscalizadores do setor elétrico;
- Participar das reuniões periódicas com o Coordenador do PAE;
- Colaborar na elaboração do relatório de eventos Não Normais.

4.6 ENTIDADES EXTERNAS

Os agentes externos INPE, CEMADEN e INMET possuem responsabilidades relacionadas ao fornecimento e compartilhamento de informações hidrológicas, meteorologias e sismológicas. Os dados devem ser prioritariamente fornecidos para a Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda, caso se concretize situações de Alerta ou Emergência

4.7 ENTIDADES FISCALIZADORAS

A entidade fiscalizadora, quando se trata de segurança de barragens, é a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Resolução Normativa nº 696 de 2015, dispõe sobre a Revisão Periódica de Segurança em barragens fiscalizadas pela ANEEL.

As inspeções de segurança levam em conta os seguintes aspectos:

Inspeções de Segurança Regular: tendo em vista a classificação atribuída à PCH São Luís, (Classe B), devem conter periodicidade mínima de 1 ano. A inspeção deverá ser realizada pela equipe técnica e deverá abranger todas as estruturas do aproveitamento, bem como retratar suas condições de segurança, conservação e operação.

Inspeções de Segurança Especial: devem ser realizadas sempre que o nível de segurança do barramento for categorizado como alerta ou emergência, ou, após ocorrência de evento excepcional. Essa por sua vez, visa manter ou restabelecer o nível de segurança da barragem à categoria normal. Em caso de sua necessidade, esta é considerada como uma substituta da Inspeção de Segurança Regular.

O conteúdo mínimo exigido nos relatórios de Inspeção de Segurança Regular e Especial é composto por:

- I. Identificação do representante legal do empreendedor;
- II. Identificação do responsável técnico;
- III. Avaliação da instrumentação disponível na barragem, indicando necessidade de manutenção, reparo ou aquisição de equipamentos;
- IV. Avaliação de anomalias que acarretem em mau funcionamento e indícios de deterioração ou em defeitos construtivos da barragem;
- V. Comparativo com inspeção de segurança regular anterior;
- VI. Diagnóstico do nível de segurança da barragem.

Aliada as inspeções de segurança, a Revisão Periódica de Segurança (RPS), prevista na Resolução Normativa nº 696 de 2015, deve ser apresentada periodicidade mínima de 7 anos.

A elaboração da Revisão Periódica de Segurança (RPS) da PCH São Luís é de responsabilidade da Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda, e seu principal objetivo é diagnosticar o estado atual da segurança da barragem, levando em consideração novas tecnologias existentes, atualização de informações hidrológicas na bacia hidrográfica onde está inserida a barragem, critérios de projeto e condições de uso e ocupação do solo a montante e a jusante do empreendimento, tendo como resultado final a correta indicação de medidas para a manutenção da segurança da barragem.

4.8 SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), criada pela Lei nº 12.608/2012, visa a atuação conjunta entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios.

A PNPDEC visa o conjunto de ações que busquem a prevenção, mitigação, reposta e recuperação de áreas onde possa acontecer ou já tenha ocorrido desastres de grandes proporções.

Tal legislação dispõe ainda sobre o SINPDEC – Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, que é coordenado pela União, em articulação com os Estados, Distrito Federal e Municípios, podendo também participar órgãos e entidades que atuam em situações de emergência no território nacional, agindo desde os municípios até áreas federais. O SINPDEC tem por objetivo contribuir no processo de planejamento,

articulação, coordenação execução dos programas, projetos e ações de proteção e defesa civil, sendo gerido pelos seguintes órgãos:

- Federal: Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD);
- Estadual: A coordenadoria Estadual da Defesa Civil (CORPDEC), coordena em todo o território Estadual do Paraná as ações da Defesa Civil;

O CORPDEC é a primeira linha de defesa da comunidade ameaçada por desastres, coordenando as ações da Defesa Civil em todo o território municipal.

Aliado a isto, é a responsável por acionar diversos órgãos da administração pública municipal, como as prefeituras dos municípios envolvidos e o corpo de bombeiros. Em consonância com a Lei nº 12.608/2012, a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios devem se ater as suas competências para garantir resposta adequada frente ocorrência de desastres, de cunho natural ou pela ação humana, conforme definições do Decreto 7.257/2010.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2022. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 20 jul. 2023.

Agência Nacional de Águas (ANA), Manuais do Empreendedor. Disponível em: https://www.snisb.gov.br/Entenda_Mais/publicacoes/ManualEmpreendedor. Acesso em: 20 jul. 2023.

SEÇÃO V

TÍTULO DO CAPÍTULO:

SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E RESPECTIVOS MAPAS

DESCRIÇÃO:

PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL

OBJETO:

PCH SÃO LUÍS – RIO CHOPIM



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA REVISÃO	ELABORAÇÃO
R0	AGOSTO/2023	PRIMEIRA APRESENTAÇÃO	ENEBRAS

N ° DO DOCUMENTO

TIT-ENP-E-BPRL-B02-0001-00

REVISÃO:

REVISÃO 00

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ruptura por galgamento	8
Figura 2 - Ruptura de barragem por piping	9
Figura 3 - Fluxograma dos cenários de ruptura hipotética	12
Figura 4 - Arranjo da barragem PCH São Luis.....	13
Figura 5 - Distância acumulada do eixo da barragem PCH São Luis	18
Figura 6 - Hidrograma de propagação de onda de cheia de ruptura	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficientes de vazão em rupturas hipotéticas	10
Tabela 2 - Faixas de valores dos parâmetros de formação da brecha	10
Tabela 3 - Parâmetros de brecha para os diferentes modos de ruptura.....	14
Tabela 4 - Benfeitorias atingidas na cheia natural TR 1000 e nos diferentes cenários de ruptura.....	17
Tabela 5 - Tempo de chegada da onda de ruptura	18
Tabela 6 - Caracterização da onda de cheia em benfeitorias próximo ao rompimento hipotético.....	21
Tabela 7 - Hidrograma de entrada do modelo hidrodinâmico.....	25

SUMÁRIO

5	SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E RESPECTIVOS MAPAS.....	5
5.1	MODELAGEM DE CHEIA DE RUPTURA.....	5
5.1.1	Hec-Ras	6
5.2	CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DE CHEIA DE RUPTURA...6	
5.2.1	Modos de ruptura	8
5.2.2	Dados de Entrada	11
5.3	VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS.....	15
5.3.1	Resultados e mapa de inundação.....	15
5.3.2	Caracterização do vale a jusante	16
5.3.3	Caracterização da Zona de Autossalvamento (ZAS).....	19

5 SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO E RESPECTIVOS MAPAS

5.1 MODELAGEM DE CHEIA DE RUPTURA

A modelagem de cheias resultantes da ruptura de barragens é uma área importante de estudo na engenharia de recursos hídricos e na gestão de riscos. Esse tipo de modelagem visa prever o comportamento das enchentes causadas pelo colapso de uma barragem, permitindo uma melhor compreensão dos possíveis impactos e ajudando na tomada de decisões relacionadas à segurança e evacuação de áreas a jusante do empreendimento colapsado.

Existem várias abordagens para a modelagem de cheias de ruptura de barragens, e a escolha do método depende das características específicas da barragem, do seu entorno e dos dados disponíveis. Alguns dos principais métodos de modelagem incluem:

- Modelos hidrodinâmicos: Esses modelos são baseados nas equações fundamentais da hidrodinâmica e simulam o escoamento da água em um sistema de canais e planícies alagáveis. Eles levam em conta fatores como a topografia do terreno, características do canal e propriedades hidráulicas para prever a propagação da enchente. Exemplos de modelos hidrodinâmicos amplamente utilizados são o HEC-RAS e o MIKE Flood.
- Modelos hidrológicos: Esses modelos se concentram na previsão da vazão de água resultante da ruptura da barragem. Eles consideram fatores como o volume de água liberado, a geometria do reservatório e características hidrológicas da bacia de drenagem. Os modelos hidrológicos são úteis para estimar a descarga de pico e a hidrograma de inundação em pontos específicos ao longo do rio. Exemplos de modelos hidrológicos comumente usados são o HEC-HMS e o SWAT.
- Modelos numéricos de propagação de inundação: Esses modelos são usados para simular o alagamento resultante da ruptura da barragem em uma área afetada. Eles combinam dados topográficos com informações sobre a velocidade e o volume do escoamento para prever a extensão e a profundidade da inundação. Modelos como o LISFLOOD-FP e o Flood Modeller são exemplos de ferramentas usadas para esse propósito.

Para o estudo de ruptura hipotética da PCH São Luis utilizou-se o modelo HEC-RAS 6.3.1. Na sequência são descritas as características e funcionalidade do modelo utilizado, assim como os dados de entrada e métodos de cálculo de brecha para o desenvolvimento do estudo de ruptura hipotética da PCH São Luís.

5.1.1 Hec-Ras

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) é um modelo de software amplamente utilizado para análise hidráulica de rios, canais e sistemas de drenagem. Ele é desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center dos Estados Unidos, parte do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA.

O HEC-RAS é amplamente utilizado para realizar estudos hidráulicos, tais como: Modelagem de enchentes, permitindo modelar e simular a propagação de enchentes em rios e canais, auxiliando no planejamento de medidas de controle de inundação, como diques e canais de desvio. Análise de canais e rios, determinando perfis de água, velocidades, vazões e outros parâmetros hidráulicos importantes. Projeto de pontes e bueiros, considerando os efeitos do fluxo de água sobre essas estruturas. Avaliação de impactos ambientais, ajudando a identificar possíveis mudanças no regime hidráulico e efeitos sobre habitats aquáticos.

A partir deste software é possível realizar análises envolvendo Escoamento Permanente, Não Permanente, Análise de qualidade d'água e Movimento de Sedimento.

Para o modelamento das situações citadas, o software se baseia na resolução das equações de *Saint-Venant* uni e bidimensional. Podendo variar o regime fluvial em regimes permanentes ou não permanentes.

O HEC-RAS ainda proporciona grau de precisão e confiabilidade, que permite considerar os dados resultantes das simulações como satisfatórios e representativos, agregando credibilidade nas tomadas de decisão.

5.2 CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DE CHEIA DE RUPTURA

Para o Modelo HEC-RAS, os seguintes parâmetros de formação de brecha de ruptura, devem ser inseridos para o desenvolvimento de uma simulação de ruptura

hipotética de barragens:

- Largura de geratriz inferior da brecha;
- Altura da brecha;
- Declividade do prisma de abertura da brecha (H:V);
- Coeficiente de vazão da brecha;
- Tempo de formação;
- Modo de Ruptura;
- Coeficiente de descarga do *piping*;
- Mecanismo de ruptura;
- Nível d'água da ruptura.

Todavia, alguns parâmetros são adaptados a partir do conhecimento do engenheiro responsável pelo estudo de rompimento hipotético da barragem, levando em consideração as características físicas do projeto.

Sendo assim, informações de projeto em memórias de cálculo e plantas foram empregadas no presente estudo de ruptura hipotética da Barragem da PCH São Luis.

A partir do conhecimento da barragem e dos prováveis pontos mais favoráveis para o desenvolvimento de uma brecha de ruptura no corpo da estrutura, a equipe deve buscar aproximação e parametrização a ocorrência de formação de uma possível brecha. Neste caso, os parâmetros representam, diretamente ou indiretamente, suas características geotécnicas, estruturais, forma e tempo de formação.

Segundo USACE (2014) a ruptura de uma barragem é analisada segundo dois tipos de estruturas, sendo terra/enrocamento e concreto. O presente estudo traz a metodologia de cálculo de formação de brecha para os dois tipos de estruturas, terra/enrocamento e concreto.

A barragem da PCH São Luis é composta pelos seguintes materiais: Ombreira esquerda - parte em concreto e parte em enrocamento com núcleo de argila; Ombreira direita - Enrocamento com núcleo de argila; Vertedouro (maior extensão da barragem) - em concreto. Todavia, toda pressão executada pelo reservatório, é distribuído nos blocos do vertedouro.

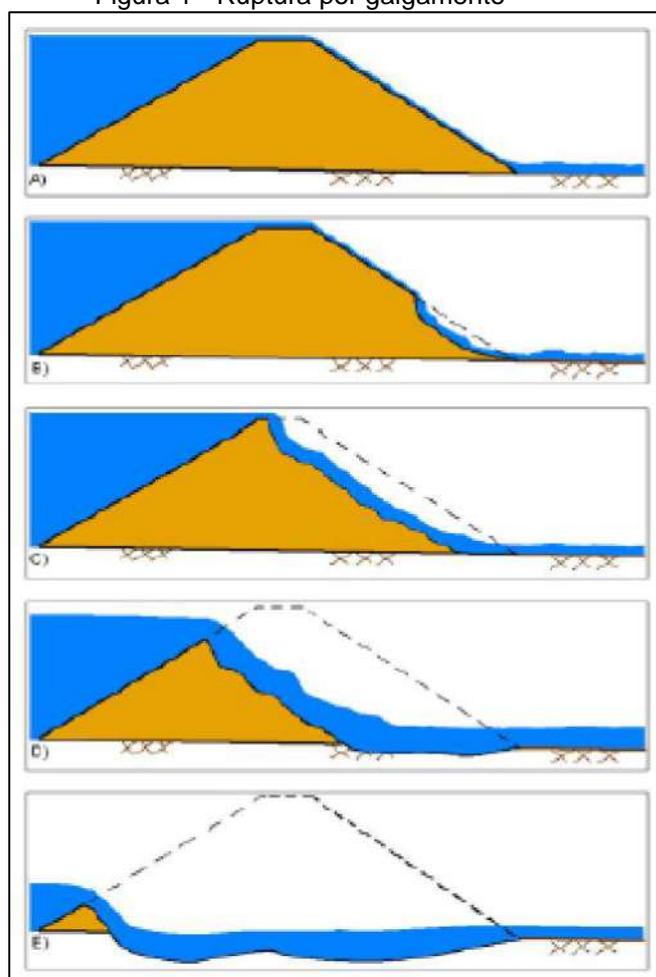
As possibilidades de representação numérica de um determinado fenômeno são mais versáteis e por muitas vezes não seguem padrões, diante disso, Goodell (2012)

e FERC (2014) destacam a importância do conhecimento e especialização do engenheiro responsável pelo estudo de modelagem.

5.2.1 Modos de ruptura

Segundo o manual da USACE (2014), as chances de ruptura de uma estrutura podem variar por diversos fatores a sua formação, contudo, o USACE (2014) discorre de forma veemente a duas possíveis formações de brecha e colapso da estrutura. A Figura 1 e Figura 2 demonstram essas hipóteses de ruptura.

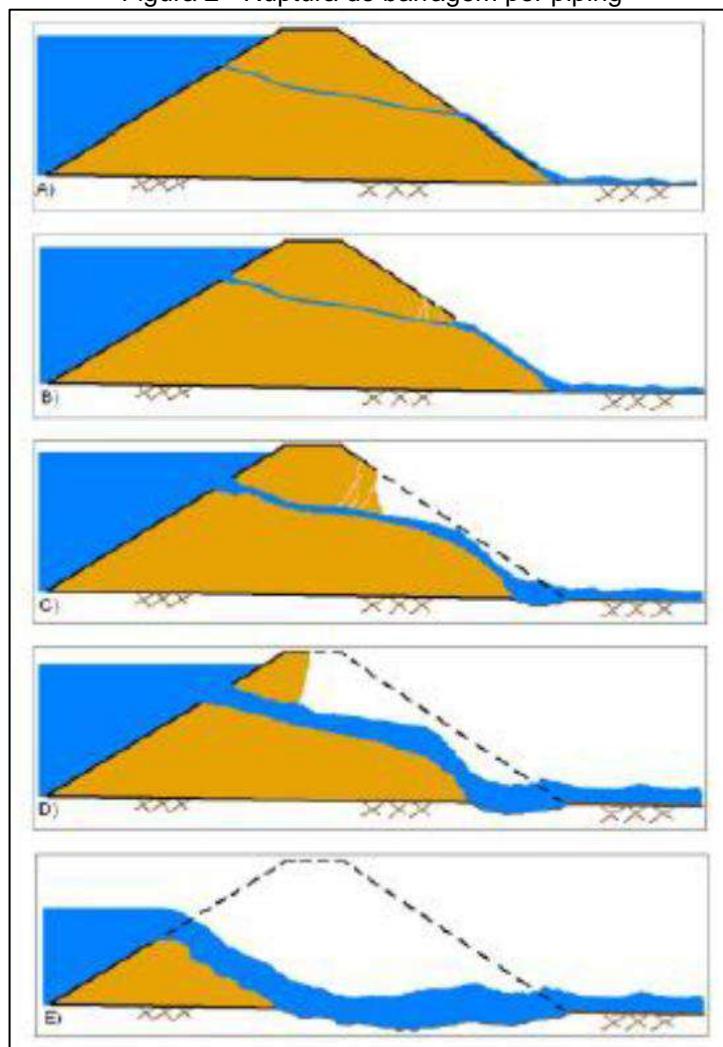
Figura 1 - Ruptura por galgamento



Fonte: (USACE, 2014).

No caso de ruptura por galgamento de uma barragem de terra e enrocamento, o processo de erosão inicia-se na face de jusante da estrutura, evoluindo até a crista do barramento, erodindo de forma progressiva o núcleo da barragem, até o colapso completo do corpo do barramento.

Figura 2 - Ruptura de barragem por piping



Fonte: (USACE, 2014).

Para a ruptura por formação de piping, ocorre em barragens de terra e enrocamento e a fuga d'água se dá pelos macroporos, que por sua vez, são formados pelos caminhos preferenciais de água e erode de forma progressiva o interior do corpo da barragem, transportando material para jusante.

Sendo assim, baseado no material de construção da barragem, a USACE (2014) sugere a utilização de valores específicos para nortear os estudos de rompimento hipotético de barragens. Esses valores podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 - Coeficientes de vazão em rupturas hipotéticas

Tipo de Barragem	Coeficiente de vazão da brecha	Coeficiente de descarga para o pipping
Barragem de argila ou núcleo de argila	1,44 – 1,82	0,5 – 0,6
Barragem de enrocamento	1,44 – 1,66	0,5 – 0,6
Concreto em arco	1,77 – 1,82	-
Concreto (gravidade)	1,44 – 1,66	-

Fonte: (USACE, 2014).

Além das características definidas a partir dos coeficientes de vazão da brecha, vale ressaltar outro aspecto importante, que está presente no manual da USACE (2014). Sendo assim, a Tabela 2 resume as recomendações das faixas de possíveis valores para os parâmetros de largura média e tempo de formação das brechas de rupturas para diferentes tipos de barragens.

Tabela 2 - Faixas de valores dos parâmetros de formação da brecha

Tipo de Barragem	Largura Média da Brecha (B_m)	Componente horizontal da declividade lateral da brecha (H:V)	Tempo de formação da Brecha T_f (Horas)
Terra/Enrocamento	$(0,5 \text{ até } 3,0) \times h_d$	0 até 1,0	0,5 até 4,0
	$(1,0 \text{ até } 5,0) \times h_d$	0 até 1,0	0,1 até 1,0
	$(2,0 \text{ até } 5,0) \times h_d$	0 até 1,0 (maior)	0,1 até 1,0
	$(0,5 \text{ até } 5,0) \times h_d^*$	0 até 1,0	0,1 até 4,0*
Concreto (Gravidade)	Múltiplos blocos	Vertical	0,1 até 0,5
	Típico < 0,5 L	Vertical	0,1 até 0,3
	Típico < 0,5 L	Vertical	0,1 até 0,2
	Múltiplos blocos	Vertical	0,1 até 0,5
Concreto em Arco	Todo o barramento	Declividade do vale	<0,1
	Todo o barramento	Até declividade do vale	<0,1
	$(0,8 \times L)$ até L	Até declividade do vale	<0,1
	$(0,8 \times L)$ até L	Até declividade do vale	<0,1
Escombros	$(0,8 \times L)$ até L	1,0 até 2,0	0,1 até 0,3
Escombros	$(0,8 \times L)$ até L	-	<0,1

Fonte: (USACE, 2014).

Nota: *Barragens com grande volume de água armazenado, e que tenham grande extensão de crista, continuarão erodindo por longos períodos, bem como poderão apresentar maiores tempos de formação do que mostrado anteriormente.

Dadas as circunstâncias, Schaeffer (1992) e SEO (2010) que apontam que para barragens de concreto, o tempo de formação de brecha é limitado em no máximo 30 minutos e a largura da brecha é determinada a partir do número de blocos e concreto que podem colapsar, limitando a área transversal de ruptura em 75% do maciço.

5.2.2 Dados de Entrada

O desenvolvimento do modelo hidrodinâmico da ruptura hipotética da barragem da PCH São Luis, passou por 5 etapas, sendo:

- Dados hidrológicos: Vazão de projeto do vertedouro (TR 1.000), a partir da análise máximas executadas no projeto executivo da PCH São Luís;
- Curva cota x área x volume: Curvas cota x área e cota x volume do reservatório da PCH São Luis;
- Projeto da Barragem: Dimensão e número de blocos de concreto no vão do vertedouro;
- Topobatimetria: Modelo Digital de Terreno (MDT) oriundo do levantamento topobatimétrico e levantamento aerofotogramétrico, com grade de espaçamento de 1x1 metros nos locais mais próximos a Barragem da PCH São Luis, 3x3 metros a partir de 20km do Barramento da PCH São Luis e 12,5 x 12,5 metros a 35 km do Barramento da PCH São Luis;

A região do vale a jusante da PCH São Luis apresenta vale encaixado com declividade acentuada, sendo a ruptura hipotética da barragem do empreendimento, propagando-se apenas no sentido do fluxo.

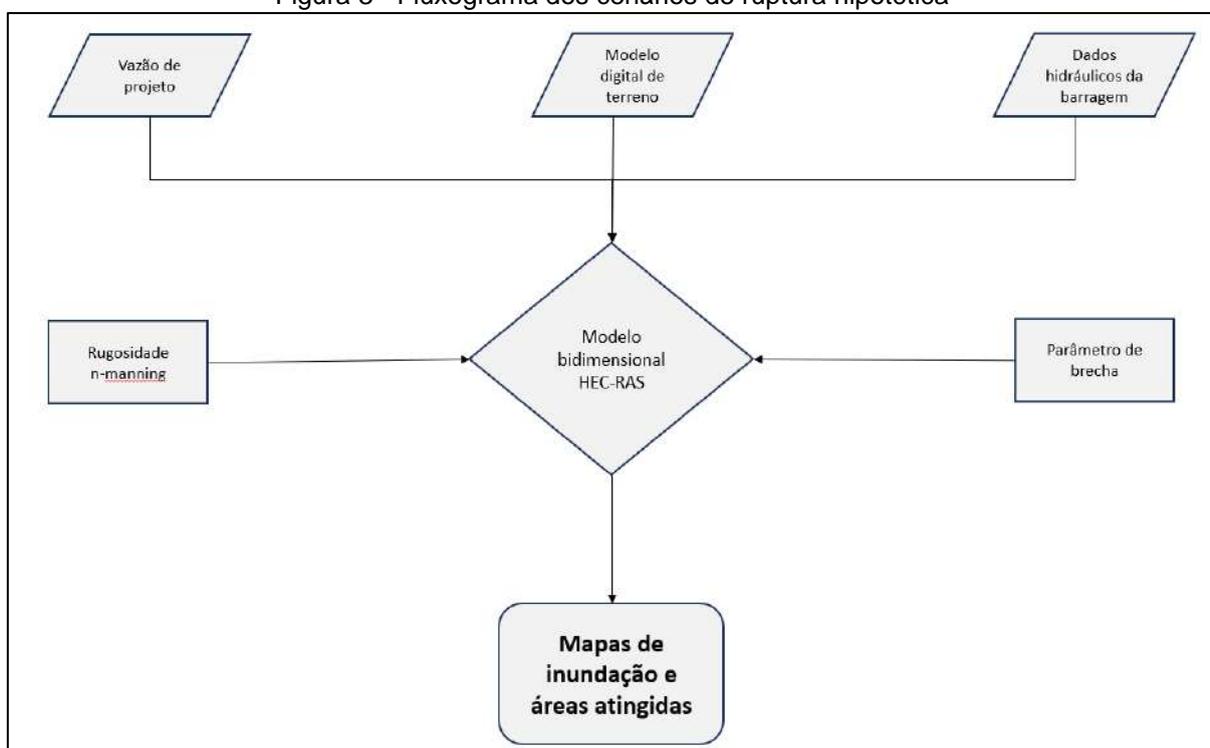
O presente estudo contemplou uma extensão de aproximadamente 50 km, contados a partir do eixo da barragem da PCH São Luis. Essa determinação do limite da modelagem, seguiu orientações contidas no Manual do empreendedor sobre Segurança de Barragens da Agência Nacional de Águas (2016).

Estes dados foram inseridos no modelo HEC-RAS onde calculou-se as características hidráulicas da onda de cheia induzida pelo rompimento hipotético da barragem.

A vazão de projeto milenar da PCH São Luís é igual 3.079,00 m³/s. Tal vazão foi direcionada no cenário de ruptura, considerando um evento hidrológico extremo (Apêndice V.1). Também foi considerado nas simulações, a vazão de *Sunny Day*, que em média é uma vazão de 32,90 m³/s.

A Figura 3 demonstra os dados utilizados no modelo para a representação dos mapas de inundação oriundos de uma ruptura hipotética.

Figura 3 - Fluxograma dos cenários de ruptura hipotética



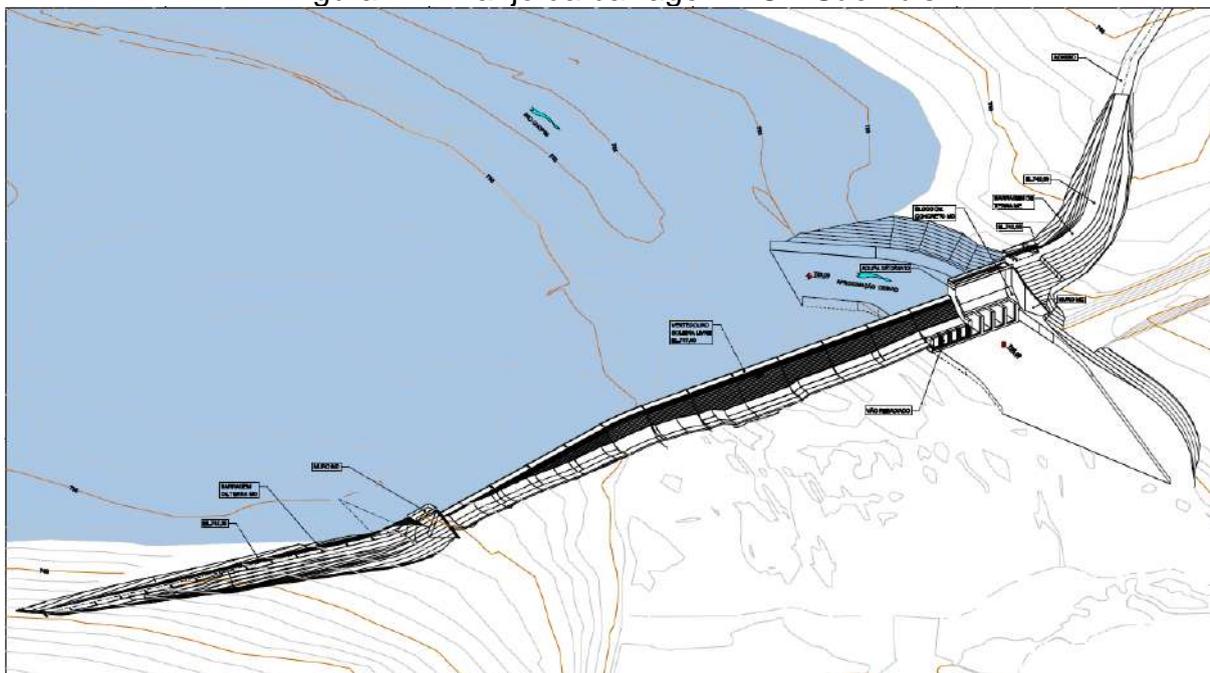
Fonte: (Enebras Energia, 2023).

O HEC-RAS distribui a região de análise em células, que são utilizadas na geração das manchas de inundação a partir do Método dos Elementos Finitos (MEF). No presente estudo, foi feita a divisão das dimensões das células, onde na região de montante da barragem da PCH São Luis, as células são de 50 x 50 metros e na região de jusante, onde se dá a propagação da onda de inundação, de 25 x 25 metros. Essas dimensões demonstram resolução suficiente para compor estudos de rompimentos de barragens. No Apêndice V.2 é possível observar o modelo conceitual do modelo.

Para o processamento das informações, optou-se em calcular a ruptura hipotética e geração da mancha de inundação a partir do método SWE-ELM, que condiz com o método utilizado nas equações de *Saint Venant*.

O vertedouro do barramento da PCH São Luis foi construído em concreto à gravidade, composto por 13 blocos de concretagem. O Vertedor está localizado na região central da barragem, sendo o local que sofre maior carregamento, como demonstra a Figura 4.

Figura 4 - Arranjo da barragem PCH São Luis



Fonte: (Enebras Energia, 2023).

A ruptura hipotética da PCH São Luis é definida com um tempo de formação de 30 minutos, rompendo 75% dos blocos do vertedouro, conforme é recomendado por Schaeffer (1992).

Os cenários de brecha estão associados as vazões vertidas pela barragem, sendo elas: em situação de funcionamento normal que é acometida por uma vazão em situação de normalidade (*Sunny Day*) e pela vazão de projeto do vertedor (TR 1.000 anos). Sendo assim, o estudo de rompimento hipotético está condicionado a três possíveis cenários, sendo dois cenários de falha:

- Modo MN1-TR1000 – Rio em situação natural, sem a presença do barramento acometido por uma vazão milenar;
- Modo MRB1-TR1000 – Rio com a presença da barragem da PCH São Luís, sendo acometido pelo rompimento da estrutura em vazão milenar, utilizada no dimensionamento do vertedor; e

- Modo MRB2-SunnyDay – Rio com a presença da barragem da PCH São Luís, sendo acometido pelo rompimento da estrutura em vazão de normalidade em dia de sol.

Os principais parâmetros de brecha para cada provável modo de ruptura, estão expostos na Tabela 3. Como a barragem da PCH São Luis é composta por vertedor de concreto, aplicando as recomendações da USACE (2014), o coeficiente de vazão da brecha é de 1,80.

Tabela 3 - Parâmetros de brecha para os diferentes modos de ruptura

Parâmetros	Modo MN1-TR1000	Modo MRB1-TR1000	Modo MRB2-SunnyDay
Largura média (m)	-	250 m	250
Tempo de Formação (Hr)	-	0.50	0.50
Altura (m)	-	10 m	10 m
Declividade da brecha (H:V)	-	Vertical	Vertical
Coef. De vazão da brecha	-	1.80	1.80
Condição hidráulica	TR 1.000 anos	TR 1.000 anos	Sunny Day

Fonte: (Enebras Energia, 2023).

Nota: MN1-TR1000 – cheia milenar natural sem barramento; Modo MRB1-TR1000 – rompimento da estrutura na cheia milenar; Modo MRB2-SunnyDay – rompimento da estrutura em vazão de normalidade (dia de sol).

Devido à pressão exercida pelo reservatório na estrutura em concreto da barragem mista e levando em consideração o tempo de formação da brecha, optou-se por simular somente cenários críticos de rompimento hipotético da barragem, assim, o cenário que envolve ruptura por *piping* não é parametrizado no cálculo de formação de brecha para os cenários prováveis, já que em cenários de rompimento

por *piping* acaba levando mais tempo para a formação da brecha, atenuando o cenário crítico.

5.3 VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS

5.3.1 Resultados e mapa de inundação

Os 2 dois modos de ruptura aqui apresentados podem se concretizar caso o Nível 3 de Segurança (Emergência) seja atingido. É função do coordenador do PAE estar atento as Fichas de Ações, que estão expostas na Seção II. Essas fichas orientam o coordenador do PAE na tomada de decisão, podendo ser determinantes na identificação dos quadros de situação da Barragem. Caso exista a passagem do quadro de segurança de Laranja (2) para Vermelho (3) e o colapso da estrutura seja inevitável, o tempo de resposta e mobilização para a ZAS é de 30 minutos, conforme o tempo de formação da brecha.

Visto que as simulações demonstram baixo acometimento de estruturas no vale a jusante da barragem da PCH São Luis e estas estão suscetíveis somente em caso de ruptura extrema com a passagem da onda de cheia oriunda de uma vazão referenciada com Tempo de Retorno de 1.000 anos (MRB1 – TR 1.000), salienta-se que o local mais afetado com a hipotética ruptura é a fábrica localizada a 3,7 km do sinistro, devido ao número de circulação de pessoas.

No caso do rompimento em um cenário de *Sunny Day* (MRB2 SunnyDay), poucas estruturas seriam acometidas pela onda de cheia oriunda do rompimento hipotético.

Sendo assim, mediante os resultados obtidos com os cenários de ruptura, fez-se a identificação da Zona de Autossalvamento (ZAS) que fica aproximadamente 15 km da barragem da PCH São Luis.

Toda via, ressalta-se que segundo recomendações da FEMA – *Federal Emergency Management Agency* (2013), orienta que a incerteza altimétrica deve ser retratada nas cartas de inundação. Esta é uma constante incerteza em estudos de ruptura de barragens, sendo diversas fontes desta incerteza. Vale ressaltar que a incerteza altimétrica na região mais próxima ao barramento (20 km) e inserida nas Zona de autossalvamento são menores, visto que os dados de terreno dessa região

são oriundos de levantamentos topográficos, aerofotogrametria e curvas de nível geradas a cada 1 metro. Contudo, na região mais afastada da ruptura hipotética, existe certa incerteza quanto as cotas de inundação, uma vez que a origem da carta utilizada é da missão espacial ALOS de resolução de 12,5 x 12,5 metros. Todavia, para fins de alerta e identificação dos potenciais riscos a jusante, os resultados aqui expostos são o suficiente para que os órgãos responsáveis tenham em mãos um documento técnico que norteie as tomadas de decisões com certo grau de segurança, principalmente na região mais próxima ao eixo da barragem e mesmo que na prática não serão afetadas.

É importante salientar que, devido as características do barramento, que leva em consideração altura, dimensões do reservatório e o vale a jusante de propagação, poucos locais são afetados e ficam submersos com a chegada da onda de cheia oriunda da ruptura hipotética. Esses locais, assim como tempo de chegada da onda de cheia e altura da lâmina d'água, serão apresentados no tópico a seguir.

Todas as informações hidráulicas da ruptura hipotética da PCH São Luis encontram-se resumidas e georreferenciadas nas cartas de inundação (Apêndice V.3) para os 2 modos de ruptura.

5.3.2 Caracterização do vale a jusante

A barragem da PCH São Luis, se localiza na zona rural das divisas dos municípios de Honório Serpa – PR (Margem esquerda) e Clevelândia – PR (Margem direita). O vale a jusante do rompimento hipotético situa-se em região rural, sendo os impactos ocasionados pela propagação, além da Fábrica da Fapolpa, pequenos sítios localizados próximos as margens do rio chopim.

Sendo assim, o levantamento das estruturas e pontos vulneráveis foi realizado a partir de fotointerpretação de imagens de satélite, sendo identificadas benfeitorias e estruturas diversas ao longo do vale jusante.

A estimativa de residências afetadas, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Benfeitorias atingidas na cheia natural TR 1000 e nos diferentes cenários de ruptura.

Número aproximado de benfeitorias atingidas (economias)			
Cenário	MN1 – TR 1000	MRB1 – TR 1000	MRB2 – Sunny Day
Nº de economias	47*	52	12

Fonte: (Enebras Energia, 2023).

Nota 1: MN1-TR1000 – cheia milenar natural sem barramento; Modo MRB1-TR1000 – rompimento da estrutura na cheia milenar; Modo MRB2-SunnyDay – rompimento da estrutura em vazão de normalidade (dia de sol).

Nota 2: Observa-se que no cenário MN1 – TR 1000, quarenta e sete benfeitorias já são atingidas pela cheia natural, sem rompimento.

Como citado anteriormente, o modelo teve seu limite de cálculo a 50 km de rio, tendo início no barramento da PCH São Luis. Visto isso e devido o vale a jusante ser caracterizado como localidade rural, observa-se a baixa adesão de economias afetadas pelos cenários de cheias e rupturas resultantes.

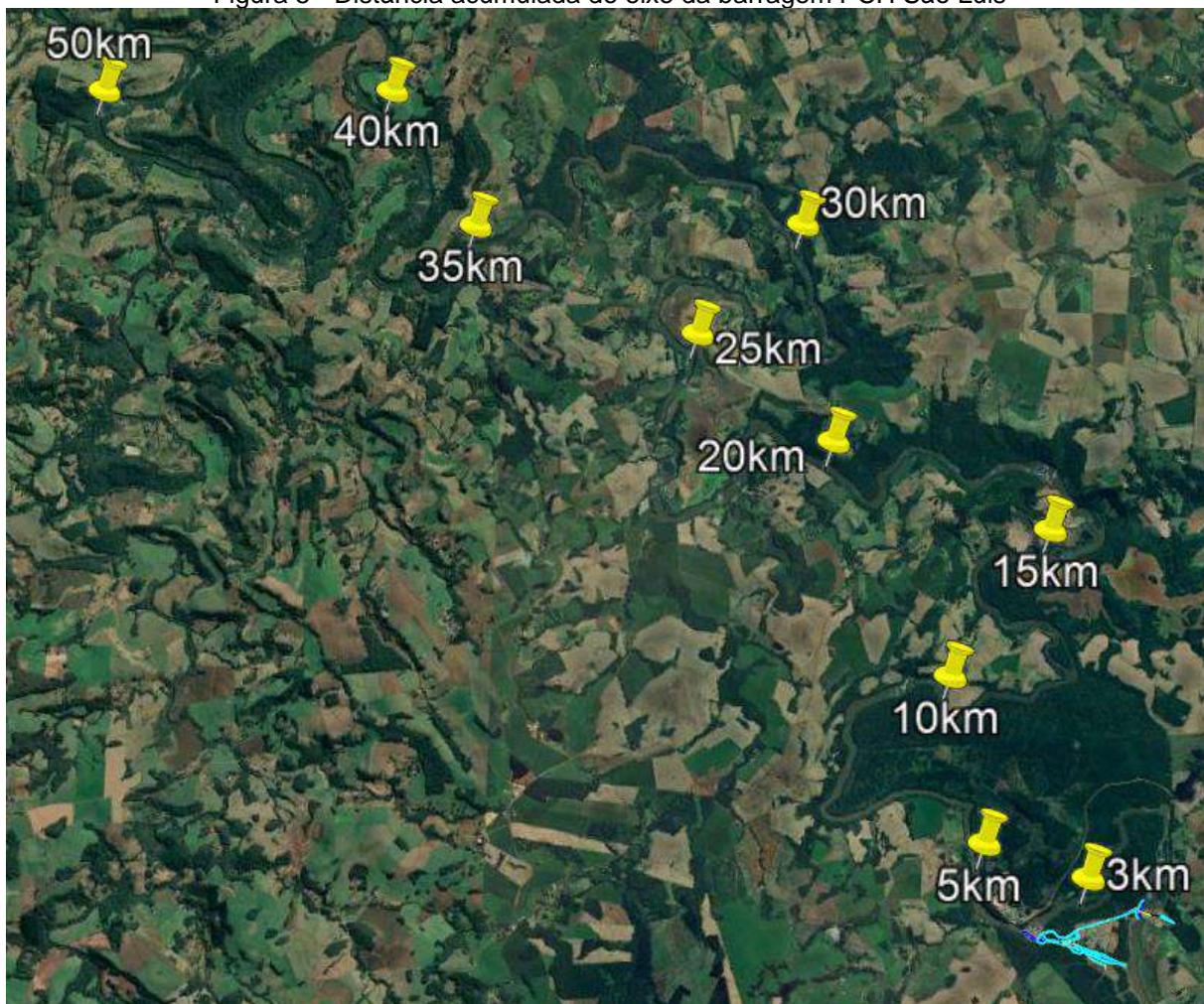
Salienta-se que dentro do cenário de rompimento oriundo de uma vazão milenar, apenas 5 residências foram afetadas com o rompimento efetivo da barragem da PCH São Luis, uma vez que no montante das estruturas observadas que seriam afetadas pela onda de cheia de ruptura, 47 destas já estavam sendo afetadas por uma enchente de caráter milenar natural.

Quando feita a análise em período de normalidade, ou seja, um cenário sem acometimento de vazões extremas e nomeado como MRB2 – *Sunny Day*, apenas 12 estruturas seriam afetadas e a onda de cheia teria abatimento a poucos quilômetros abaixo do eixo da PCH São Luis.

Contudo, como forma de consolidação, orienta-se a investigação das estruturas afetadas, assim como a circulação de pessoas nesses locais.

A Figura 5 e Tabela 5, demonstram o tempo da onda de cheia de ruptura para diferentes distâncias do eixo do barramento.

Figura 5 - Distância acumulada do eixo da barragem PCH São Luis



Fonte: (Enebras Energia, 2023).

Tabela 5 - Tempo de chegada da onda de ruptura

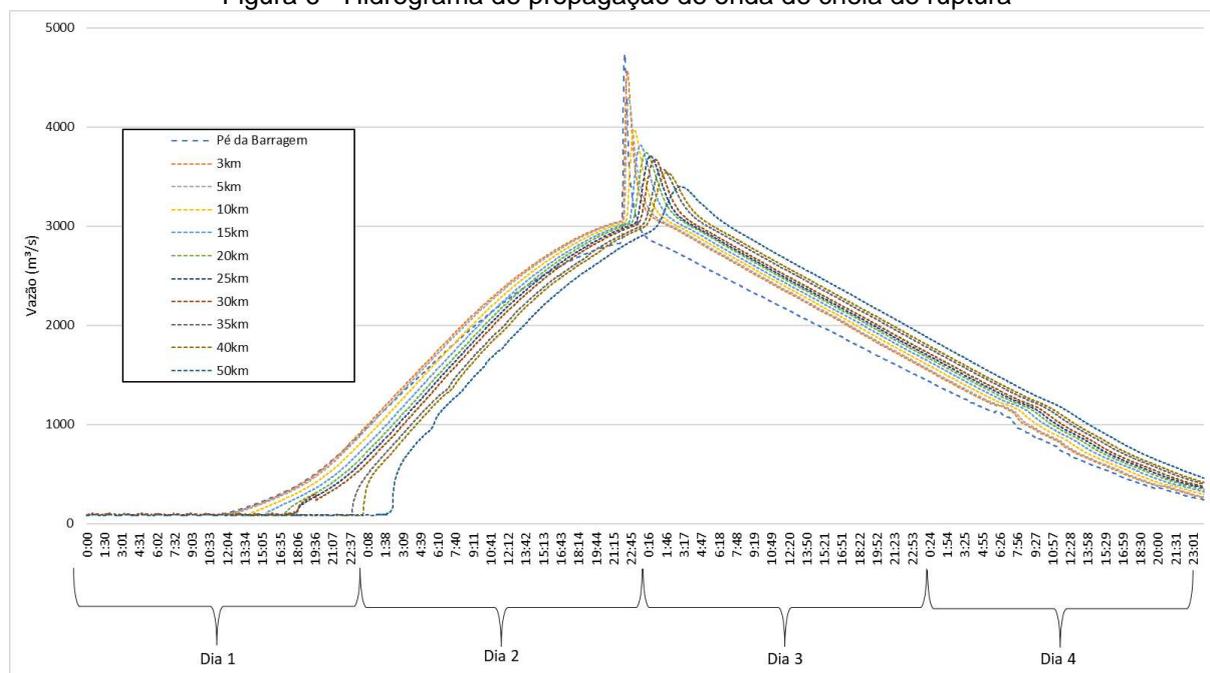
Distância (km)	Tempo - MRB1 – TR1000 (Hr)	Tempo - MRB2 – Sunny Day – (Hr)
3	00:08:00	00:18:00
5	00:16:00	00:28:00
10	00:26:00	01:05:00
15	00:46:00	01:53:00
20	01:07:00	02:38:00
25	01:19:00	03:12:00
30	01:49:00	03:50:00
35	02:05:00	05:38:00
40	02:40:00	07:00:00
50	03:10:00	09:48:00

Fonte: (Enebras Energia, 2023).

Nota: Modo MRB1-TR1000 – rompimento da estrutura na cheia milenar; Modo MRB2-SunnyDay – rompimento da estrutura em vazão de normalidade (dia de sol).

Assim, é possível observar na Figura 6, a propagação da onda de ruptura para o cenário mais crítico. Vale destacar que no MRB1 - TR1000 ocorre o rompimento as 22:00 horas do segundo dia de simulação.

Figura 6 - Hidrograma de propagação de onda de cheia de ruptura



Na Figura 6, é possível observar que há uma atenuação da vazão de pico do hidrograma conforme a onda se dissipa ao vale a jusante do rompimento. Esse comportamento pode ser devido o vale jusante do barramento da PCH São Luis, ser caracterizado por certo grau de sinuosidade e curvas acentuadas, que contribuem para a diminuição da velocidade de escoamento e conseqüentemente, a atenuação dos picos de propagação observado.

5.3.3 Caracterização da Zona de Autossalvamento (ZAS)

De acordo com a recomendação da FEMA (2013) e FERC (2014), bem como de documentação da ANA (2015), a Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como a região, imediatamente a jusante da barragem, em que se considera não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos serviços e agentes de proteção civil em caso de acidente. Seu tamanho é definido pela maior das seguintes distâncias: 10 km ou a extensão que corresponda ao tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos.

Sendo assim, definiu-se a ZAS conforme recomendações e o alerta antecipado para as pessoas na Zona de Autossalvamento (ZAS) é de responsabilidade da Tito Produtora, que deverá fornecer subsídios para orientar a evacuação dos cidadãos potencialmente atingidos. O mapa de situação das ZAS pode ser observado no Apêndice V.3 na folha 11.

Então, foi feita a análise da altura da lâmina de água e tempo da chegada da onda para algumas localidades inseridas nas ZAS e nas ZSS que condiz aos 20 primeiros quilômetros a partir do rompimento.

As cartas de inundação, nas pranchas, indicam a sugestão de rotas de fuga dentro das ZAS e ZSS.

Tabela 6 - Caracterização da onda de cheia em benfeitorias próximo ao rompimento hipotético.

Benfeitoria	Cota Estimada da estrutura (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB1 - TR1000 (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB2 - Sunny Day (m)	Altura da lâmina d'água Cenário MRB1 - TR1000 (m)	Altura da lâmina d'água Cenário MRB2 - Sunny Day (m)	Tempo de Chegada da onda - MRB1 - TR1000 (Hrs)	Tempo de Chegada da onda - MRB2 - Sunny Day (Hrs)	Local ZAS/ZSS
1	735,79	732,07	730,41	*	*	0:00:10	0:00:10	ZAS
2	730,80	729,45	728,79	*	*	0:00:10	0:00:10	ZAS
3	709,34	713,56	708,47	4,22	*	0:28:00	*	ZAS
4	707,25	703,82	704,16	*	*	1:08:00	*	ZAS
5	696,29	699,12	694,41	2,83	*	0:53:00	*	ZAS
5 - Pinho Fleck	696,03	699,83	695,56	3,83	*	0:38:00	*	ZAS
6	693,78	699,45	694,53	5,67	0,75	0:45:00	0:53:00	ZAS
7	697,37	699,45	694,53	2,08	*	0:45:00	*	ZAS
8	698,54	699,45	694,57	0,91	*	0:45:00	*	ZAS
9	704,79	698,90	693,35	*	*	*	*	ZAS
10	729,98	698,90	693,00	*	*	*	*	ZAS
11	698,28	698,56	692,22	0,28	*	0:50:00	*	ZAS
12	704,72	698,56	692,22	*	*	0:50:00	*	ZAS
13	704,26	697,04	691,12	*	*	0:55:30	1:23:00	ZAS
14	704,58	695,11	689,92	*	*	0:59:30	1:34:00	ZAS
15	694,3	690,20	687,09	*	*	1:01:00	1:36:00	ZAS
16	692,46	686,61	679,91	*	*	1:10:00	1:50:00	ZAS
17	688,06	684,30	677,75	*	*	1:17:00	2:02:00	ZAS
18	676,34	680,85	674,57	4,51	*	1:30:00	2:19:00	ZAS
19	680,47	680,81	674,28	0,35	*	1:30:00	2:19:00	ZAS
20	678,93	679,58	673,41	0,65	*	1:33:00	2:22:00	ZSS
21	677,52	679,17	673,18	1,65	*	1:33:00	2:23:00	ZSS
22	675,12	678,37	671,32	3,25	*	1:40:00	2:35:00	ZSS
23	674,26	678,37	671,32	4,11	*	1:40:00	2:35:00	ZSS

Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

Benfeitoria	Cota Estimada da estrutura (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB1 - TR1000 (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB2 - Sunny Day (m)	Altura da lâmina d'água Cenário MRB1 - TR1000 (m)	Altura da lâmina d'água Cenário MRB2 - Sunny Day (m)	Tempo de Chegada da onda - MRB1 - TR1000 (Hrs)	Tempo de Chegada da onda - MRB2 - Sunny Day (Hrs)	Local ZAS/ZSS
24	687,53	677,83	670,58	*	*	1:37:00	2:34:00	ZSS
26	678,00	674,48	668,20	*	*	1:42:00	2:42:00	ZSS
26-1	676,00	673,67	668,20	*	*	1:42:00	2:42:00	ZSS
27	669,00	674,28	667,98	5,28	*	1:42:00	2:42:00	ZSS
28	672,55	673,30	667,63	0,75	*	1:42:00	2:42:00	ZSS
29	669,84	673,30	667,57	3,46	*	1:42:00	2:42:00	ZSS

Fonte: (Enebras Energia, 2023).

Os modelos de simulação hipotética de ruptura indicam não haver influência da ruptura nas estruturas em que a altura da lâmina d'água consta como "". Entretanto, estas benfeitorias foram listadas pois encontram-se nas proximidades da região atingida. Sendo assim, sugere-se que sejam consideradas no sistema de alerta.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Agência Nacional de Água - ANA. Manual do empreendedor, Volume IV – Guia de Orientações e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE, 42p. 2015.

FEMA. FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY, Federal Guidelines for Inundation Mapping of Flood Risks Associated with Dam Incidents and Failures - FEMA P-946. 2013.

U. S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. Hydrologic Engineering Center. Training Documents – Using HEC-RAS for Dam Break Studies. TD-39, USCE, August 2014.

USACE-HEC. River Analysis System, HEC-RAS v4.1 – Hydraulic Reference Manual. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 351p, USA, 2010.

SCHAEFER, M.G. Dam Safety Guidelines, Technical Note 1: Dam Breach Inundation Analysis and Downstream Hazard Classification, Washington State Department of Ecology Publication Nº. 92-55E, USA, July 1992.

SEO. STATE OF COLORADO DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, Division of Water Resources Office of the State Engineer . “Guidelines for Dam Breach Analysis”, February 2010.

APÊNDICE V

APÊNDICE V.1

Tabela 7 - Hidrograma de entrada do modelo hidrodinâmico.

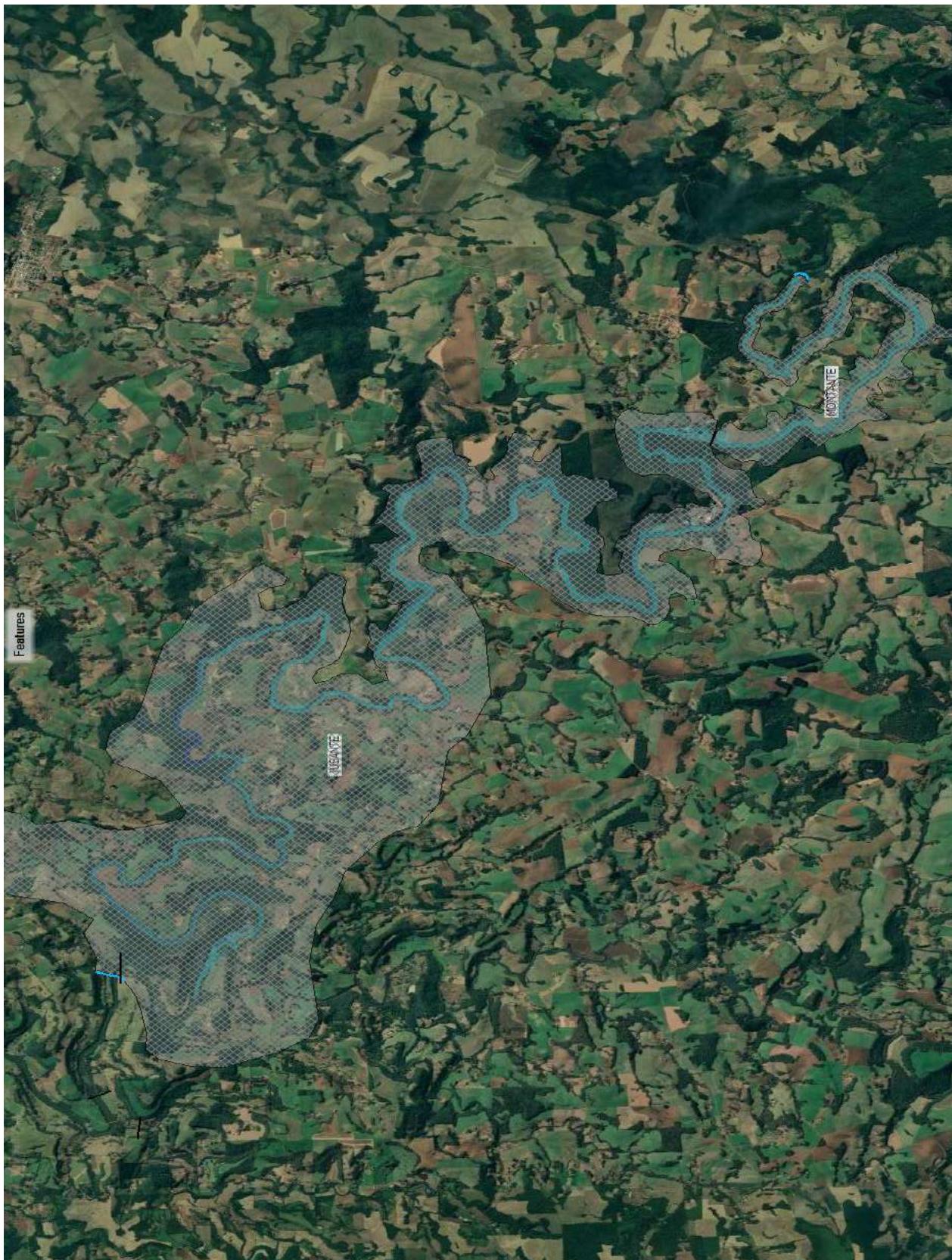
Hidrograma de entrada

Q (m³/s)

0,00	1363,81	2897,77	1133,18
0,00	1481,69	2827,19	1062,60
2,36	1599,56	2756,60	992,01
8,25	1717,44	2686,02	921,43
17,68	1835,31	2615,44	851,37
29,47	1953,19	2544,85	783,00
44,79	2067,57	2474,27	716,74
63,65	2176,43	2403,69	652,33
86,05	2279,64	2333,10	589,60
111,98	2378,94	2262,52	528,99
141,45	2472,73	2191,94	470,50
174,45	2560,86	2121,35	414,12
212,17	2643,34	2050,77	359,86
253,43	2720,16	1980,18	307,71
299,40	2791,34	1909,60	257,96
352,45	2856,85	1839,02	210,75
412,56	2914,97	1768,43	165,93
482,11	2967,30	1697,85	124,47
566,98	3012,22	1627,26	87,24
665,99	3046,12	1556,68	54,77
774,44	3068,70	1486,10	29,28
892,31	3076,49	1415,51	12,70
1010,18	3060,45	1344,93	3,53
1128,06	3021,67	1274,35	0,00
1245,93	2967,26	1203,76	0,00

Fonte: (Enebras Energia, 2023).

APÊNDICE V.2



Tito Produtora de Energia Elétrica SPE Ltda.
Rua Pedro Metzen, Linha São João, município de Clevelândia/PR,
CEP85.530-000 - Fone (46) 3263-1116

APÊNDICE V.3



Legenda:

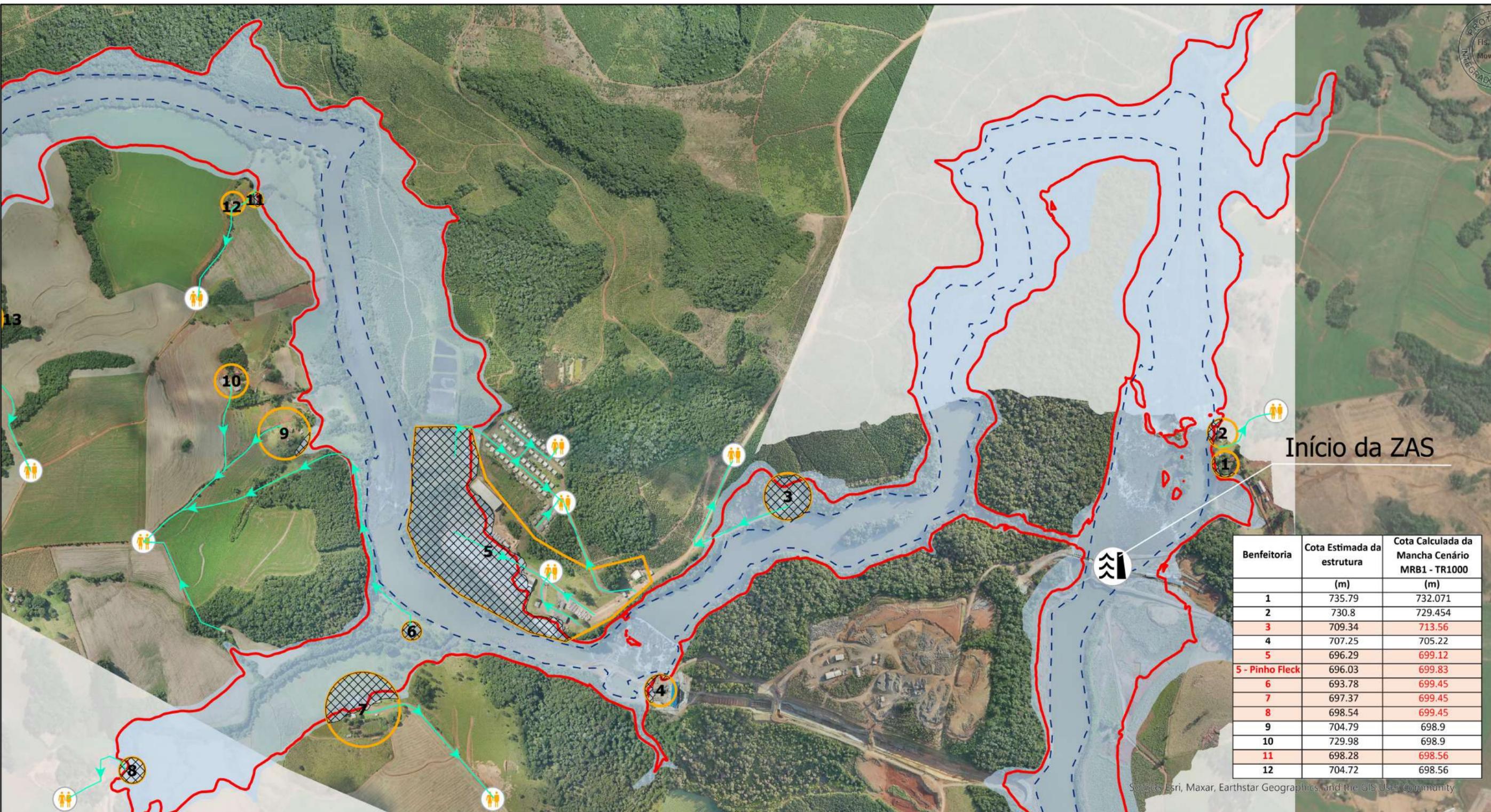
-  Barragem PCH São Luís
-  MRB1 - TR1000
-  MRB2 - SUNNY DAY
-  Zona de Autossalvamento
-  MN1 - TR1000

*Ampliações 1-2-3-4-5-6-7-8-9



Escala do desenho 1:41.500
0 500 1,000 2,000 m

Empreendimento: PCH São Luís	
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA - GERAL	
Execução: 	Cliente: 
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 1 de 11 Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S
Data: 08/08/2023	Datum de Referência: SIRGAS 2000



Benfeitoria	Cota Estimada da estrutura (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB1 - TR1000 (m)
1	735.79	732.071
2	730.8	729.454
3	709.34	713.56
4	707.25	705.22
5	696.29	699.12
5 - Pinho Fleck	696.03	699.83
6	693.78	699.45
7	697.37	699.45
8	698.54	699.45
9	704.79	698.9
10	729.98	698.9
11	698.28	698.56
12	704.72	698.56

Fonte: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

- Barragem PCH São Luís
- MRB1 - TR1000
- Rio Chopim
- Cheia Natural - TR1000
- Benfeitorias localizadas a jusante
- Sugestão Rota de Fuga*
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

*Observação: Essa ampliação encontra-se dentro da região da ZAS

N

 W E
 S

Escala do desenho 1:9.750

0 95 190 380 570 m

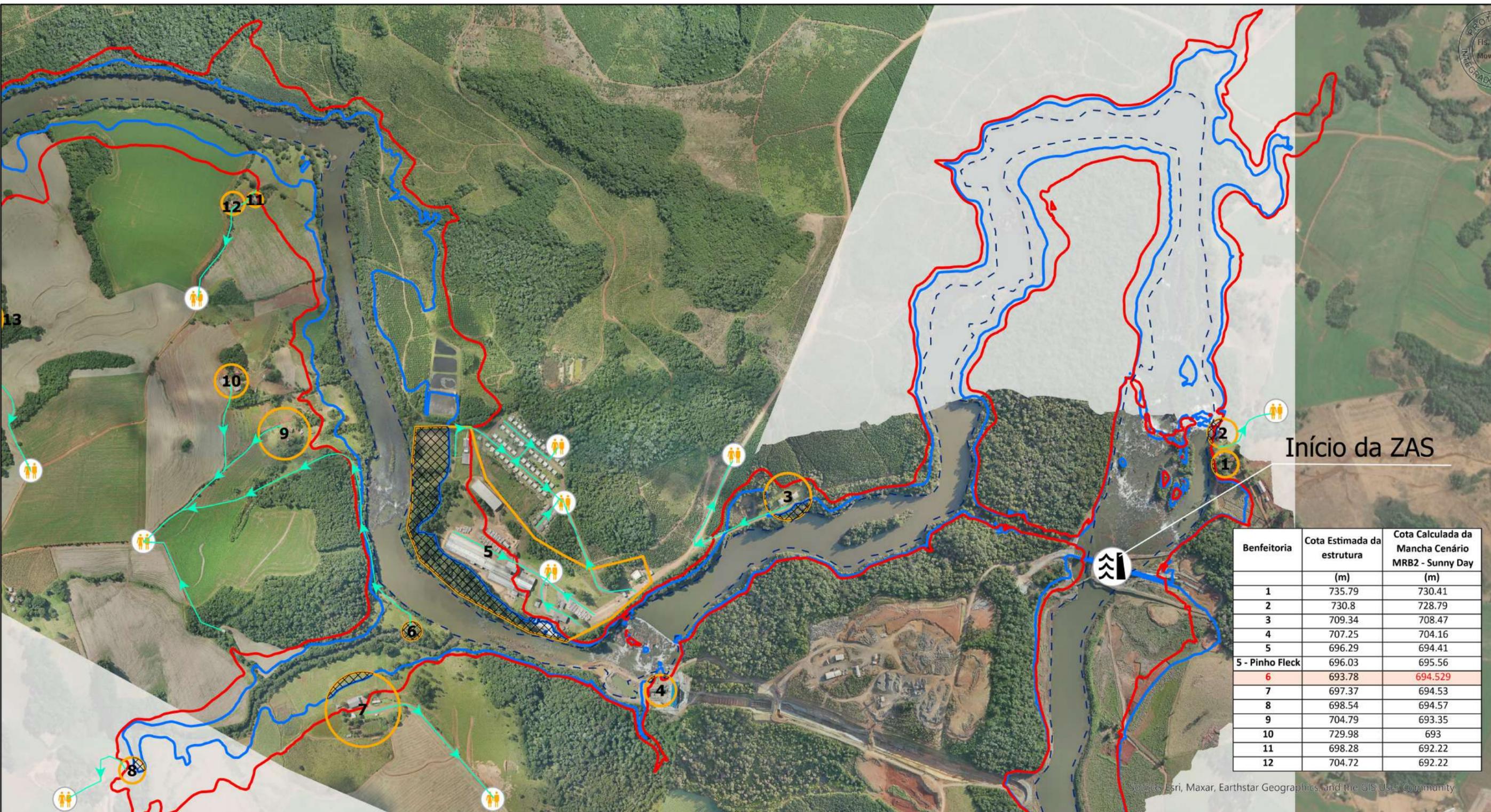
Empreendimento: PCH São Luís

Título: **CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 1 MRB1 - TR1000**

Execução: Cliente:

Desenhista: Bruno Álvaro Schina Folha: 2 de 11 Tamanho: A3

Número Enebras Energia: 000-000-000 Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S
 Data: 08/08/2023 Datum de Referência: SIRGAS 2000



Início da ZAS

Benfeitoria	Cota Estimada da estrutura (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB2 - Sunny Day (m)
1	735.79	730.41
2	730.8	728.79
3	709.34	708.47
4	707.25	704.16
5	696.29	694.41
5 - Pinho Fleck	696.03	695.56
6	693.78	694.529
7	697.37	694.53
8	698.54	694.57
9	704.79	693.35
10	729.98	693
11	698.28	692.22
12	704.72	692.22

Fonte: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

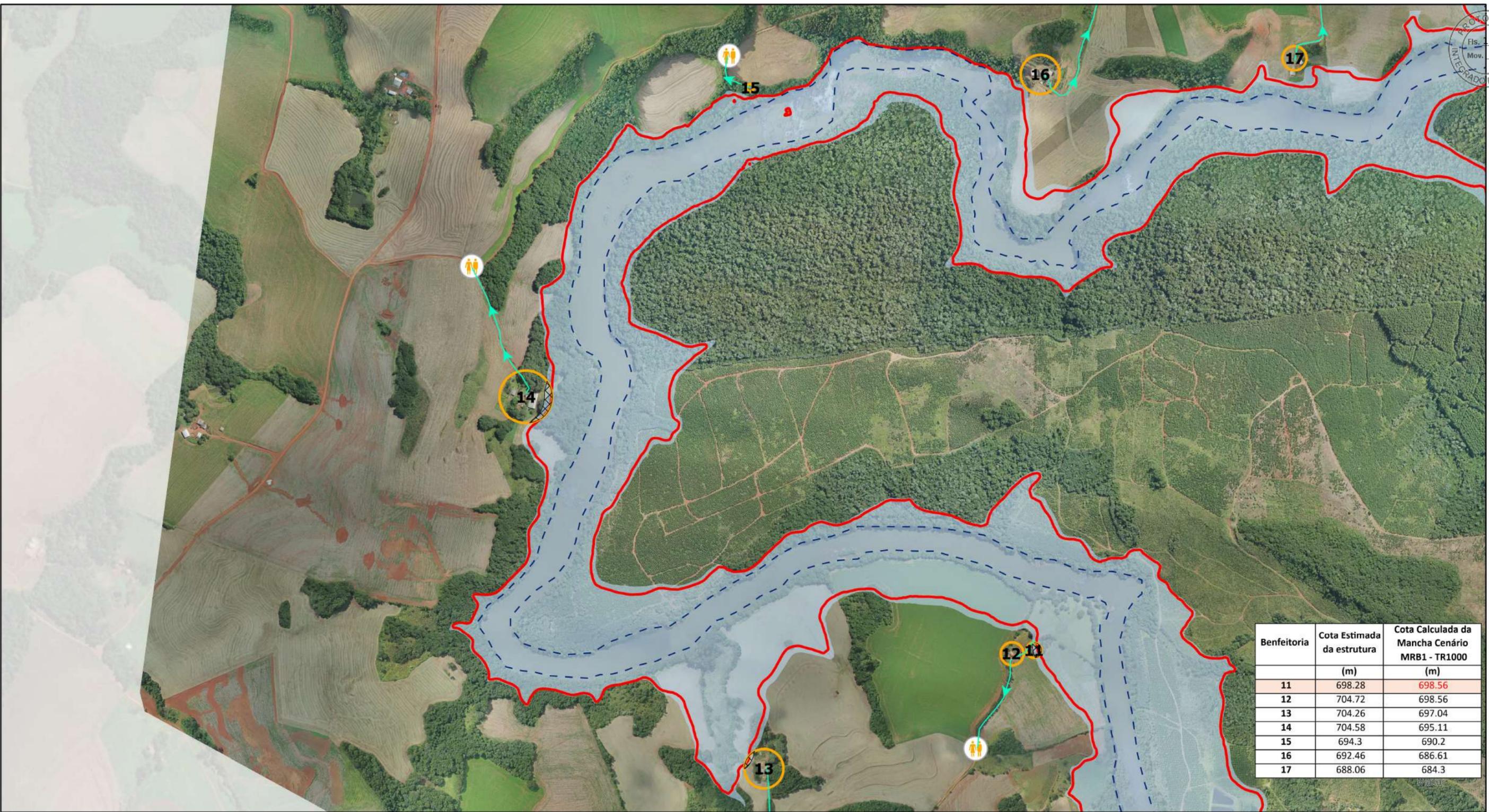
- Barragem PCH São Luís
- MRB2 - SUNNY DAY
- Rio Chopim
- Cheia Natural - TR1000
- Benfeitorias localizadas a jusante
- *Observação: Essa ampliação encontra-se dentro da região da ZAS
- Sugestão Rota de Fuga*
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento



Escala do desenho 1:9.750



Empreendimento: PCH São Luís	
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 1 MRB2 - Sunny Day	
Execução:	Cliente:
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 2 de 11 Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S
Data: 08/08/2023	Datum de Referência: SIRGAS 2000



Benfeitoria	Cota Estimada da estrutura (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB1 - TR1000 (m)
11	698.28	698.56
12	704.72	698.56
13	704.26	697.04
14	704.58	695.11
15	694.3	690.2
16	692.46	686.61
17	688.06	684.3

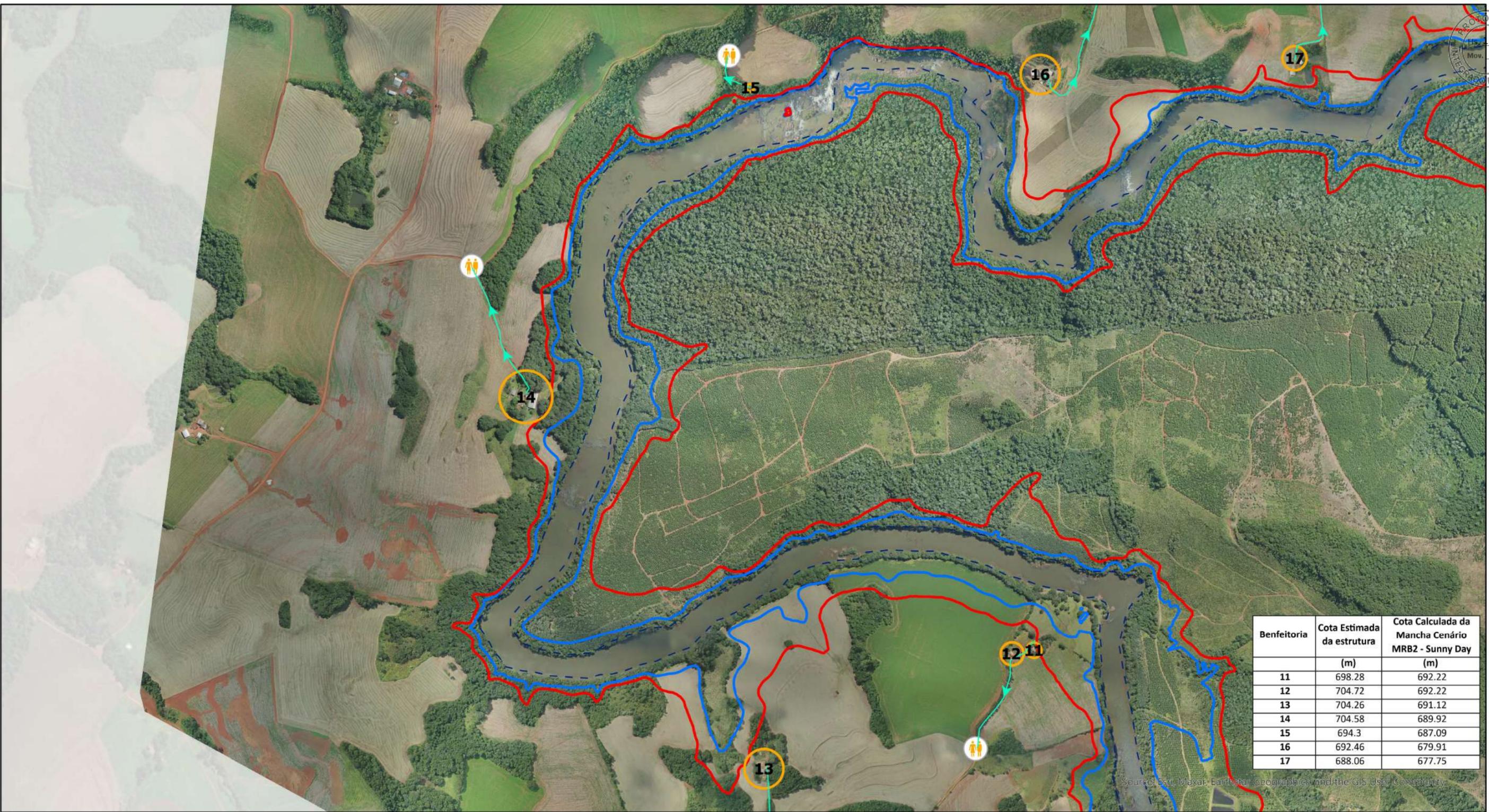
Legenda:

- Barragem PCH São Luís
 - MRB1 - TR1000
 - Rio Chopim
 - Cheia Natural - TR1000
 - Benfeitorias localizadas a jusante
 - Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento
 - Sugestão Rota de Fuga*
 - Sugestão Ponto de Encontro*
- *Observação: Essa ampliação encontra-se dentro da região da ZAS



Escala do desenho 1:9.750
0 95 190 380 570 m

Empreendimento: PCH São Luís	
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 2 MRB1 - TR1000	
Execução:	Cliente:
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 3 de 11 Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S
Data: 08/08/2023	Datum de Referência: SIRGAS 2000



Benfeitoria	Cota Estimada da estrutura (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB2 - Sunny Day (m)
11	698.28	692.22
12	704.72	692.22
13	704.26	691.12
14	704.58	689.92
15	694.3	687.09
16	692.46	679.91
17	688.06	677.75

Legenda:

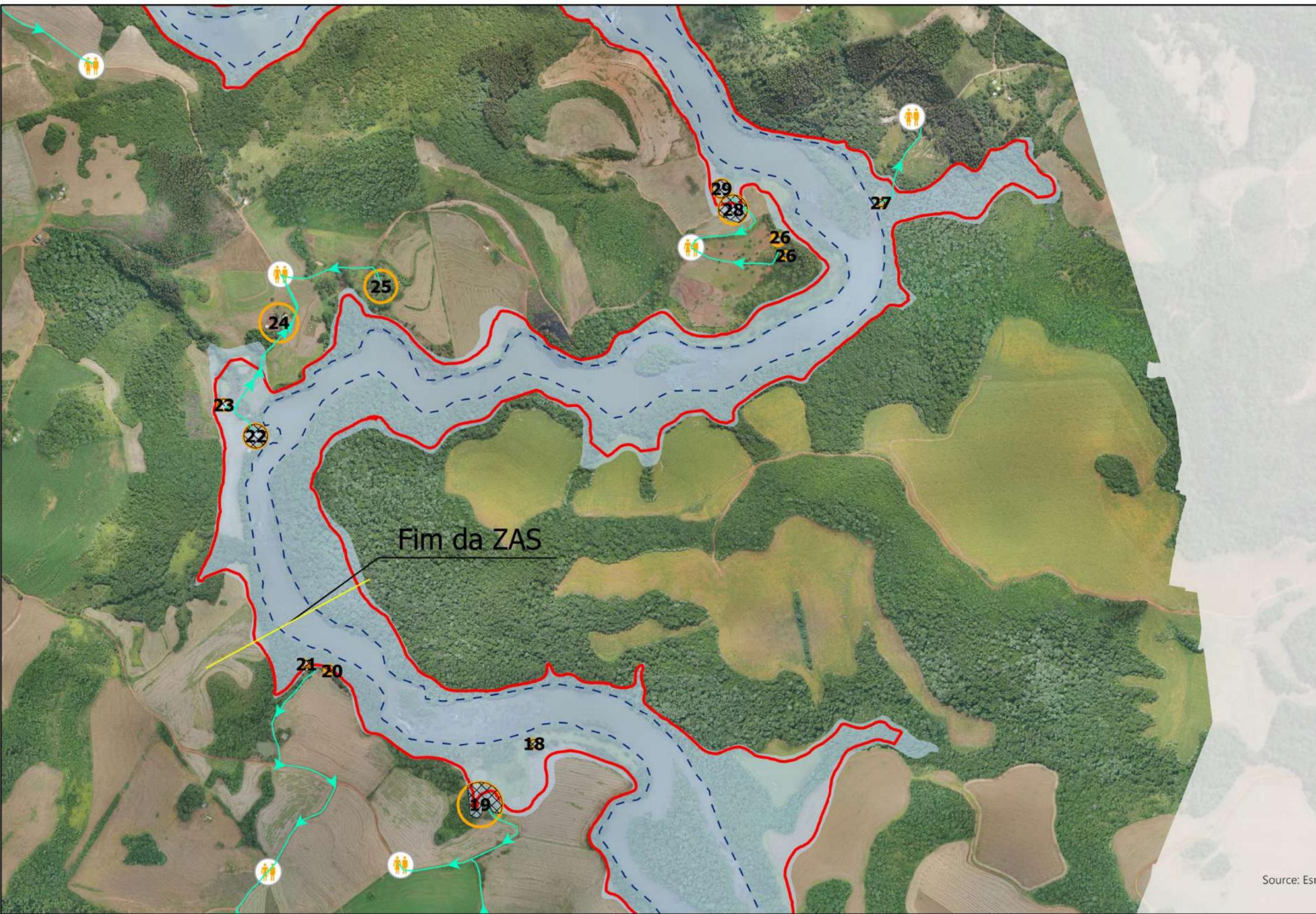
- Barragem PCH São Luís
- Cheia Natural - TR1000
- MRB2 - SUNNY DAY
- Benfeitorias localizadas a jusante
- Rio Chopim
- Sugestão Rota de Fuga*
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

*Observação: Essa ampliação encontra-se dentro da região da ZAS



Escala do desenho 1:9.750
0 95 190 380 570 m

Empreendimento: PCH São Luís	
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 2 MRB2 - Sunny Day	
Execução:	Cliente:
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 3 de 11 Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S
Data: 08/08/2023	Datum de Referência: SIRGAS 2000



Source: Esri, Maxar, Earthstar

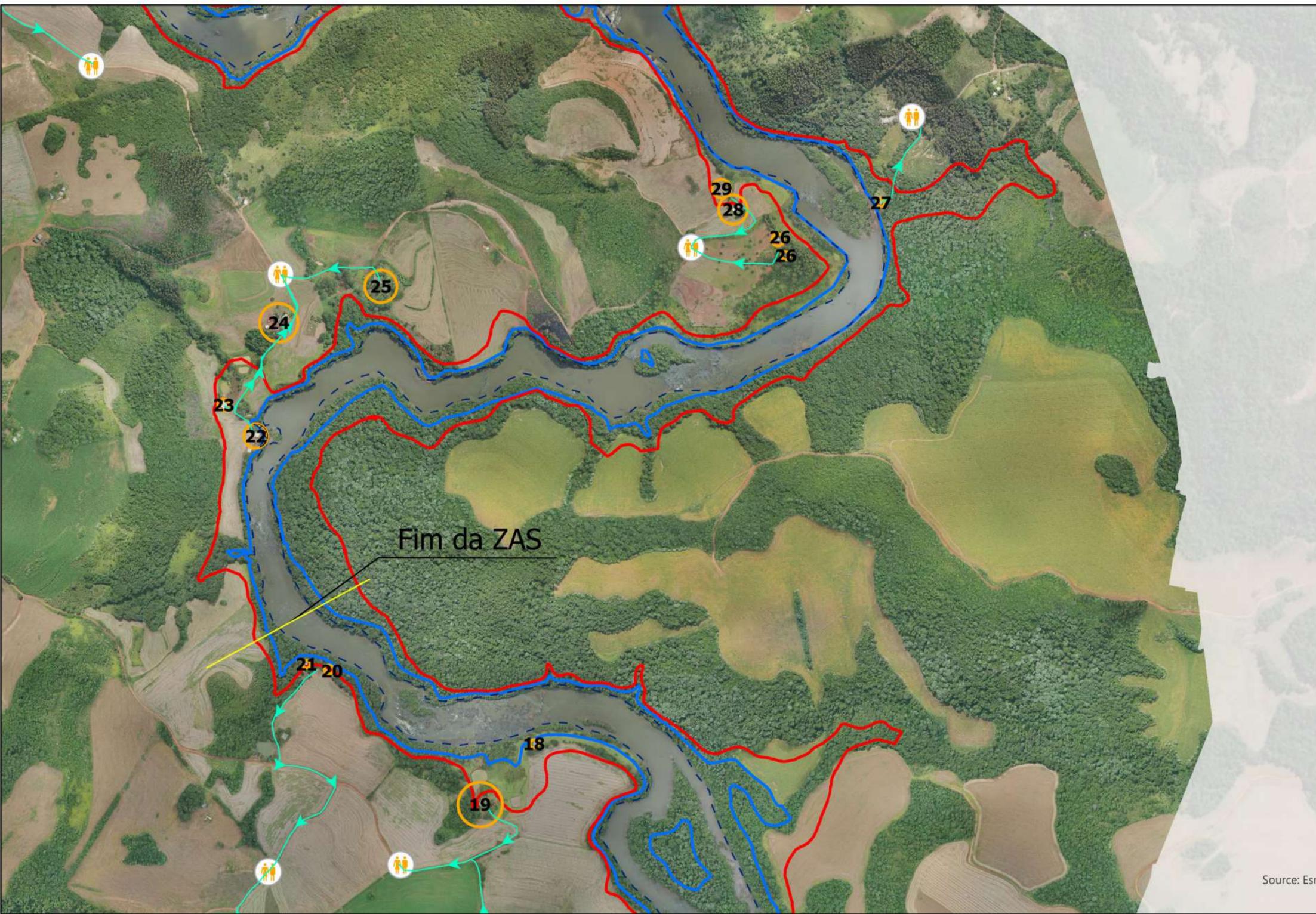
Benfeitoria	Cota Estimada da estrutura (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB1 - TR1000 (m)
18	676.34	680.85
19	680.47	680.81
20	678.93	679.58
21	677.52	679.17
22	675.12	678.37
23	674.26	678.37
24	687.53	677.83
25	684.41	677.81
26	678	674.48
26-1	676	673.67
27	669	674.28
28	672.55	673.3
29	669.84	673.3

Legenda:

- Barragem PCH São Luís
- MRB1 - TR1000
- Rio Chopim
- Cheia Natural - TR1000
- Benfeitorias localizadas a jusante
- *Observação: Essa ampliação encontra-se parcialmente dentro da região da ZAS
- Sugestão Rota de Fuga*
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

Escala do desenho 1:9.750

Empreendimento: PCH São Luís
 Título: **CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 3 MRB1 - TR1000**
 Execução: Cliente:
 Desenhista: Bruno Álvaro Schina Folha: 4 de 10 Tamanho: A3
 Número Enebras Energia: 000-000-000 Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000
 Data: 08/08/2023



Benfeitoria	Cota Estimada da estrutura (m)	Cota Calculada da Mancha Cenário MRB2 - Sunny Day (m)
18	676.34	674.57
19	680.47	674.28
20	678.93	673.41
21	677.52	673.18
22	675.12	671.32
23	674.26	671.32
24	687.53	670.58
25	684.41	670.32
26	678	668.2
26-1	676	668.2
27	669	667.98
28	672.55	667.63
29	669.84	667.57

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

- Barragem PCH São Luís
- Cheia Natural - TR1000
- Sugestão Rota de Fuga*
- MRB2 - SUNNY DAY
- Benfeitorias localizadas a jusante
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Rio Chopim
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

*Observação: Essa ampliação encontra-se parcialmente dentro da região da ZAS

Escala do desenho 1:9.750

Empreendimento: PCH São Luís
 Título: **CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 3 MRB2 - Sunny Day**
 Execução: Cliente:
 Desenhista: Bruno Álvaro Schina Folha: 4 de 11 Tamanho: A3
 Número Enebras Energia: 000-000-000 Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000
 Data: 08/08/2023



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

- Barragem PCH São Luís
- Cheia Natural - TR1000
- Sugestão Rota de Fuga*
- MRB1 - TR1000
- Benfeitorias localizadas a jusante
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Rio Chopim
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

Escala do desenho 1:9.750

Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 4 MRB1 - TR1000		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 5 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000	
Data: 08/08/2023		



Legenda:

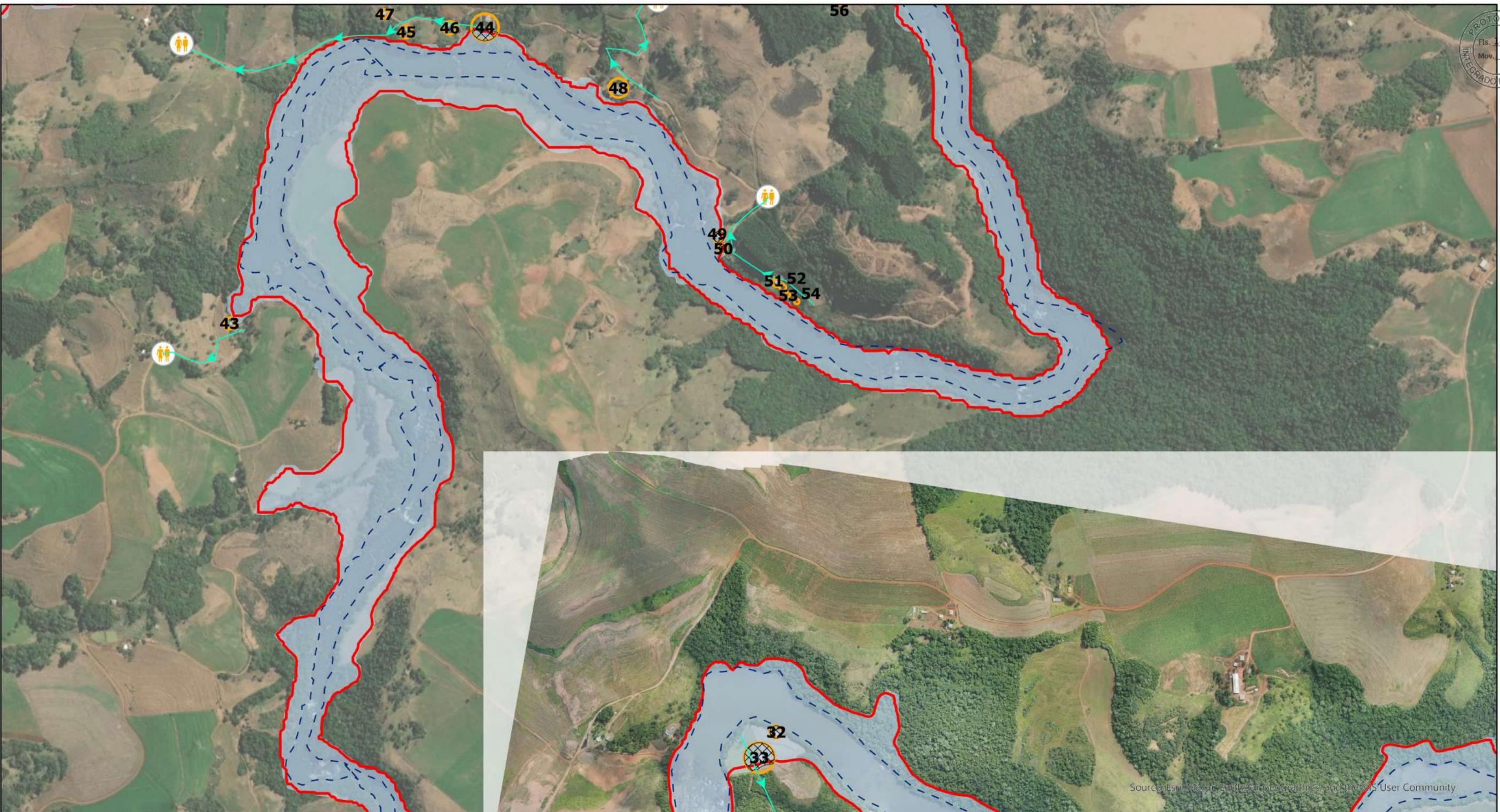
-  Barragem PCH São Luís
-  Cheia Natural - TR1000
-  Sugestão Rota de Fuga*
-  MRB2 - SUNNY DAY
-  Benfeitorias localizadas a jusante
-  Sugestão Ponto de Encontro*
-  Rio Chopim
-  Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento



Escala do desenho 1:9.750



Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 4 MRB2 - Sunny Day		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 5 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000	
Data: 08/08/2023		



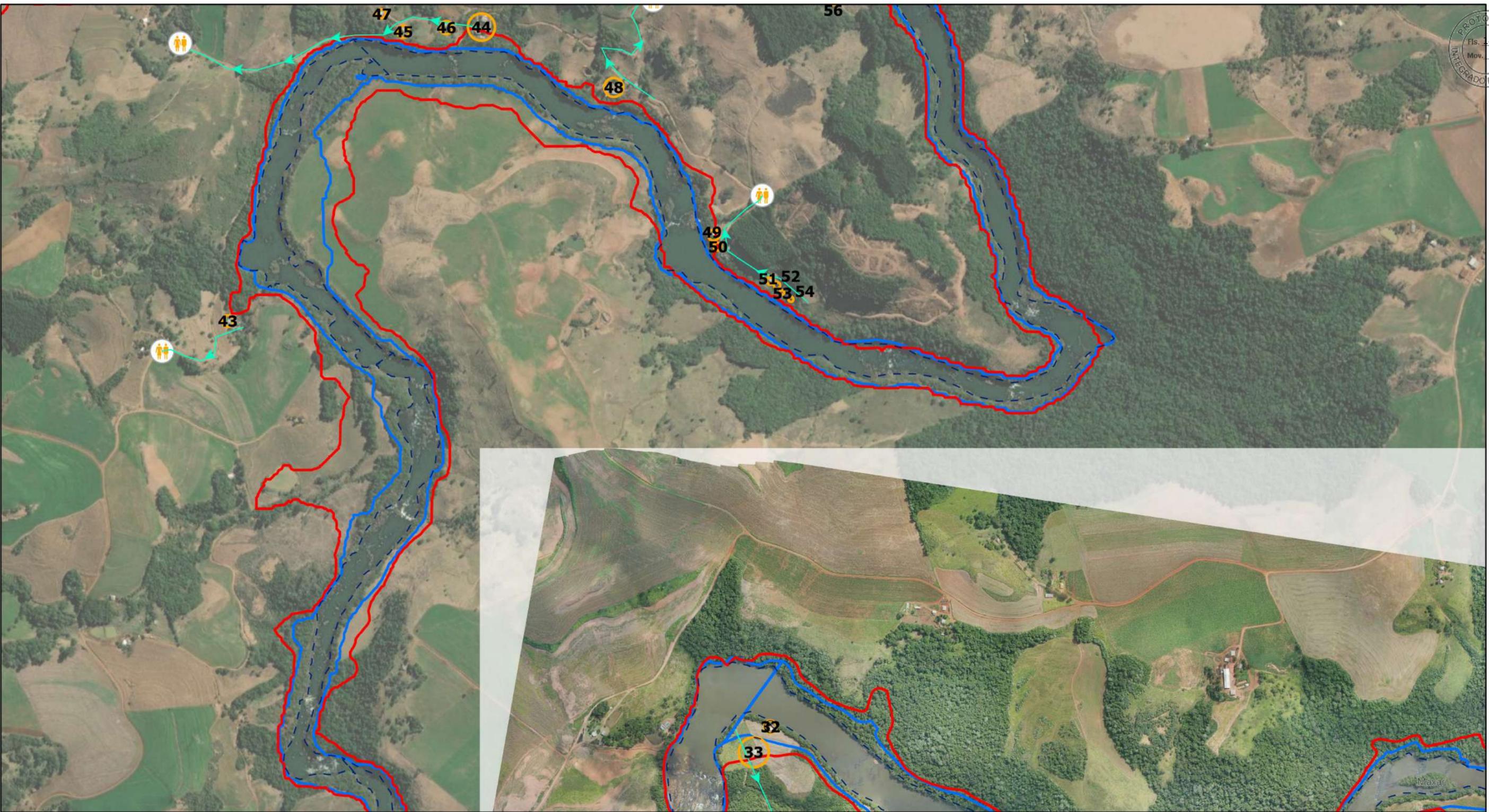
Legenda:

- Barragem PCH São Luís
- Cheia Natural - TR1000
- MRB1 - TR1000
- Benfeitorias localizadas a jusante
- Rio Chopim
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento
- Sugestão Rota de Fuga*
- Sugestão Ponto de Encontro*



Escala do desenho 1:9.750
 0 95 190 380 570 m

Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 5 MRB1 - TR1000		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 6 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S	
Data: 08/08/2023	Datum de Referência: SIRGAS 2000	



Legenda:

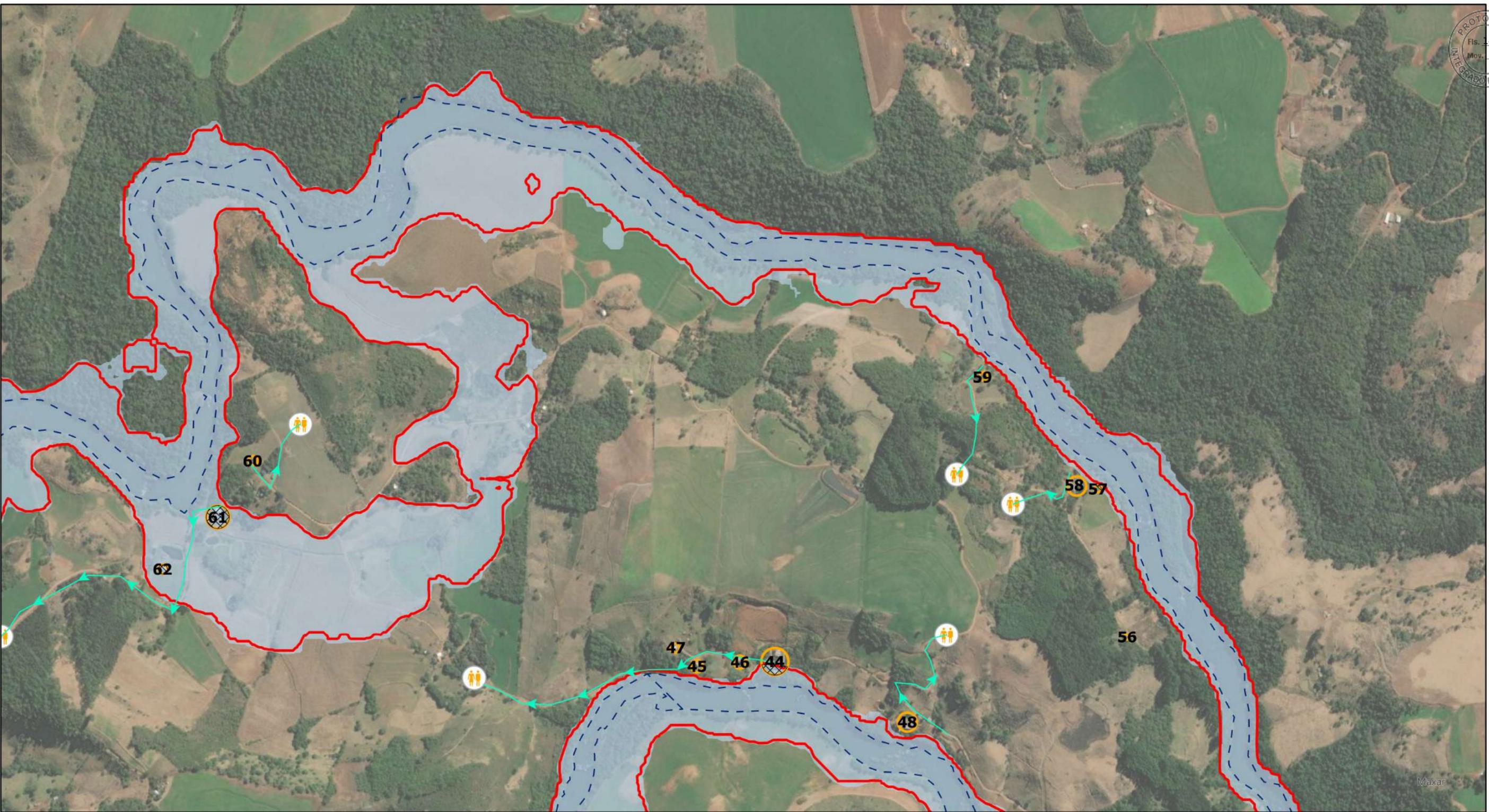
-  Barragem PCH São Luís
-  MRB2 - SUNNY DAY
-  Rio Chopim
-  Cheia Natural - TR1000
-  Benfeitorias localizadas a jusante
-  Sugestão Rota de Fuga*
-  Sugestão Ponto de Encontro*
-  Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento



Escala do desenho 1:9.750



Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 5 MRB2 - Sunny Day		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 6 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S	
Data: 08/08/2023	Datum de Referência: SIRGAS 2000	

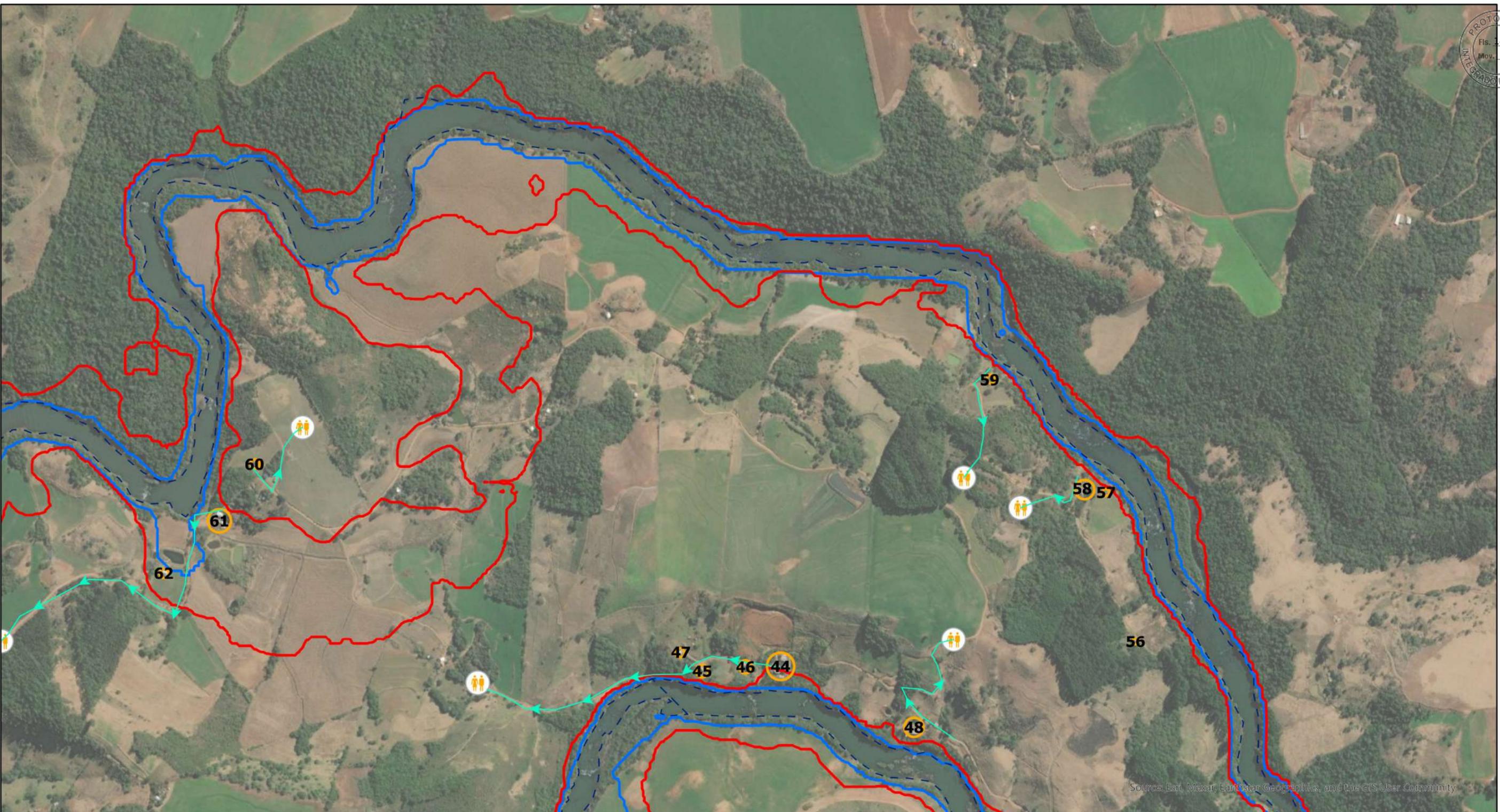


Legenda:

- Barragem PCH São Luís
- MRB1 - TR1000
- Rio Chopim
- Cheia Natural - TR1000
- Benfeitorias localizadas a jusante
- Sugestão Rota de Fuga*
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

Escala do desenho 1:9.750

Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 6 MRB1 - TR1000		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 7 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000	
Data: 08/08/2023		

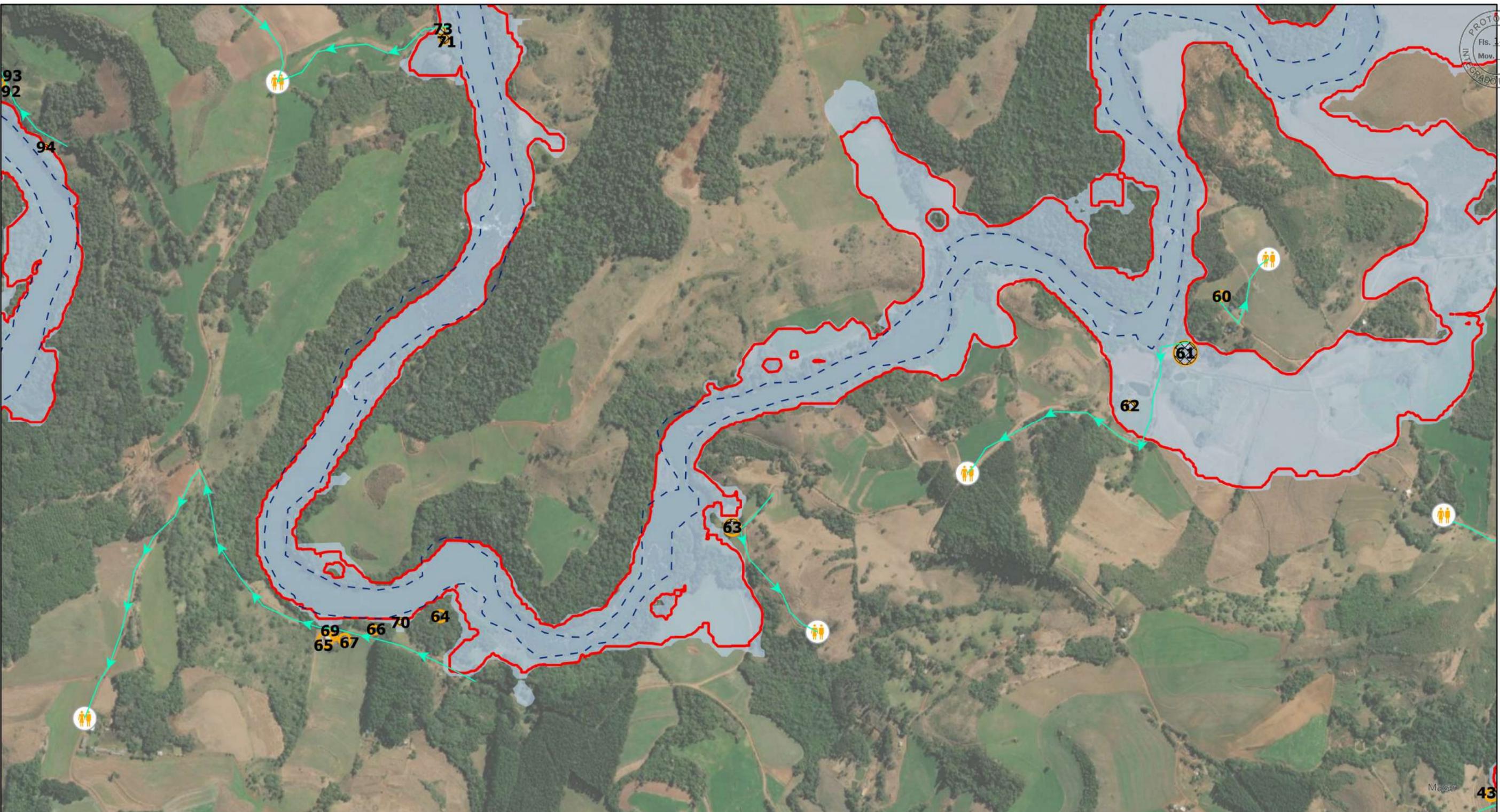


Legenda:

- Barragem PCH São Luís
- MRB2 - SUNNY DAY
- Cheia Natural - TR1000
- Rio Chopim
- Benfeitorias localizadas a jusante
- Sugestão Rota de Fuga*
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

Escala do desenho 1:9.750

Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 6 MRB2 - Sunny Day		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 7 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000	
Data: 08/08/2023		

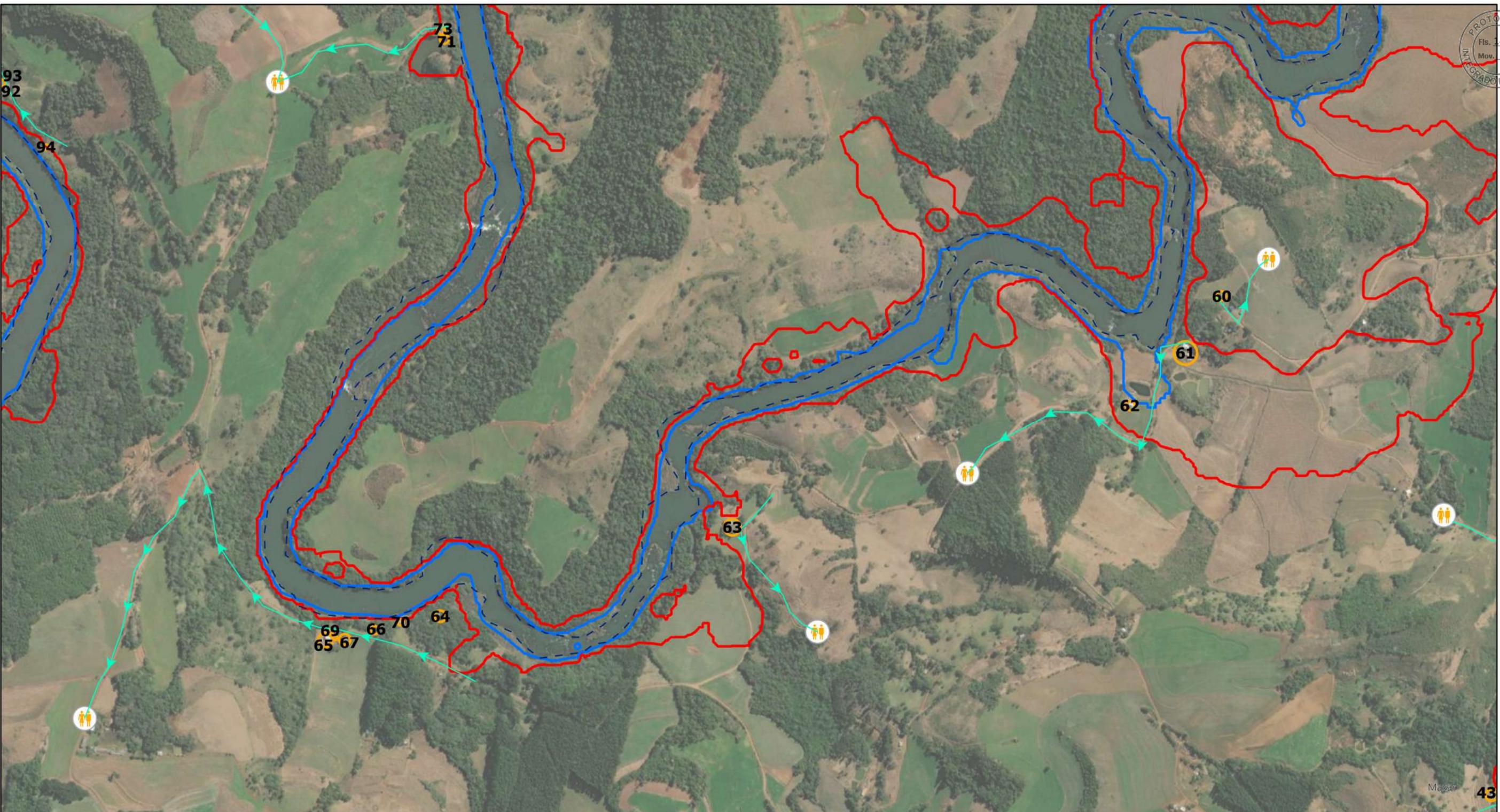


Legenda:

- Barragem PCH São Luís
- MRB1 - TR1000
- Rio Chopim
- Cheia Natural - TR1000
- Benfeitorias localizadas a jusante
- Sugestão Rota de Fuga*
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

Escala do desenho 1:9.750

Empreendimento: PCH São Luís	
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 7 MRB1- TR1000	
Execução: 	Cliente:
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 8 de 11 Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000
Data: 08/08/2023	

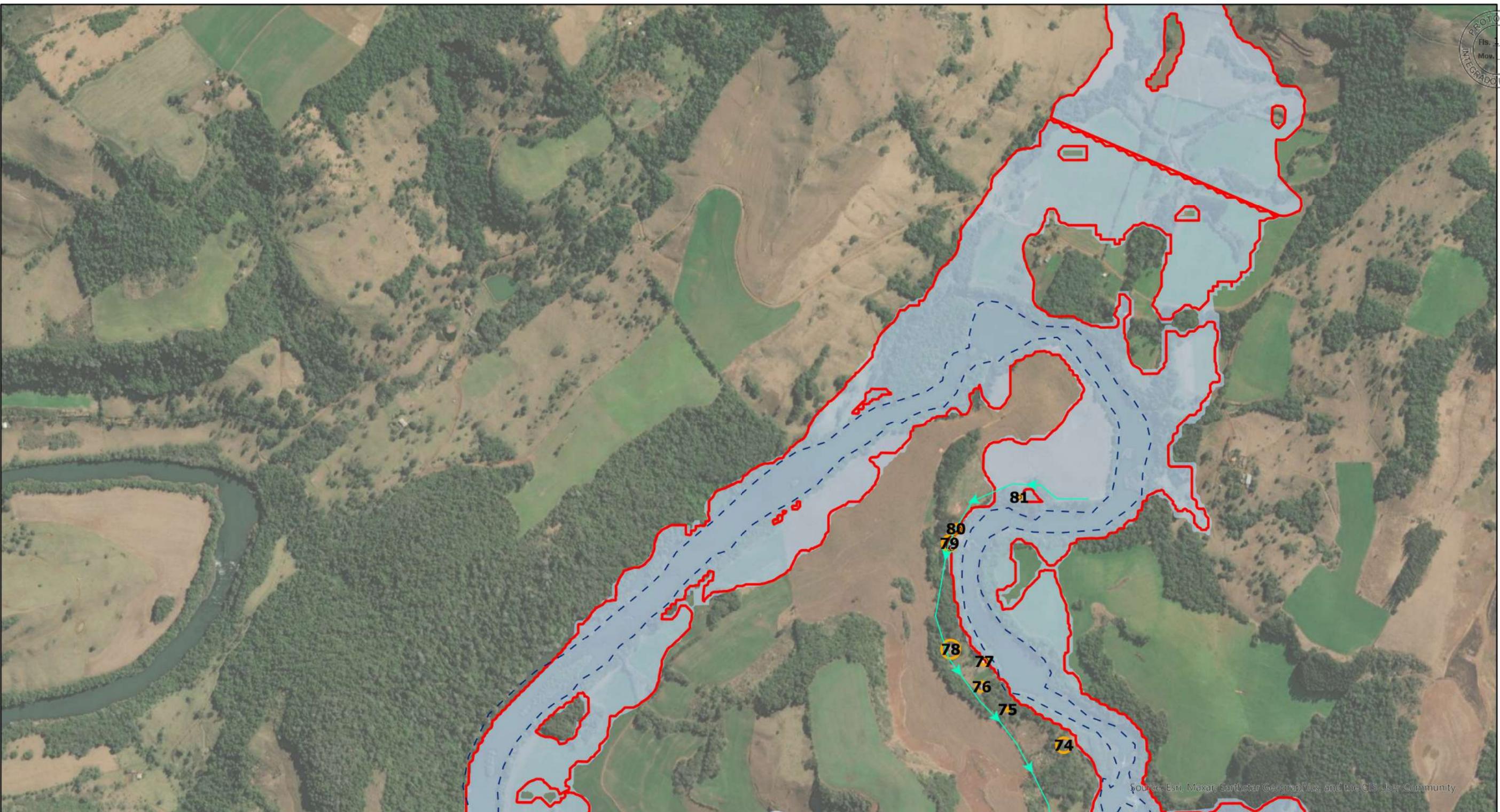


Legenda:

-  Barragem PCH São Luís
-  Cheia Natural - TR1000
-  MRB2 - SUNNY DAY
-  Benfeitorias localizadas a jusante
-  Rio Chopim
-  Sugestão Rota de Fuga*
-  Sugestão Ponto de Encontro*
-  Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento


 Escala do desenho 1:9.750


Empreendimento: PCH São Luís	
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 7 MRB2- Sunny Day	
Execução: 	Cliente: 
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 8 de 11 Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000
Data: 08/08/2023	



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

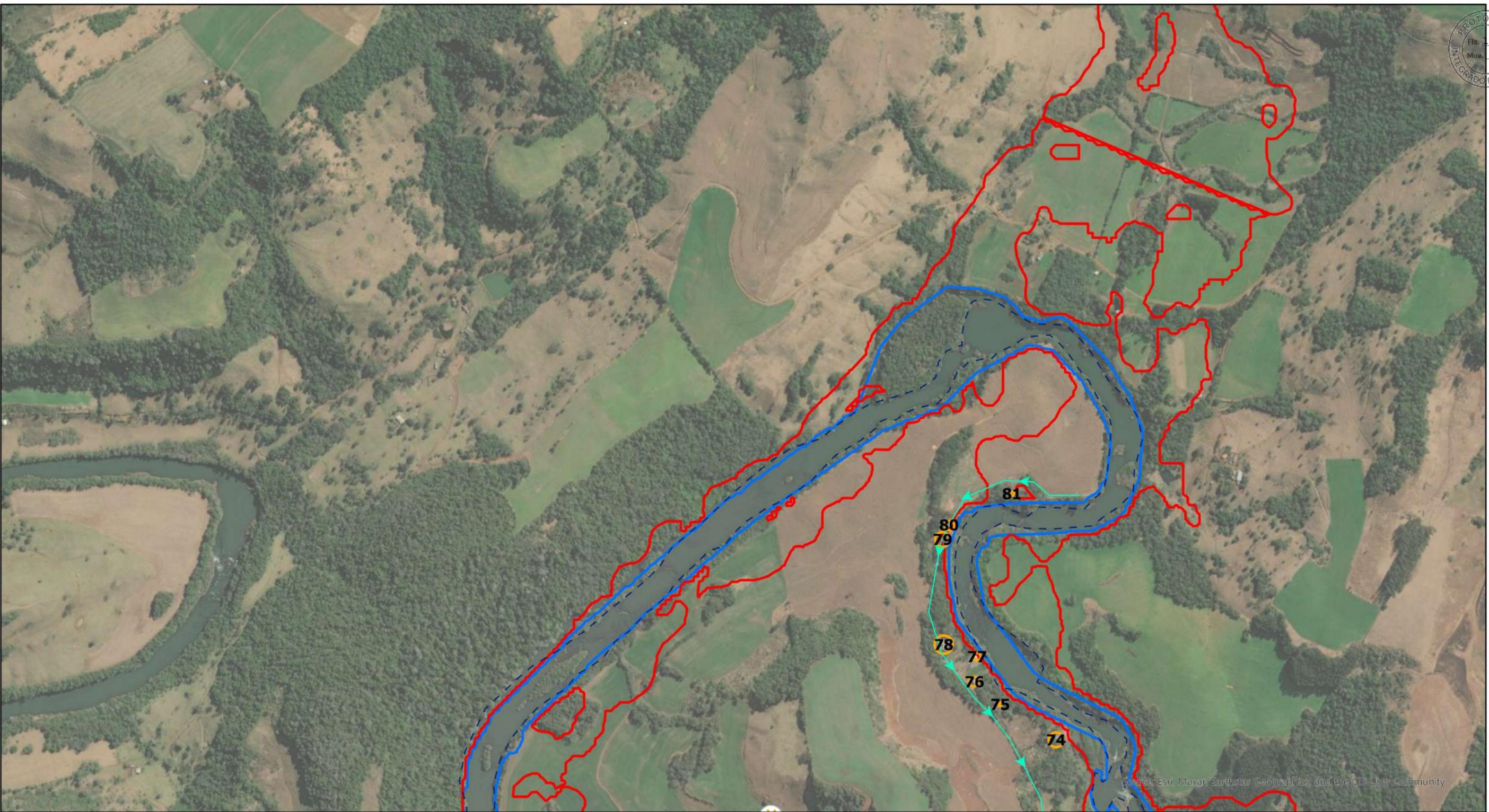
Legenda:

-  Barragem PCH São Luís
-  MRB1 - TR1000
-  Rio Chopim
-  Cheia Natural - TR1000
-  Benfeitorias localizadas a jusante
-  Sugestão Rota de Fuga*
-  Sugestão Ponto de Encontro*
-  Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento



Escala do desenho 1:9.750
0 95 190 380 570 m

Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 8 MRB1- TR1000		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 9 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S	
Data: 08/08/2023	Datum de Referência: SIRGAS 2000	



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

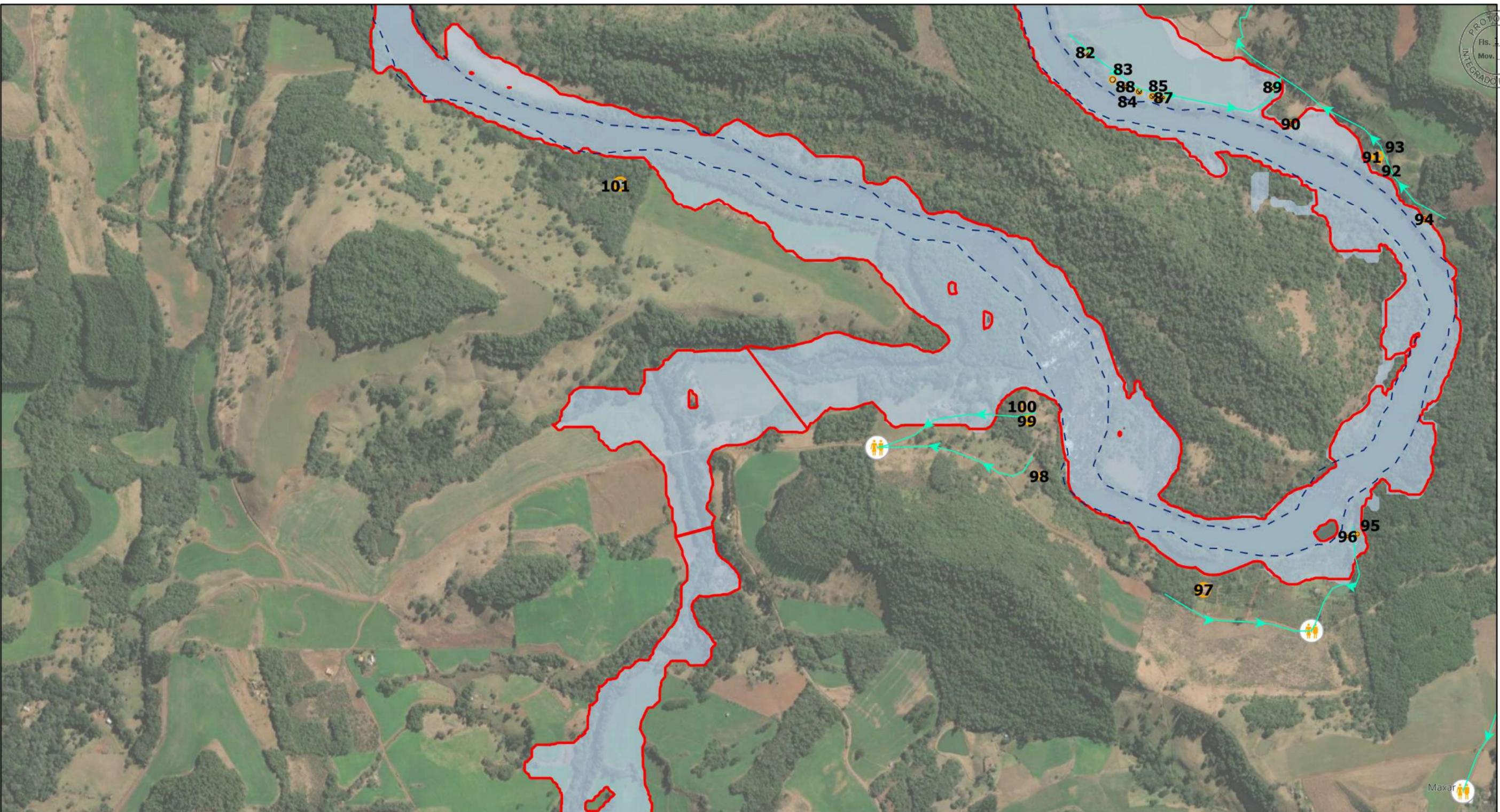
Legenda:

-  Barragem PCH São Luís
-  MRB2 - SUNNY DAY
-  Rio Chopim
-  Cheia Natural - TR1000
-  Benfeitorias localizadas a jusante
-  Sugestão Rota de Fuga*
-  Sugestão Ponto de Encontro*
-  Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento



Escala do desenho 1:9.750
0 95 190 380 570 m

Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 8 MRB2- Sunny Day		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 9 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S	
Data: 08/08/2023	Datum de Referência: SIRGAS 2000	

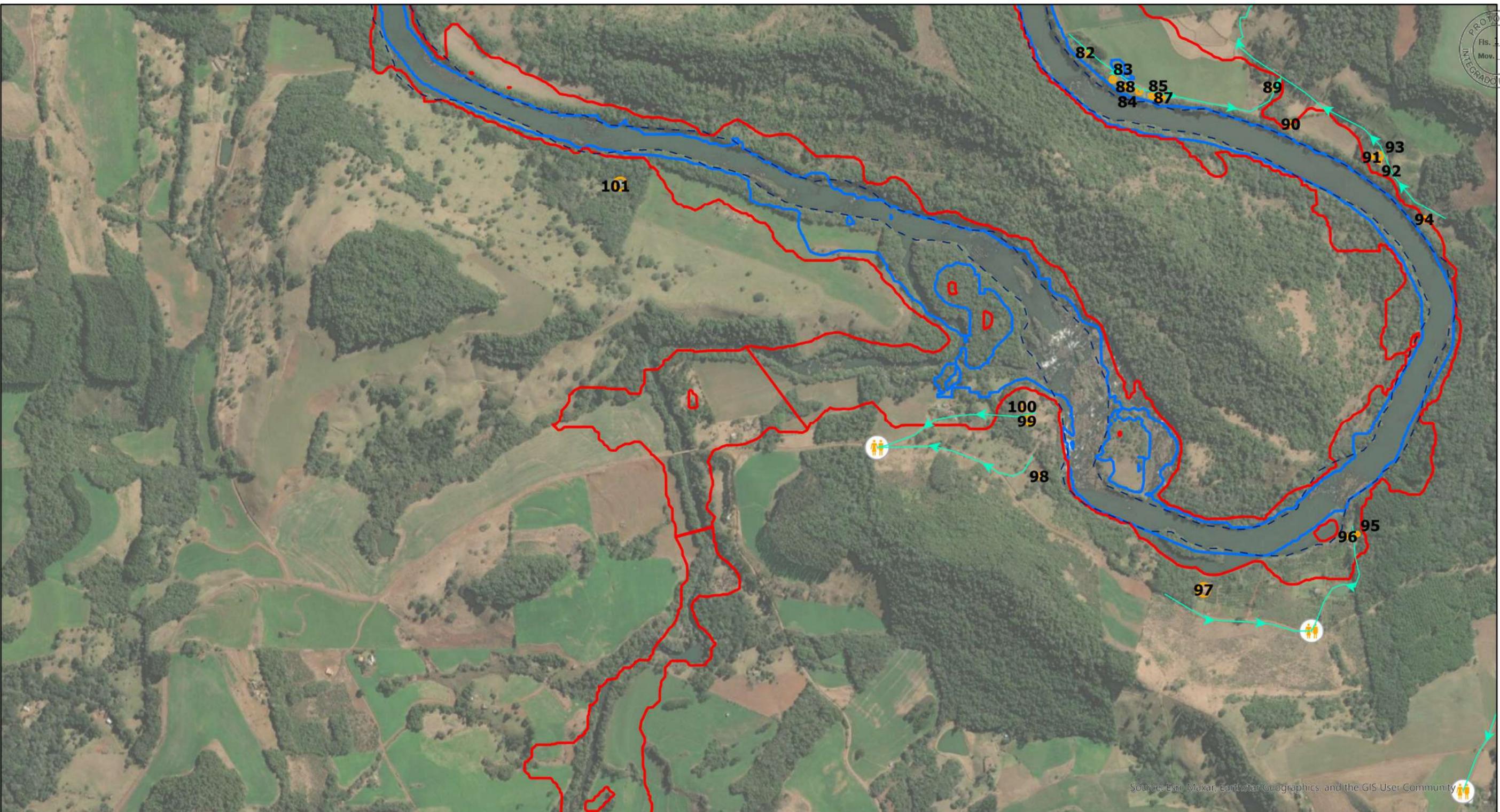


Legenda:

- Barragem PCH São Luís
- MRB1 - TR1000
- Rio Chopim
- Cheia Natural - TR1000
- Benfeitorias localizadas a jusante
- Sugestão Rota de Fuga*
- Sugestão Ponto de Encontro*
- Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

Escala do desenho 1:9.750

Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 9 MRB1- TR1000		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 10 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000	
Data: 08/08/2023		



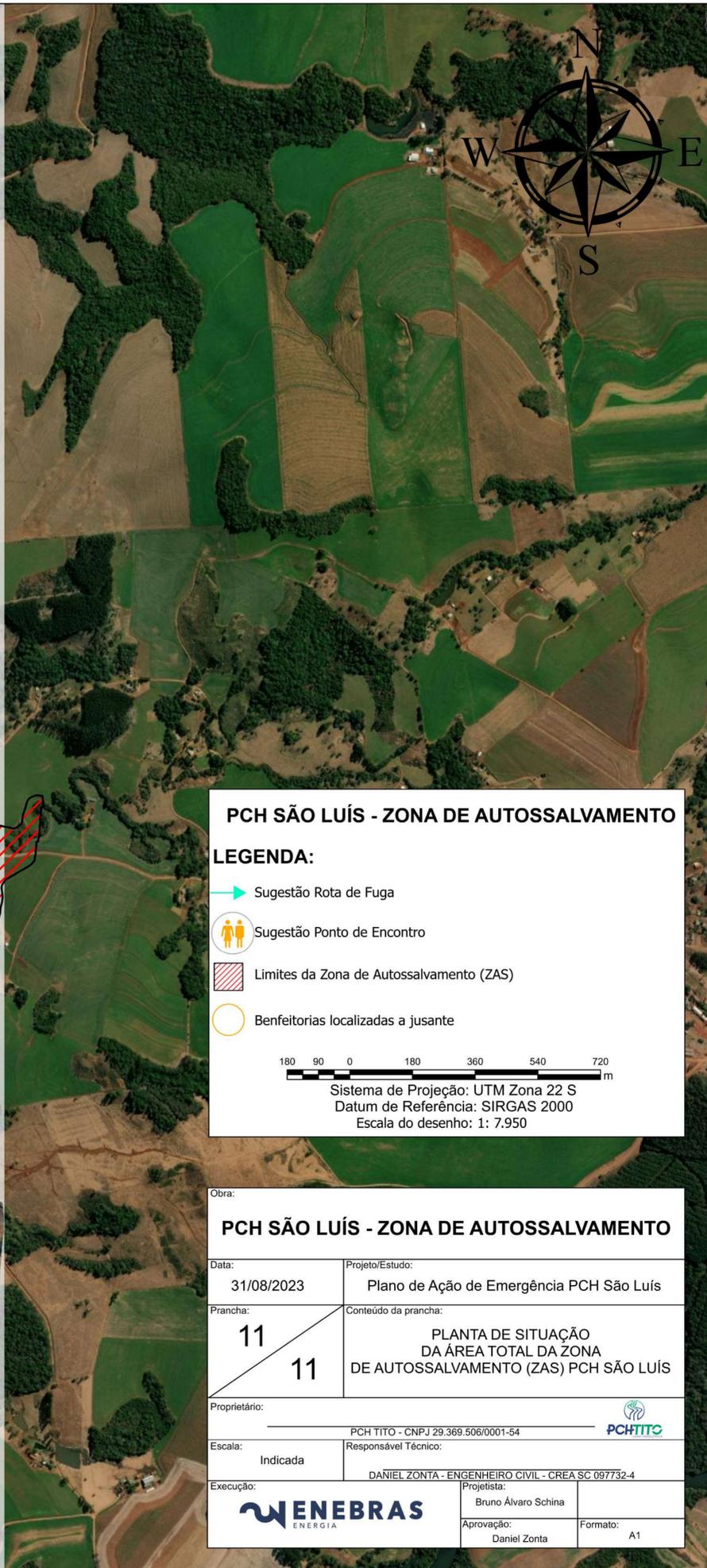
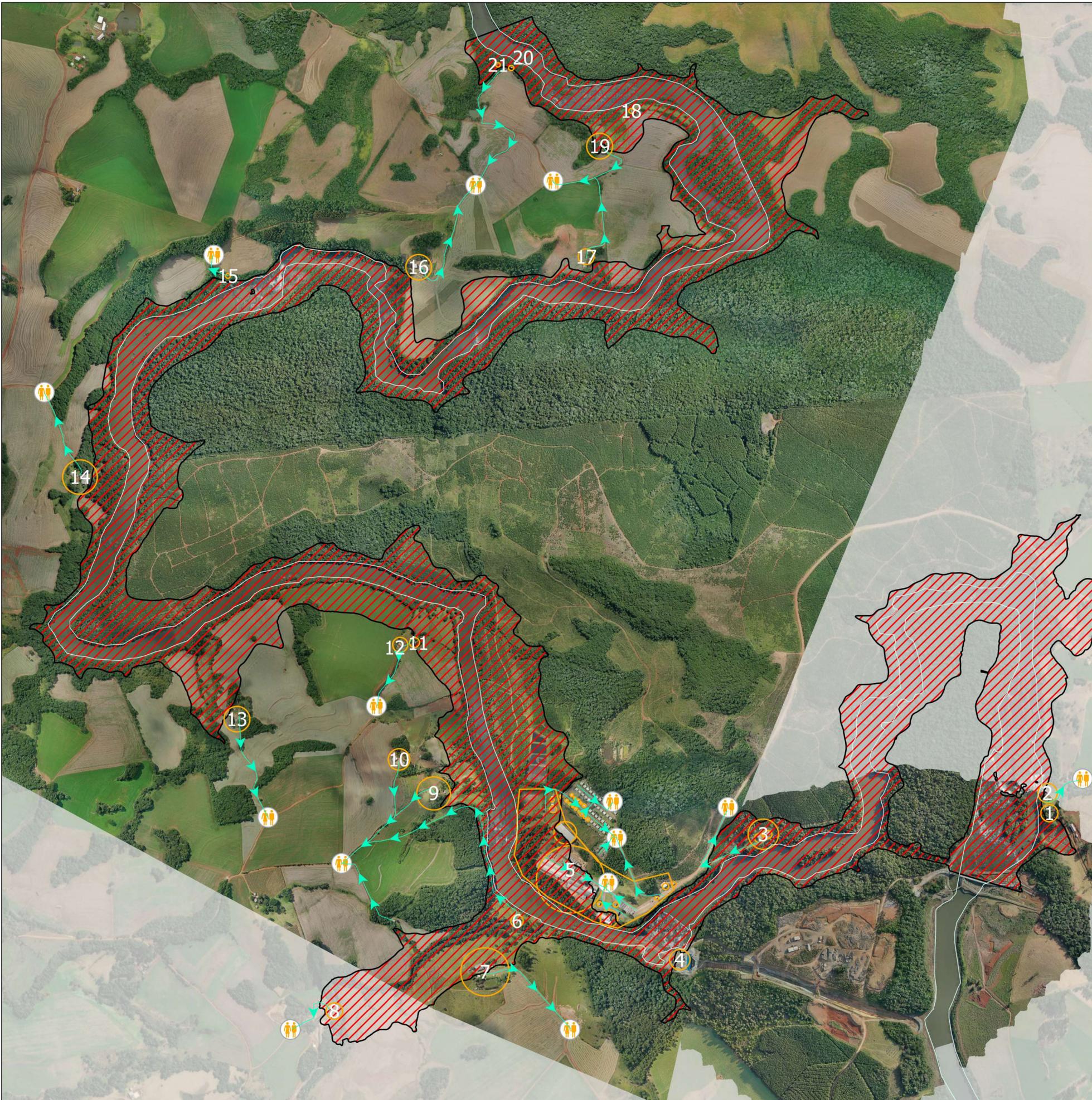
Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Legenda:

Barragem PCH São Luís	MRB2 - SUNNY DAY	Rio Chopim
Cheia Natural - TR1000	Benfeitorias localizadas a jusante	
Sugestão Rota de Fuga*	Sugestão Ponto de Encontro*	Benfeitorias afetadas pela onda do rompimento

Escala do desenho 1:9.750

Empreendimento: PCH São Luís		
Título: CARTA DE INUNDAÇÃO DO ESTUDO DE RUPTURA Ampliação 9 MRB2- Sunny Day		
Execução: 	Cliente: 	
Desenhista: Bruno Álvaro Schina	Folha: 10 de 11	Tamanho: A3
Número Enebras Energia: 000-000-000	Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S Datum de Referência: SIRGAS 2000	
Data: 08/08/2023		



PCH SÃO LUÍS - ZONA DE AUTOSSALVAMENTO

LEGENDA:

- Sugestão Rota de Fuga
- Sugestão Ponto de Encontro
- Limites da Zona de Autossalvamento (ZAS)
- Benfeitorias localizadas a jusante

180 90 0 180 360 540 720 m

Sistema de Projeção: UTM Zona 22 S
Datum de Referência: SIRGAS 2000
Escala do desenho: 1: 7.950

Obra:

PCH SÃO LUÍS - ZONA DE AUTOSSALVAMENTO

Data:	31/08/2023	Projeto/Estudo:	Plano de Ação de Emergência PCH São Luís
Prancha:	11	Conteúdo da prancha:	PLANTA DE SITUAÇÃO DA ÁREA TOTAL DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS) PCH SÃO LUÍS
Proprietário:	PCH TITO - CNPJ 29.369.506/0001-54		
Escala:	Indicada	Responsável Técnico:	DANIEL ZONTA - ENGENHEIRO CIVIL - CREA SC 097732-4
Execução:		Projetista:	Bruno Álvaro Schina
		Aprovação:	Daniel Zonta
		Formato:	A1