

BARRAGEM PCH CAPIVARI

PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL



Controle de Revisões

Revisão	Data	Descrição das Alterações	Elaborado	Verificado	Aprovado
01	29/01/2019	Primeira Revisão	JCS	-	JCS
01	21/03/2023	Primeira Revisão	JCS	-	JCS
01	10/02/2026	Primeira Revisão	JCS	-	JCS

Entidade Fiscalizadora

Barragem a montante – PCH VOLTA GRANDE

Comissão Municipal de Defesa Civil do município de SÃO MARTINHO

Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) do estado de Santa Catarina

Prefeituras do Município de São Matinho - SC

Corpo de Bombeiros do Município de Armazem – SC

Consorcio Cerbranorte – Urbano – PCH CAPIVARI

Estrada Geral Alto São Martinho, s/n Cidade: São Martinho – SC - CEP: 88.765-000 - (47) 3372-7500 – E-mail: pchcapivari@urbano.com.br

1. APRESENTAÇÃO DO PAE

A barragem da PCH CAPIVARI foi classificada, com base na categoria de risco e de dano potencial associado, como sendo de Classe A. Assim, o presente PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE da barragem Capivari 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 (Art. 12 da Lei nº 12.334/2010). O PAE da barragem Capivari está dividido nos cinco seguintes capítulos:

- Capítulo I: apresenta informações gerais sobre o PAE e a caracterização da barragem
- Capítulo II: define critérios para identificação de anomalias ou de condições potenciais de ruptura da barragem, bem como os procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência
- Capítulo III: apresenta os procedimentos de notificação e o sistema de alerta necessários para notificar as entidades intervenientes na gestão de emergências e desencadear o aviso às populações
- Capítulo IV: inclui a definição da cadeia de decisão e a identificação dos principais intervenientes no processo de gestão da emergência
- Capítulo V: caracteriza a cheia induzida pela ruptura da barragem, incluindo os mapas de inundação e o correspondente zoneamento de risco no vale a jusante.

2. ATUALIZAÇÃO E REVISÃO DO PAE

Conforme estabelecido no § 2º, Art. 14 da Resolução Normativa nº 1064/2023, o Plano de Ação de Emergência (PAE) deve ser revisado periodicamente nas seguintes situações:

- (1) Quando o relatório de inspeção ou a Revisão Periódica de Segurança de Barragem assim o recomendar. No caso específico, a Revisão Periódica de Segurança, bem como a revisão do PAE, será realizada a cada sete anos.
- (2) Sempre que a instalação sofrer modificações físicas, operacionais ou organizacionais capazes de influenciar no risco de acidente ou desastre;
- (3) Quando a execução do PAE em exercício simulado, acidente ou desastre indicar a sua necessidade.
- (4) Mediante fundamentação, a ANEEL poderá exigir revisão do PAE em outras situações quando considerar necessário (§ 3º). A tabela apresenta as atualizações e revisões realizadas no documento.

2.1. Lista de Atualizações

Quadro 1 – Folha de atualização do PAE

PAE DA BARRAGEM PCH CAPIVARI CONTROLE DE ATUALIZAÇÕES DO PAE				
Atualiz	Data	Descrição	Elaborado	Aprovado
01	15/02/2019	Atualização Geral	JCS Engenharia	
02	21/03/2023	Atualização Geral	JCS Engenharia	
03	10/02/2026	Atualização Geral	JCS Engenharia	

3. DISPOSIÇÕES GERAIS

O presente Plano de Ação de Emergência (PAE) foi desenvolvido para estabelecer as ações a serem executadas pelo Empreendedor em articulação com a Autoridade de Proteção e Defesa Civil em resposta a emergências que envolvam o potencial comprometimento das estruturas da barragem.

Em conformidade com a Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 2 de maio de 2023, este plano oferece suporte às partes envolvidas, definindo as responsabilidades previstas na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), regida pela Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 (alterada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020), e na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei Federal nº 12.608, de 2012 (alterada pela Lei nº 14.750, de 12 de dezembro de 2023).

Para assegurar a atualidade e a eficácia das medidas de emergência, o Plano de Ação de Emergência (PAE) vem sendo sistematicamente revisado desde sua primeira edição, em 2017, em conformidade com as diretrizes normativas e legais vigentes à época. Essas revisões contemplam a evolução dos requisitos legais, as melhorias identificadas em processos e inspeções, as modificações físicas, operacionais ou organizacionais que possam influenciar o risco de acidentes ou desastres, a realização dos exercícios de simulação, bem como as recomendações acordadas com os Órgãos do Sistema de Proteção e Defesa Civil.

Este documento contém procedimentos específicos para a Zona de Autossalvamento (ZAS), que é a região à jusante da barragem onde não há tempo suficiente para a intervenção das autoridades competentes em caso de acidente, devido à rápida chegada da onda de inundação. Portanto, se faz necessário adotar um plano específico para comunicar, alertar e promover o autossalvamento da população potencialmente afetada.

4. OBJETIVO DO PAE

Os principais objetivos do PAE são:

- (1) fornecer os procedimentos a serem seguidos pelo Empreendedor em articulação com a Autoridade de Proteção e Defesa Civil em caso de emergência relacionada à barragem;
- (2) definir de forma clara as atribuições e responsabilidades para atuar em condições de emergência;
- (3) identificar os agentes externos a serem notificados e o fluxo de comunicação;
- (4) fornecer informações relevantes às Autoridades de Proteção e Defesa Civil, para auxiliá-las na integração dos planos municipais de contingência associados aos riscos da barragem, em atendimento aos requisitos legais do inciso III, do artigo 8º da Lei 12608/2012.

Cabe destacar que o Empreendedor possui e mantém procedimentos internos de controle da barragem, abrangendo desde a segurança operacional até a manutenção contínua das estruturas e, incluindo a execução de controles operacionais e hidrológicos. Os procedimentos internos também preveem a identificação de incidentes, eventos, falhas e/ou condições operacionais excepcionais que possam afetar a possibilidade de ocorrência de acidentes ou desastres.

É importante ressaltar que este é um documento operacional, contendo apenas informações essenciais destinadas ao uso em situações de emergência. Portanto, possui informações direcionadas e aplicáveis às ações do Empreendedor e a Autoridade de Proteção e Defesa Civil. Tendo em vista:

- (1) a necessidade de atender à demanda do órgão municipal de proteção e defesa civil, conforme o inciso IX do artigo 8º da Lei nº 12.608/2012 — que prevê “manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres” —, e
- (2) o requisito normativo do § 11 do artigo 13 da Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, que determina “que os locais habitados da ZSS tenham ciência dos procedimentos a serem adotados em caso de acidente com a barragem”, este Plano contempla, em seu apêndice, os hidrogramas de rompimentos hipotéticos das estruturas e, em anexo, o Atlas Cartográfico referente ao trecho do mapa de inundação. Ambos se estendem além do território da Zona de Autossalvamento (ZAS).

5. IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

O empreendedor é a pessoa jurídica que detém a concessão que lhe confere o direito de operar a barragem e o respectivo reservatório. Os dados se referem às informações relacionadas à pessoa jurídica que administra a concessão são as seguintes:

- **Nome:** Consorcio Cerbranorte – Urbano
- **Endereço:** Estrada Geral Alto São Martinho, s/n Cidade: São Martinho - SC
CEP: 88.765-000
- **CNPJ:** 15.205.077/0001-75
- **Telefone:** (47) 3372-7500

Os contatos para notificação de entidades com responsabilidades instituídas, em particular do Empreendedor, do Coordenador do PAE, do Sistema de Defesa Civil são apresentados no Quadro 2 e no Fluxograma de Notificação.

Quadro 2 – Lista de contatos do PAE

PAE DA BARRAGEM		Lista de contatos do PAE	
EMPREENDEDOR:	Nome: Consorcio Cerbranorte – Urbano Fone: (47) 3372-7500		
COORDENADOR DO PAE:	Nome: COPREL – Coop.de Ger.Energia e Desenvolvimento Fone: (54)3199-5800 solicitar COD Celular		
ENCARREGADO:	Nome Fone: Celular		
ENTIDADE FISCALIZADORA:	Nome: ANA – Agencia Nacional de Aguas	Nome do contato: Fone:(61)2109-5400 Celular:	
BARRAGENS NO CURSO DE ÁGUA:	Montante: Cooperzem – Coop.de Distr.de Energia Eletrica	Nome do contato: Ariel, Marcelo ou COD Fone: (48)3645-4000 Celular:	
AUTORIDADES E SISTEMA DE DEFESA CIVIL:	COMDEC – Comissão Municipal de Defesa Civil do Município de São Martinho	Nome do contato: Vagner Fone:(48)9963-4081 Celular:	
	Prefeitura municipal São Martinho	Nome do contato: Robson Fone:(48)3645-6100 Celular:	
	CEDEC - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de Santa Catarina	Nome do contato: Fone: (48) 3664-7000 ou 199 Celular:	
	Gabinete do Governador de Estado	Nome do contato: Fone: (48) 3665-2283 Celular:	
	CENAD - Centro Nacional de Administração Desastres:	Nome do contato: Fone: 0800.644.0199 Celular:	

OUTRAS AGÊNCIAS:	INPE	Nome do contato: Fone: (12)3208-6000 Celular:
	CEMADEN:	Nome do contato: Fone: (12) 3205-0398 Celular:
	INMET	Nome do contato: Fone: (51)3334-7412 Celular:
VALE A JUSANTE:	Associação de Moradores:	Nome do contato: Fone: Celular:
	Empresa/Indústria:	Nome do contato: Fone: Celular:

Para implementação eficaz deste PAE exige que os documentos base sejam controlados, com a distribuição de cópias restringidas às entidades com responsabilidades instituídas, garantindo o conhecimento e a utilização de planos sempre atualizados. Assim apresentamos abaixo, a relação das entidades que receberam cópia do PAE (Quadro 3).

Quadro 3 – Relação das entidades que receberam cópia do PAE

PAE DA BARRAGEM Relação das autoridades que receberam cópia do PAE	
Entidade	Nº de cópias
Entidade Fiscalizadora	01
Barragem a montante – PCH VOLTA GRANDE	01
Comissão Municipal de Defesa Civil do município de SÃO MARTINHO	02
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) do estado de Santa Catarina	02
Prefeituras do Município de São Matinho - SC	02
Corpo de Bombeiros do Município de Armazem – SC	01

6. DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

6.1. Caracterização Do Empreendimento

Local e acesso.

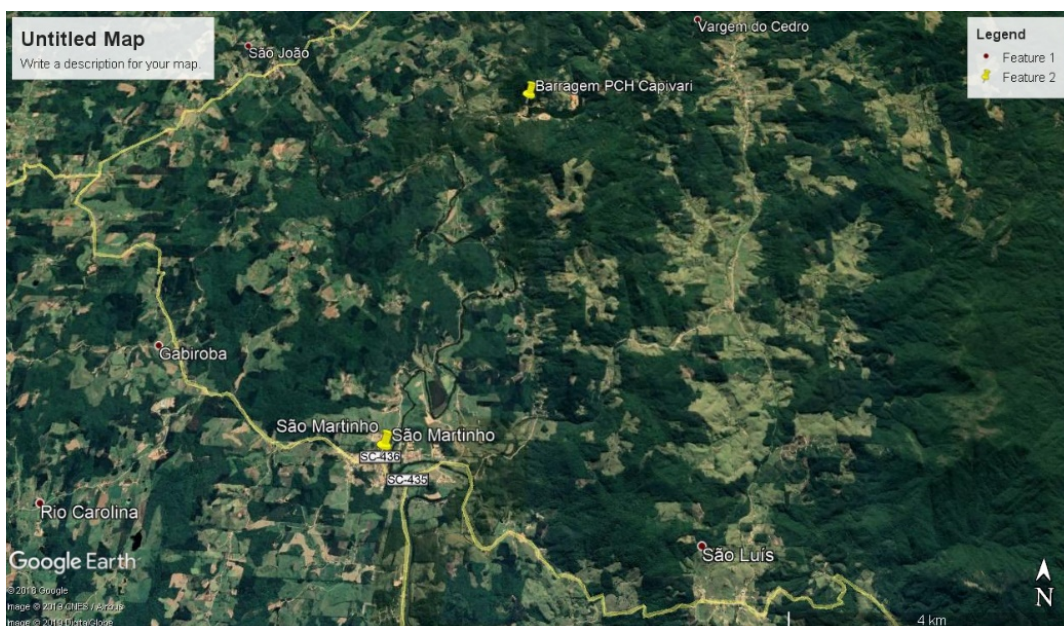
Cidade São Martinho /SC.
Local da Obra Alto São Martinho
Distância da Cidade de São Martinho até a Obra 10 Quilômetros.
Localização:
Casa de Máquinas 28°06'54"S 48°58'17"W
Barragem 28° 06' 28"S 48° 57' 35"W
Empresa CONSORCIO CERBRANORTE - URBANO
Projeto PCH Capivari
Localização: Margem direita: São Bonifácio

Margem esquerda: São Martinho

Bacia 8
Sub-bacia 84
Estado Santa Catarina
Área de drenagem 448,0 km²
Área alagada (N.A. normal) 24,711 hectares
Vazão firme 95% 5,84 m³/s
Potência instalada PCH 18,00 MW (3 x 6.555 kW)
Potência instalada das MCH 0,720 MW
Potência instalada TOTAL 18,720 kW
Energia média PCH 11,42 MWmed
Fator de capacidade médio PCH 0,60.
Vazão turbinada total PCH 17,61 m³/s
Vazão turbinada das MCH 2,4 m³/s
Barragem a Montante PCH Volta Grande
Barragem a Jusante Não Aplicável

6.2. Mapa de Localização e Acesso

Conforme Mapa abaixo, o acesso a Barragem PCH Capivari é através do município de São Martinho – SC, seguindo pela estrada Alto São Martinho no sentido do Município de São Bonifácio -SC, por aproximadamente 10,5km.



6.3. Características Técnicas do Projeto e da Construção

O arranjo da PCH Capivari é composto pelas seguintes estruturas:

- **Barragem**

O vertedouro da PCH Capivari é do tipo Canal Lateral com soleira livre e construído em concreto, e está apoiada sobre a rocha existente no local do barramento. Serão realizadas cortinas de injeção para reduzir a sub pressão que poderá se originar de eventuais fissuras existentes no maciço rochoso, com 3,00 m de lâmina d'água uma vazão unitária de 1034 m³/s em 45,00 m de soleira. A passagem da TR-10.000 instantânea de 1034 m³/s.

A Barragem é constituída de enrocamento com núcleo de argila, e filtros e transições entre camas.

A Fundação da Barragem é em Granito, o qual foi tratado com injeções em cimento e regularização em concreto.

O reservatório na EL 195,00 m formou um lago “espelho d’água” com um total de 24,711 hectares de área alagada. No entorno do lago foi prevista uma faixa de APP de 50 metros medidos horizontalmente.

- **Tomada d’ água**

Construída em concreto estrutural armado, encaixada no maciço rochoso na lateral esquerda do reservatório com soleira na elevação 201,60 m, está equipada com 01 unidades de comporta tipo Vagão a qual terá dimensões de 2,60 m largura x 2,60 m de altura, tendo como função, controlar a abertura e fechamento do Túnel de adução. A entrada será protegida com uma grade Fina, confeccionada em barras de aço com abertura de 75 mm

posicionada a 80°, e tem secção livre na área de escoamento de 3,60 m de largura e 13,13 m de altura.

- **Túnel de Adução**

Está posicionado na margem esquerda do rio, escavado em rocha c/ revestimento em concreto projetado, com secção arco-retângulo, e base de 4,00 m, sendo 2,00 m a altura do retângulo, 2,00 m altura do arco, a área da secção de 14,64 m², e volume de escavação de 18.666,00 m³ com uma extensão de aproximadamente 1275,00 m. Foram realizados reforços com tirantes e revestimentos com concreto em parte do comprimento, como também no emboque e desemboque.

- **Chaminé de Equilíbrio**

Tem a função de equilibrar as pressões no túnel e na tubulação forçada nas rejeições de carga das máquinas, com seção Retangular, com 5,50 m largura x 6,00 m comprimento, com altura máxima 27,83 m, com cota da base na 195,65 m, e construída em concreto armado.

- **Tubulação forçada**

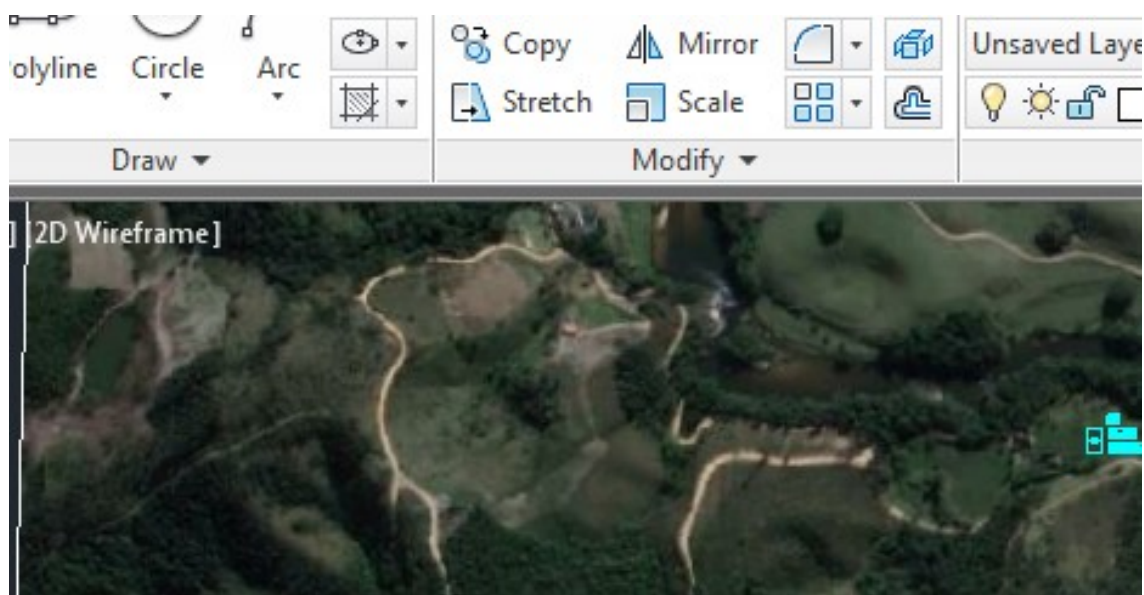
Tem início na chaminé de equilíbrio, o ramal principal com diâmetro de 2,70 m e comprimento de 170,48 m, ramal secundário de 2,00 m e comprimento de 7,97 m, até encontrar as turbinas instaladas na casa de máquinas, sendo para a turbina 01 de 1,20 m de diâmetro e 11,34 m de comprimento, para a turbina 02 de 1,20 m de diâmetro e 11,61 m, para a turbina 03 de 1,20 m e 24,43 m de comprimento. A tubulação é de aço, sendo enterrada no a partir da cota 67,00 m, será toda apoiada em berços de concreto, sendo que no local das curvas foram construídos blocos de concreto para suportar os esforços oriundos das mudanças de direção.

- **Casa de Máquinas**

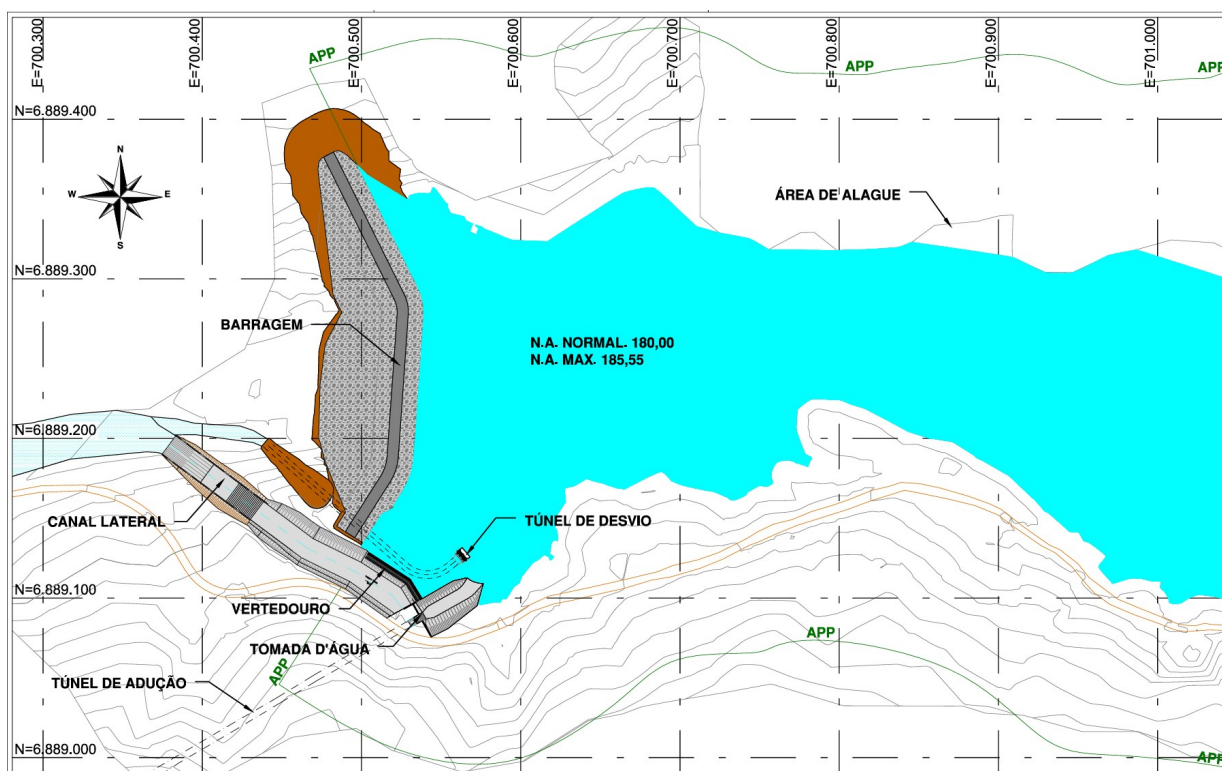
Está situada a aproximadamente 9,5km a jusante da barragem, aproveitando uma queda bruta de 126,00 m, resultando em uma potência instalada total de 18,00 MW (3 x 6.555 kW), na saída dos geradores, subdivididas em três unidades.

- **Subestação e Linha de Transmissão**

Para a transmissão da energia foram construídas uma subestação de 22.000 kVA, constituída de dois transformadores, e duas linhas de transmissão, uma linha em 34,5 kv com 28,8 km de extensão até a conexão na subestação Verde vale no município de São Ludgero e outra de aproximadamente 7km, em 13,8kV até o município de São Martinho.



Arranjo Geral da PCH Capivari



Barramento, Lago e Vertedouro Lateral

7. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM

7.1. Sistemas de Iluminação das Áreas de Risco

Todas áreas de risco potencial devem possuir sistemas de iluminação interligados a rede de alimentação local e/ou da PCH Capivari, visando a facilidade de possível análise e acompanhamento de riscos, vistorias periódicas e/ou extraordinárias e em casos extremos, auxiliando na Rota de Fuga.

Para esta Iluminação na PCH Capivari, são instalados refletores com capacidade de iluminação da soleira vertende, do Canal de restituição e a Barragem a Soleira da Barragem com suas estruturas ligadas.

A PCH Possui sistemas de monitoramento por câmeras, com capacidade de ampliação de Imagem de 17x, sistema que deve ser monitorado pela operação da PCH.

7.2. Sistemas de Comunicação de Risco e Acidente

A PCH Capivari, possui sistema de comunicação através de Internet via fibra ótica, bem como linha telefônica fixa e móvel, disponível no centro de operação local e no mesmo formato em seu centro de operação remota.

7.3. Sistemas de Comunicação Sonoro Local

A PCH Capivari possui duas Sirenes Rotativas DP4000 Classic da Diponto. Uma Instalada na tomada da água e a outra instalada na casa de força, ambas integradas ao sistema supervisório.

Este modelo de Sireno possui **cobertura aproximada de 4000m² e Pressão Sonora = 120dB a 1m**

8. PROGRAMA DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO

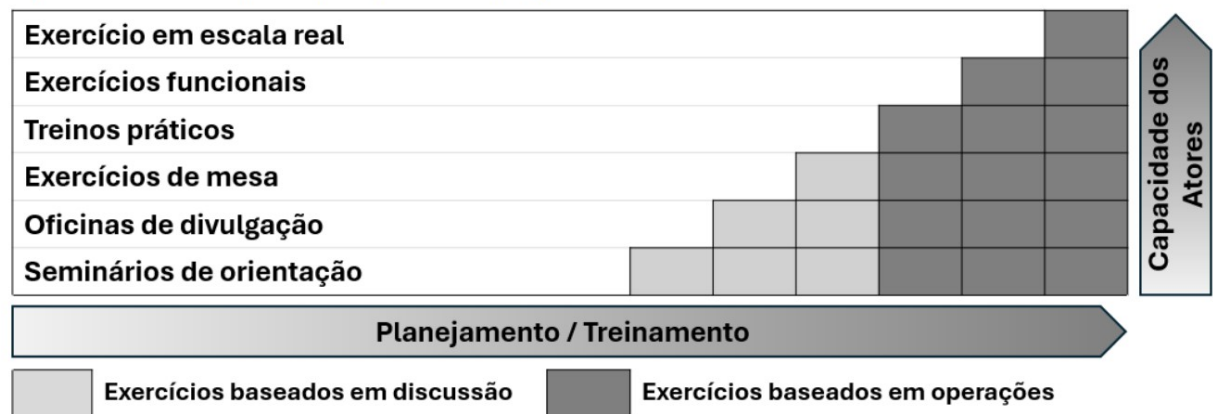
Conforme a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estabelecida no inciso IV do artigo 12º da Lei nº 14.066/2020, que alterou a Lei nº 12.334/2010, o empreendedor é responsável por incluir no Plano de Ação de Emergência (PAE) um programa de treinamento e divulgação.

Este programa deve abranger tanto os envolvidos quanto as comunidades potencialmente afetadas, prevendo a realização de exercícios simulados periódicos. Adicionalmente, o artigo 6º da mesma lei destaca, no inciso X, a necessidade de implementação de guias de boas práticas em segurança de barragens, o que visa apoiar os empreendedores na adoção de padrões.

Como referência, utilizou-se o Guia de Boas Práticas para Implantação do Plano de Ação de Emergência (PAE) em Barragens de Usinas Hidrelétricas, elaborado pela ABRAGE. Este guia está alinhado às orientações sugeridas pela Federal Emergency Management Agency (FEMA), garantindo a adoção de padrões internacionalmente reconhecidos.

De acordo com o referido guia, os exercícios de treinamento são classificados em duas grandes categorias: exercícios baseados em discussão e baseados em operações.

Figura 1: Sistematização do planejamento do programa de treinamentos



Fonte: Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica (ABRAGE, 2024)

8.1. EXERCÍCIOS BASEADOS EM DISCUSSÕES

Esses exercícios têm como objetivo principal transmitir conhecimentos sobre os cenários de emergência, procedimentos e fluxos de comunicação definidos no PAE. Além disso, visam divulgar ações preventivas e fortalecer a compreensão da população potencialmente afetada, colaboradores e órgãos do sistema de proteção e defesa civil.

Modos de exercícios baseados em discussões:

Aspecto Seminário de orientação Oficinas de divulgação Exercício de mesa Utilização Apresentações formais e transmissão de conhecimento técnico.

Divulgação de ações preventivas, disseminação de medidas de segurança e engajamento interativo.

Testar a eficácia de procedimentos, decisões e comunicação em cenários simulados. Formato Expositivo, com palestras e apresentações estruturadas sobre assunto requisitados. Interativo, podendo ser por meio de dinâmicas, mídias sociais, rádios e encontros presenciais.

Simular a identificação a campo de piping com possibilidade de ruptura da barragem.

Objetivo:

Capacitar participantes sobre aspectos técnicos ou operacionais. Conscientizar a população sobre medidas de segurança, ações preventivas e engajá-la na adoção dessas práticas.

Avaliar fluxos de comunicação, papéis e responsabilidades, e a aplicação de procedimentos do plano de emergência.

Público-alvo:

Profissionais e técnicos envolvidos diretamente com o tema. Comunidades potencialmente afetadas, órgãos de proteção civil, e público geral.

Colaboradores-chave, gestores e representantes de órgãos de proteção e defesa civil.

Realização: Por demanda - Programações específicas anuais Bianual Responsáveis Profissionais da área técnica Eng. Segurança Operacional, com suporte da área de comunicação Coordenador do PAE, com suporte das áreas técnicas e de comunicação Para fins de divulgação e prevenção, o empreendedor mantém em seu site uma página dedicada à segurança de barragens, acessível pelo link:

Esta página oferece informações detalhadas sobre ações implementadas, bem como as ações voltadas para a cultura de prevenção.

8.2. EXERCÍCIOS BASEADOS EM OPERAÇÕES

Esses exercícios têm foco prático, visando capacitar “pessoas-chave” para atuar em emergências, além de testar equipamentos, fluxos de comunicação e sistemas operacionais. Eles também permitem identificar lacunas em recursos ou sinalização e fomentar a participação ativa da população potencialmente afetada, simulando condições reais de resposta a emergências. Adicionalmente, no que se refere aos exercícios baseados em operações (exercícios práticos), a ANEEL, órgão regulador, estabelece no artigo 13, parágrafos § 8º e § 9º, da Resolução Normativa nº 1.064/2023, as seguintes diretrizes:

(1) Participação da população da Zona de Autossalvamento (ZAS): O exercício prático de simulação de emergência deve incluir a participação ativa dos moradores dessa área.

(2) Periodicidade: A realização dos exercícios não pode exceder o intervalo máximo de três anos.

(3) Planejamento conjunto: A organização dos exercícios deve ser realizada em colaboração com os órgãos de proteção e defesa civil, sempre que aplicável.

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

9.1. Formas de Detecção de Riscos

As formas de detecção de risco serão conforme os memoriais do Plano de Segurança da Barragem (PSB) e podendo-se destacar de forma resumida as seguintes formas:

- Imagem e monitoramento via sistemas de câmeras instalados na PCH, que deverá ser realizada 3(três) vezes ao dia, bem como esporadicamente de forma aleatória ou na ocorrência de eventos adversos, como principalmente chuvas com volumes significativos em um curto espaço de tempo, ou em altos volumes de vertimento (classificados acima de 1m do NA normal);
- Inspeções visuais periódicas e excepcionais conforme solicitado no Plano de Segurança da Barragem bem como nos memoriais de operação da PCH.
- As inspeções Excepcionais deverão ocorrer sempre da ocorrência de eventos extremos, eventos que podem ser classificados desta forma como altos volumes de chuva em um curto espaço de tempo, ou em altos volumes de vertimento (classificados para inspeção visual como 2m acima do NA normal), podendo ser classificado como evento de inspeções periódicas (a cada 2 horas), em caso de 3 metros acima do NA normal, ou de monitoramento constante em caso de 4,0 metros acima do NA normal.
- Monitoramento dos instrumentos conforme instruções no PSB e apresentadas pelo Projeto do Barramento;

9.2. Classificação das Situações

A classificação do nível de resposta deve ser feita em quatro níveis, de acordo com a descrição das características gerais de cada emergência em potencial da barragem:

	Nível	Descrição do nível de segurança	Ação de resposta ¹³
Gestão pelo empreendedor	NORMAL	Quando não houver anomalias ou contingências, ou as que existirem não comprometem a segurança da barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ou reparadas ao longo do tempo.	Situações de baixa complexidade são gerenciadas pelo Empreendedor durante as rotinas de manutenção e controle operacional. Isso inclui a execução de procedimentos, planos, inspeções, monitoramentos, manutenções e controles da operação, conforme a documentação específica das áreas de atuação
	ATENÇÃO	Quando as anomalias ou contingências não comprometem a segurança da barragem no curto prazo, mas exigem intensificação de monitoramento, controle ou reparo no médio ou longo prazos.	Situações que requerem atenção na barragem e/ou no vale a jusante. Tendem a progredir lentamente, permitindo estudos, ações de reparo e/ou adoção de controles operacionais. As ações implementadas são avaliadas quanto o restabelecimento do controle.
Em articulação com a Autoridade de Proteção e Defesa Civil	ALERTA	Quando as anomalias ou contingências representam risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança.	Em situações que demandam uma ação mais intensa, o Empreendedor notificará a Autoridade de Proteção e Defesa Civil por comunicação formal, detalhando informações sobre a situação atual, as medidas adotadas e o prazo esperado para providências ALERTA MÁXIMO Se a situação progredir o Empreendedor irá: (a) Recomendar à Autoridade de Proteção e Defesa Civil a ativação dos procedimentos dos Planos de Contingência Municipais (PLANCONs). (b) Requisitar a anuência da Autoridade de Proteção e Defesa Civil para acionar o sistema de alerta sonoro.
	EMERGÊNCIA	Quando as anomalias ou contingências representam risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.	Admite-se não ser possível controlar a situação, torna-se indispensável a evacuação da área de risco. O Empreendedor irá requisitar a anuência da Autoridade de Proteção e Defesa Civil para acionar o sistema de alerta sonoro. Após a mobilização da população até os pontos de encontro, a Autoridade de Proteção e Defesa Civil deve confirmar a presença da população e encaminhá-la para os abrigos indicados no PLANCON.

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 definidas pelo PSB da PCH Capivari no seu Capítulo 5).

Quadro 4 – Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala na barragem PCH CAPIVARI

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Cheias	Aumento excessivo do nível de água no reservatório Galgamento	Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e escoamento afluente (Vide quadro 7)
Sismos	Ruptura da barragem Inoperacionalidade dos órgãos extravasores Perda de borda livre Deslizamento nos taludes da barragem Deslizamento de encostas	Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos
Ruptura de barragem a montante	Sem galgamento da estrutura em análise	Verde/Amarelo
	Galgamento da estrutura em análise	Laranja/Vermelho
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, a fundação e os materiais	Fendilhação, infiltrações no corpo da barragem e fundação e movimentos diferenciais Fenômenos de deterioração no concreto Instabilidade estrutural, risco de ruptura Conjunto de grandezas que se traduzem em efeitos (variação de deslocamentos horizontais e verticais, movimentos de juntas, vazões e subpressões)	Verde/amarelo/laranja Indicadores quantitativos sempre que possível Consultar projetista e responsáveis técnicos
Deslizamentos de encostas	Obstrução dos órgãos extravasores	Amarelo
	Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento)	Verde/Amarelo
	Galgamento	Laranja/Vermelho
Ação criminosa: Sabotagem Ameaça de bomba Ato de guerra	Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório Perda de borda livre e consequente galgamento Instabilização de taludes Perigo de instabilidade ou ruptura	Amarelo Laranja Vermelho
Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	Alteração da qualidade da água Poluição do ar ou do solo	Verde
Impactos negativos para o ecossistema	Possibilidade de afetação da qualidade da água	Verde
Incêndios florestais	Possibilidade de afetar a funcionalidade da barragem	Verde
	Possibilidade de afetar a segurança da barragem	Amarelo

Fatores de risco na casa de força, sala de emergência e pontos nevrálgicos Acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo	Danos pessoais	Verde
	Danos materiais Eventual impossibilidade de operar à distância órgãos de manobra Eventual impossibilidade de notificação e de alerta	Verde (pode afetar a funcionalidade) Amarelo (pode afetar a segurança)

Quadro 5 - Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual na barragem da PCH CAPIVARI

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
CORPO DA BARRAGEM	Movimentos, fissuras e trincas Erosões Zonas úmidas e/ou ressurgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação	Perda de borda livre Erosão interna Instabilidade do corpo do aterro Instabilidade global aterro- fundação	Rebaixamento do nível de água no reservatório Obras de reabilitação a definir consoante o tipo e magnitude do problema (por exemplo: alteamento da crista, rebaixamento da soleira, execução de bermas estabilizadoras e de drenagem a jusante, obras de impermeabilização a montante, etc.) Reforço da observação	Verde/amarelo/ Laranja
OMBREIRAS DA BARRAGEM	Resurgências nas ombreiras	Eventual arrastamento de materiais finos do trecho superficial da fundação, do aterro, do preenchimento de caixas de falha e/ou de fraturas	Intervenções de impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante Observação	Amarelo
VERTEDOURO	Movimentos, erosões, fissuras, fendas Deposição de materiais/obturação	Sem carreamento de material Instabilidade estrutural Modificação das condições de escoamento	Intervenções de reabilitação Intervenções de limpeza/ reposição das condições de escoamento Reforço estrutural Observação	Verde Verde/amarelo/ laranja
	Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação	Potencial instabilidade estrutural da bacia Erosão do pé da barragem	Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outro tipo de obras Proteção do pé da barragem Observação	Amarelo
	Subida do nível de água acima da cota 199,46 devido a cheias superiores à cheia de projeto Decamilenar	Potencial galgamento da Barragem	Observação Constante	Amarelo/Laranja Laranja/Vermelho

INSTRUMENTAÇÃO	Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente da instrumentação	Ocorrência de funcionamentos anômalos do corpo da barragem e/ou fundação, associados às grandezas em observação, sem possibilidade de detecção.	Intervenções de reabilitação e/ou substituição da instrumentação Reforço da atividade de inspeção de segurança	Verde/amarelo
----------------	--	---	---	---------------

Quadro 6 – Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela exploração do sistema de observação na barragem da PCH Capivari

Dispositivos	Grandeza	Situação	Cenários possíveis de incidentes/acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Piezômetros instalados na fundação	Níveis piezométricos	Incremento/diminuição importante e inesperada dos níveis piezométricos (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa)	Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação Funcionamento deficiente dos filtros/drenos Erosão interna Instabilidade global aterro-fundação	Rebaixamento do nível do reservatório Drenagem Tratamento da fundação Obras de reabilitação Intensificação da observação	Amarelo/laranja
Piezômetros instalados no aterro	Níveis piezométricos	Incremento/decaimento importante e inesperado dos níveis piezométricos (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa). Níveis hidrostáticos medidos superiores aos calculados nos estudos de percolação do projeto	Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem Funcionamento deficiente dos filtros/drenos Erosão interna Instabilidade do corpo do aterro Instabilidade global aterro-fundação	Rebaixamento do nível do reservatório Drenagem Obras de reabilitação (por exemplo, aterros de estabilização, obras de drenagem a jusante e obras de impermeabilização a montante) Intensificação da observação	Amarelo/laranja
Marcos superficiais	Movimentos superficiais	Incremento importante dos recalques comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa, analisar níveis piezométricos) Recalques medidos superiores aos estimados no projeto Incremento importante dos deslocamentos horizontais Deslocamentos horizontais medidos superiores aos estimados no projeto	Erosão interna Instabilidade do corpo do aterro Instabilidade global aterro-fundação Recalques → perda de borda livre → galgamento → erosão externa Abatimentos → perda de borda livre → galgamento → erosão externa	Rebaixamento do nível do reservatório Obras de reabilitação (por exemplo, bermas estabilizadas, reposição da cota da crista inicial, alteamento da crista, etc.) Intensificação da observação	Amarelo/laranja

Medidores de vazão e poço de bombeamento	Vazão	Incremento importante das vazões totais (comparar com os níveis do reservatório, se ocorreram variações recentes e a que taxa). Vazões medidas superiores às calculadas no projeto Material fino em suspensão carregados pelas águas de percolação	Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem Funcionamento deficiente dos filtros/drenos Colmatação de filtros e drenos Erosão interna	Rebaixamento do nível do reservatório Drenagem Obras de reabilitação (por exemplo, reforço dos órgãos de impermeabilização, implementação de obras de drenagem e de proteção, etc.) Intensificação da observação	Amarelo/laranja
--	-------	--	--	---	-----------------

Quadro 7 - Indicadores quantitativos associados vazões e precipitação na barragem da PCH Capivari

Situação hidrológica	Instrumentação	Nível de resposta
Precipitações na estação meteorológica a montante de até 80mm - Escoamento registrado no vertedouro de até 1,8m	-	Verde
Precipitações na estação meteorológica a montante de até 120mm Escoamento no vertedouro a cima de 1,8m até 3,0m	-	Amarelo
Precipitações na estação meteorológica a montante de até 120mm Escoamento no vertedouro a cima de 3m até 4,0m	-	Laranja
Precipitações na estação meteorológica a montante de até 150mm ou mais Escoamento no vertedouro a cima de 4,0m e com tendecia elevação	-	Vermelho

9.3. Ações Esperadas

Após a detecção de qualquer anomalia ou ocorrência, a primeira ação é a classificação do nível de resposta. Posteriormente, consoante a classificação estabelecida, este deverá seguir as ações definidas abaixo para cada nível de resposta.

Quadro 8 – Nível de resposta Verde

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 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 Monitora as descargas para jusante da barragem Registra todas as observações e ações 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: • Realiza descargas, no caso de cheias • Controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-lo de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas • Eventualmente promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Verifica: • Se as medidas implementadas resultam (ou se a situação deixa de constituir ameaça), declarando o encerramento da emergência e elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência • Se a situação evolui para o nível de resposta Amarelo	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

*Para todas as medidas acima, sempre comunicar o empreendedor e o responsável pela Operação e pela Barragem

Quadro 9 - Indicadores quantitativos associados aos medidores da barragem da PCH Capivari

***Informações contidas no PSB da Barragem PCH Capivari.**

Quadro 10 – Nível de resposta Amarelo.

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente Declara nível de resposta Amarelo	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação nível de resposta
Notifica os recursos internos: - No caso de cheias ou deslizamento iminente de encostas: notificação de estado de vigilância permanente – 24h/dia; - Nos casos restantes: notificação no sentido de “intensificarem o monitoramento ou a observação”; - Notifica o Empreendedor; Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas: - INMET, INPE e CEMADEN para informação sísmica ou meteorológica - Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia	Após identificar nível de resposta	Notificação interna e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência Conforme Organograma de Notificação
Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e alerta Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: - Realiza descargas no caso de cheias; - Controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-lo de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas; - Promove a deslocação de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (condicionar a operação do reservatório, intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências (sismos, falha de órgãos extravasores ou Sistemas de notificação e alerta, anomalia do comportamento estrutural, ação criminosa ou fatores de risco); - Não aplica qualquer medida no caso de falha na instrumentação (não aplicável a este nível de resposta).	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Notificação entre entidades: Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante Mantém o contato com as entidades alertadas durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente Alerta: Quando aplicável, aciona o sinal de aviso de descarga dos órgãos extravasores para população na ZAS	Durante a situação de alerta	Notificação e Alerta sempre respeitando o Organograma de Notificação.

Verifica: • Se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Verde (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência); • Se a situação evolui para o nível de resposta Laranja.	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta
---	----------------------------	--------------------------------------

Quadro 11 - Nível de resposta Laranja

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 nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigi- lância permanente – 24h/dia Notifica Empreendedor Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas: • INMET, INPE e CEMADEN para informação sísmica ou meteorológica • Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia	Após identificar nível de resposta	Notificação interna dos recursos e externa das entidades com respon- sabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveita- mento 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 afluições ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considera- dos necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação Evacua vale imediatamente a jusante entre Barragem e Casa de Força.
Implementa medidas preventivas e corretivas: • Procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravaso- res e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso da ocorrência de cheias ou de deslizamento de encostas • Promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do acidente e propor medidas (con- dicionar a exploração ou esvaziar o reservatório, intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de sismos, anomalia do comportamento estrutural, ação criminosa ou atos de guerra • Não aplica qualquer medida no caso de falha dos órgãos extravaso- res, dos sistemas de notificação e de alerta ou da instrumentação e fatores de risco	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência

Notificação entre entidades: - Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante - Em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde, serviços de águas e esgoto) - Em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros) - CENAD 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: Aciona o sinal de descarga ou de aviso para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação da população na ZAS	Durante a situação de alerta	Alerta e Aviso via Sirenes
Verifica: - Se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Amarelo (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência) - Se a situação evolui para nível de resposta Vermelho	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

Quadro 12 – Nível de resposta Vermelho

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 nível de resposta
Notifica os recursos internos de gestão da emergência no sentido que se retirem para a Sala de Emergência Notifica o Empreendedor Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas: - INMET, INPE e CEMADEN para informação sísmica ou meteorológica - Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia	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 afluições ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação

inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos (os estritamente fundamentais), bem como os recursos materiais e logísticos considerados necessários		
Implementa medidas preventivas e corretivas: • Procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso de: • Cheias • Deslizamento de encostas • Reduz o armazenamento ou esvazia o reservatório através de abertura de canal no centro do barramento, no caso de: • Sismos ou anomalia do comportamento estrutural • Ação criminosa ou atos de guerra • Não se aplica qualquer medida (a este nível de resposta) no caso de falha nos órgãos extravasores, nos Sistemas de notificação e de alerta e fatores de risco	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Notificação entre entidades: • Entidade Fiscalizadora e barragens a montante e a jusante • Em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo, secretarias municipais de saúde, serviços de águas e esgoto) • Em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo, a polícia militar e os Corpos de bombeiros) • CENAD 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: Aciona o sinal de evacuação da população na ZAS	Durante a situação de alerta	Alerta e Aviso
Verifica: • Se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Laranja • Se ocorre a ruptura e elabora o relatório de encerramento de eventos de emergência	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

10. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

10.1. Notificação

A notificação deverá ser realizada através de um dos meios de comunicação descritos neste PAE no Item 5.2, de acordo com a avaliação do risco associado, bem como da disponibilização dos meios apresentados.

10.2. Sistema de Alerta

Na necessidade de acionamento do sistema de alerta, utilizar-se do sistema de sirenes Instalados na Toamda d'água da PCH Capivari, bem como na Chaminé de Equilíbrio, e através de telefones e meios de contato de acordo com a avaliação do risco associado. Sempre que considerar necessário, consultar Empreendedor e Engenheiros responsáveis pela Barragem.

10.3. Fluxograma de Notificação

Este Documento Anexo a esse PAE, deverá sempre estar impresso de em local de Fácil Acesso, nos Pontos de Operação Local e Remota da PCH CAPIVARI, bem como disponível para o Empreendedor.

10.4. Placas de Sinalização

Placa 1:

Placa indicativa do local onde todas as pessoas de uma determinada área se concentram e esperam instruções ou resgate.



Placa 6:

Placa indicativa de rota de fuga orientando: Saída acima à esquerda, em terreno plano ou para terreno levemente inclinado.



Placa 2:

Placa indicativa de rota de fuga orientando: Saída à esquerda, em terreno plano e/ou levemente inclinado.



Placa 7:

Placa indicativa de local seguro utilizada para informar ao indivíduo que já atingiu a altimetria suficiente para fora da zona de risco.



Placa 3:

Placa indicativa de rota de fuga orientando: Saída à direita, em terreno plano e/ou levemente inclinado.



Placa 8:

Placa indicativa para informar aos populares, transeuntes e socorristas que o trecho à frente pode estar sujeito à inundação.



Placa 4:

Placa indicativa de rota de fuga: Siga em frente ou Saída acima, em terreno plano ou inclinado. A placa pode ser utilizada para definir a orientação de rota quando houver mais opções de acesso. Em locais sem acesso, a placa pode indicar o sentido preferencial mais rápido.



Placa 9:

Placa de aviso utilizada para informar aos transeuntes que o trecho à frente possui sinalização e alerta sonoro.



Placa 5:

Placa indicativa de rota de fuga orientando: Saída acima à direita, em terreno plano ou para terreno levemente inclinado.



Placa 10:

Ao ouvir mensagem de voz e sirene, siga as rotas de fuga até o ponto de encontro mais próximo. Placa indicativa para informar aos populares, transeuntes em áreas/locais de uso coletivo ou público a orientação a se proceder.



11. DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES CONSTANTES NO PAE

11.1. Responsabilidades Do Empreendedor

A SPE PCH Capivari é o responsável pelas ações em Segurança de Barragens de suas estruturas, devendo designar formalmente um coordenador para executar as ações descritas no PAE. É também responsável por:

- Providenciar a elaboração e atualizar o PAE;
- Promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- Entregar Cópias as entidades e associações conforme solicitado neste PAE.
- Promover divulgação de Medidas para cada tipo de Alerta emitido.

11.2. Responsabilidades Do Coordenador Do Pae

O Coordenador Responsável designado pela PCH Capivari, conforme definido e registrado nos documentos deste PAE é:

COG da Coprel - fone (54)3199-5800

O Coordenador é responsável, por delegação do Empreendedor, pelas seguintes ações:

- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão, de acordo com informações obtidas pela Operação da PCH e quando necessário consultar equipe técnica responsável para ajudar na classificação do risco;
- Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Emitir declaração de encerramento da emergência;
- Providenciar a elaboração do relatório de fechamento de eventos de emergência.

12. SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC)

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC, entidade que atua na redução de desastres em todo o território nacional, é o responsável pelo alerta da população fora da zona de autossalvamento e pela evacuação da mesma no vale a jusante.

No caso da barragem da PCH CAPIVARI, os COMDEC dos Municípios de São Martinho e Armazém devem ser comunicados de forma rápida para alertar as populações a jusante da zona de autossalvamento da barragem.

13. MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SEREM UTILIZADOS EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Quadro 13 –Lista de recursos mobilizáveis da barragem PCH Capivari

PAE DA BARRAGEM_PCH CAPIVARI Lista de recursos mobilizáveis (equipamentos)				
	Bens/Equipamento	Características (capacidade, tonelagem)	Local de estacionamento e/ou depósito	Número
Equipamento	Retroescavadeira		Terraplanagem Pinheral	48 – 98408-2820
	Trator Esteira		Terraplanagem Pinheral	48 – 98408-2820
	Caminhão Basculante		Terraplanagem Pinheral	48 – 98408-2820
	Equipamento de Injeção		Suitec	41-99970-0182
	Guindaste		FAM Guindastes	48- 984022596
	Concreto Usinado		Concretar	48-99922-0285
Meios de transporte				
Equipamento de segurança				

14. ANEXO I

ESTUDO DE ROMPIMENTO DA BARRAGEM E DETERMINAÇÃO DE ZONAS DE RISCO

15. ANEXO II

PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM
PCH CAPIVARI – RIO CAPIVARI – SANTA CATARINA
VOLUME I – RELATÓRIO

EMPREENDEDOR: Urbano Agroindustrial LTDA

ELABORAÇÃO: JCS Engenharia, Consultoria e Participações EIRELI

Emissão Inicial

Elaborado por: Lindsey Todeschini	Visto:	Data: 17/01/2022
Verificado por: Lindsey Todeschini	Visto:	Data: 17/01/2022
Aprovado por: Jean Stahelin	Visto:	Data: 17/01/2022

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
3.	CARTOGRAFIA	5
4.	HIDROLOGIA.....	7
5.	GEOMETRIA.....	8
5.1.	CALIBRAÇÃO DO MODELO.....	8
5.1.1.	Geometria.....	8
5.1.2.	Condições de contorno	9
5.1.3.	Condições iniciais	12
5.1.4.	Hidrogramas resultantes.....	12
6.	CENÁRIOS.....	13
6.1.	OPERAÇÃO NORMAL - TR 10.000.....	14
6.1.1.	Condições de contorno	14
6.1.2.	Condições iniciais	15
6.2.	ROMPIMENTO PIPING - QMLT	15
6.2.1.	Condições de contorno	15
6.2.2.	Condições iniciais	15
6.3.	ROMPIMENTO PIPING – TR 100.....	15
6.3.1.	Condições de contorno	15
6.3.2.	Condições iniciais	17
6.4.	ROMPIMENTO GALGAMENTO – TR 10.000	17
6.4.1.	Condições de contorno	17
6.4.2.	Condições iniciais	17
7.	RESULTADOS.....	18
7.1.	OPERAÇÃO NORMAL - TR 10.000.....	19
7.2.	ROMPIMENTO PIPING – QMLT.....	21
7.3.	ROMPIMENTO PIPING – TR 100.....	25
7.4.	ROMPIMENTO GALGAMENTO – TR 10.000	29
8.	CONCLUSÃO.....	32
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

	ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM PCH CAPIVARI - SC	Volume I
		Página 3 de 33

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o Estudo de Rompimento da Barragem da PCH Capivari.

A PCH Capivari fica localizada no rio Capivari entre os municípios de São Bonifácio e São Martinho em Santa Catarina.

O aproveitamento é formado por um conjunto de obras e estruturas sendo elas: barragem de Terra/enrocamento, tomada d'água, túnel de adução, chaminé de equilíbrio, conduto forçado, casa de máquinas, canal de fuga e subestação. O objetivo principal do empreendimento PCH Capivari é a geração de energia elétrica, aproveitando as cachoeiras existentes no trecho do rio em questão.

A barragem localiza-se sobre as coordenadas Latitude 28° 06' 28"S e Longitude 48° 57' 35"W.

	ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM PCH CAPIVARI - SC	Volume I
		Página 4 de 33

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para elaboração deste estudo, seguiram-se as orientações descritas nos documentos listados a seguir, dos quais a metodologia aqui não será replicada.

- Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, Guia de Orientação e Formulário do Plano de Ação de Emergência – PAE, Volume IV. Autor: Agência Nacional de Águas – ANA (ANA, 2016);
- Curso de Segurança de Barragens. Autores: Agencia Nacional de Águas – ANA e Fundação Parque Tecnológico Itaipu – ITAIPU BINACIONAL (ANA E ITAIPU, 2011).

3. CARTOGRAFIA

Seguindo as orientações da ANA (2016), a base cartográfica utilizada para extração das seções topobatimétricas do modelo, foi obtida pelo Levantamento Aerofotogramétrico do ano de 2010 com GSD de 39 cm, disponibilizado pelo Governo de Santa Catarina (SDS, 2010). Foram obtidas as cartas em Modelo Digital de Terreno – MDT, em escala 1:5.000, citadas a seguir, e destas foram geradas curvas de nível equidistantes em 1 metro.

Tabela 1 – Cartas MDT utilizadas.

Código
MDT_SH-22-X-B-I-2-NE-F
MDT_SH-22-X-B-II-1-NO-E
MDT_SH-22-X-B-II-1-NO-F
MDT_SH-22-X-B-II-1-SO-A
MDT_SH-22-X-B-II-1-SO-C

Fonte: Autor, 2022.

No trecho de implantação do barramento da PCH Capivari, utilizou-se a topografia gerada no projeto executivo (JCS ENGENHARIA, 2012), considerando-se as escavações projetadas.

Foi necessário utilizar a cartografia disponibilizada pela Epagri (EPAGRI, 2019), em formato Shapefile, na escala 1:50.000, para gerar as bacias hidrográficas dos pontos relevantes do trecho estudado.

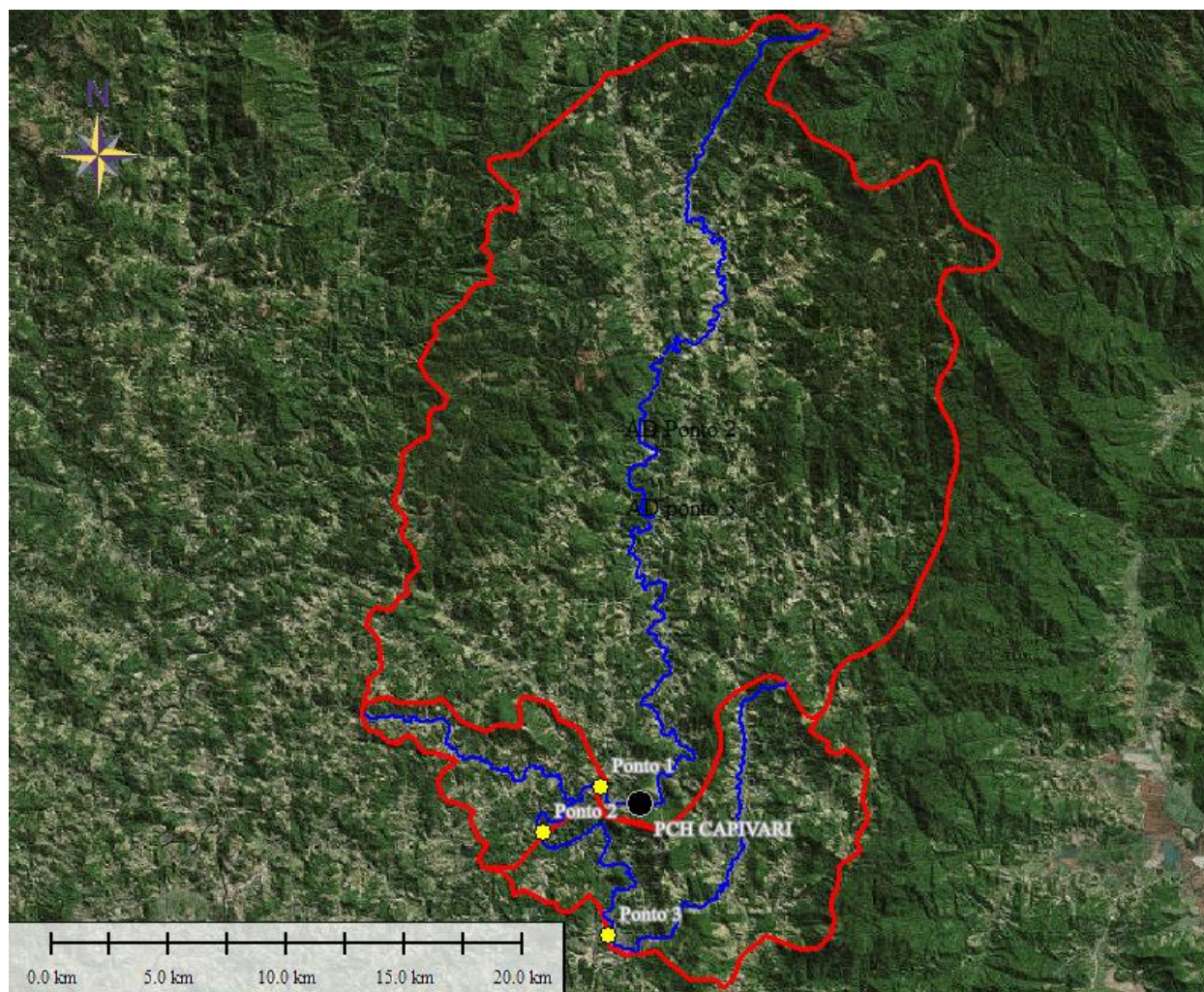
Tabela 2 – Cartas topográficas IBGE/EPAGRI utilizadas.

MI
2908-4
2924-2
2909-3
2925-1

Fonte: Autor, 2022.

As bacias resultantes têm as seguintes características:

Figura 1 – Bacia hidrográfica nos pontos relevantes do Rio Capivari.



Fonte: Autor, 2022.

Tabela 3 – Característica dos principais pontos de contribuição do Rio Capivari.

Local	Área de Drenagem (km ²)	Tempo de Concentração (Horas)
PCH Capivari	442,00	11,00
Ponto 1	496,29	11,00
Ponto 2	528,00	12,00
Ponto 3	624,45	15,00

Fonte: Autor, 2022.

Para identificação das benfeitorias atingidas no estudo, foram utilizadas imagens de Satélite do Google, que possui atualização em 2019.

4. HIDROLOGIA

As vazões de projeto da PCH Capivari foram elaboradas pela AECOGEO (AECOGEO, 2012). A seguir apresenta-se as principais vazões características.

Tabela 1 – Principais vazões de projeto.

Critério	Vazão (m³/s)
Q7,10	Gumbel: 0,47 Weibull: 0,39
Qmlt	17,30
TR 100	Exponencial 2 parâmetros: 558
TR 10.000	Exponencial 2 parâmetros: 1.015

Fonte: (AECOGEO, 2012).

A partir destes valores, foram gerados seus respectivos hidrogramas triangular simplificado (hidrograma sintético) e após a calibração do modelo, foram gerados os hidrogramas de contribuição dos trechos a jusante da barragem.

A metodologia para gerar os hidrogramas, seguiu o Manual de Vazões do DAEE de São Paulo (1994) e os mesmos são apresentados em cada cenário, como condição de contorno.

	ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM PCH CAPIVARI - SC	Volume I Página 8 de 33
--	---	----------------------------

5. GEOMETRIA

O estudo abrange um trecho de aproximadamente 22,50 Km do Rio Capivari, a jusante do barramento. Baseando-se na cartografia gerada a partir do MDT disponibilizado pela SDS, do Governo de Santa Catarina, traçou-se as seções topobatimétricas com distância máxima de 1 Km. Nas corredeiras e curvas, foram concentradas mais seções, a fim de caracterizar ao máximo o terreno. O mapa das seções topobatimétricas sobre a cartografia utilizada encontra-se no Volume II – Desenhos.

O barramento tem crista na cota 186,60 m, com 6 metros de largura no topo, e taludes com inclinação 1:1,5. A crista é considerada espessa, portanto com coeficiente de descarga de 1,4. Lateralmente há um vertedouro do tipo ogiva, com escoamento livre com 45 metros de comprimento, com crista na cota 180,00 m e cerca de 3 metros de altura. Considerando-se 5m de coluna d'água máxima vertente, obtém-se coeficiente de descarga de 2,11.

5.1. CALIBRAÇÃO DO MODELO

Para maior precisão na estimativa dos cenários de ruptura, é preciso calibrar os parâmetros da geometria e condições de contorno do modelo através de um evento conhecido. Para isto, utilizou-se de um evento ocorrido no mês de fevereiro de 2019. A PCH Capivari possui estações fluviométricas instaladas no reservatório e casa de força, que indicam cota e vazão. Também existe o monitoramento on-line da Epagri/CIRAM (EPAGRI/CIRAM, 2019), no município de São Martinho, que mede chuva e nível do rio. Esta estação localiza-se em um ponto a aproximadamente 20,00 Km a jusante do barramento, no Rio Capivari.

Após uma forte chuva ocorrida na região, em fevereiro, mediu-se 370 m³/s passando pelo vertedouro da PCH Capivari, com lâmina vertente de aproximadamente 2,60 m, enquanto na casa de força, mediu-se 500 m³/s, passando na cota 58 m. Pelos registros da Estação São Martinho, o rio passou do nível de emergência, e foi de aproximadamente 5,50 metros. Pelos registros de chuva e esta cota, estima-se que a vazão tenha sido de aproximadamente 550 m³/s.

Estas cotas e vazões foram utilizadas para calibrar os coeficientes de Manning das seções e os hidrogramas de entrada em cada ponto para as TR 100 e Qmlt. Para o TR 10.000 anos, utilizou-se uma cheia muito próxima, ocorrida em dezembro de 2022, onde buscou-se as cotas do barramento e casa de força da PCH Capivari simultaneamente da estação São Martinho Jusante.

5.1.1. Geometria

Foi necessário reduzir a distância entre as seções geradas na topografia, para isso, as mesmas foram interpoladas no programa Hec-Ras.

Para aproximação inicial do coeficiente de Manning, utilizou-se como base as imagens e descrições fornecidas por Chaudhry (2008). O modelo resultou, na calha do rio em coeficiente 0,05. Por simplificação, nas margens, que possui bastante trecho de mata e residências, em todo modelo foi adotado coeficiente de 0,1.

Para representar o reservatório, foi utilizada a opção de Área de contribuição (*Storage Area*) inserindo-se a curva cota-volume (Tabela 1), levantada a partir do levantamento topográfico.

Tabela 1 – Curva Cota x Área x Volume do reservatório da PCH Capivari.

COTA (m)	Área (m²)	Volume [x 1000] (m³)
157.00	347.19	0.000
158.00	7,099.89	3.724
159.00	12,371.56	13.459
160.00	15,441.74	27.366
161.00	19,815.44	44.995
162.00	24,939.7200	67.372
163.00	29,301.5800	94.493
164.00	40,378.9600	129.333
165.00	46,194.0400	172.620
166.00	54,312.0400	222.873
167.00	63,703.3300	281.880
168.00	75,225.5800	351.345
169.00	89,158.2100	433.537
170.00	102,648.1900	529.440
171.00	114,535.5300	638.032
172.00	131,341.4700	760.970
173.00	143,908.0900	898.595
174.00	155,831.4100	1048.465
175.00	168,276.0800	1210.518
176.00	181,259.7900	1385.286
177.00	198,803.8800	1575.318
178.00	221,948.3200	1785.694
179.00	238,782.5900	2016.060
180.00	253,811.5400	2262.357
181.00	268,066.2300	2523.296
182.00	283,220.8200	2798.939
183.00	298,211.2400	3089.655
184.00	312,667.9000	3395.095
185.00	326,423.4800	3714.641
186.00	340,358.4000	4048.031
187.00	361,557.0100	4398.989
190.00	415,690.1300	5564.860

Fonte: Autor, 2022.

5.1.2. Condições de contorno

Como condição de contorno de montante foram utilizados Hidrogramas de entrada no reservatório, e de contribuição nos pontos a jusante, onde tem os principais contribuintes do Rio Capivari. Foram gerados hidrogramas a partir da relação entre área de drenagem e posteriormente ajustado conforme calibração. O resultado foi o apresentado a seguir.

Tabela 2 – Hidrogramas de calibração em cada local do modelo SEM CHUVAS.

Tempo (Horas)	Vazão (m³/s)			
	Entrada	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	0	0	0	0
1	60	69	69	56
2	119	138	138	112
3	178	207	206	168
4	237	276	275	224
5	296	345	344	280
6	355	414	413	336
7	380	450	482	392
8	343	409	500	447
9	319	381	452	503
10	295	354	425	522
11	272	326	397	485
12	248	299	370	462
13	224	271	342	440
14	201	243	315	418
15	177	216	287	395
16	154	188	260	373
17	130	161	232	350
18	106	133	205	328
19	83	105	177	306
20	59	78	150	283
21	35	50	122	261
22	12	22	95	239
23	0	0	67	216
24			40	194
25			12	172
26			0	149
27				127
28				104
29				82
30				60
31				37
32				15
33				0

Fonte: Autor, 2022.

Como condição de contorno de jusante, utilizou-se a declividade da linha d'água, obtida pela topografia e que posteriormente foi ajustada para calibração, que resultou em 0,0015 m/m.

Tabela 3 – Hidrogramas de calibração em cada local do modelo PARA TR 10.000.

Tempo (Horas)	Vazão (m³/s)			
	Entrada	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	99.3	111.5	118.6	140
1	181	202.7	201	224.0
2	262	294.0	283	308.0
3	343	385.2	365	392.0
4	424	476.4	447	476.0
5	506	567.6	529	560.0
6	587	658.9	611	644.0
7	668	750	693	728
8	749	841.3	775	812.0
9	831	932.5	858	896.0
10	912	1023.8	940	980.0
11	993	1115.0	1022	1064.0
12	939	1054.2	1104	1148.0
13	885	993.4	1186	1232.0
14	831	932.5	1131	1316.0
15	776	871.7	1077	1400.0
16	722	810.9	1022	1344.0
17	668	750.1	967	1288.0
18	614	689.3	912	1232.0
19	560	628.5	858	1176.0
20	506	567.6	803	1120.0
21	451	506.8	748	1064.0
22	397	446.0	693	1008.0
23	343	385.186	639	952
24	289	324.368	584	896
25	235	263.55	529	840
26	181	202.732	474	784
27	126	141.914	420	728
28		81.096	365	672
29			310	616
30			255	560
31			201	504
32			146	448
33				392
34				336
35				280
36				224

Fonte: Autor, 2022.

Como condição de contorno de jusante, utilizou-se a declividade da linha d'água, obtida pela topografia e que posteriormente foi ajustada para calibração, que resultou em 0,001 m/m.

5.1.3. Condições iniciais

Para iniciar os cálculos é necessário definir a Vazão inicial e Cota inicial reservatório, os quais foram definidos como 100 m³/s e 181 m, respectivamente.

5.1.4. Hidrogramas resultantes

Através da calibração, obteve-se o pico dos hidrogramas de entrada em cada local do modelo que geram as vazões de saída e suas respectivas cotas, ou seja, os hidrogramas de saída, com os valores medidos em fevereiro de 2019.

Tabela 4 – Hidrogramas em cada local do modelo.

CALIBRAÇÃO				
LOCAL	ENTRADA	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
PICO DOS HIDROGRAMAS	380	450	500	522
PORCENTAGEM (EM RELAÇÃO A ENTRADA)		18.42%	31.58%	37.37%
RESULTADOS				
SEÇÕES	BARRAGEM	CASA DE FORÇA	GINÁSIO	
VAZÃO MAX	371	511	550	
COTA MAX	182.62	57.89	33.49	

Fonte: Autor, 2022.

A porcentagem de incremento de vazão de pico em cada hidrograma da calibração foi utilizada para calcular o incremento da vazão de pico para os hidrogramas de projeto referentes às vazões Q_{mlt} e TR100. Para o hidrograma de TR10.000 foi utilizado o mesmo tc e tb do hidrograma de calibração do respectivo TR.

	ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM PCH CAPIVARI - SC	Volume I Página 13 de 33
--	---	-----------------------------

6. CENÁRIOS

Baseado no Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens (ANA, 2016), devem ser definidos dois tipos de cenários: o cenário de operação hidráulica extrema e o cenário de ruptura mais provável.

O cenário de ruptura mais provável deve ser determinado em função das características da barragem e das causas de ruptura, elas próprias podendo ser previstas a partir do tipo de barragem, do seu estado de conservação (nomeadamente, o tipo de deterioração que eventualmente apresente) e modo de operação. Assim poder-se-á admitir:

- uma ruptura por mecanismos estruturais ou por percolação (devido, por exemplo, à ocorrência de erosão interna da barragem) que origina o denominado cenário de ruptura em dia de sol (sem influência da precipitação); caracterizado pela vazão média anual (ou a vazão média do semestre seco ou do semestre úmido), ou por uma cheia associada a um menor tempo de recorrência ($T = 100$ anos, por exemplo);
- ou uma ruptura por mecanismo hidráulico que origina o denominado cenário de ruptura por galgamento; caracterizado por uma cheia conhecida (por exemplo, a cheia de projeto ou uma cheia associada a um tempo de recorrência elevado: $T = 1.000$ a 5.000 anos).

O cenário de operação hidráulica extrema permite definir as zonas a jusante que, em consequência do funcionamento do vertedouro, se encontram em situação de risco. No que diz respeito a este tipo de cenário extremo (que pressupõe a ocorrência de rupturas rápidas e totais), o propósito a seguir para a sua simulação deverá ser o de agravar não só os valores de todos os parâmetros da brecha, de forma a calcular a “pior” cheia induzida possível, mas também o de maximizar as afluições ao reservatório, fazendo com que esta registre os níveis mais elevados, por ocasião do início da hipotética ruptura. O tempo de ruptura deve ser igualmente selecionado como baixo para produzir um efeito de maximizar o escoamento efluente da brecha. Assim, no que diz respeito ao nível no reservatório a considerar no início da ruptura, poder-se-ão adotar os valores propostos por HARTFORD e KARTHA, 1995 (independentemente do tipo de barragem):

- a brecha começa quando o nível de água está $0,15\text{m}$ abaixo da crista, num cenário de ruptura em dia de sol, caracterizado por uma cheia associada a um menor período de retorno ($T = 100$ a 500 anos, por exemplo).
- a brecha começa quando o nível de água está $0,15\text{m}$ acima da crista, num cenário de ruptura por galgamento; caracterizado por uma cheia conhecida (por exemplo, a cheia de verificação do vertedouro de cheias, que pode ser a CMP, ou por uma cheia associada a um período de retorno muito elevado: $T = 5.000$ a 10.000 anos).

Na PCH Capivari, por tratar-se de vertedouro do tipo soleira livre, para a ocorrência do galgamento da barragem, é necessário considerar a afluição de uma cheia com pouco sentido físico. Para ultrapassar este problema, o Manual sugere considerar, como hipótese mais viável, que o nível inicial do reservatório se situe à cota da crista. Diante das possibilidades de ocorrência para o arranjo da PCH Capivari, considerou-se os seguintes cenários:

Operação Normal – TR 10.000: Considerou-se a operação normal do vertedouro, descarregando uma vazão correspondente ao tempo de retorno 10.000 anos, sendo esta a vazão de projeto.

Rompimento por piping – QMLT: Considerou-se o rompimento por percolação, durante a passagem de uma vazão média de longo termo – QMLT no rio.

Rompimento por piping – TR 100: Considerou-se o rompimento por percolação, durante a passagem de uma vazão correspondente ao tempo de retorno de 100 anos no rio.

Rompimento por galgamento – TR 10.000: Considerou-se o rompimento por galgamento, durante a passagem de uma vazão correspondente ao tempo de retorno de 10.000 anos no rio

A seguir apresenta-se as condições iniciais e de contorno consideradas em cada cenário.

6.1. OPERAÇÃO NORMAL - TR 10.000

6.1.1. Condições de contorno

Tendo por base a vazão de pico a ser concentrada no reservatório para o Tempo de Retorno de 10.000 anos e aplicando-se as porcentagens de incremento de vazão em cada ponto do modelo, obteve-se os hidrogramas apresentados a seguir.

Tabela 1 – Hidrogramas de TR10.000 em cada local do modelo.

Tempo (Horas)	Vazão (m³/s)			
	Entrada	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	103.4	116.1	135.5	146
1	188	211.1	229	239.9
2	273	306.1	323	333.7
3	357	401.1	417	427.6
4	442	496.1	511	521.4
5	526	591.1	605	615.3
6	611	686.0	698	709.1
7	696	781	792	803
8	780	876.0	886	896.9
9	865	971.0	980	990.7
10	949	1066.0	1074	1084.6
11	1034	1161.0	1167	1178.4
12	978	1097.7	1261	1272.3
13	921	1034.3	1355	1366.1
14	865	971.0	1292	1460.0
15	808	907.7	1230	1397.4
16	752	844.4	1167	1334.9
17	696	781.0	1105	1272.3
18	639	717.7	1042	1209.7
19	583	654.4	980	1147.2
20	526	591.1	917	1084.6
21	470	527.7	855	1022.0
22	414	464.4	792	959.4
23	357	401.079	730	896.867
24	301	337.752	667	834.296
25	244	274.425	605	771.725
26	188	211.098	542	709.154

27	132	147.771	479	646.583
28		84.444	417	584.012
29			354	521.441
30			292	458.87
31			229	396.299
32			167	333.728
33				271.157
34				208.586
35				146.015
36				83.444

Fonte: Autor, 2022.

6.1.2. Condições iniciais

Para iniciar os cálculos, foi necessário indicar a vazão inicial de 700 m³/s e a cota inicial do reservatório em 185,5 m.

6.2. ROMPIMENTO PIPING - QMLT

6.2.1. Condições de contorno

Neste cenário, para simplificação, considerou-se os hidrogramas constantes com tempo. Tendo por base a vazão média de longo termo e aplicando-se as porcentagens de incremento de vazão em cada ponto do modelo, obteve-se as vazões apresentadas a seguir.

Tabela 2 – Hidrogramas de Qmlt em cada local do modelo.

Vazão (m³/s)			
Entrada	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
17,30	20,49	22,76	23,76

Fonte: Autor, 2022.

6.2.2. Condições iniciais

Para iniciar os cálculos, foi necessário indicar a vazão inicial de 50 m³/s e a cota inicial do reservatório em 180 m.

6.3. ROMPIMENTO PIPING – TR 100

6.3.1. Condições de contorno

Tendo por base a vazão de pico a ser concentrada no reservatório para o Tempo de Retorno de 10.000 anos e aplicando-se as porcentagens de incremento de vazão em cada ponto do modelo, obteve-se os hidrogramas apresentados a seguir.

Tabela 3 – Hidrogramas de TR100 em cada local do modelo.

Tempo (Horas)	Vazão (m³/s)			
	Entrada	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	0.0	0	0	0
1	87	101.4	101	82
2	174	202.8	202	164
3	261	304.1	303	246
4	348	405.5	404	329
5	435	506.9	505	411
6	521	608.3	606	493
7	558	661	707	575
8	503	600.7	734	657
9	468	560.2	664	739
10	434	519.6	624	767
11	399	479.1	583	769
12	364	438.5	543	679
13	330	398.0	503	646
14	295	357.4	462	613
15	260	316.9	422	580
16	225	276.3	381	547
17	191	235.8	341	515
18	156	195.2	301	482
19	121	154.7	260	449
20	86	114.1	220	416
21	52	73.6	179	383
22	17	33.0	139	350
23	0	0	99	318
24			58	285
25			18	252
26			0	219
27				186
28				153
29				120
30				88
31				55
32				22
33				0

Fonte: Autor, 2022.

	ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM PCH CAPIVARI - SC	Volume I
		Página 17 de 33

6.3.2. Condições iniciais

Para iniciar os cálculos, foi necessário indicar a vazão inicial de 50 m³/s e a cota inicial do reservatório em 180 m.

6.4. ROMPIMENTO GALGAMENTO – TR 10.000

6.4.1. Condições de contorno

Os hidrogramas de entrada e declividade de jusante seguem os dados estabelecidos em 6.1.1.

Com relação às condições de contorno para a abertura do vertedouro, teve que ser colocada uma condição com pouco sentido físico. Por tratar-se de vertedouro soleira livre, sem controle por comportas, o mesmo foi dimensionado para que a lâmina d'água vertente não ultrapasse a crista da barragem, e ainda, a barragem foi alteada com uma folga (*freebord*) superior a 1m, para que não haja galgamento. Porém, para realizar o galgamento com lâmina de 15 cm, como sugerido no Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens (ANA, 2016), reduziu-se o vão do vertedouro em 4,60 metros de altura, passando a crista para a cota 184,60 m.

6.4.2. Condições iniciais

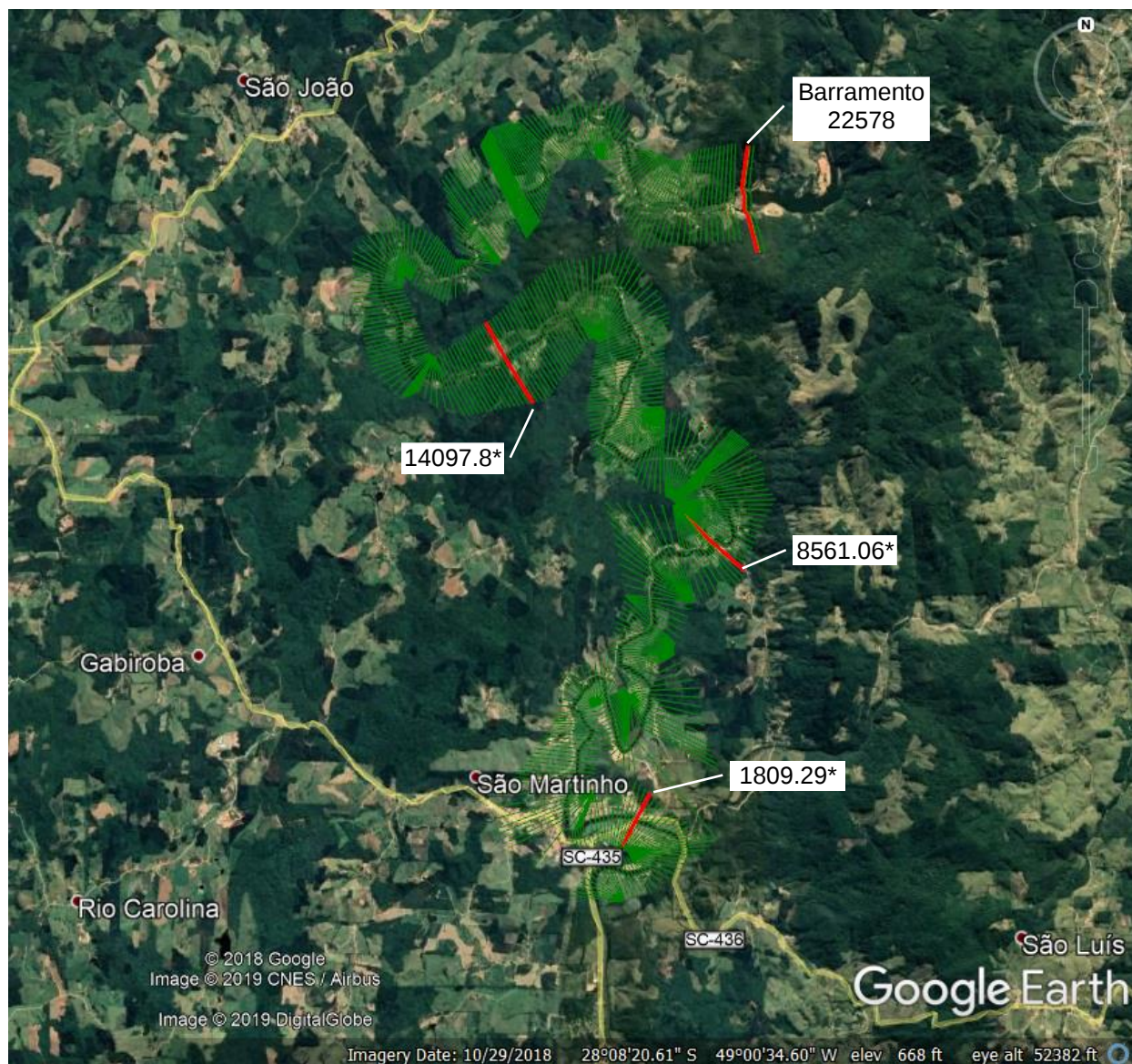
Para iniciar os cálculos, foi necessário indicar a vazão inicial de 50 m³/s e a cota inicial do reservatório em 184,60 m.

7. RESULTADOS

A seguir apresentam-se os mapas de inundação para cada cenário estudado, e os hidrogramas resultantes, apontando o tempo, a cota e a vazão da onda do rompimento.

Foram pré-determinados locais intermediários do modelo para apresentação dos hidrogramas onde a chegada da onda tem diferença aproximada entre 10 e 20 minutos. Os locais são mostrados na figura a seguir.

Figura 1 – Principais seções dos hidrogramas resultantes.

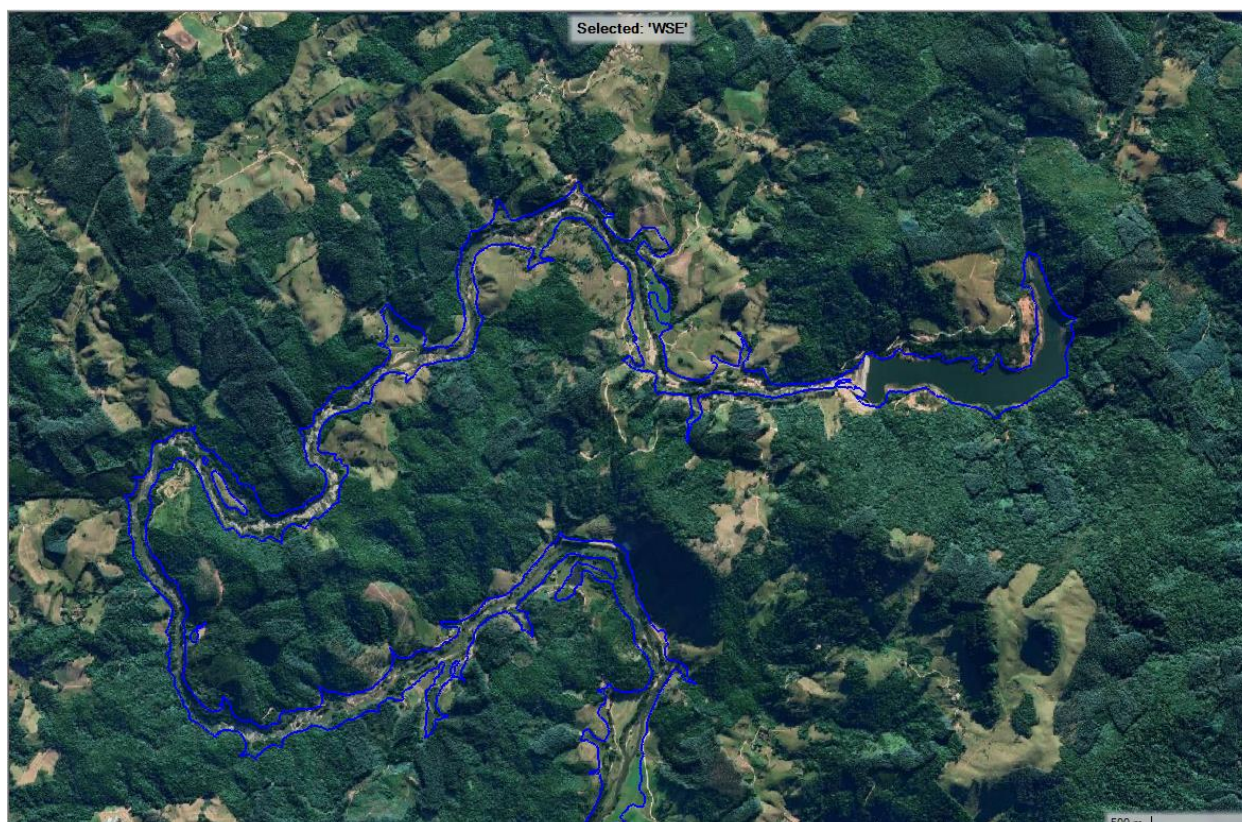


Fonte: Autor, 2022.

7.1. OPERAÇÃO NORMAL - TR 10.000

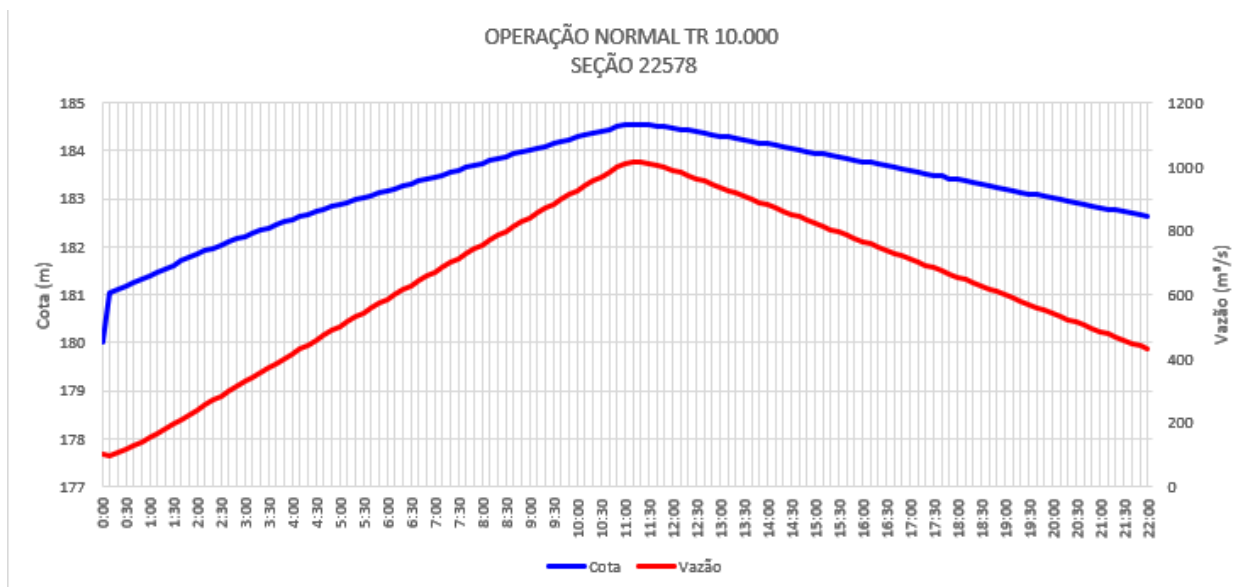
O mapa de elevação máxima da onda de operação do empreendimento, durante a ocorrência da vazão com tempo de retorno de 10.000 anos, encontra-se ilustrado a seguir juntamente com os hidrogramas das seções pré-determinadas. Maiores detalhes encontram-se no Volume II – Desenhos.

Figura 2 – Mapa inundação máxima cenário operação normal – TR 10.000.



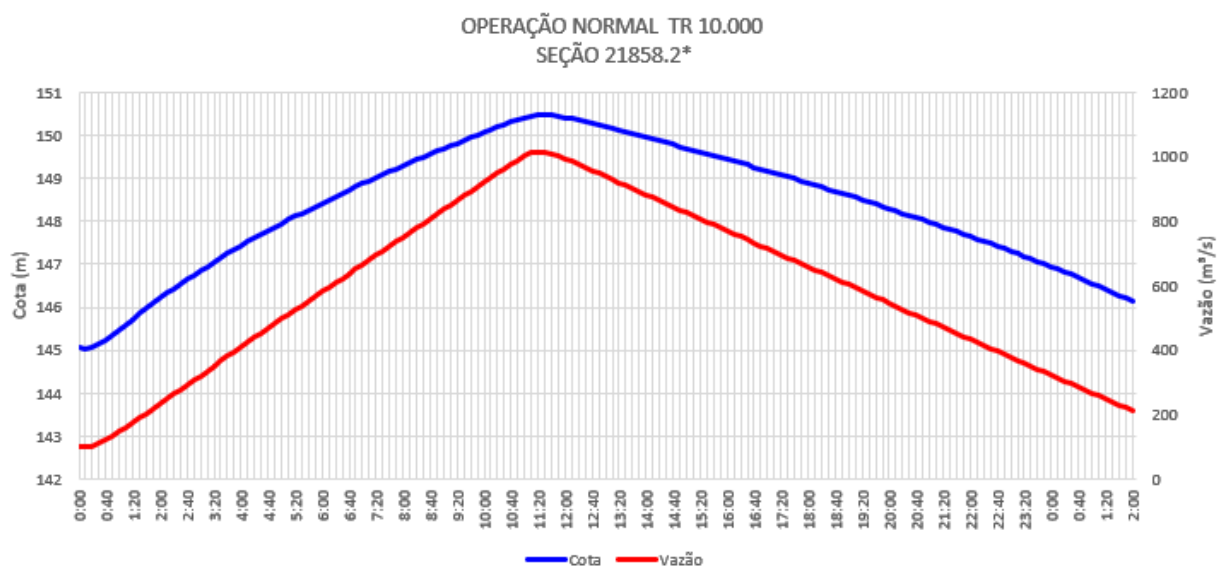
Fonte: Autor, 2022.

Figura 3 – Hidrograma seção 22578 (barramento) – TR 10.000.



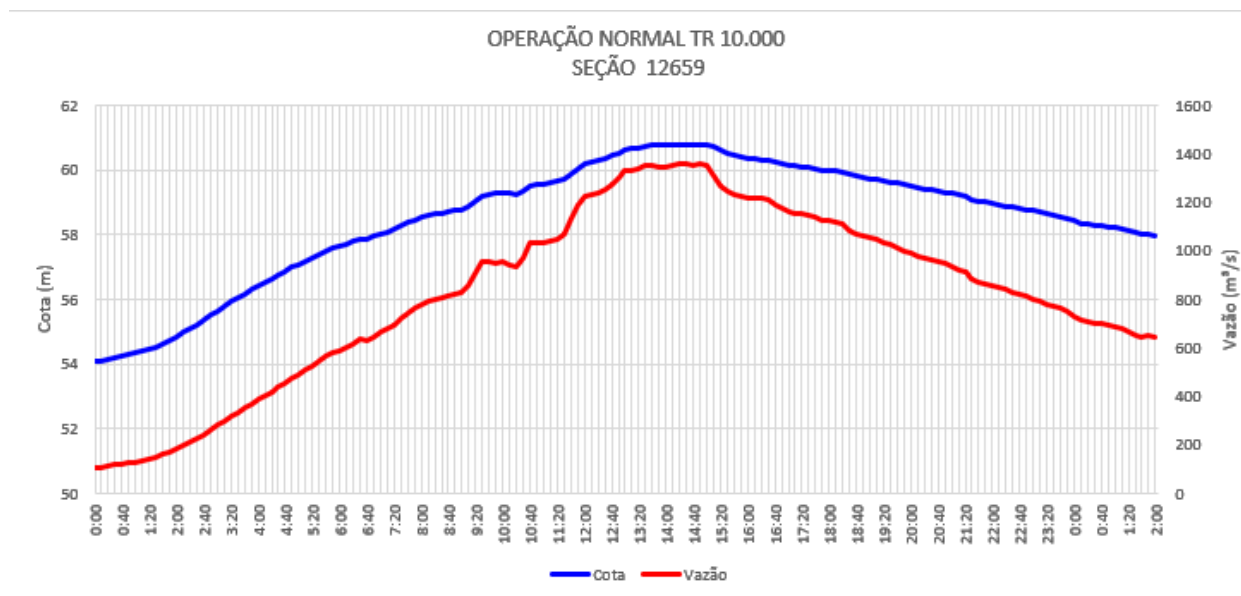
Fonte: Autor, 2022.

Figura 4 – Hidrograma seção 21858.2* – TR 10.000.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 5 – Hidrograma seção 12659 (casa de força) – TR 10.000.

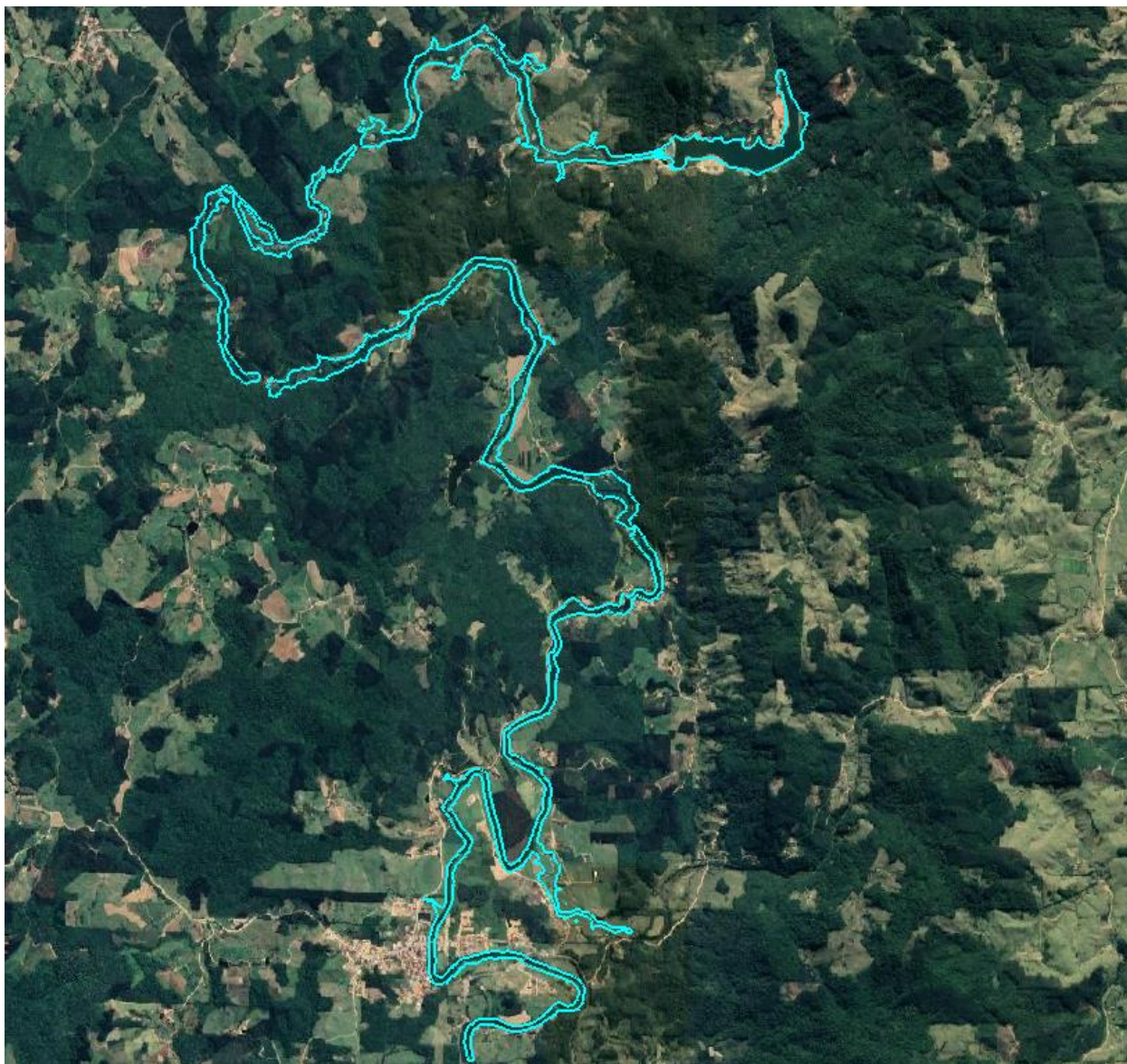


Fonte: Autor, 2022.

7.2. ROMPIMENTO PIPING – QMLT

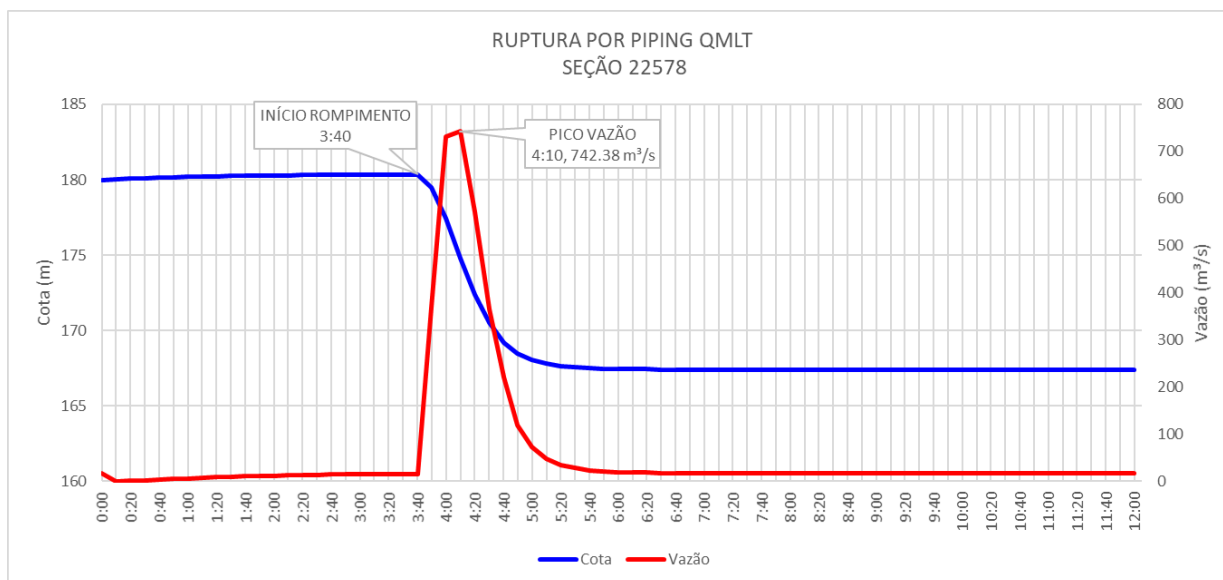
O mapa de elevação máxima da onda de rompimento por piping, durante a ocorrência da vazão média de longo termo, encontra-se ilustrado a seguir juntamente com os hidrogramas das seções pré-determinadas. Maiores detalhes encontram-se no Volume II – Desenhos.

Figura 6 – Mapa inundação máxima cenário rompimento por piping – Q_{mlt}.



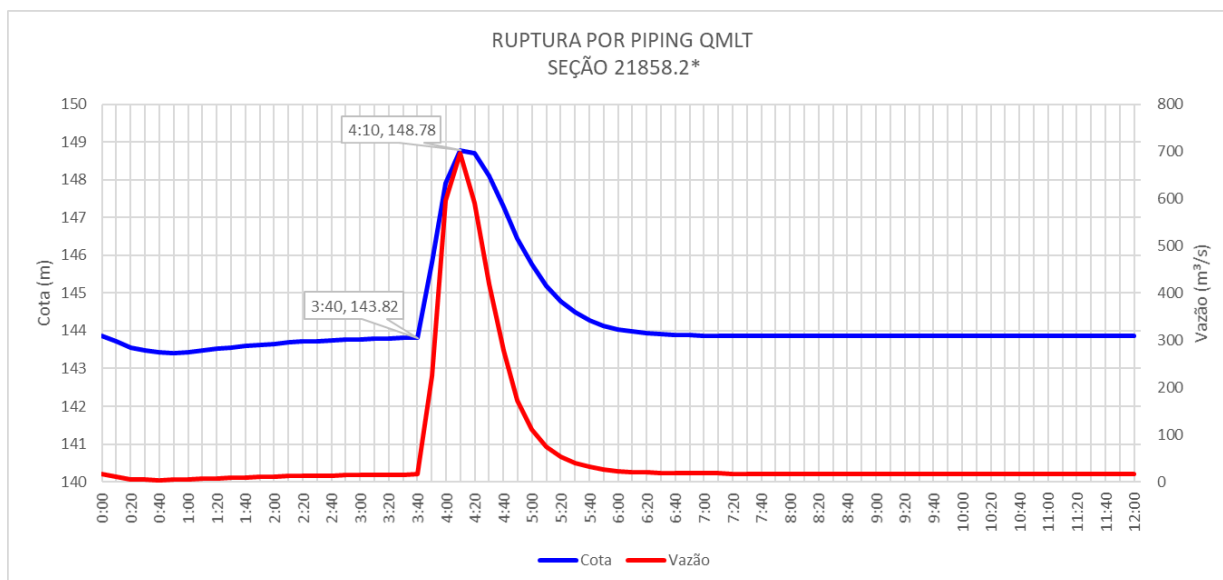
Fonte: Autor, 2022.

Figura 7 – Hidrograma seção 22578 (barramento) – TR 100.



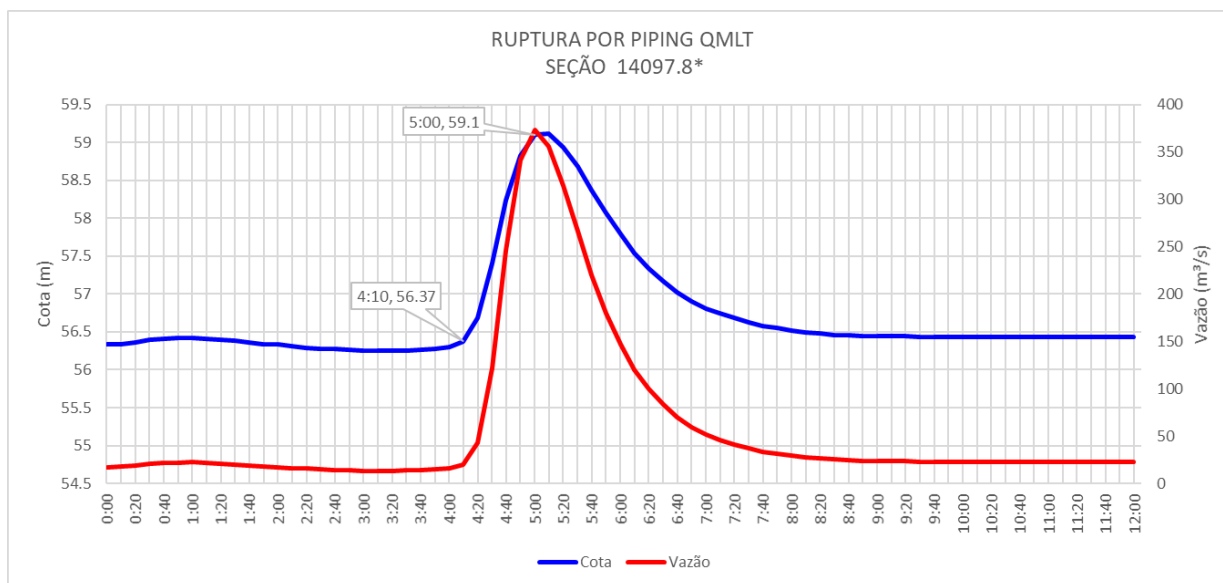
Fonte: Autor, 2022.

Figura 8 – Hidrograma seção 21858.2* – TR 100.



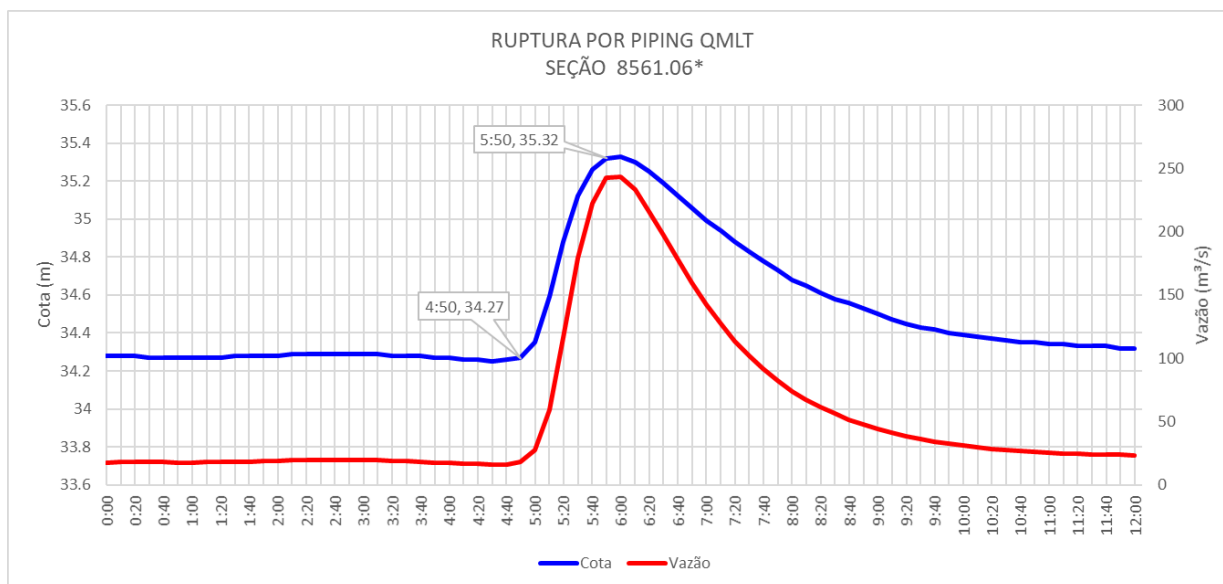
Fonte: Autor, 2022.

Figura 9 – Hidrograma seção 14097.8* – TR 100.



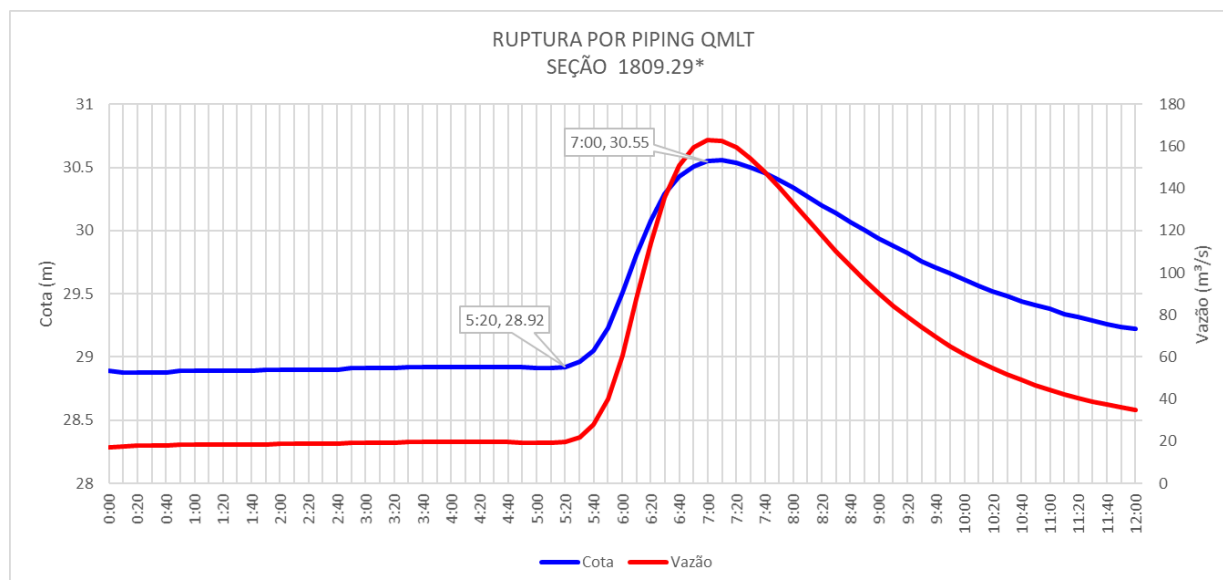
Fonte: Autor, 2022.

Figura 10 – Hidrograma seção 8561.06* – TR 100.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 11 – Hidrograma seção 1809.29* – TR 100.

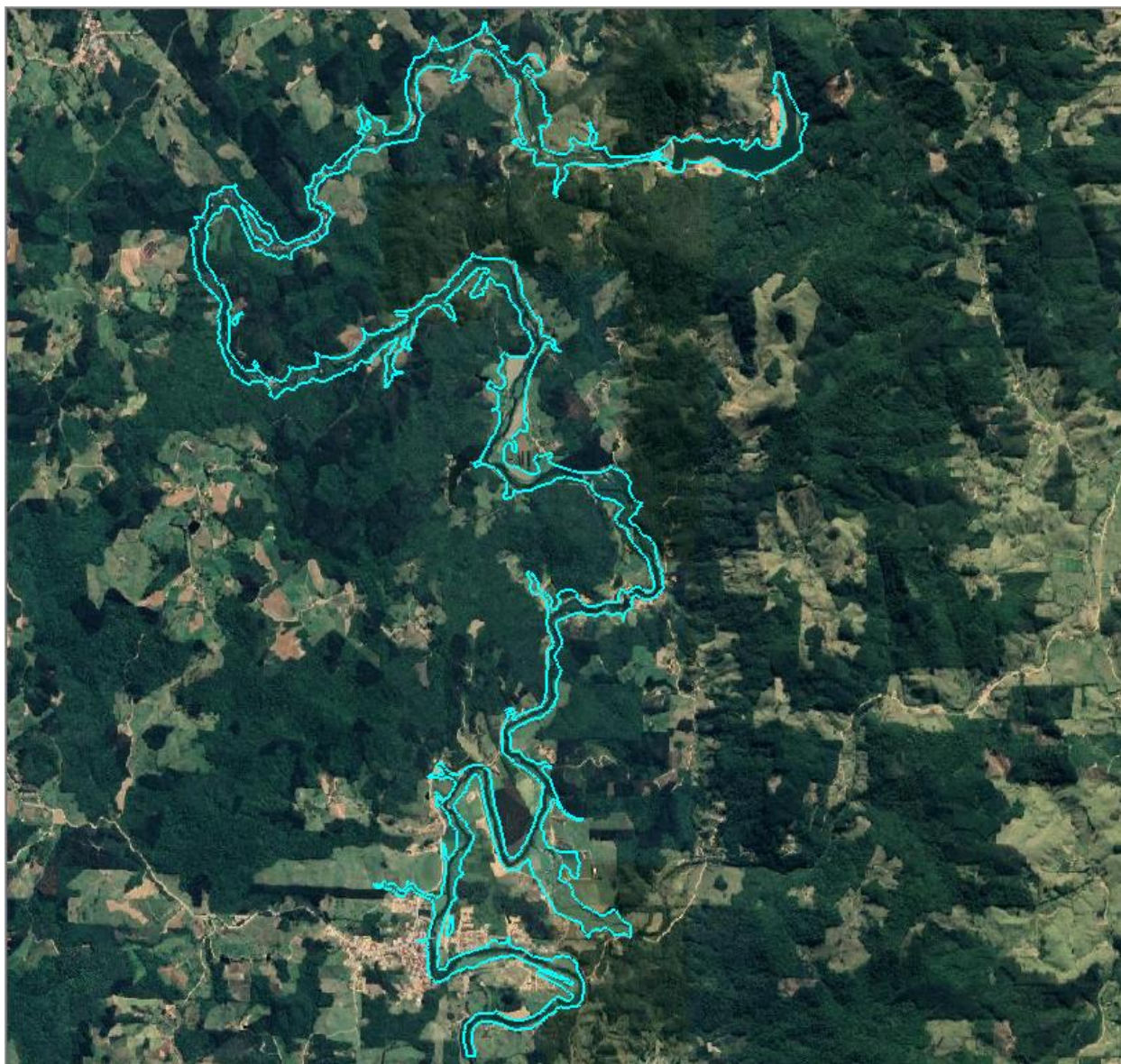


Fonte: Autor, 2022.

7.3. ROMPIMENTO PIPING – TR 100

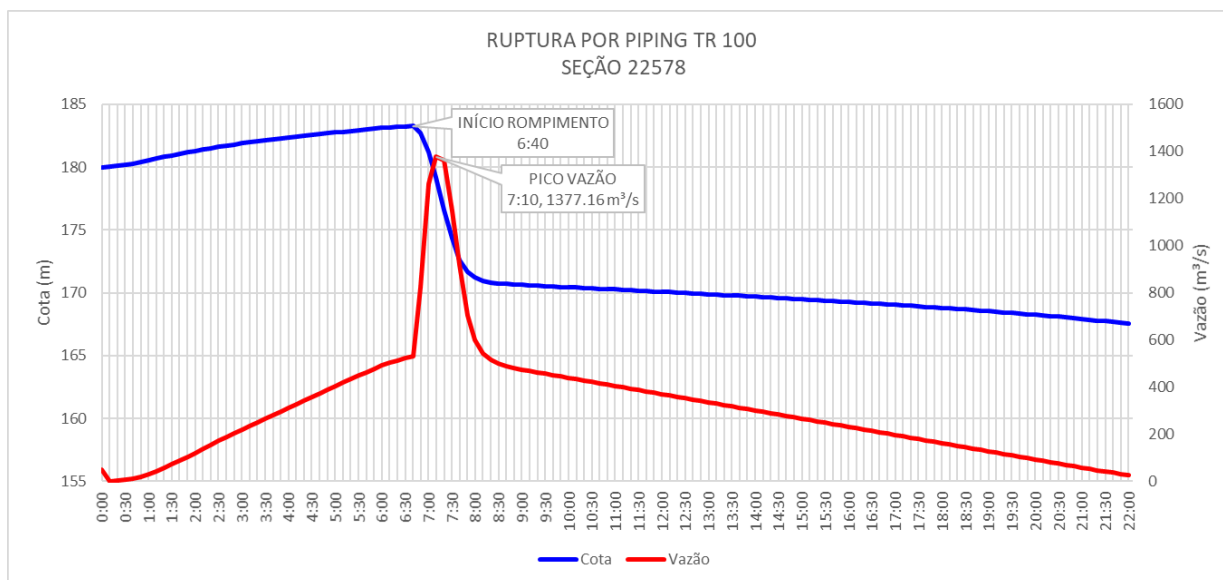
O mapa de elevação máxima da onda de rompimento por piping, durante a ocorrência da vazão com Tempo de Retorno de 100 anos, encontra-se ilustrado a seguir juntamente com os hidrogramas das seções pré-determinadas. Maiores detalhes encontram-se no Volume II – Desenhos.

Figura 12 – Mapa inundação máxima cenário rompimento por piping – TR 100.



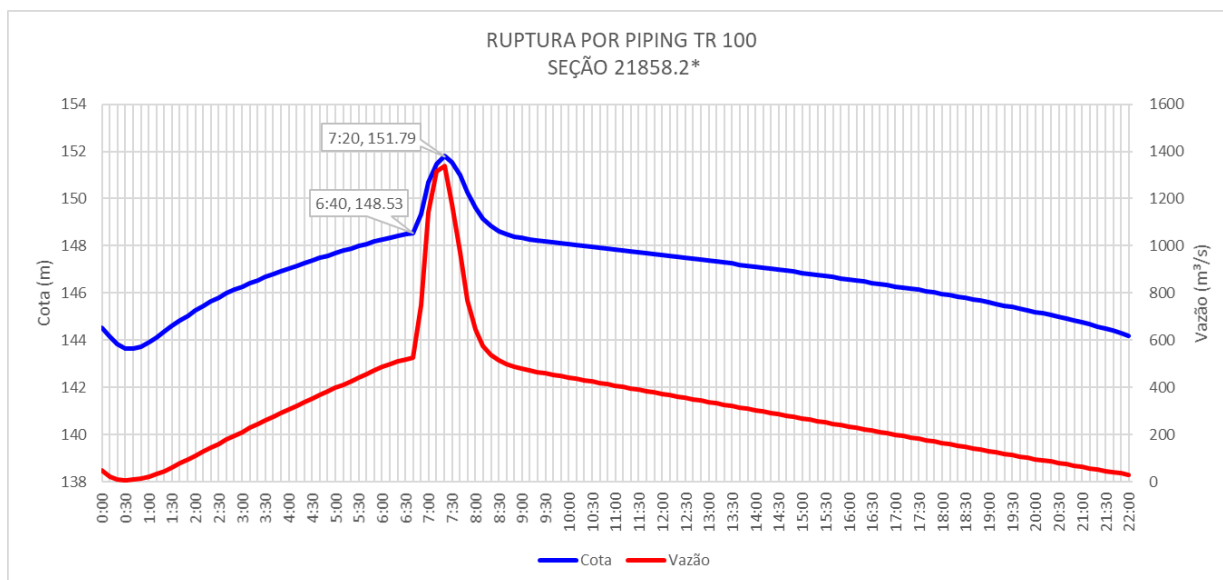
Fonte: Autor, 2022.

Figura 13 – Hidrograma seção 22578 (barramento) – TR 100.



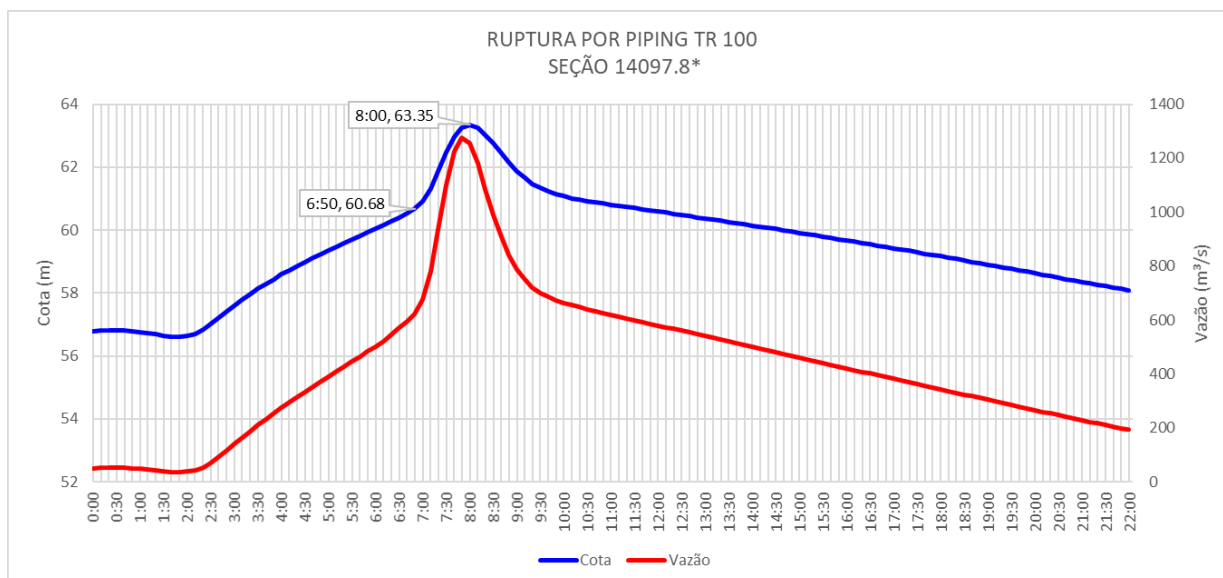
Fonte: Autor, 2022.

Figura 14 – Hidrograma seção 21858.2* – TR 100.



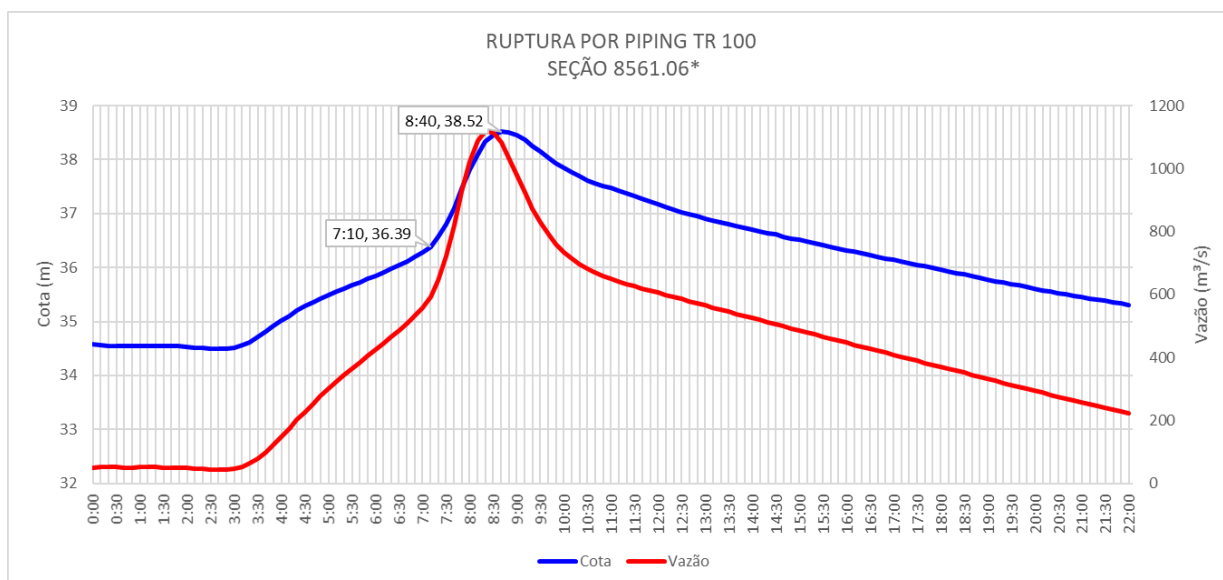
Fonte: Autor, 2022.

Figura 15 – Hidrograma seção 14097.8* – TR 100.



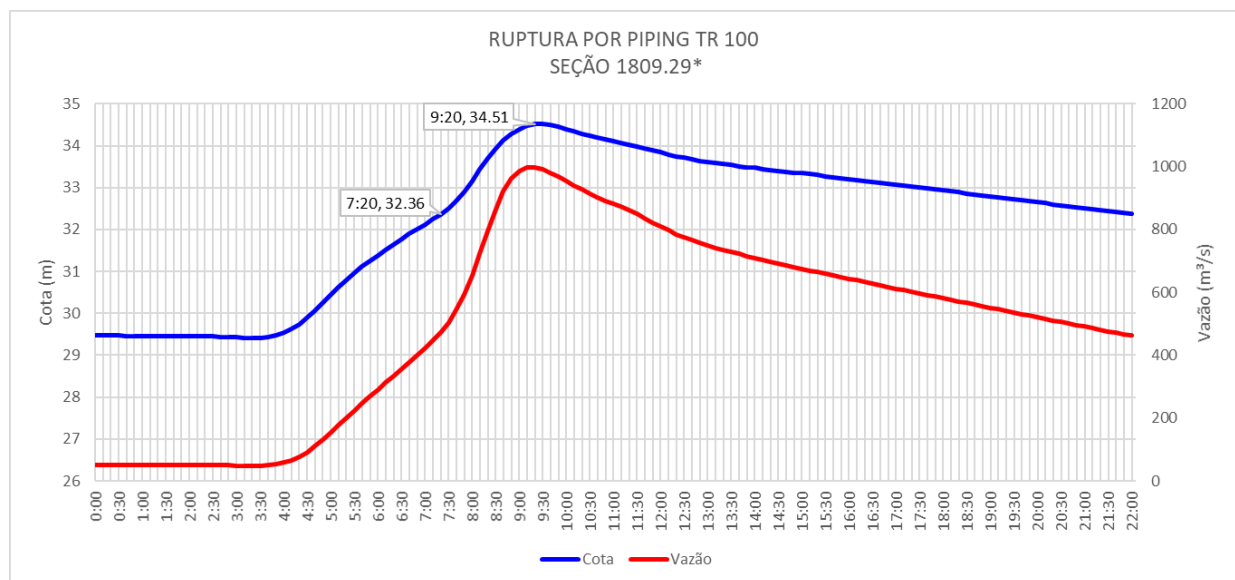
Fonte: Autor, 2022.

Figura 16 – Hidrograma seção 8561.06* – TR 100.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 17 – Hidrograma seção 1809.29* – TR 100.

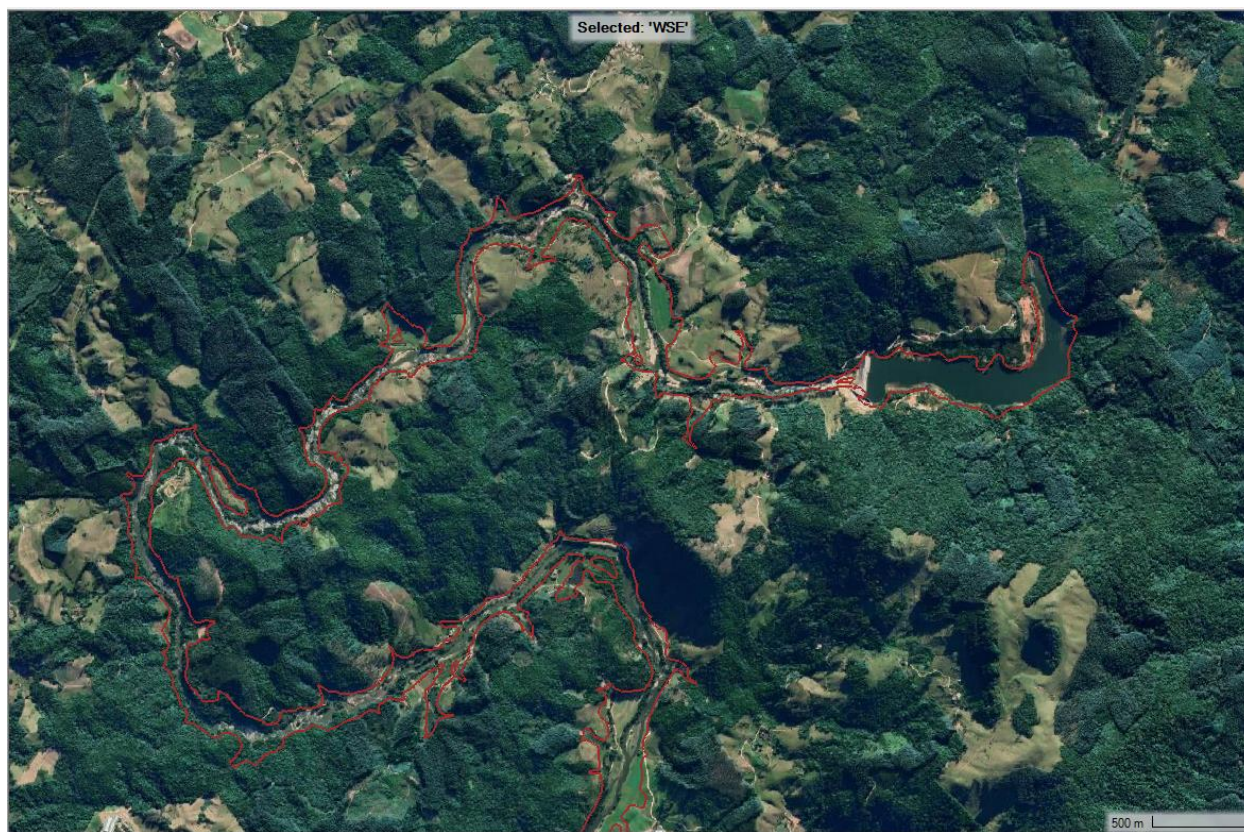


Fonte: Autor, 2022.

7.4. ROMPIMENTO GALGAMENTO – TR 10.000

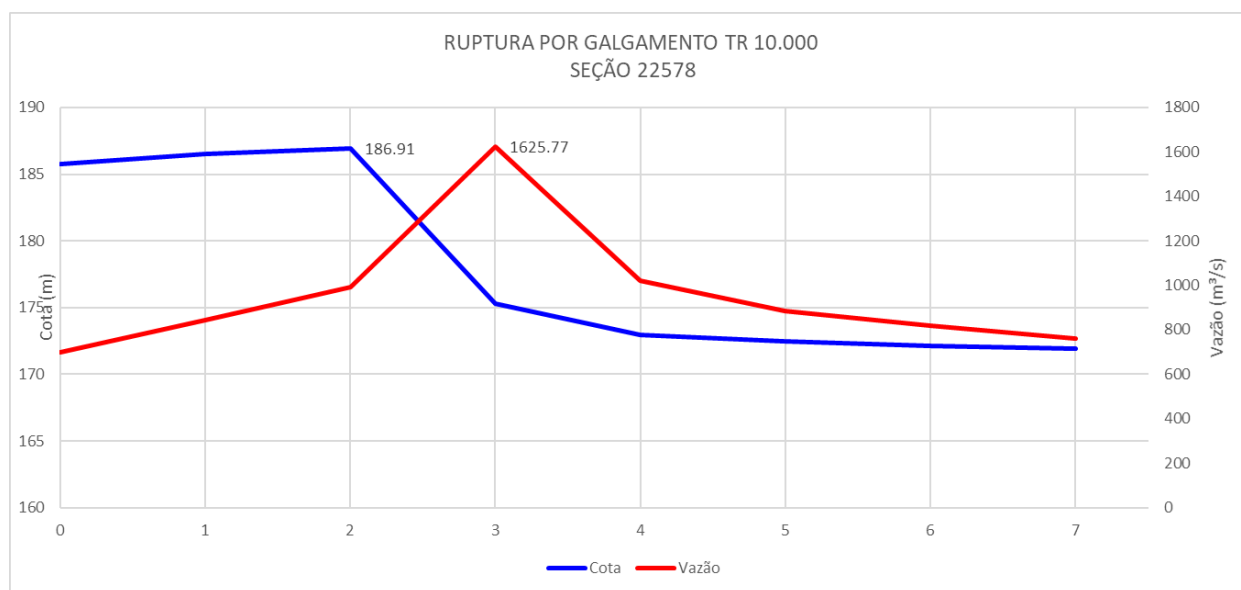
O mapa de elevação máxima da onda de rompimento por galgamento, durante a ocorrência da vazão com Tempo de Retorno de 10.000 anos, encontra-se ilustrado a seguir juntamente com os hidrogramas das seções pré-determinadas. Maiores detalhes encontram-se no Volume II – Desenhos.

Figura 18 – Mapa inundação máxima cenário rompimento por galgamento – TR 10.000.



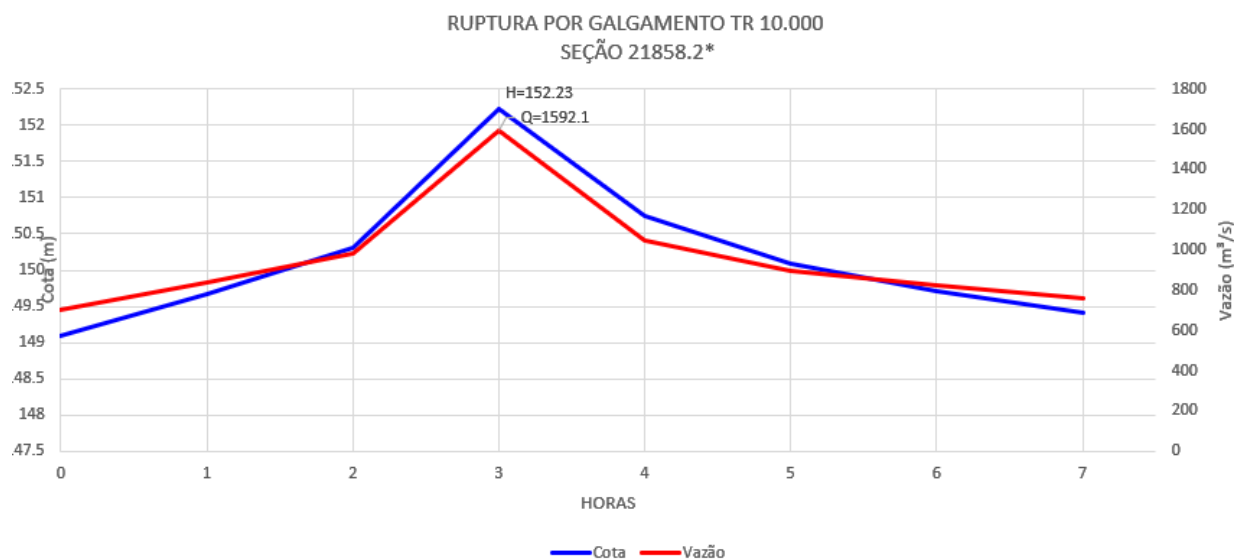
Fonte: Autor, 2022.

Figura 19 – Hidrograma seção 22578 (barramento) – TR 10.000.



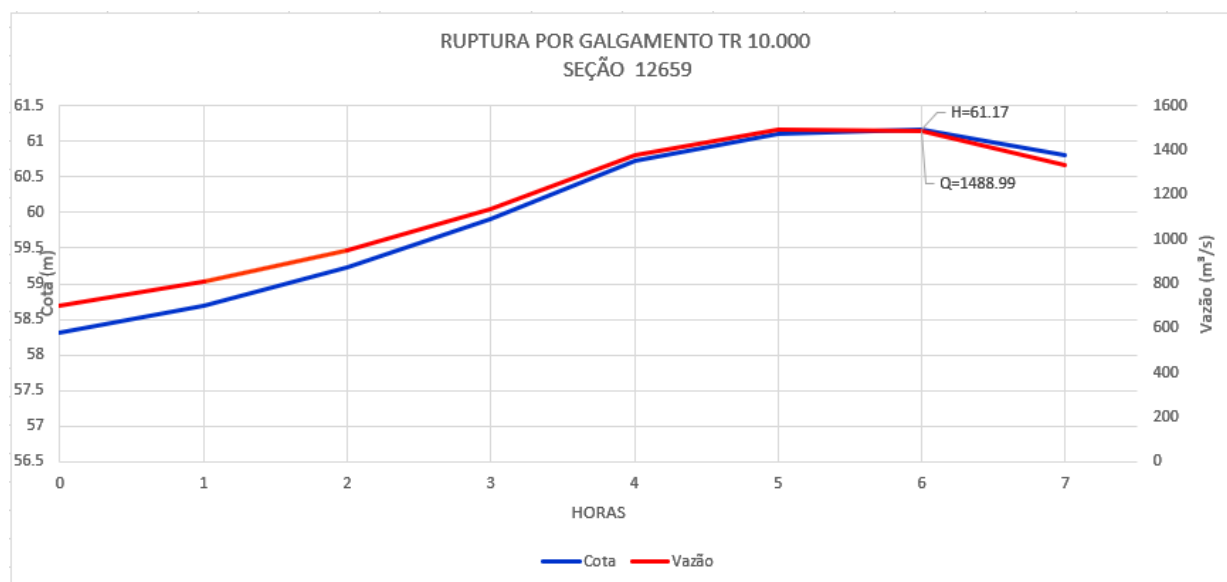
Fonte: Autor, 2022.

Figura 20 – Hidrograma seção 21858.2* – TR 10.000.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 21 – Hidrograma seção 12659 (casa de força) – TR 10.000.



Fonte: Autor, 2022.

	ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM PCH CAPIVARI - SC	Volume I
		Página 32 de 33

8. CONCLUSÃO

Tendo como base o cenário de ocorrência de uma cheia com tempo de retorno de 10.000 anos, onde o vertedouro opera conforme foi projetado, comparando-se às manchas de inundação dos cenários de rompimento, na área urbana do Município de São Martinho não há incremento da superfície atingida, ou seja, mesmo no pior caso de rompimento, os efeitos não superam aos de ocorrência da cheia deca milenar.

Também se observou que não existe muita diferença entre as manchas de inundação no caso de rompimento por galgamento durante uma cheia com TR 10.000 anos e rompimento por piping durante uma cheia com TR 100 anos.

Para o cenário de rompimento por piping com Vazão Média de Longo Termo – Q_{mlt}, não houveram edificações atingidas pela mancha de inundação.

Das residências localizadas às margens do Rio, até cerca de 1700 metros a jusante do barramento, as da margem esquerda não foram afetadas pelas manchas de inundação. As da margem direita foram afetadas pelas manchas dos cenários de rompimento por piping com TR 100 e galgamento com TR 10.000. A partir do início de rompimento por piping TR 100 até a chegada do pico da onda nesta região, tem-se 40 minutos e para o cenário de galgamento TR 10.000 tem-se 20 minutos.

A jusante, ao longo do trecho estudado, existe mais edificações atingidas por estes cenários.

Para o pico de vazão de ruptura por piping TR 100 chegar na área urbana do município de São Martinho, levará cerca de 2:40 horas e de ruptura por galgamento TR 10.000, levará cerca de 4:00 horas. Nestes casos, as edificações próximas às pontes serão atingidas.

	ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM PCH CAPIVARI - SC	Volume I
		Página 33 de 33

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AECOGEO. **Estudos Hidrometeorológicos PCH Capivari**. [S.l.]: [s.n.], 2012.

ANA. **Manual do Empreendedor sobre segurança de Barragens**. Brasília - DF: ANA - Superintendência de Regulação (SRE), 2016.

ANA E ITAIPU. **Curso: SEGURANÇA DE BARRAGENS**. [S.l.]: [s.n.], 2011.

CHAUDHRY, M. H. **Open-Channel Flow**. 2ª. ed. Columbia: SPRINGER, 2008.

DAEE. **Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 1994.

EPAGRI. Mapas Digitais de Santa Catarina. **CIRAM**, 2019. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>>. Acesso em: Fevereiro 2019.

EPAGRI/CIRAM. Rios On-line. **EPAGRI CIRAM**, 2019. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2224&Itemid=250>. Acesso em: Fevereiro 2019.

JCS ENGENHARIA. **Projeto Executivo PCH Capivari - Arranjo Geral**. Jaraguá do Sul: JCS Engenharia, 2012.

SDS. Sistema de informações geográficas SIGSC. **SIGSC**, 2010. Disponível em: <<http://sigsc.sds.sc.gov.br/>>. Acesso em: Fevereiro 2019.

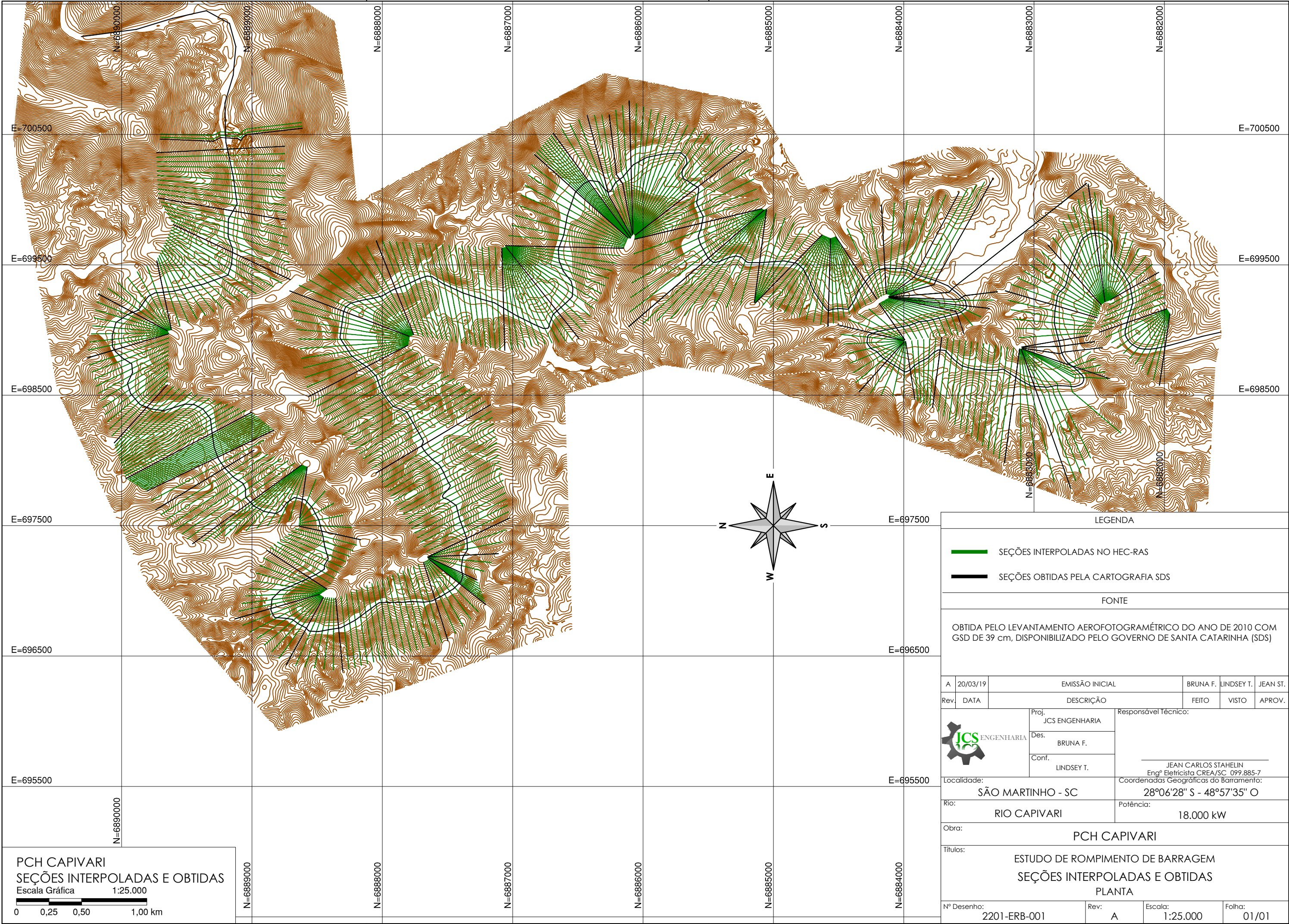
ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM
PCH CAPIVARI – RIO CAPIVARI – SANTA CATARINA
VOLUME II – DESENHOS

EMPREENDEDOR: Urbano Agroindustrial LTDA

ELABORAÇÃO: JCS Engenharia, Consultoria e Participações EIRELI

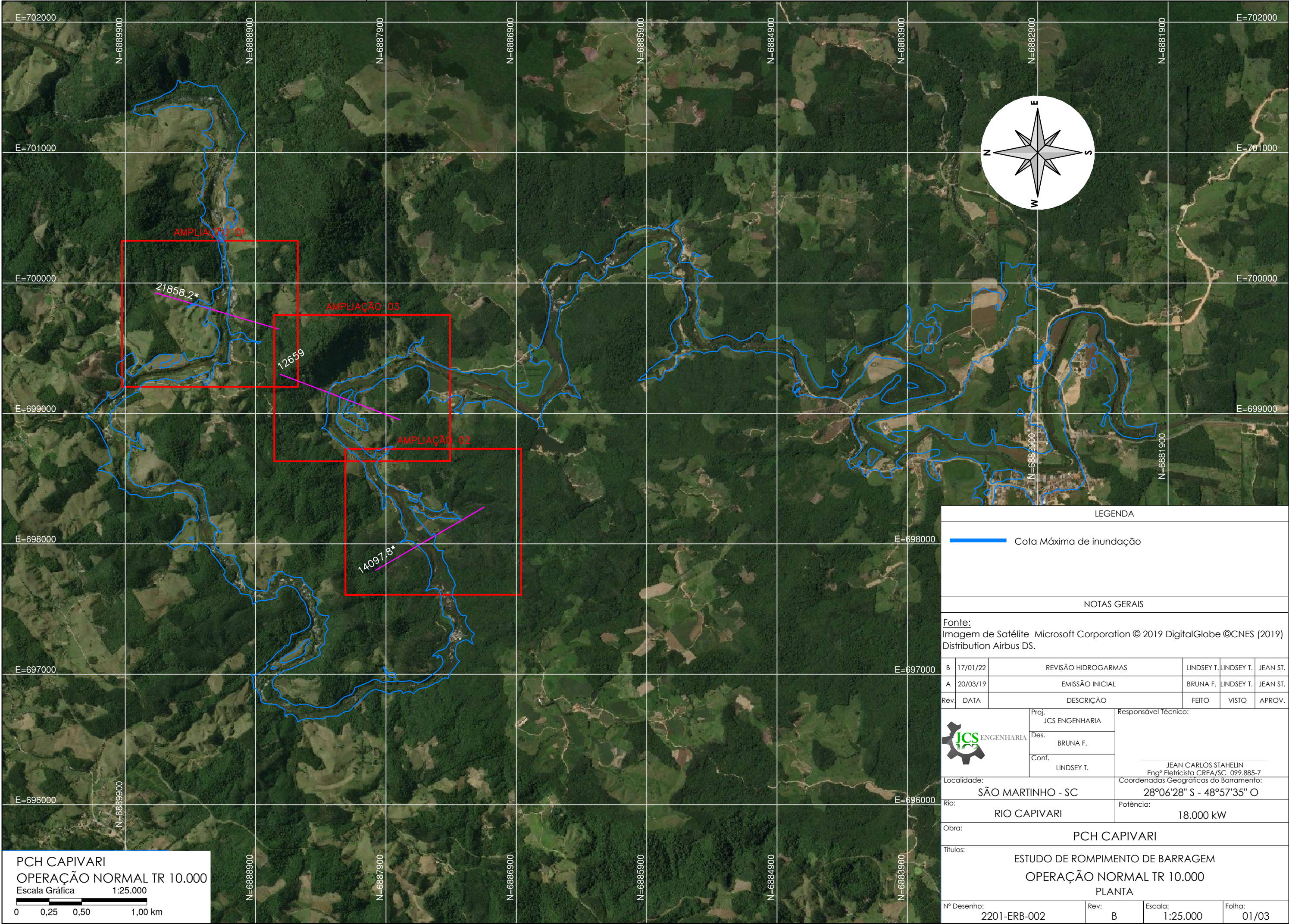
Emissão Inicial

Elaborado por: Bruna Flores	Visto:	Data: 17/01/2022
Verificado por: Lindsey Todeschini	Visto:	Data: 17/01/2022
Aprovado por: Jean Stahelin	Visto:	Data: 17/01/2022



PCH CAPIVARI
SEÇÕES INTERPOLADAS E OBTIDAS
Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km

LEGENDA					
		SEÇÕES INTERPOLADAS NO HEC-RAS			
		SEÇÕES OBTIDAS PELA CARTOGRAFIA SDS			
FONTE					
OBTIDA PELO LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO DO ANO DE 2010 COM GSD DE 39 cm, DISPONIBILIZADO PELO GOVERNO DE SANTA CATARINHA (SDS)					
A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL		BRUNA F.	LINDSEY T.
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO		FEITO	VISTO
JCS ENGENHARIA		Proj.	JCS ENGENHARIA	Responsável Técnico: JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7 Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O	
		Des.	BRUNA F.		
		Conf.	LINDSEY T.		
		Localidade:			
Rio:		RIO CAPIVARI		Potência: 18.000 kW	
Obra: PCH CAPIVARI					
Títulos: ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM SEÇÕES INTERPOLADAS E OBTIDAS PLANTA					
Nº Desenho: 2201-ERB-001		Rev: A		Escala: 1:25.000	Folha: 01/01



PCH CAPIVARI
OPERAÇÃO NORMAL TR 10.000
Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km

LEGENDA

Cota Máxima de inundação

NOTAS GERAIS

Fonte:
Imagem de Satélite Microsoft Corporation © 2019 DigitalGlobe ©CNES (2019)
Distribution Airbus DS.

Rev.	DATA	DESCRIÇÃO	FEITO	VISTO	APROV.
B	17/01/22	REVISÃO HIDROGARMAS	LINDSEY T.	LINDSEY T.	JEAN ST.
A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL	BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.

Proj. JCS ENGENHARIA
Des. BRUNA F.
Conf. LINDSEY T.

Responsável Técnico:

JEAN CARLOS STAHELIN
Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7
Coordenadas Geográficas do Barramento:
28°06'28" S - 48°57'35" O

Localidade: SÃO MARTINHO - SC

Rio: RIO CAPIVARI

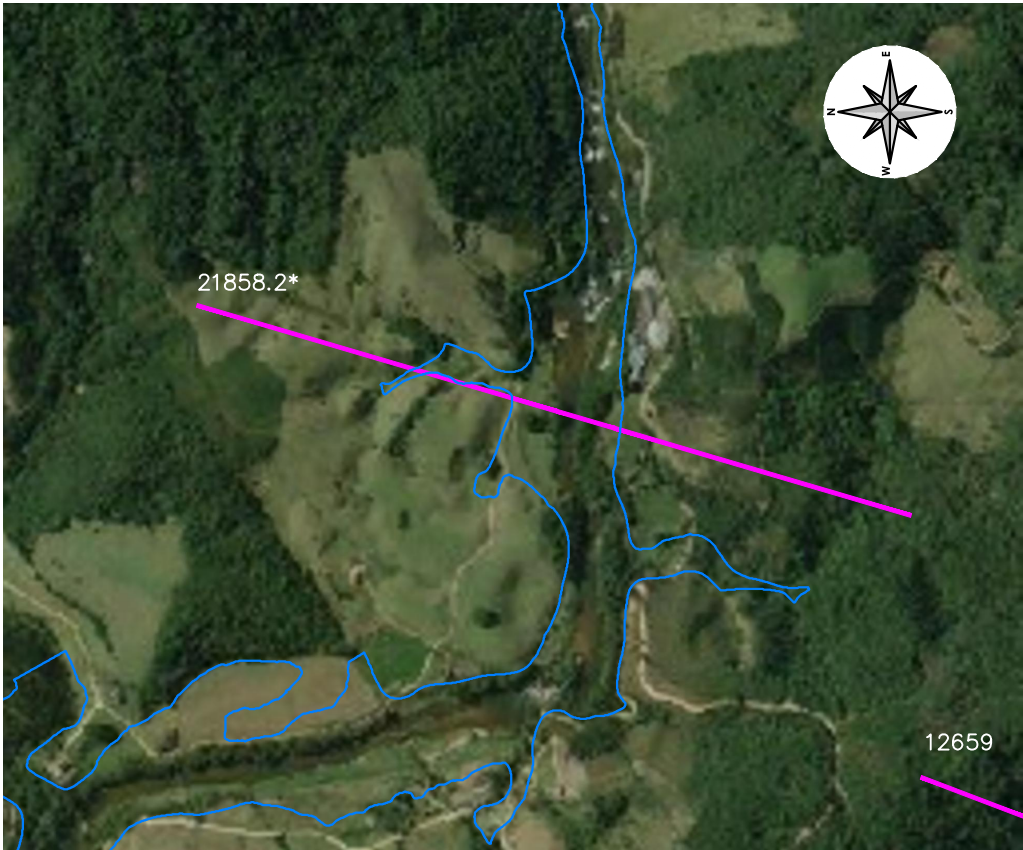
Obra: PCH CAPIVARI

Títulos: ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM
OPERAÇÃO NORMAL TR 10.000
PLANTA

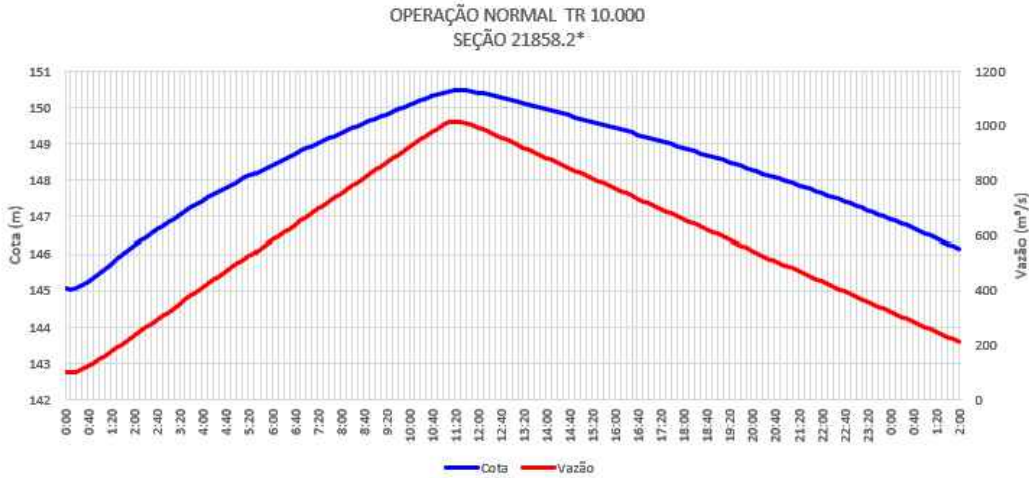
Nº Desenho: 2201-ERB-002	Rev: B	Escala: 1:25.000	Folha: 01/03
--------------------------	--------	------------------	--------------



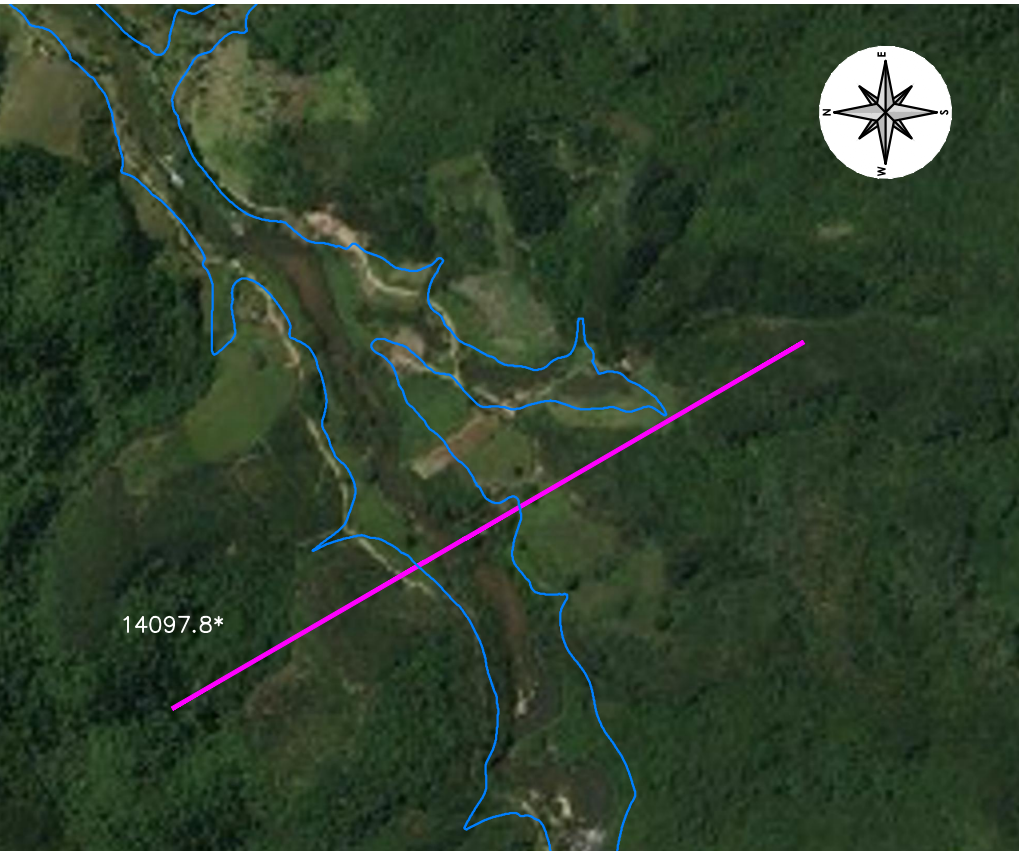
AMPLIAÇÃO 01



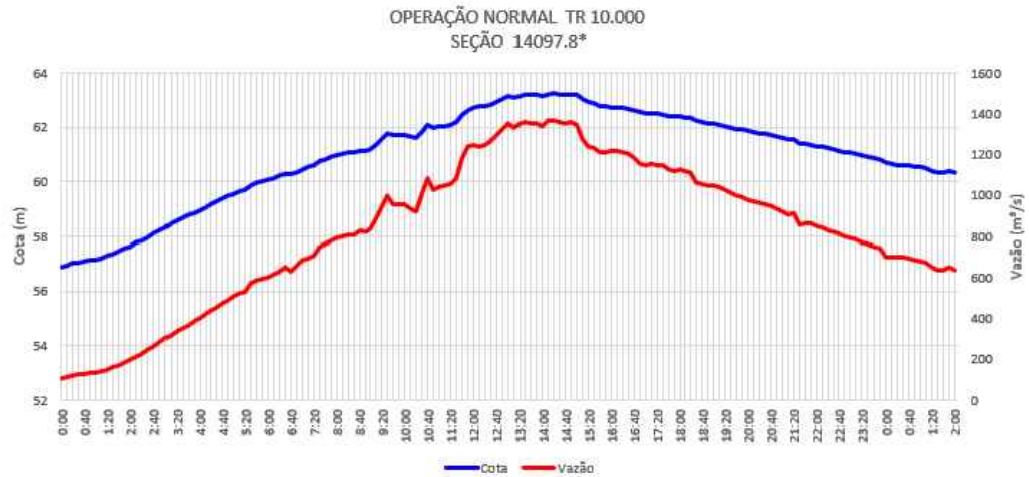
Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



AMPLIAÇÃO 02



Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



PLANTA CHAVE

LEGENDA

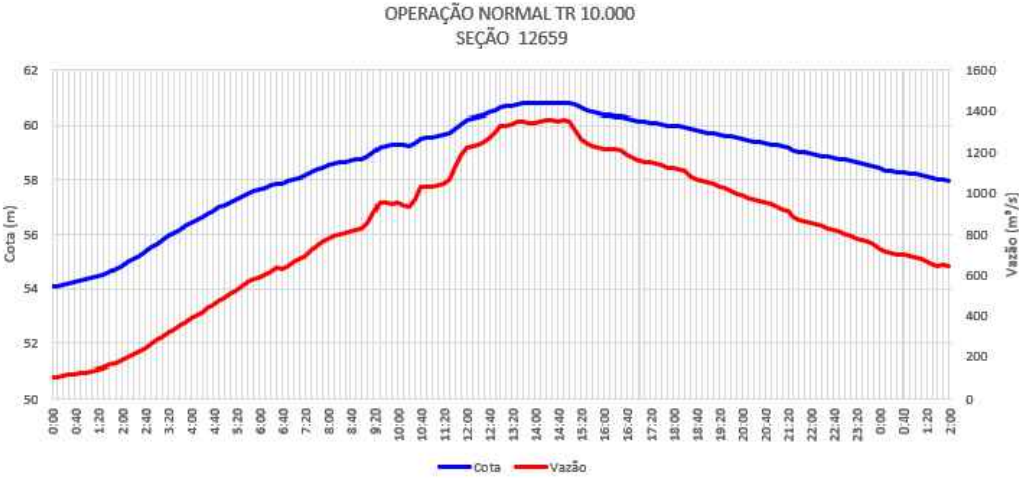
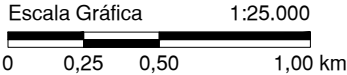
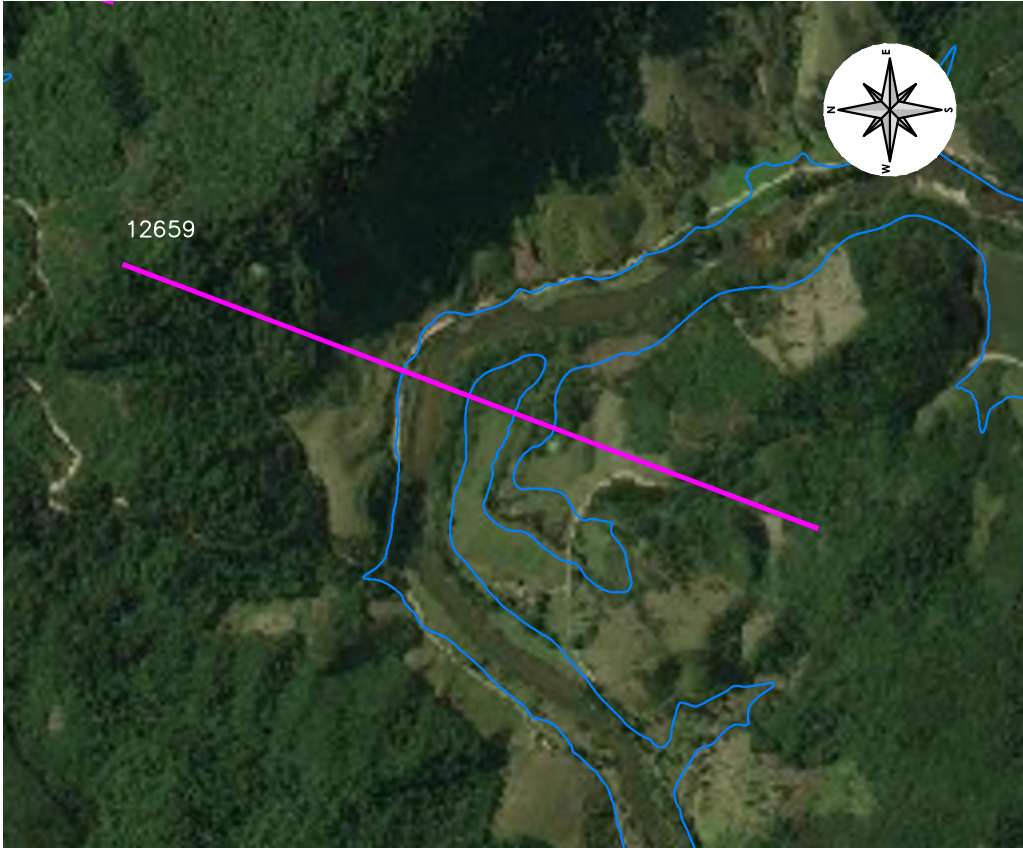
DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

B	17/01/22	REVISÃO HIDROGRAMAS	LINDSEY T.	LINDSEY T.	JEAN ST.
A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL	BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO	FEITO	VISTO	APROV.
		Proj. JCS ENGENHARIA	Responsável Técnico: JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7		
		Des. BRUNA F.			
		Conf. LINDSEY T.			
Localidade: SÃO MARTINHO - SC			Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O		
Rio: RIO CAPIVARI			Potência: 18.000 kW		
Obra: PCH CAPIVARI					
Títulos: ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM OPERAÇÃO NORMAL TR 10.000 HIDROGRAMAS					
Nº Desenho: 2201-ERB-002		Rev: B	Escala: INDICADA	Folha: 02/03	



AMPLIAÇÃO 03



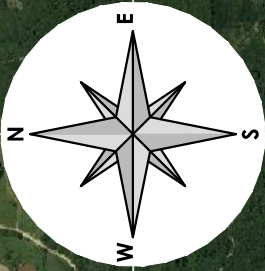
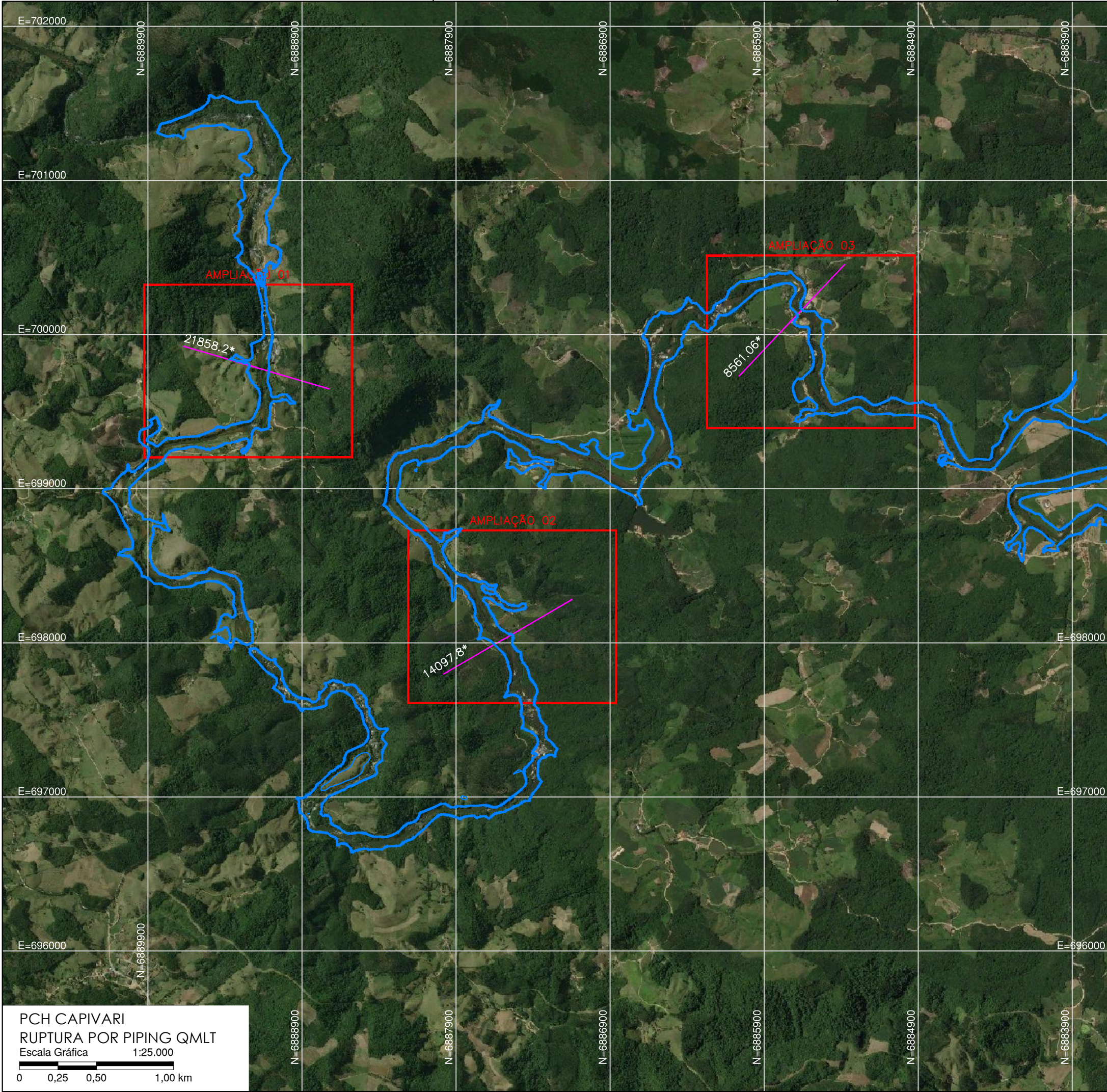
PLANTA CHAVE

LEGENDA

DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

B	17/01/22	REVISÃO HIDROGRAMAS		LINDSEY T.	LINDSEY T.	JEAN ST.
A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL		BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO		FEITO	VISTO	APROV.
		Proj. JCS ENGENHARIA	Responsável Técnico: JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7 Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O			
		Des. BRUNA F.				
		Conf. LINDSEY T.				
Localidade:			SÃO MARTINHO - SC			
Rio:			RIO CAPIVARI			
Obra:			PCH CAPIVARI			
Títulos:						
ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM						
OPERAÇÃO NORMAL TR 10.000						
HIDROGRAMAS						
Nº Desenho:		Rev:		Escala:		Folha:
2201-ERB-002		B		INDICADA		03/03



LEGENDA

Cota Máxima de inundação

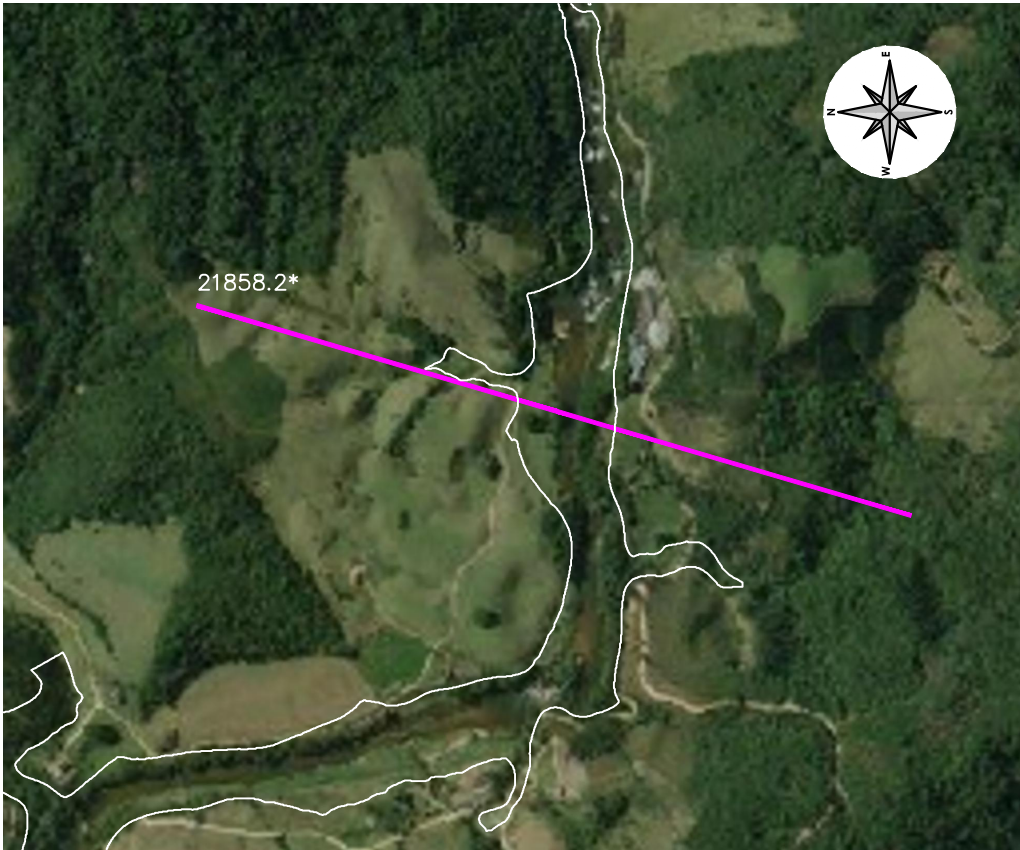
NOTAS GERAIS

Fonte:
Imagem de Satélite Microsoft Corporation © 2019 DigitalGlobe © CNES (2019)
Distribution Airbus DS.

A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL		BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.	
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO			FEITO	VISTO	APROV.
		Proj.	JCS ENGENHARIA	Responsável Técnico: JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7 Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O			
		Des.	BRUNA F.				
		Conf.	LINDSEY T.				
Localidade:			SÃO MARTINHO - SC				
Rio:			RIO CAPIVARI				
Obra:			PCH CAPIVARI				
Títulos:							
ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM RUPTURA POR PIPING QMLT PLANTA							
Nº Desenho:			Rev:		Escala:	Folha:	
2201-ERB-003			A		1:25.000	01/03	



AMPLIAÇÃO 01

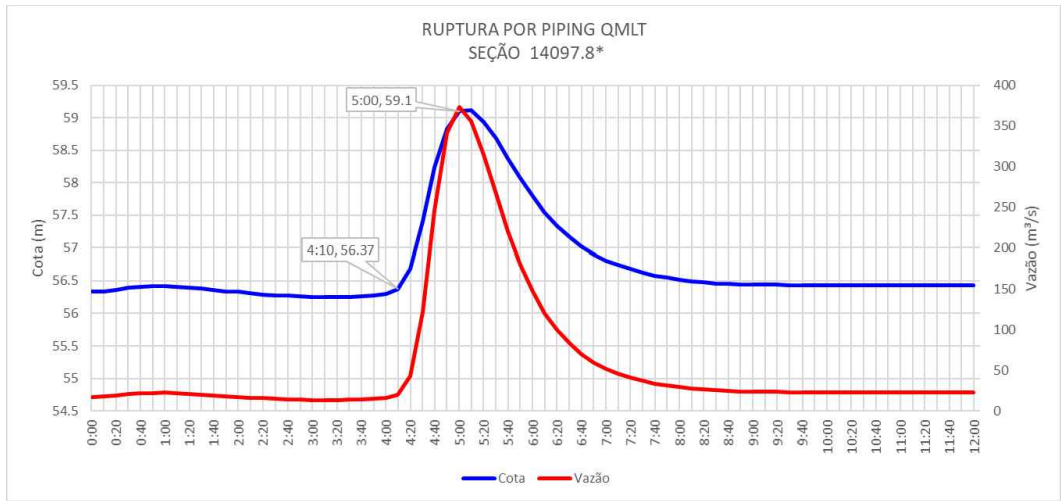
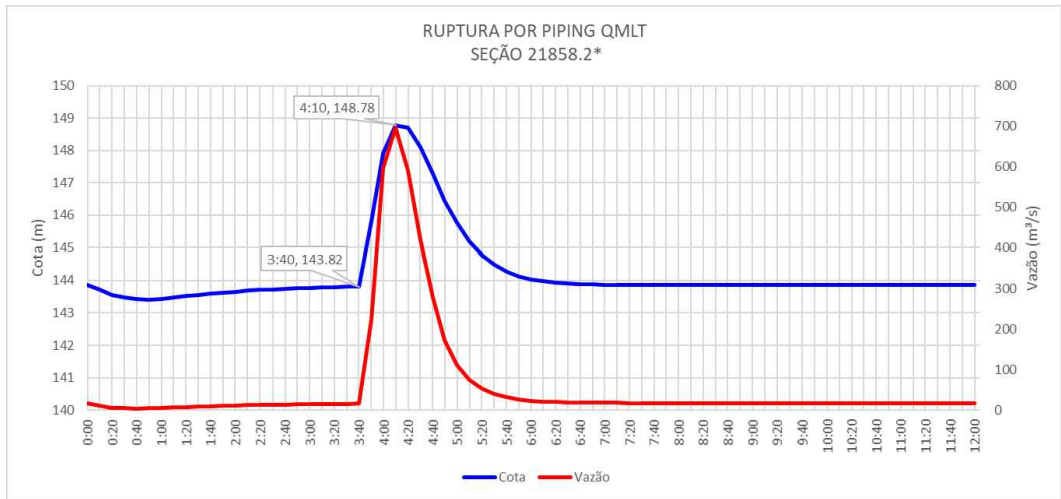


Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km

AMPLIAÇÃO 02



Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



PLANTA CHAVE

LEGENDA

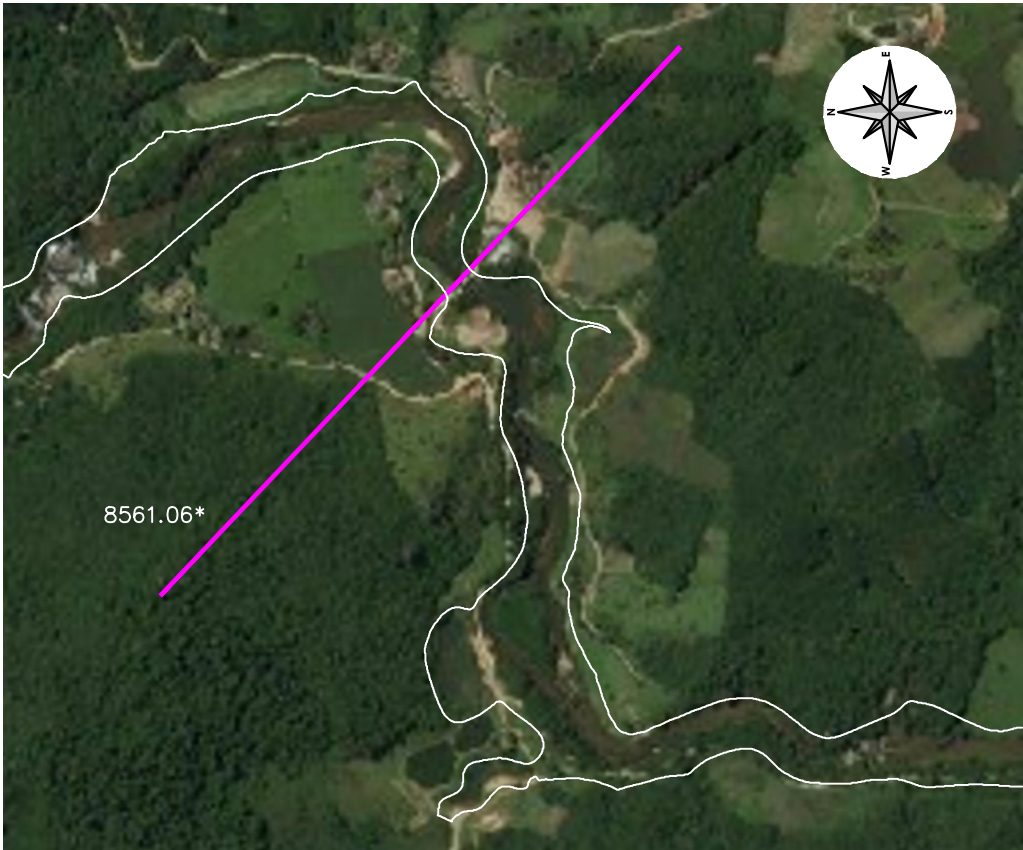
DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

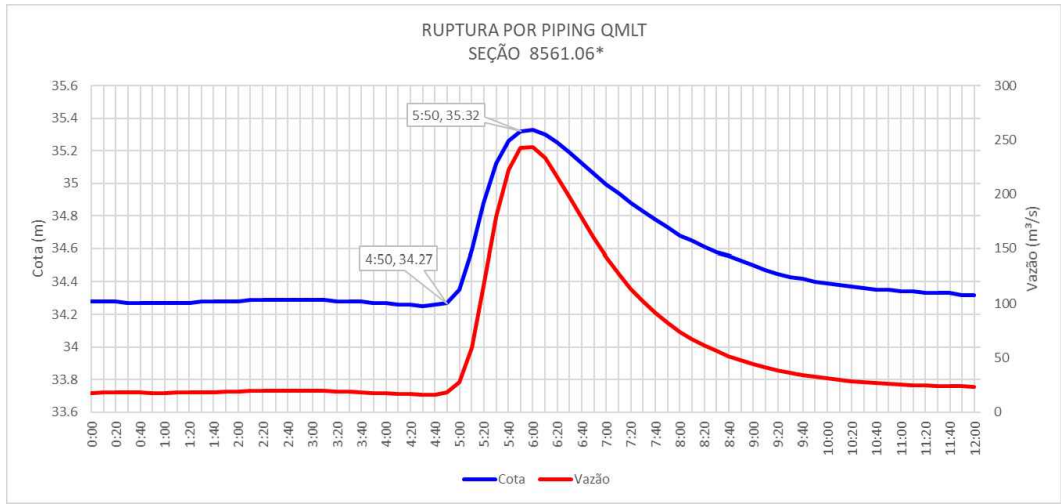
A	20/03/19	EMISSÃO INICIAL		BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.	
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO			FEITO	VISTO	APROV.
 JCS ENGENHARIA		Proj.	JCS ENGENHARIA		Responsável Técnico: JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7		
		Des.	BRUNA F.				
		Conf.	LINDSEY T.				
Localidade:			Coordenadas Geográficas do Barramento:				
SÃO MARTINHO - SC			28°06'28" S - 48°57'35" O				
Rio:			Potência:				
RIO CAPIVARI			18.000 kW				
Obra:							
PCH CAPIVARI							
Títulos:							
ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM							
RUPTURA POR PIPING QMLT							
HIDROGRAMAS							
Nº Desenho:			Rev:	Escala:	Folha:		
2201-ERB-003			A	INDICADA	02/03		



AMPLIAÇÃO 03



Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



PLANTA CHAVE

LEGENDA

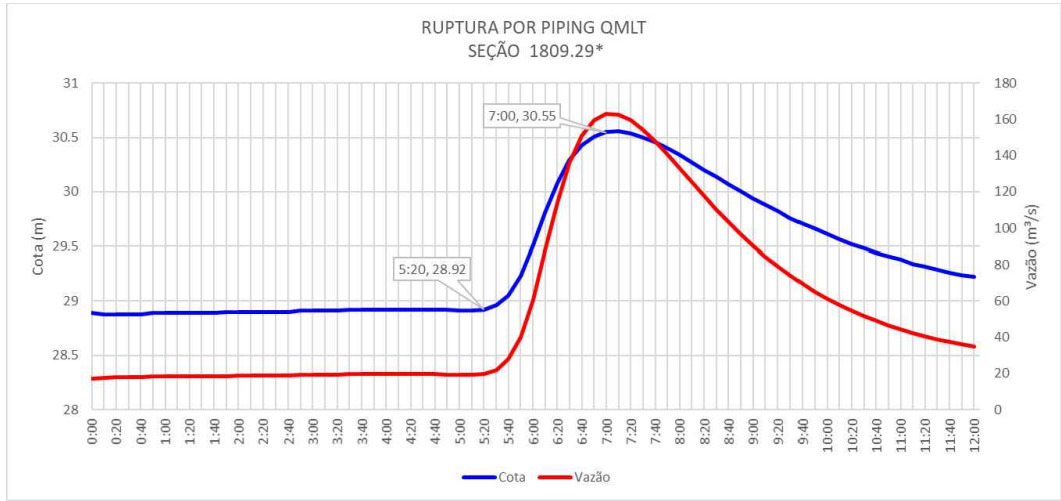
DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

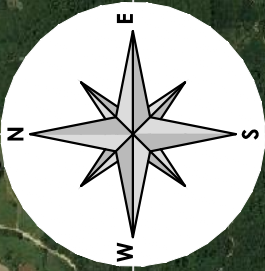
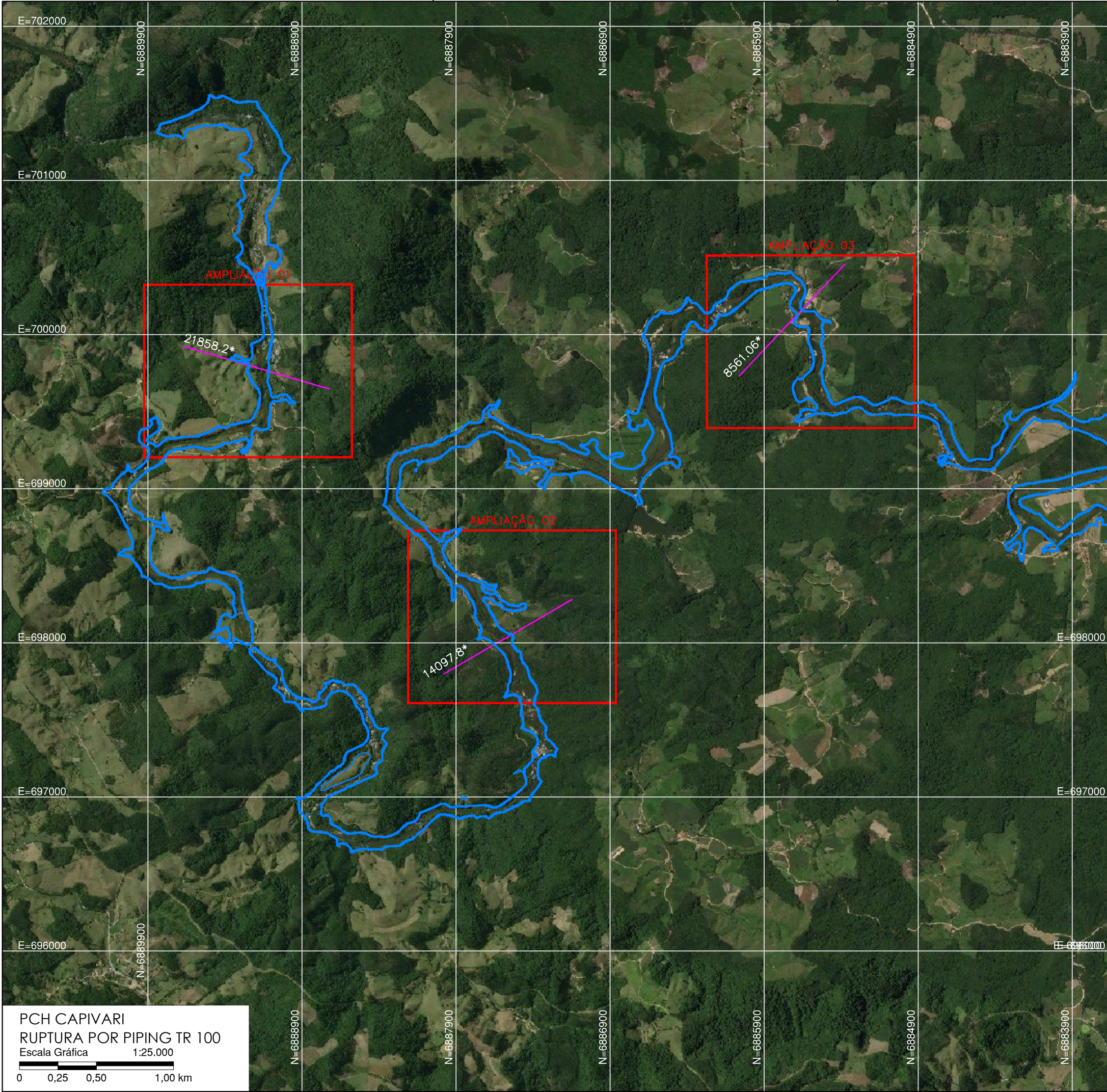
AMPLIAÇÃO 04



Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



A		20/03/19	EMISSÃO INICIAL		BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.	
Rev.	DATA		DESCRIÇÃO			FEITO	VISTO	APROV.
			Proj.	JCS ENGENHARIA		Responsável Técnico: _____ JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7 Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O		
			Des.	BRUNA F.				
			Conf.	LINDSEY T.				
Localidade:				SÃO MARTINHO - SC				Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O
Rio:				RIO CAPIVARI		Potência: 18.000 kW		
Obra: PCH CAPIVARI								
Títulos: ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM RUPTURA POR PIPING QMLT HIDROGRAMAS								
Nº Desenho: 2201-ERB-003			Rev: A		Escala: INDICADA		Folha: 03/03	



LEGENDA

Cota Máxima de inundação

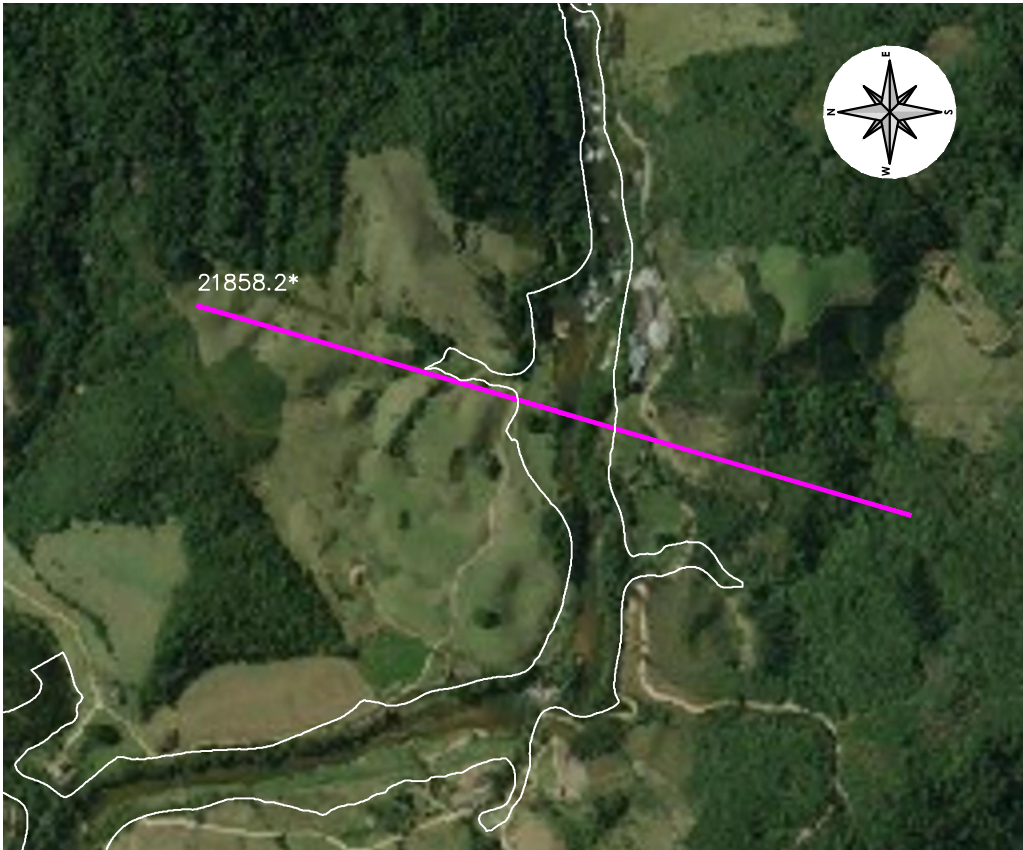
NOTAS GERAIS

Fonte:
Imagem de Satélite Microsoft Corporation © 2019 DigitalGlobe © CNES (2019)
Distribution Airbus DS.

A 20/03/19		EMISSÃO INICIAL			BRUNA F.		LINDSEY T.		JEAN ST.									
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO				FEITO	VISTO	APROV.										
		Proj.	JCS ENGENHARIA			Responsável Técnico: _____ JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7 Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O												
		Des.	BRUNA F.															
		Conf.	LINDSEY T.															
Localidade:					SÃO MARTINHO - SC					Potência:								
Rio:					RIO CAPIVARI					18.000 kW								
Obra:											PCH CAPIVARI							
Títulos:											ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM RUPTURA POR PIPING TR 100 PLANTA							
Nº Desenho:					2201-ERB-004		Rev:		A		Escala:		1:25.000		Folha:		01/03	



AMPLIAÇÃO 01

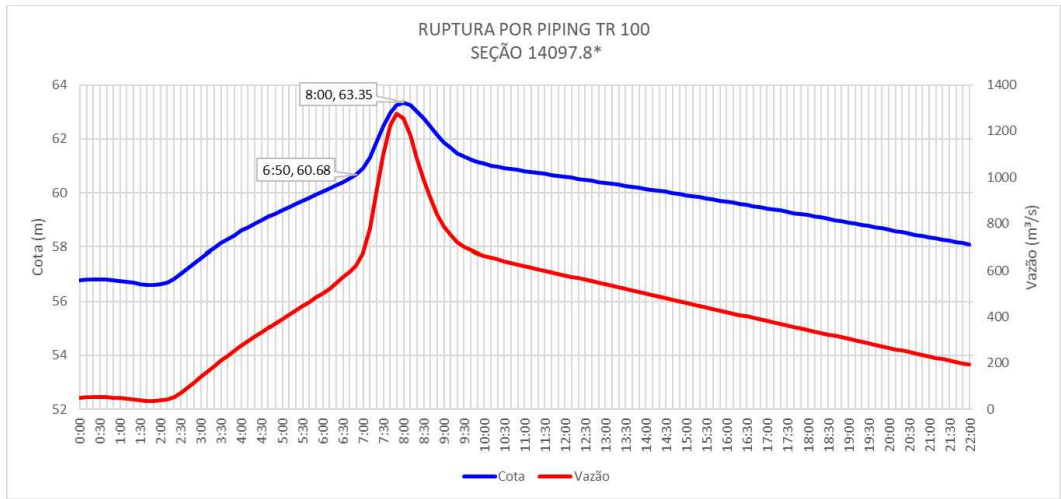
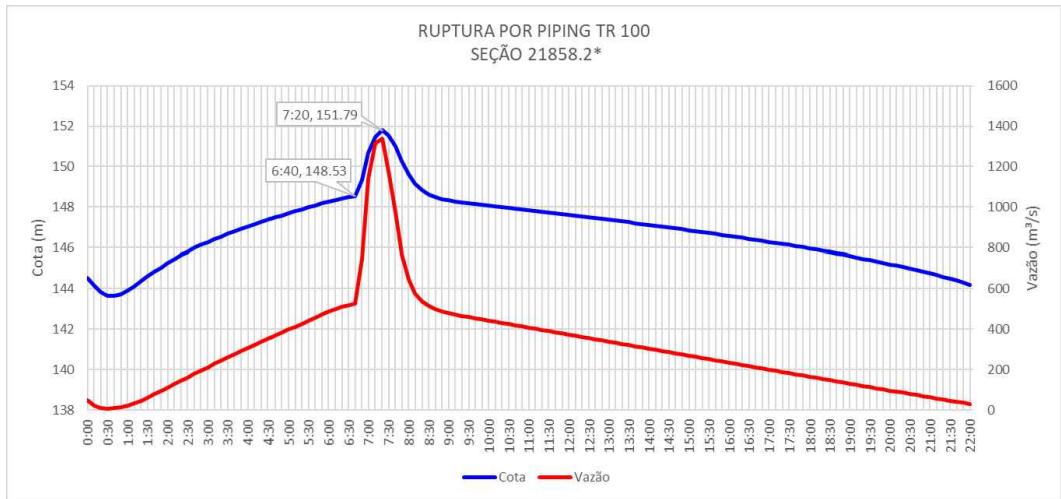


Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km

AMPLIAÇÃO 02



Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



PLANTA CHAVE

LEGENDA

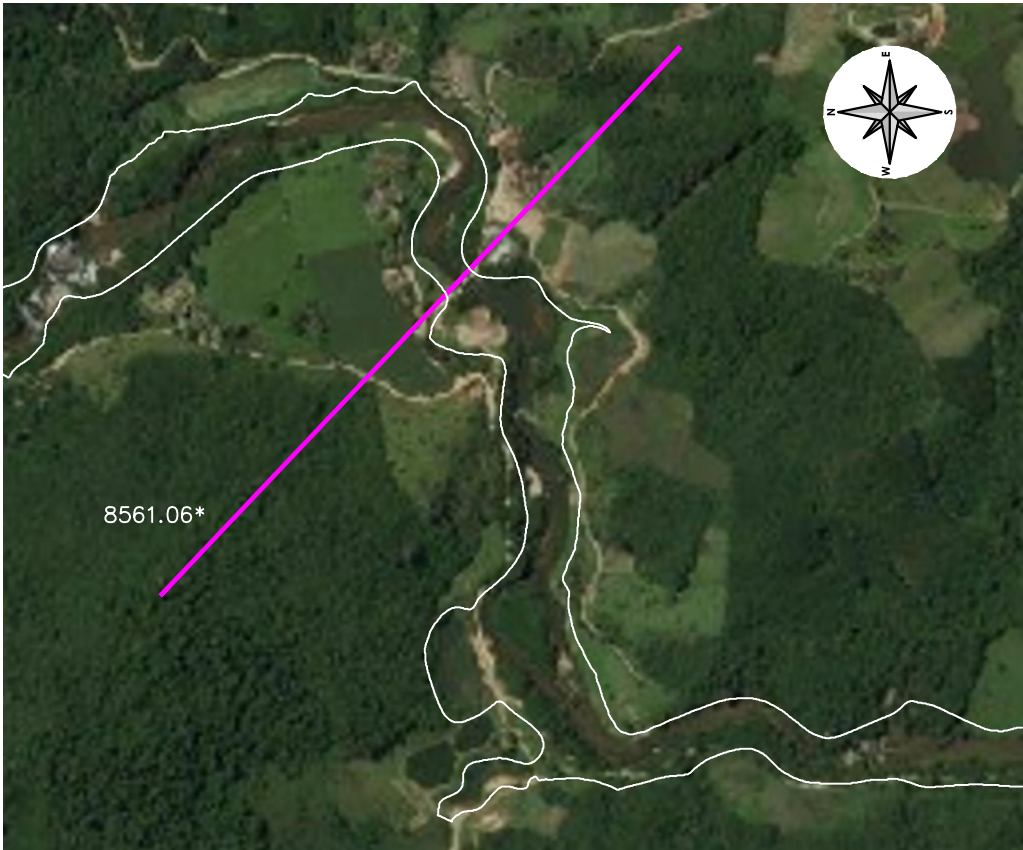
DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

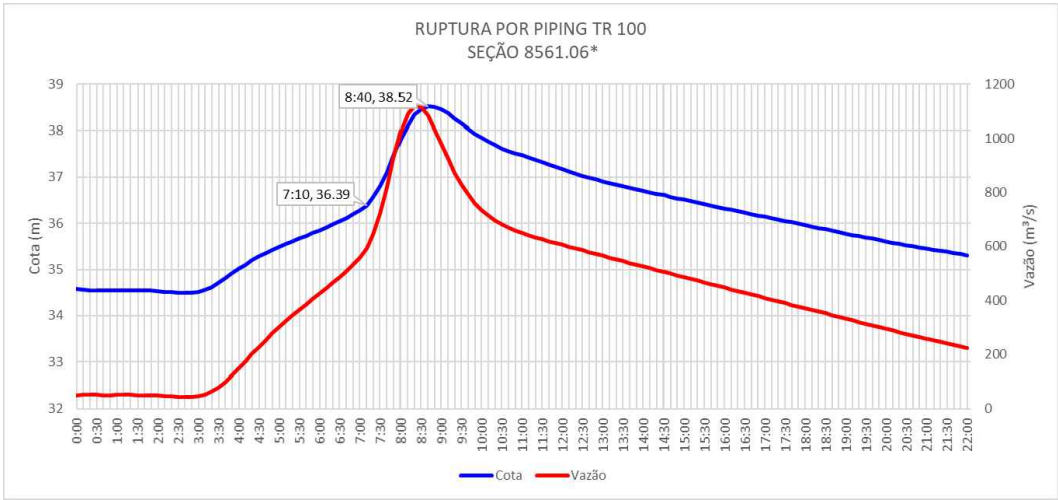
A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL	BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO	FEITO	VISTO	APROV.
		Proj. JCS ENGENHARIA	Responsável Técnico: JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7		
		Des. BRUNA F.			
		Conf. LINDSEY T.			
Localidade: SÃO MARTINHO - SC			Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O		
Rio: RIO CAPIVARI			Potência: 18.000 kW		
Obra: PCH CAPIVARI					
Títulos: ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM RUPTURA POR PIPING TR 100 HIDROGRAMAS					
Nº Desenho: 2201-ERB-004		Rev: A	Escala: INDICADA	Folha: 02/03	



AMPLIAÇÃO 03



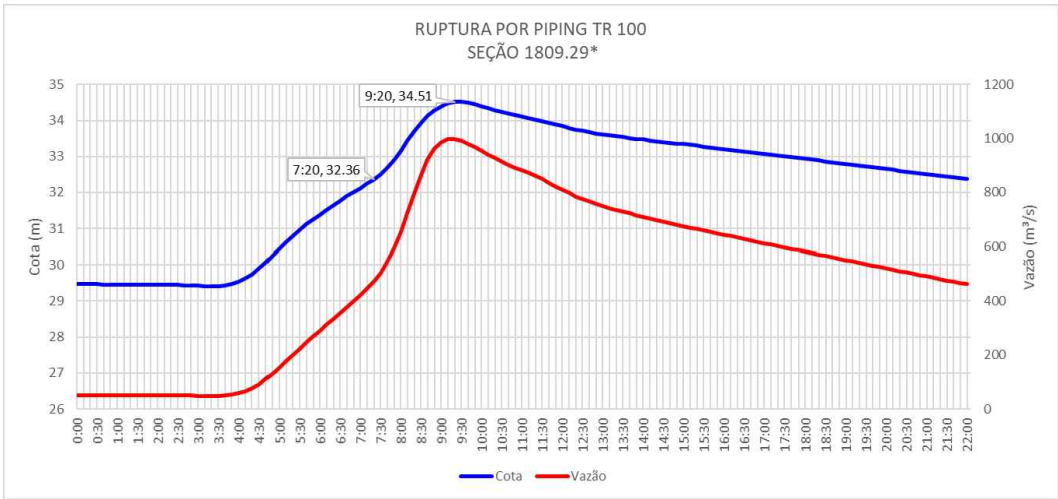
Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



AMPLIAÇÃO 04



Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



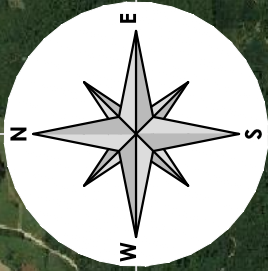
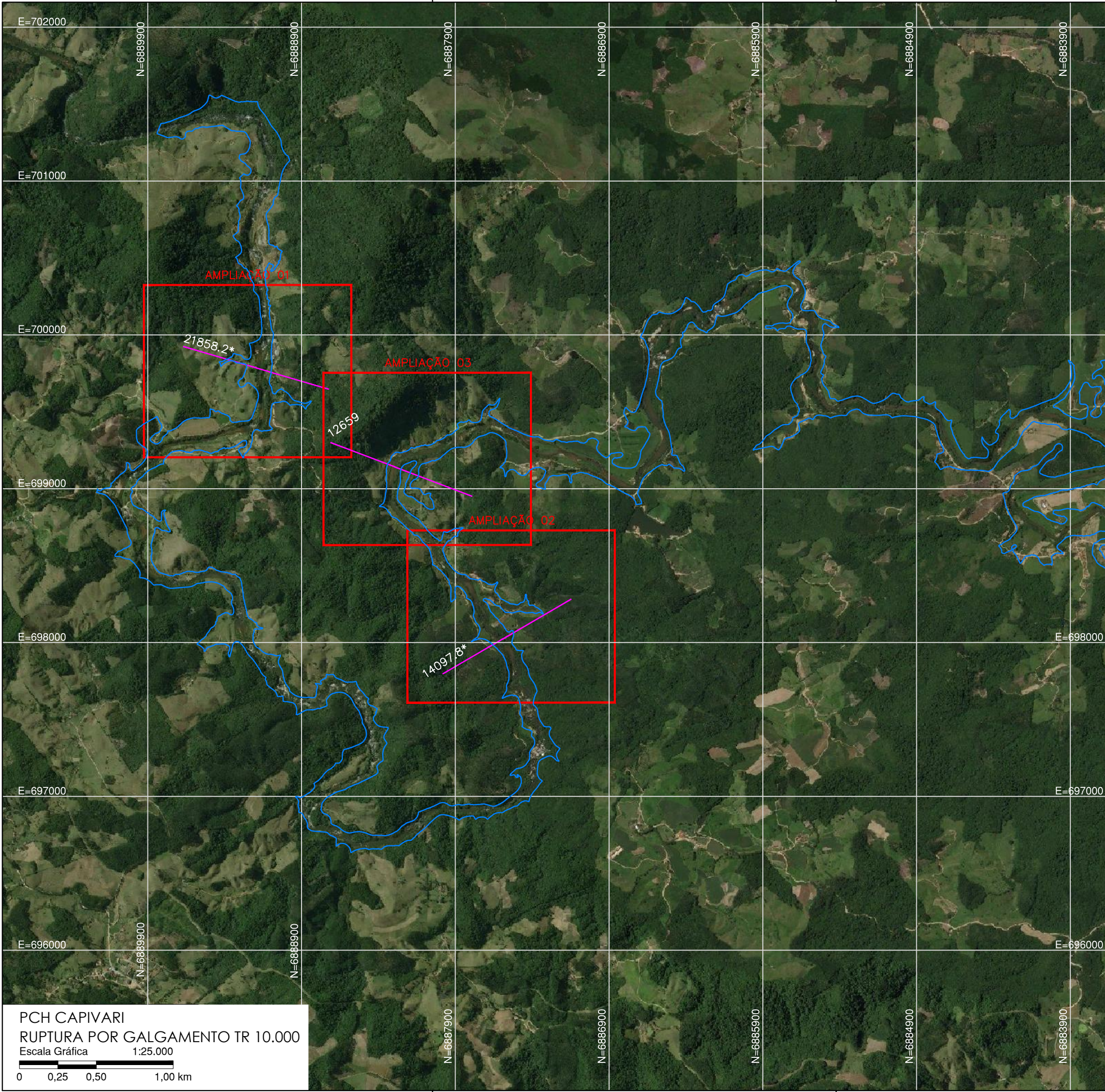
PLANTA CHAVE

LEGENDA

DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL		BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.			
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO			FEITO	VISTO	APROV.		
		Proj.	JCS ENGENHARIA		Responsável Técnico: _____ JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7 Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O				
		Des.	BRUNA F.						
		Conf.	LINDSEY T.						
Localidade:			SÃO MARTINHO - SC						
Rio:			RIO CAPIVARI						
Obra:			PCH CAPIVARI						
Títulos:			ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM RUPTURA POR PIPING TR 100 HIDROGRAMAS						
Nº Desenho:		2201-ERB-004		Rev:	A	Escala:	INDICADA	Folha:	03/03



LEGENDA

 Cota Máxima de inundação

NOTAS GERAIS

Fonte:
Imagem de Satélite Microsoft Corporation © 2019 DigitalGlobe © CNES (2019)
Distribution Airbus DS.

A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL	BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO	FEITO	VISTO	APROV.

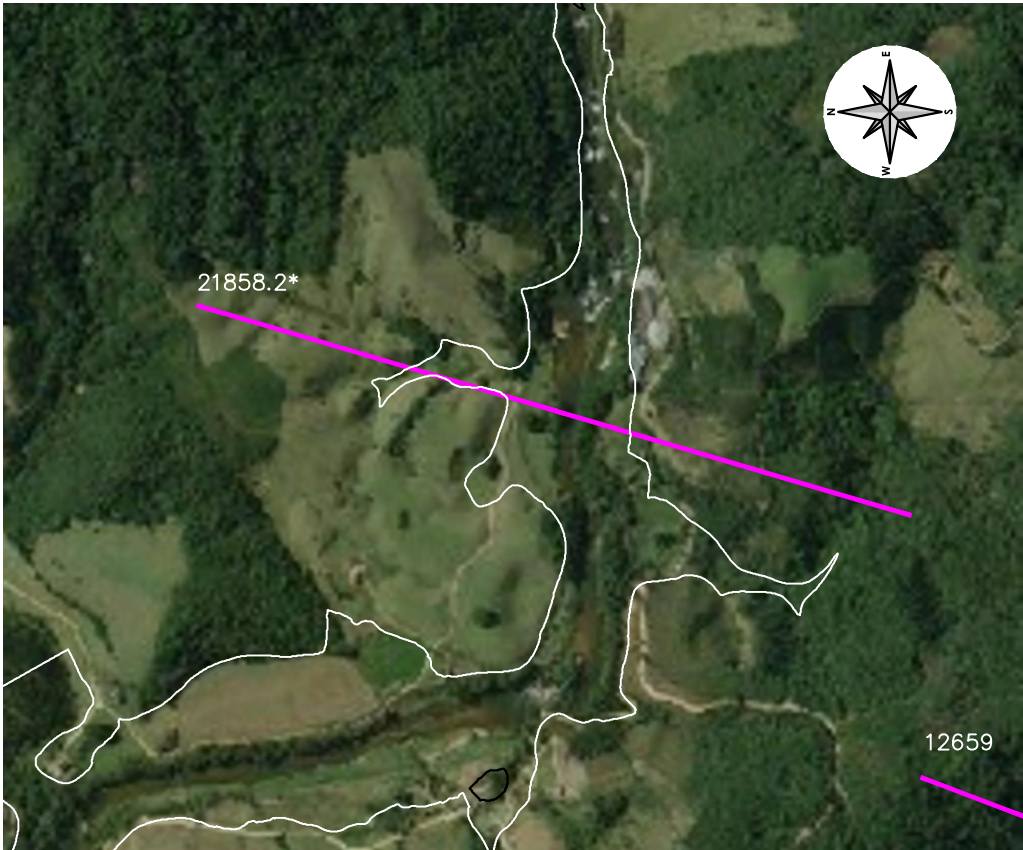
	Proj.	JCS ENGENHARIA	Responsável Técnico: JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7 Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O		
	Des.	BRUNA F.			
	Conf.	LINDSEY T.			
Localidade:			Potência:		
SÃO MARTINHO - SC			18.000 kW		
Rio:			PCH CAPIVARI		
Obra:			ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM RUPTURA POR GALGAMENTO TR 10.000		
Títulos:			PLANTA		
Nº Desenho:			Folha:		
2201-ERB-005			01/03		

PCH CAPIVARI
RUPTURA POR GALGAMENTO TR 10.000
Escala Gráfica 1:25.000

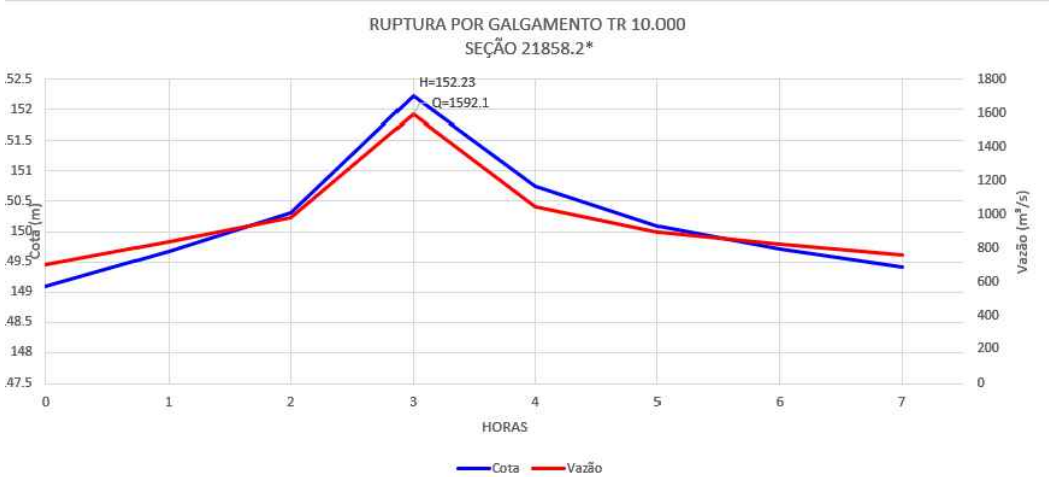
0 0,25 0,50 1,00 km



AMPLIAÇÃO 01



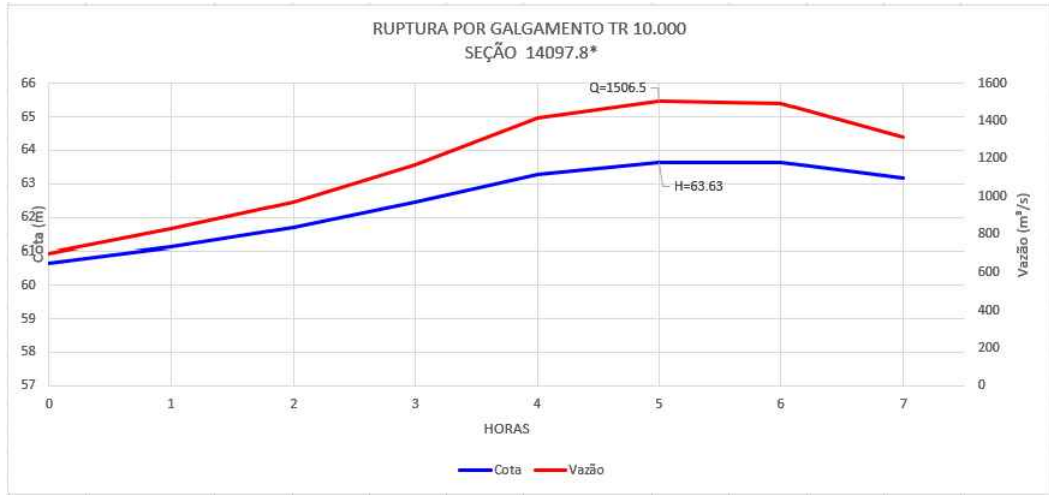
Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



AMPLIAÇÃO 02



Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



PLANTA CHAVE

LEGENDA

DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

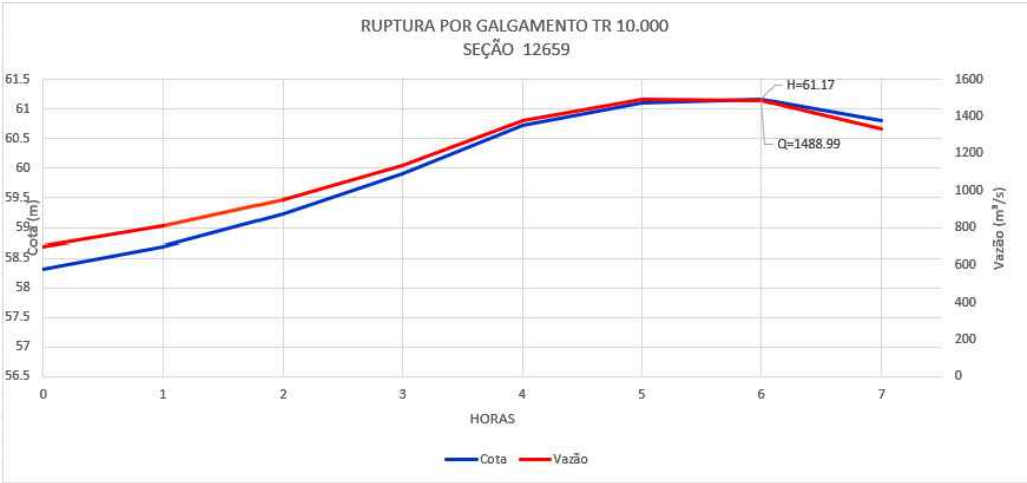
B	17/01/22	REVISÃO HIDROGRAMAS		LINDSEY T.	LINDSEY T.	JEAN ST.
A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL		BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO		FEITO	VISTO	APROV.
		Proj. JCS ENGENHARIA	Responsável Técnico: JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7 Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O			
		Des. BRUNA F.				
		Conf. LINDSEY T.				
Localidade:			Potência:			
SÃO MARTINHO - SC			18.000 kW			
Rio:			Obra:			
RIO CAPIVARI			PCH CAPIVARI			
Títulos:						
ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM						
RUPTURA POR GALGAMENTO TR 10.000						
HIDROGRAMAS						
Nº Desenho:			Rev:	Escala:	Folha:	
2201-ERB-005			B	INDICADA	02/03	



AMPLIAÇÃO 03



Escala Gráfica 1:25.000
0 0,25 0,50 1,00 km



PLANTA CHAVE

LEGENDA

DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

B	17/01/22	REVISÃO HIDROGRAMAS		LINDSEY T.	LINDSEY T.	JEAN ST.	
A	20/03/19	EMIÇÃO INICIAL		BRUNA F.	LINDSEY T.	JEAN ST.	
Rev.	DATA	DESCRIÇÃO			FEITO	VISTO	APROV.
		Proj.	Responsável Técnico: _____ JEAN CARLOS STAHELIN Engº Eletricista CREA/SC 099.885-7 Coordenadas Geográficas do Barramento: 28°06'28" S - 48°57'35" O				
		Des.					
		Conf.					
Localidade:		SÃO MARTINHO - SC		Potência:			
Rio:		RIO CAPIVARI		18.000 kW			
Obra:							
PCH CAPIVARI							
Títulos:							
ESTUDO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM							
RUPTURA POR GALGAMENTO TR 10.000							
HIDROGRAMAS							
Nº Desenho:		Rev:		Escala:		Folha:	
2201-ERB-005		B		INDICADA		03/03	