



BRENNAND
energia

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS
PCH OMBREIRAS



PROSENGE
projetos e engenharia

OMB-C-PAE-001-00-22 - NOVEMBRO/2022


Mozart de Siqueira Campos Araújo
Ombreiras Energética S/A


Paulo de Tarso Costa
Ombreiras Energética S/A


Luiz Fernando F. Dias do Prado
Responsável Técnico Seg. Barragem

00	07/11/2022	Emissão inicial	PBE	Prosenge Projetos e Engenharia
Revisão	Data	Objeto da revisão	Redação	Empresa



1	INTRODUÇÃO	8
2	HISTÓRICO.....	9
2.1	Objetivo	9
2.2	Organização do Relatório	9
3	INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM.....	11
3.1.1	Localização e acessos.....	14
3.1.2	Reservatório	15
3.1.3	Barragem.....	15
3.1.4	Vertedouro.....	16
3.1.5	Circuito Hidráulico.....	16
3.2	Níveis Operacionais e Ficha Técnica.....	17
4	DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	30
4.1	Avaliação do Risco	30
4.1.1	Risco Hidrológico.....	30
4.1.2	Risco de Colapso Estrutural.....	31
4.2	Identificação das Emergências Potenciais	32
4.2.1	Classificação das Situações	33
5	ESTUDO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM	34
5.1	Metodologia	34
5.1.1	Geografia da Região e Geometria do Rio	34
5.1.2	Tipo e Geometria da Barragem.....	35
5.1.3	Causas de Rompimento	35
5.1.4	Formação da Brecha	37
5.1.5	Trecho do Cálculo.....	40
5.1.6	Modelagem Matemática.....	41
5.1.7	Identificação das áreas atingidas.....	42
5.1.8	Apresentação dos valores de altura ao longo do tempo.....	42
5.1.9	Zoneamento de Risco.....	43
5.2	Dados de entrada utilizados.....	45

5.2.1	Trecho da análise	45
5.2.2	Geografia da região e geometria do rio.....	46
5.2.3	Geometria das barragens	46
5.2.4	Hidrograma de Cheias.....	48
5.2.5	Calibração do modelo matemático.....	60
5.3	Cenários de Simulação.....	63
5.3.1	Cenários de não rompimento – Simulação 1	63
5.3.2	Cenário de rompimento – Simulação 2	63
5.3.3	Cenário de galgamento da barragem – Simulação 3	63
5.3.4	Cenário efeito cascata	63
5.4	Causa considerada para o rompimento	64
5.4.1	Dados utilizados para formação da brecha da Barragem Ombreiras	64
5.4.2	Barragens Jusante.....	65
5.5	Simulações Realizadas.....	69
5.5.1	Resultados Básicos Simulação 1	70
5.5.2	Resultados Básicos Simulação 2.....	70
5.5.3	Resultados Básicos Simulação 3.....	71
5.5.4	Efeito Cascata – Simulação 2 e 3	71
5.6	Altura Máxima da Onda	72
5.7	Limite Físico a Jusante da PCH Ombreiras	101
5.8	Relação Nível de água x Tempo das Seções de Interesse	101
5.8.1	SL-219 – Casa de Força da PCH Ombreiras	102
5.8.2	SL-167 – Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	102
5.8.3	SL-162 – Casa de Força UHE Jauru.....	103
5.8.4	SL-154 – Barragem PCH Indiavaí.....	104
5.8.5	SL-152 – Casa de Força PCH Indiavaí	105
5.8.6	SL-139 – Barragem PCH Salto	106
5.8.7	SL-136 – Casa de Força PCH Salto	107
5.8.8	SL-129 – Propriedade.....	108
5.8.9	SL-69 – Barragem PCH Figueirópolis	109

5.8.10	SL-66 – Casa de Força PCH Figueirópolis.....	110
5.8.11	SL-59 – Propriedades	111
5.8.12	SL-41 – Propriedades	112
5.8.13	SL-32 – Propriedades	113
5.8.14	SL-26 – Propriedades	114
5.8.15	SL-19 – Propriedades e Ponte.....	115
5.8.16	SL-14 – Propriedades	116
5.8.17	SL-05 – Propriedades	117
5.8.18	SL-01 – Propriedades e Limite ZSS	118
5.9	Resumo Geral das Seções de Interesse.....	119
6	AGÊNCIAS E ENTIDADES ENVOLVIDAS	123
6.1	Identificação do Empreendedor	123
6.2	Agentes Externos	124
6.3	Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação.....	124
7	CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA E RISCO DE RUPTURA.....	127
7.1	Condição Hidrológica.....	127
7.2	Condição Estrutural	127
7.2.1	Monitoramento da Instrumentação de Auscultação	127
7.2.2	Monitoramento das Estruturas.....	128
7.2.3	Revisão Periódica de Segurança.....	129
7.2.4	Tramitação das Informações.....	129
7.3	Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem	136
8	RESPONSABILIDADES DE TODOS OS AGENTES ENVOLVIDOS.....	137
8.1	Agente Interno – OMBREIRAS ENERGÉTICA S.A.	137
8.2	Agentes Externos	138
8.2.1	Sistema De Proteção E Defesa Civil.....	138
8.3	Atribuições Conjuntas entre a Usina e Agentes Externos	142
8.3.1	1º Etapa - Protocolo PAE aos Agentes Externos	142
8.3.2	2º Etapa - Cadastro e mapeamento da população existente na ZAS.....	142

8.3.3	Próximas Etapas – Articulação com agentes externos após cadastro ZAS.....	142
9	PROGRAMA DE AÇÕES PREVENTIVAS, TÃO LOGO IDENTIFICADAS SITUAÇÕES EMERGÊNCIAIS.....	143
9.1.1	Situação Normal (VERDE).....	143
9.1.2	Situação Atenção (AMARELO).....	144
9.1.3	Situação de Alerta (LARANJA).....	144
9.1.4	Situação de Emergência 1 (VERMELHO CLARO).....	145
9.1.5	Situação de Emergência 2 (VERMELHO ESCURO).....	145
10	PLANO DE EVACUAÇÃO	147
10.1	Estradas Atingidas.....	147
10.2	Propriedades Atingidas.....	147
10.3	Zona de Autossalvamento – ZAS.....	148
10.4	Risco Hidrodinâmico.....	149
10.5	Resumo Plano de Evacuação.....	152
11	FLUXO DE INFORMAÇÃO E ACIONAMENTO	154
11.1	Meios de Comunicação	154
11.2	Acionamento em Caso de Emergências	154
12	FORMULÁRIOS DE DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA, DE DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA E DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO	157
13	RELAÇÃO DAS ENTIDADES PÚBLICAS E PRIVADAS QUE RECEBERAM CÓPIA DO PAE COM OS RESPECTIVOS PROTOCOLOS DE RECEBIMENTO	157
14	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	159
15	EQUIPE TÉCNICA	160
16	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
17	ANEXOS	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Arranjo Geral – PCH Ombreiras	12
Figura 2 – Foto geral da PCH Ombreiras.....	13
Figura 3 – Localização da PCH Ombreiras.....	14
Figura 4 – Arranjo Geral.....	19
Figura 5 – Barragem Margem Direita– Planta Geral.....	20
Figura 6 – Barragem Margem Direita – Seções.....	21
Figura 7 – Barragem Leito do Rio – Planta Geral	22
Figura 8 – Barragem Leito do Rio – Seções	23
Figura 9 – Barragem Margem Esquerda– Planta Geral.....	24
Figura 10 – Barragem Margem Esquerda – Seções.....	25
Figura 11 – Vertedouro – Planta Geral e Seção	26
Figura 12 – Circuito de Geração - Seção.....	27
Figura 13 – Tomada de água – Planta e Seção	28
Figura 14 – Casa de Força Principal.....	29
Figura 15 – Formação de brecha por galgamento	35
Figura 16 – Formação da brecha por infiltração	36
Figura 17 – Brechas resultantes de falhas nas fundações	37
Figura 18 – Tamanhos e tempo para formação da brecha.....	38
Figura 19 – Tempo de formação da brecha.....	39
Figura 20 – Seções lançadas no Hec-Ras.....	61
Figura 21 – Perfil do Rio Jauru com Barramento com Dia de Sol - Qturb	62
Figura 22 – Dados do Barramento terra – Hec-Ras	64
Figura 23 – Dados do Barramento enrocamento Jauru – Hec-Ras.....	65
Figura 24 – Dados do Barramento enrocamento Indiavaí – Hec-Ras	66
Figura 25 – Dados do Barramento enrocamento Indiavaí – Hec-Ras	67
Figura 26 – Dados do Barramento Figueirópolis – Hec-Ras	69
Figura 27 – Localização Casa de Força Ombreiras - SL-219.....	102
Figura 29 – Barragem UHE Jauru - SL-167 e Limite ZAS	103
Figura 30 – Localização Casa de Força Jauru - SL-162.....	104
Figura 31 – Barragem/Vertedouro PCH Indiavaí - SL-154	105
Figura 32 – Localização Casa de Força Indiavaí - SL-152	106
Figura 33 – Barragem PCH Salto - SL-139.....	107
Figura 34 – Casa de Força PCH Salto - SL-136	108
Figura 35 – Propriedade na seção SL-129	109
Figura 36 – Barragem PCH Figueirópolis - SL-69	110
Figura 37 – Casa de Força PCH Figueirópolis - SL-66.....	111
Figura 38 – Propriedades - SL-59	112
Figura 39 – Propriedades - SL-41	113
Figura 40 – Propriedades - SL-32	114
Figura 41 – Propriedades - SL-26	115
Figura 42 – Propriedades e Ponte - SL-19.....	116
Figura 43 – Propriedades - SL-14	117
Figura 44 – Propriedades - SL-05	118
Figura 45 – Propriedades e Limite ZSS - SL-01	119
Figura 46 – Níveis de Segurança e Risco de Ruptura	130

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos no rio Jauru, próximos a PCH Ombreiras	15
Tabela 2 – Risco de Ocorrência do evento de Projeto com Tempo de Retorno TR (%)	30
Tabela 3 – Barragem - Resultados das análises de estabilidade (RPS-2022)	31
Tabela 4 – Legenda para Risco Hidrodinâmico	45
Tabela 5 – Fontes da geometria do rio	46
Tabela 6 – Fontes da geometria da Barragem (Anexo I – Documentos De Referência)	47
Tabela 7 – Vazão Máxima Média Diária – PCH Ombreiras	48
Tabela 8 – Vazões Máximas para diversos Tempos de Recorrência e Parâmetros Cálculo	49
Tabela 9 – Vazão Máxima Instantânea para diferentes TR – PCH Ombreiras	49
Tabela 10 – 18 maiores cheias no local da PCH Ombreiras	50
Tabela 11 – Desenvolvimento das vazões ao longo do período do hidrograma	50
Tabela 12 – Distribuição adimensional de vazões	51
Tabela 13 – Hidrograma de Cheias PCH Ombreiras	52
Tabela 14 – Hidrogramas para PCH Ombreiras	69
Tabela 15 – Dados dos níveis nas estruturas da PCH Ombreiras sem rompimento da Barragem	70
Tabela 16 – Dados dos níveis nas estruturas da PCH Ombreiras com rompimento da Barragem	70
Tabela 17 – Dados dos níveis nas estruturas da PCH Ombreiras com rompimento da Barragem	71
Tabela 18 – Dados dos níveis com rompimento e efeito cascata no vale à jusante da PCH Ombreiras..	72
Tabela 19 – Níveis nas Barragens e Casa de Força– Natural e com rompimento Barragem Ombreiras.	73
Tabela 20 – Resultados Obtidos- natural e com Dam Break - Rompimento da PCH Ombreiras para Sunny Day e TR 100 anos (Simulação 1 e 2)	74
Tabela 21 – Resultados Obtidos- natural e com Dam Break - Rompimento da PCH Ombreiras para TR 10.000 anos (Simulação 1 e 2)	83
Tabela 22 – Resultados Obtidos- natural e com Dam Break - Rompimento da PCH Ombreiras para TR 10.000 anos (Simulação 1 e 3)	92
Tabela 23 – Localização das Seções de Interesse	101
Tabela 24 – Detalhe das simulações - SL-219 – Casa de Força Ombreiras	102
Tabela 26 – Detalhe das simulações - SL-167 – Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	103
Tabela 27 – Detalhe das simulações - SL-162 – Casa de Força Jauru	104
Tabela 28 – Detalhe das simulações - SL-154 – Barragem PCH Indiavaí	105
Tabela 29 – Detalhe das simulações - SL-152 – Casa de Força Indiavaí	106
Tabela 30 – Detalhe das simulações - SL-139 – Barragem PCH Salto	107
Tabela 31 – Detalhe das simulações - SL-136 – Casa de Força Salto	108
Tabela 32 – Detalhe das simulações - SL-129 – Propriedade	109
Tabela 33 – Detalhe das simulações - SL-69 – Barragem PCH Figueirópolis	110
Tabela 34 – Detalhe das simulações - SL-66 – Casa de Força Figueirópolis	111
Tabela 35 – Detalhe das simulações - SL-59 – Propriedade	112
Tabela 36 – Detalhe das simulações - SL-41 – Propriedades	113
Tabela 37 – Detalhe das simulações - SL-32 – Propriedades	114
Tabela 38 – Detalhe das simulações - SL-26 – Propriedades	115
Tabela 39 – Detalhe das simulações - SL-19 – Propriedades e Ponte	116
Tabela 40 – Detalhe das simulações - SL-14 – Propriedades	117
Tabela 41 – Detalhe das simulações - SL-05 – Propriedades	118
Tabela 42 – Detalhe das simulações - SL-01 – Propriedades e Limite ZSS	119
Tabela 43 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção para Sunny Day e TR 100 anos (Piping)	121
Tabela 44 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção para TR 10.000 anos (Piping e Overtopping)	122
Tabela 45 – Níveis de Segurança e risco Ruptura	131
Tabela 46 – Ações de resposta (Normal)	143
Tabela 47 – Ações de resposta (Atenção)	144
Tabela 48 – Ações de resposta (Alerta)	144
Tabela 49 – Ações de resposta (Emergência 1)	145
Tabela 50 – Ações de resposta (Emergência 2)	145
Tabela 51 – Estimativa das propriedades atingidas – Rompimento TR 10.000 anos	148
Tabela 52 – Características das infraestruturas/edificações localizadas na ZAS da barragem	149
Tabela 53 – Risco Hidrodinâmico para TR 10.000 anos	151
Tabela 54 – Resumo do Plano de Evacuação	153
Tabela 55 – Legenda para Risco Hidrodinâmico	153
Tabela 56 – Entidades que recebem Cópia PAE	157
Tabela 59 – Controle das Entidades que receberam uma cópia do PAE	158

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório contempla o Plano de Ação de Emergências da PCH Ombreiras, no rio Jauru, pertencente à **OMBREIRAS ENERGÉTICA S.A.** do grupo Brennand Energia, localizada no estado do Mato Grosso.

O presente Plano de Ação de Emergências (PAE) possui o intuito de atender à Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 alterada Lei 14.066/2020 e a Resolução Normativa nº 696 de 15 de dezembro de 2015, onde a barragem da PCH Ombreiras foi classificada como Barragem de categoria B, Categoria de Risco Baixo e Dano Potencial Alto.

Conforme a lei citada uma barragem com classificação de Dano Potencial Alto necessita de um Plano de Ação de Emergências – PAE. Para obtenção dos dados foi realizada uma Inspeção Civil Regular, Abril/2022, por uma equipe técnica multidisciplinar, com o objetivo de verificar todas as estruturas civis da usina, e percorrer o trecho de jusante do barramento para identificação dos pontos de risco. Da visita resultou o Relatório de Inspeção Civil OMB-BA-ISR-001-00-22 – PCH Ombreiras apresentado no Anexo I – Item 7 do Plano de Segurança da Barragem OMB-C-PSB-001-00-22.

2 HISTÓRICO

A PCH Ombreiras de potência instalada de 26,00 MW em operação comercial e com enchimento do reservatório em 21/06/2005.

Em fevereiro de 2017 a empresa Prosenge Projetos e Engenharia elaborou o primeiro Plano de Segurança de Barragens sendo última versão em março de 2021, através do documento: **OMB-C-PAE-001-00-17**, o qual será revisado e substituído pelo documento em questão.

2.1 Objetivo

De acordo com a Lei 12.334 de setembro de 2010 alterada Lei 14.066/2020 e da Resolução Normativa nº 696 de 15 de dezembro de 2015, todas as barragens deverão ser classificadas conforme o risco e o dano potencial associado.

Após a classificação da barragem PCH Ombreiras, verificou-se a necessidade de elaboração do Plano de Segurança da Barragem, pois a classificação indica categoria de risco Baixo e dano potencial Alto o que resulta em uma barragem **Classe B**, e conseqüentemente se fez necessário a elaboração do Plano de Ação de Emergências (PAE), documento em questão.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) contempla procedimentos tanto em situações de normalidade como de anormalidade, que deverão ser revistos continuamente, de modo a possibilitar uma ação rápida e segura quando da eminência de um desastre ou da efetivação dele. Deverá ser dada ampla divulgação aos órgãos e instituições envolvidas, principalmente as prefeituras das cidades afetadas.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) visa ainda estabelecer os procedimentos que contribuam para minimizar os danos causados nas áreas de jusante, decorrentes de situações críticas que possam vir a acontecer em virtude de riscos hidrológicos ou da ruptura da barragem. A atenção deste trabalho deverá ser voltada, principalmente, com as conseqüências à jusante com hipotética ruptura da barragem, com a indicação dos níveis e mapas das ondas de cheia normal e com a ruptura da barragem.

O Plano de Ação de Emergência (PAE) define as responsabilidades, conforme as atribuições de cada órgão de Governo e Organizações de suporte, sendo que para o agente operador deve caber a tarefa de alertar os órgãos públicos sobre a possibilidade de ocorrências de eventos extremos, independente da origem dos mesmos, visando à minimização de danos causados por um eventual desastre.

2.2 Organização do Relatório

O estudo está dividido segundo a seguinte estrutura:

- Cap.1 – Introdução
- Cap.2 – Histórico
- Cap.3 – Informações Gerais da Barragem

- Cap.4 – Detecção, Avaliação e Classificação das Situações de Emergência
- Cap.5 – Estudo do Rompimento da Barragem
- Cap.6 – Agências e Entidades Envolvidas
- Cap.7 – Caracterização dos Níveis de Segurança e Risco de Ruptura
- Cap.8 – Responsabilidades de todos os Agentes Envolvidos
- Cap.9 – Programa de Ações Preventivas, tão logo Identificadas Situações Emergênciais
- Cap.10 – Acessos, Mapas de Áreas Sujeitas a Inundações Potenciais
- Cap.11 – Fluxo de Informação e Acionamento
- Cap.12 – Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação
- Cap.13– Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do PAE com os respectivos protocolos de recebimento
- Cap.14 – Conclusões e Recomendações
- Cap.15 – Equipe Técnica
- Cap.16 – Bibliografia
- Cap.17 – Anexos
 - Anexo I – Dados (somente digital)
 - Anexo II – Área Resguardada e Acessos
 - Anexo III – Curva de Referência
 - Anexo IV – Seções Restituição
 - Anexo V – Mapas de Inundação
 - Anexo VI – Zona de Auto salvamento
 - Anexo VII – Risco Hidrodinâmico
 - Anexo VIII – Fluxograma de Acionamento
 - Anexo IX – Apresentação PAE
 - Anexo X – Formulários
 - Anexo XI – ART

3 INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM

A PCH Ombreiras possui potência instalada de 26 MW e está localizada no rio Jauru na bacia hidrográfica do Paraná sub-bacia Paraguai. As coordenadas geográficas do barramento são 15°7'47.18"S de Latitude Sul e 58°43'56.08"O de Longitude Oeste. A montante do barramento está localizada a PCH Antônio Brennand em operação. A jusante localiza-se a UHE Jauru já em operação, com barramento distante 14 km ao longo do eixo do rio.

O aproveitamento localiza-se no município de Araputanga, com área de drenagem 2.207 km², conforme ficha da ANEEL.

Abaixo será apresentado arranjo geral das estruturas da PCH Ombreiras. Os documentos gerais da Usina estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 1-Gerais, do Plano de Segurança da Barragem (OMB-C-PSB-001-00-22).

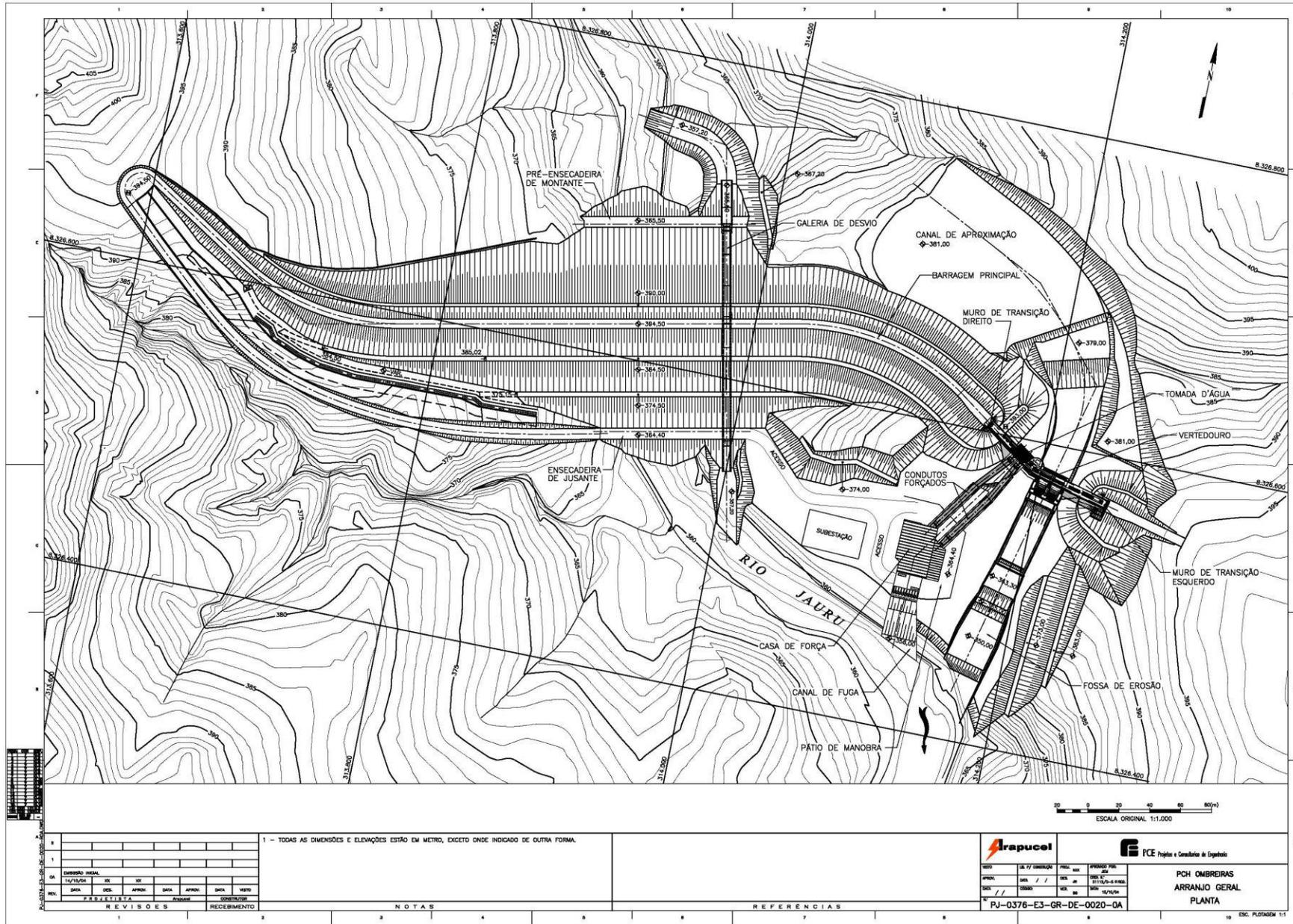


Figura 1 – Arranjo Geral – PCH Ombreiras



Figura 2 – Foto geral da PCH Ombreiras

3.1.1 Localização e acessos

O acesso a usina faz-se através da rodovia MT 180 partindo de Indiavaí sentido norte ao longo de 17 km. Em uma curva fechada a direita na rodovia pega-se o acesso que segue sentido norte por mais 35 km chegando ao local do barramento. As vias locais possuem placas indicativas. Na Figura 3 apresenta-se o acesso a usina.

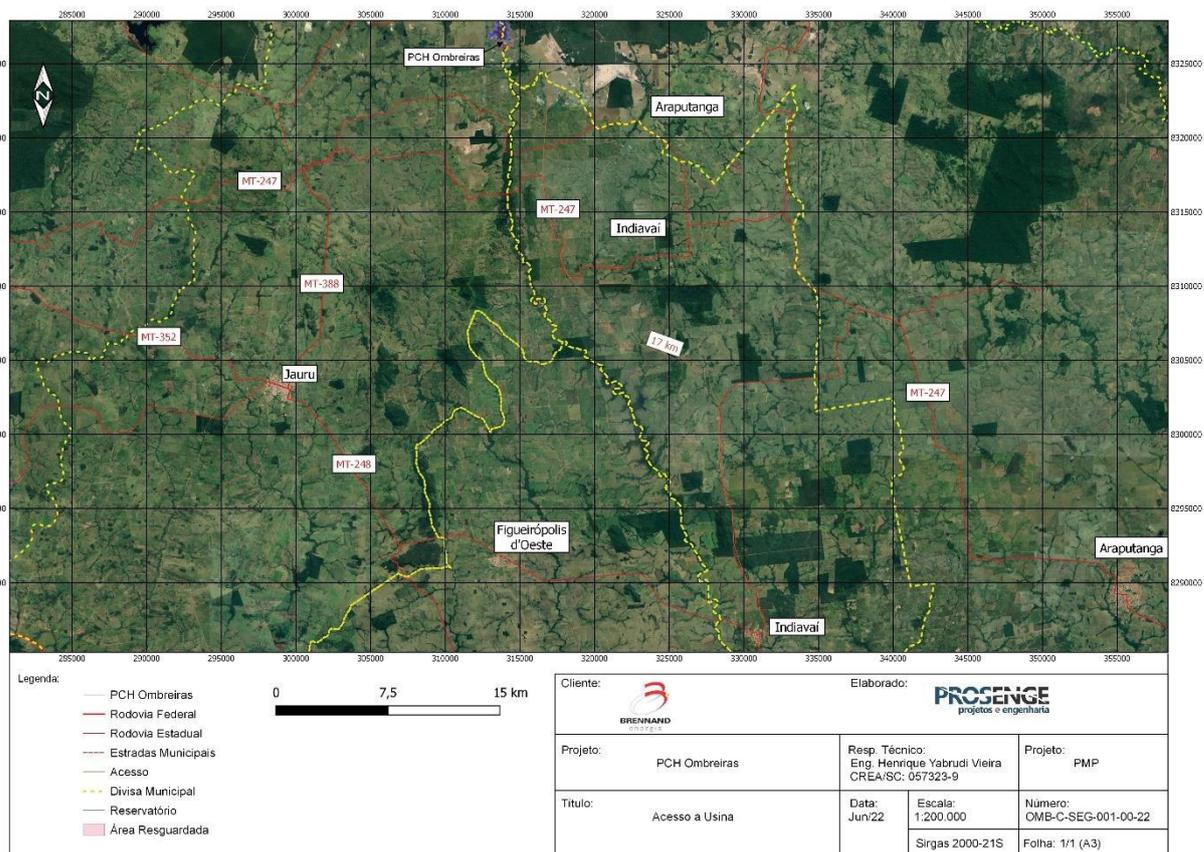


Figura 3 – Localização da PCH Ombreiras

O desenho OMB-C-SEG-001-00-22 apresenta o mapa de acesso detalhado à Usina. Já o desenho OMB-C-AGE-001-00-22 apresenta acesso geral no estado Mato Grosso. O desenho OMB-C-SEG-002-00-22– Área Resguardada apresenta mapa da área definida em campo com cercas e portões para preservar área da usina (Anexo II – Acesso e Área Resguardada).

A Tabela abaixo apresenta a localização relativa da PCH Ombreiras na divisão de quedas do rio Jauru, de acordo com ANEEL. Na Montante existe a PCH Antônio Brennard em operação e na jusante a UHE Jauru, PCHs Indiavaí, Salto e Figueirópolis.

Tabela 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos no rio Jauru, próximos a PCH Ombreiras

Posição em relação à PCH Ombreiras	Aproveitamento	Potência Instalada (MW)	Proprietário
Montante	PCH Antônio Brennand (Antiga Alto Jauru)	21,96	Alto Jauru Energética S/A.
PCH Ombreiras		26,00	Ombreiras Energética S.A.
Jusante	UHE Jauru	121,50	Cinco Estrelas Agropecuária e Participações Ltda., Queiroz Galvão Energética S.A.
	PCH Indiavaí	28,00	Indiavaí Energética S.A.
	PCH Salto	19,00	Salto Jauru Energética S.A.
	PCH Figueirópolis	19,41	Companhia Hidroelétrica Figueirópolis

Fonte (Aneel, 2022)

3.1.2 Reservatório

O nível de água máximo normal no reservatório da PCH Ombreiras está fixado na El 392,00 m. Nesta elevação, o reservatório acumula um volume na ordem de 49,36 hm³ e ocupa uma área de 2,91 km².

Os dados abaixo apresentam a curva cota x área x volume do reservatório.

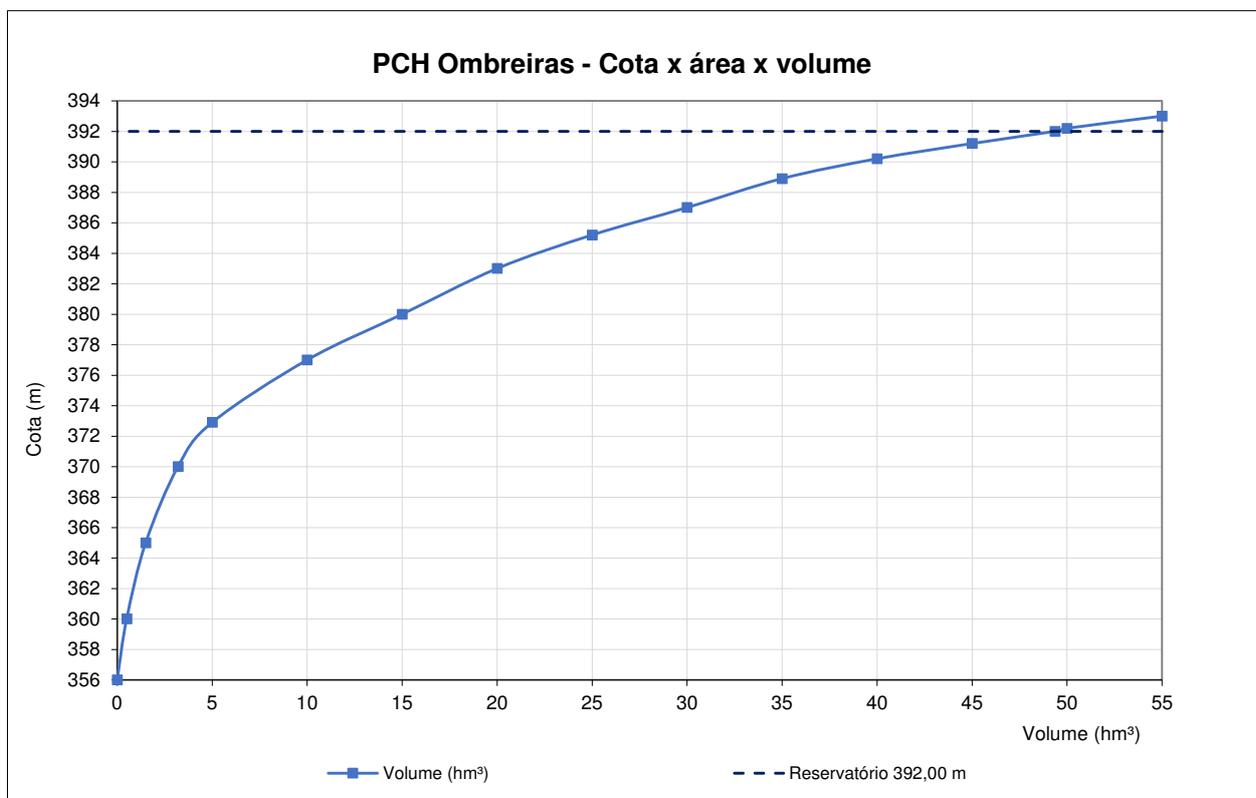


Gráfico 1 – Curva Cota x Volume do Reservatório

3.1.3 Barragem

A barragem é do tipo solo homogêneo e possui 600,0 m de comprimento, com taludes inclinados 2,0 H:1,0 V a montante e 1,75 H:1 V entre bermas a jusante, com bermas de 3,0 m de

largura a cada 10 m de altura. Sua crista possui 6,0 m de largura e se eleva até a cota 394,50 m, sendo região central do cut-off a maior altura de 44,50 m. Para o encontro entre barragem de terra e enrocamento e o vertedouro foram concebidos dois muros de concreto tipo gravidade, um na direita e outro na esquerda hidráulica do vertedouro, onde foram construídos os abraços de enrocamento.

Os documentos do Projeto Executivo/Como Construído da Barragem estão apresentados no Anexo I – Dados – 2-Estruturas.

3.1.4 Vertedouro

O vertedouro da PCH Ombreiras situa-se na margem esquerda do barramento com soleira na cota 383,00 m é constituído por duas comportas segmento em vãos de 7,00 m de largura e 10,00 m de altura.

O vertedouro está projetado a vazão de 10.000 anos de recorrência ($Q_{10.000} = 953 \text{ m}^3/\text{s}$) atingindo NA Máx Max de 392,70 m, conforme a RPS, com sobrelevação de 0,70 m e soleira vertente na El. 392,00 m. Para manutenção das comportas segmento têm-se a ranhura para uma comporta ensecadeira na montante sendo uma mesma comporta utilizada em todos os vãos, sendo assim possível a manutenção de apenas uma comporta segmento por vez.

Os documentos do vertedouro estão apresentados no Anexo I – Dados – 2-Estruturas.

3.1.5 Circuito Hidráulico

A tomada d'água do reservatório da PCH Ombreira, localizada no alto da ombreira esquerda possui soleira na El. 381,00 m, possui grades de proteção contra a entrada de detritos que possam prejudicar as unidades geradoras.

Esta faz parte do barramento esquerdo e apresenta 11,95 m de largura e 17,32 m de comprimento, possui duas comporta ensecadeira e duas comportas vagão de 3,80 m de altura e 3,20 m de largura. O fluxo é conduzido por dois condutos forçados de 3,80 m de diâmetro

Os dois condutos forçados são de aço protegido por pintura especial, possuem 90 m de comprimento e diâmetro de 3,80 m, são apoiados em selas e engastados em blocos de concreto.

A casa de força da PCH Ombreiras é do tipo semiabrigada e foi projetada para acomodar duas unidades geradoras do tipo Kaplan S Montante, com engolimento máximo de $96 \text{ m}^3/\text{s}$ para 26,00 MW de potência. O corpo principal da casa de força tem 33,30 m de largura e 30,10 m de comprimento.

A cota de proteção da casa de força encontra-se na El. 364,70 protegido para tempo de recorrência de 10.000 anos.

O nível de água normal no canal de fuga está na El. 360,08 m e o nível de água máximo maxímorem de projeto encontra-se na El. 363,73 m.

Os documentos da Circuito de Geração estão apresentados no Anexo I – Documentos de Projeto – 4- Circuito de Geração do Plano de Segurança da Barragem (OMB-C-PSB-001-00-22).

3.2 Níveis Operacionais e Ficha Técnica

Os níveis da PCH Ombreiras são:

- NA Normal Montante = 392,00 m;
- NA Máximo Maximorum Montante = 392,70 m (TR=10.000 anos);
- Cota Proteção Barramento = 394,50 m;
- NA Normal Jusante = 359,58 m;
- NA Máximo Maximorum Jusante = 363,73 m (TR=10.000 anos);
- Cota de Proteção Casa de Força = 364,40 m.

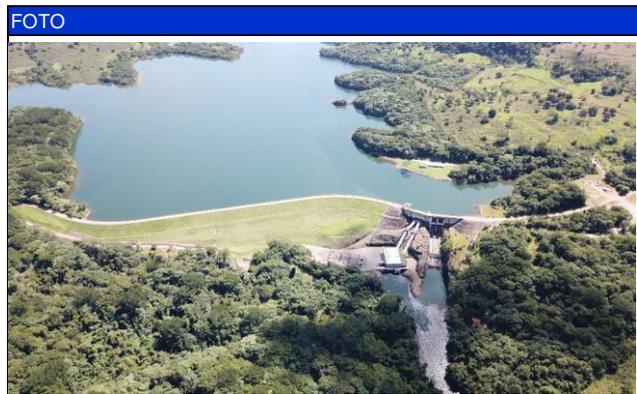
A Ficha resumo dos itens de segurança da Barragem está apresentada abaixo. As figuras abaixo apresentam arranjo geral e estruturas civis da Usina. Os desenhos principais do Barramento e arranjo estão apresentados no Anexo I – Dados, 2 - Estruturas.

Todos os documentos da Usina estão apresentados no Anexo I do Plano de Segurança da Barragem (OMB-C-PSB-001-00-22).



BRENNAND
energia

FICHA TECNICA PCH OMBREIRAS



CASCATA	
Usina Montante:	PCH Antônio Brennand
Usina Jusante:	UHE Jauru

ÓRGÃOS EXTRAVASORES - VERTEDOIRO	
Tipo:	Superfície com Controle
Comprimento (m):	20.00
Número Comportas	2 Segmento
Dimensões Vão (LxA - m):	7,00 x 10,22
Cota da Soleira (m):	383.00
Capacidade (m ³ /s):	953.00 TR 10.000 anos
Fundação:	gnaise

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	
Nome:	PCH Ombreiras
Municípios:	Araputanga - MT
Proprietário:	Ombreiras Energética S/A.

TOMADA D'ÁGUA	
Tipo:	Gravidade
Comprimento (m):	17.32
Comportas	Número: 2
	Altura (m): 3.20
	Largura (m): 3.80

DATAS	
Conclusão Barramento:	2005
Início Operação:	2005
Manutenção Barragem:	-----

CONDUTOS FORÇADO	
Unidades:	2
Diâmetro (m):	3.80
Comprimento Total (m):	85.50

BACIA HIDROGRÁFICA	
Curso d'Água:	Rio Jauru
Bacia (ANEEL):	Paraná- 6
Sub-Bacia (ANEEL):	Alto Rio Paraguai - 66

CASA DE FORÇA	
Tipo:	Semiabrigada
Potência Instalada (MW)	26.00
Unidades Geradoras:	2 Kaplan S Montante
Vazão Máxima (m ³ /s):	96.00
Queda Bruta (m)	31.92
	Máx. Max.: 364.00
Nível de água jusante (m):	Normal: 360.08
	Mínimo: 359.58

RESERVATÓRIO	
Área Drenagem - (km ²):	2207.00
Área NA Normal - (km ²):	2.91
Volume NA Normal (hm ³):	49.36
Vazão Sanitária (m ³ /s):	-
Vazão Média - QMLT(m ³ /s):	76.00
Níveis de Água (m):	Máx. Max.: 392.70
	Normal: 392.00
	Mínimo: 391.00

TURBINA	
Potência Nominal [MW]	13,50 (2 Unid.)
Vazão Nominal [m ³ /s]	48.00
Rotação Nominal [rpm]	300

BARRAGEM	
Tipo:	Terra e Enrocamento
Comprimento (m):	629.00
Altura Máxima (m):	44.50
Largura Crista (m):	6.00
Elevação da Crista (m):	394.50
Borda Livre NA Máx Max (m)	1.80
Fundação:	gnaise

GERADOR	
Potência Nominal [kVA]	14,500
Rotação Nominal [rpm]	300
Fator de Potência	0.90

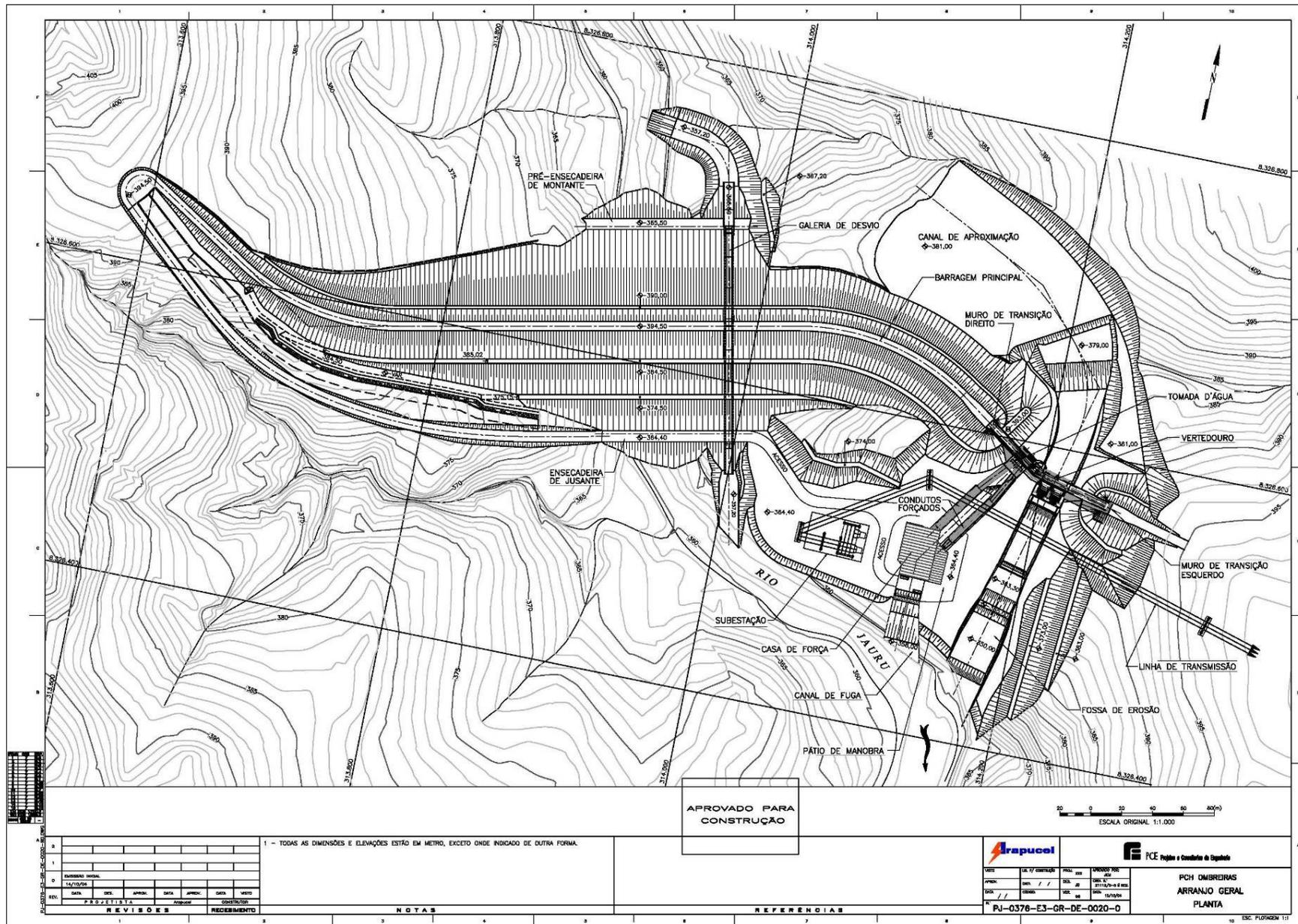


Figura 4 – Arranjo Geral

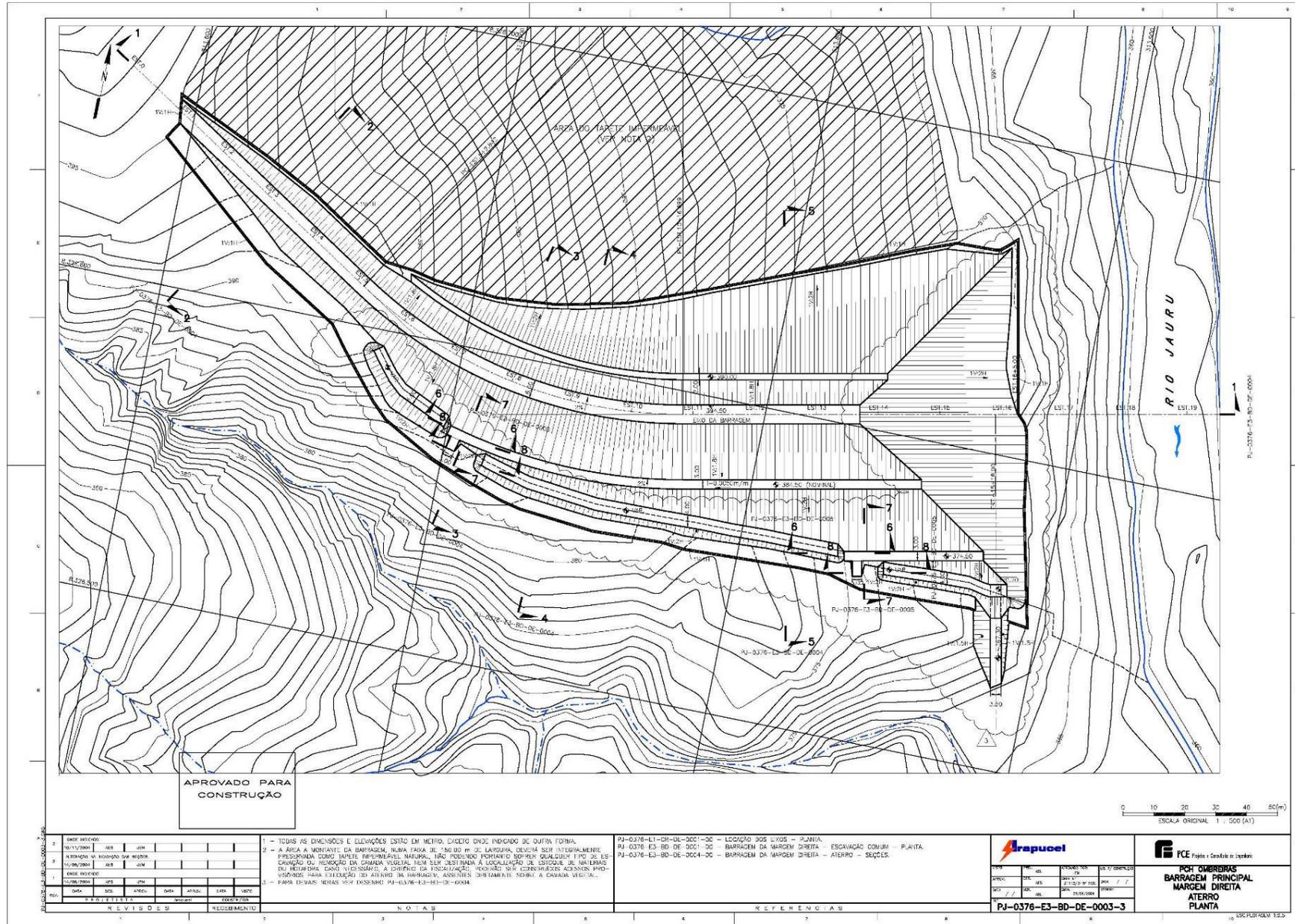


Figura 5 – Barragem Margem Direita– Planta Geral

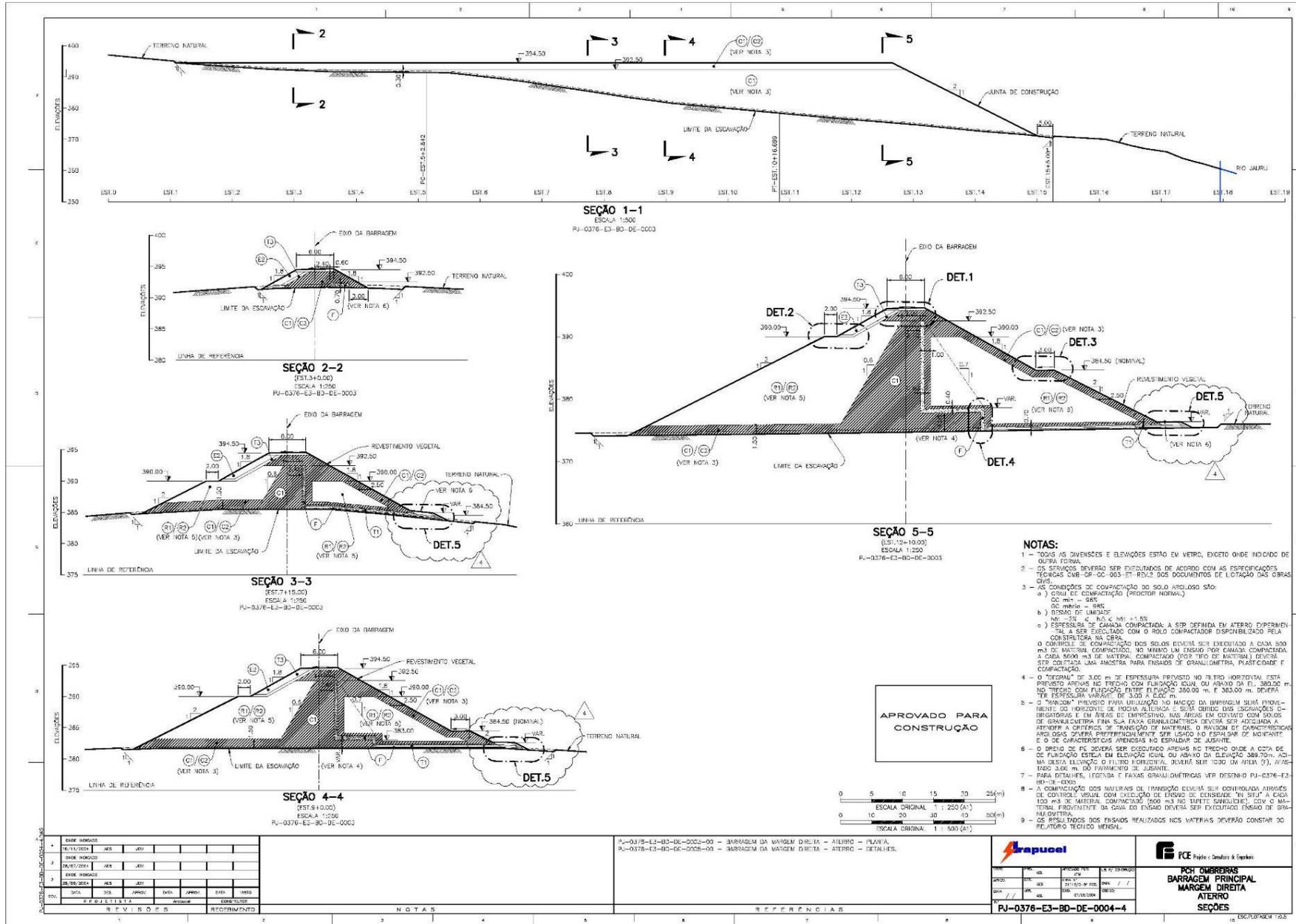


Figura 6 – Barragem Margem Direita – Seções

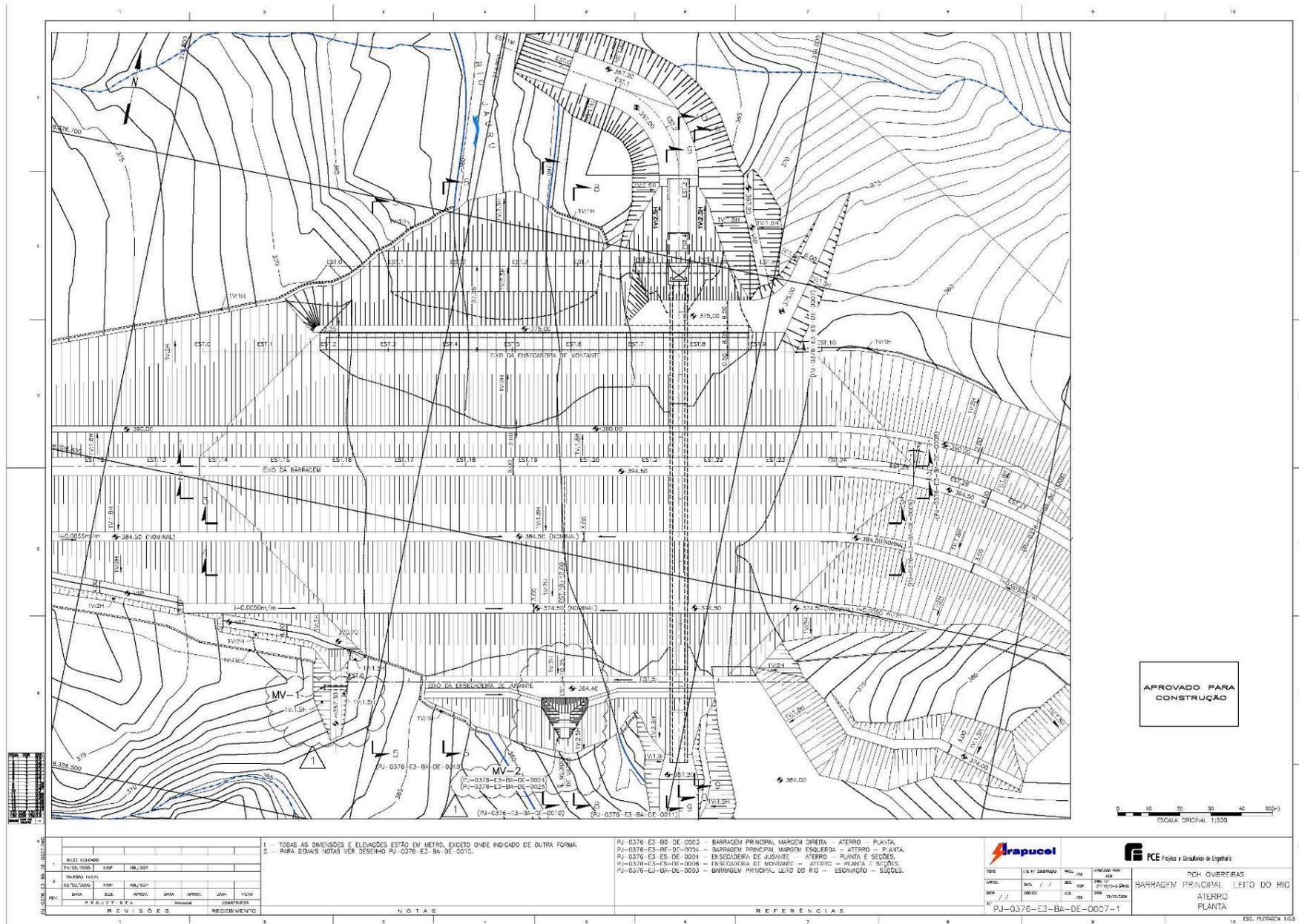


Figura 7 – Barragem Leito do Rio – Planta Geral

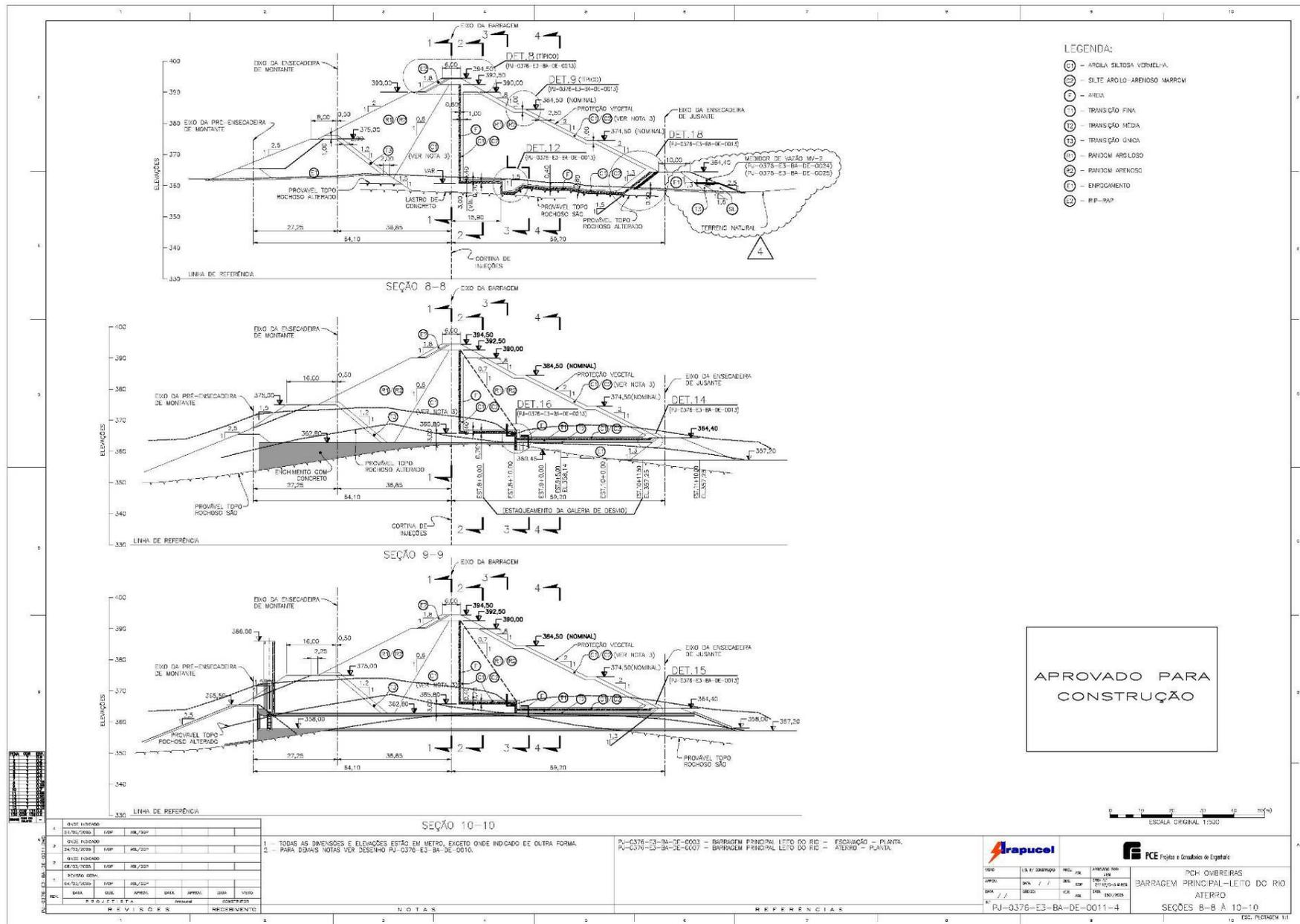


Figura 8 – Barragem Leito do Rio – Seções

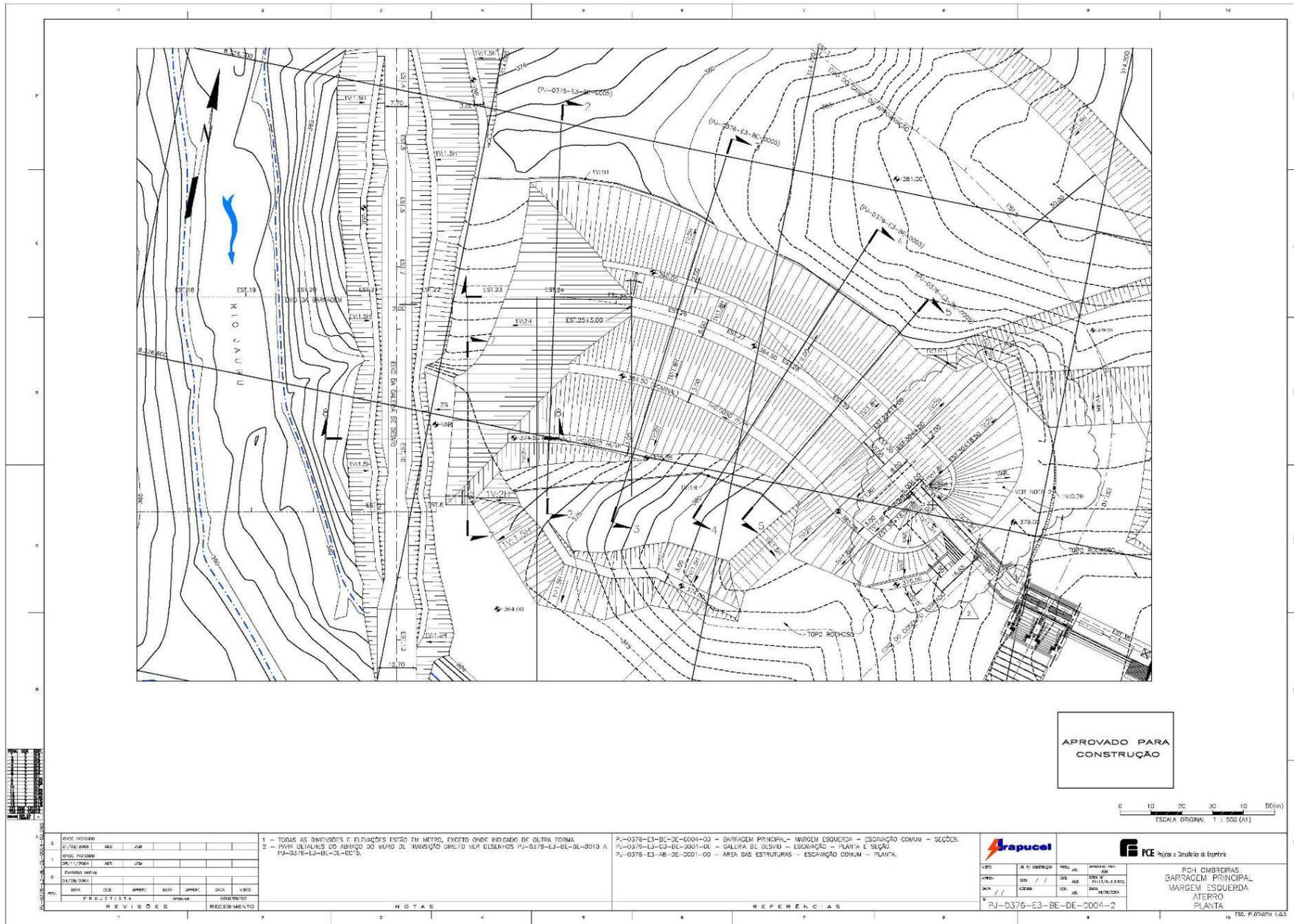


Figura 9 – Barragem Margem Esquerda– Planta Geral

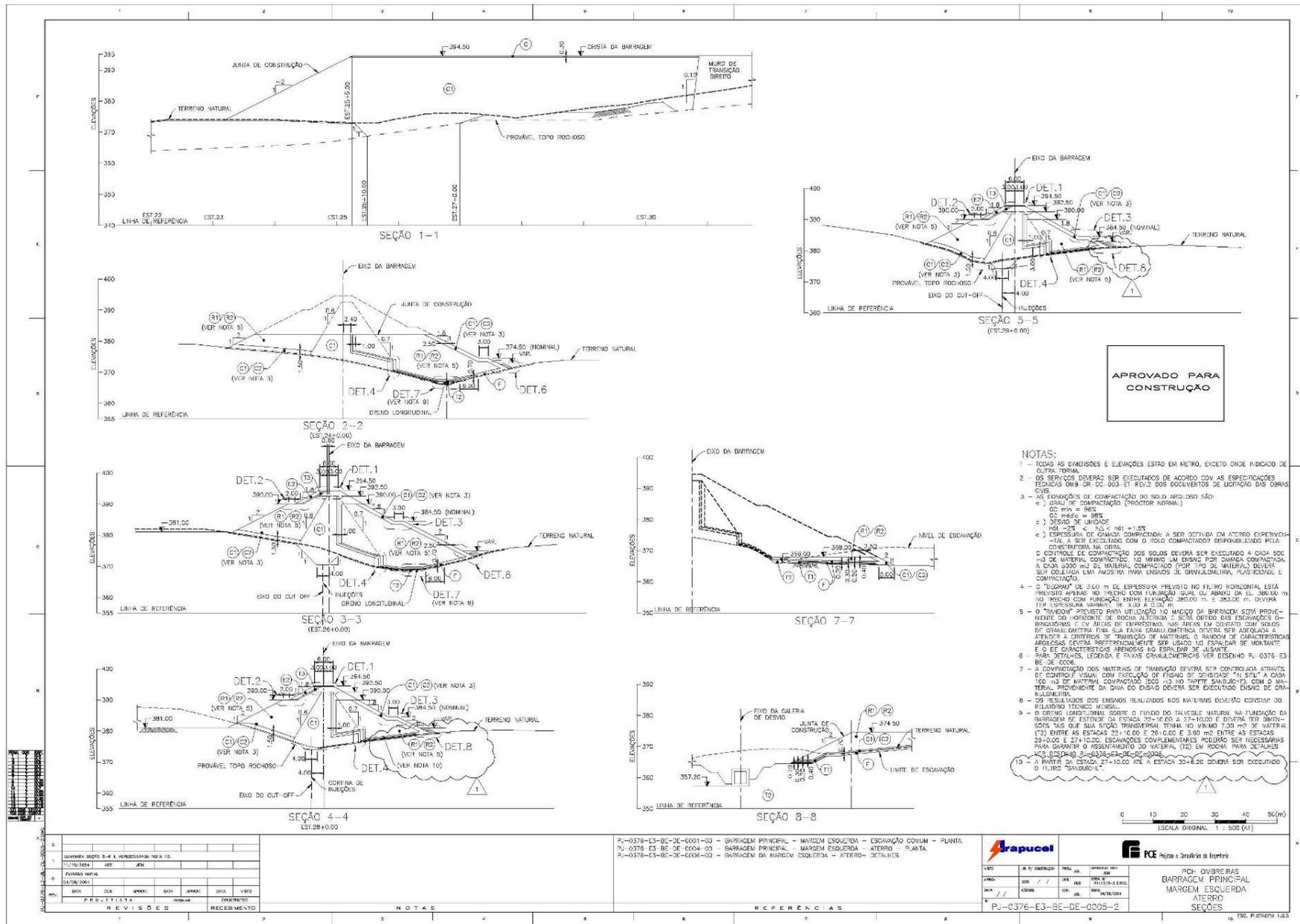


Figura 10 – Barragem Margem Esquerda – Seções

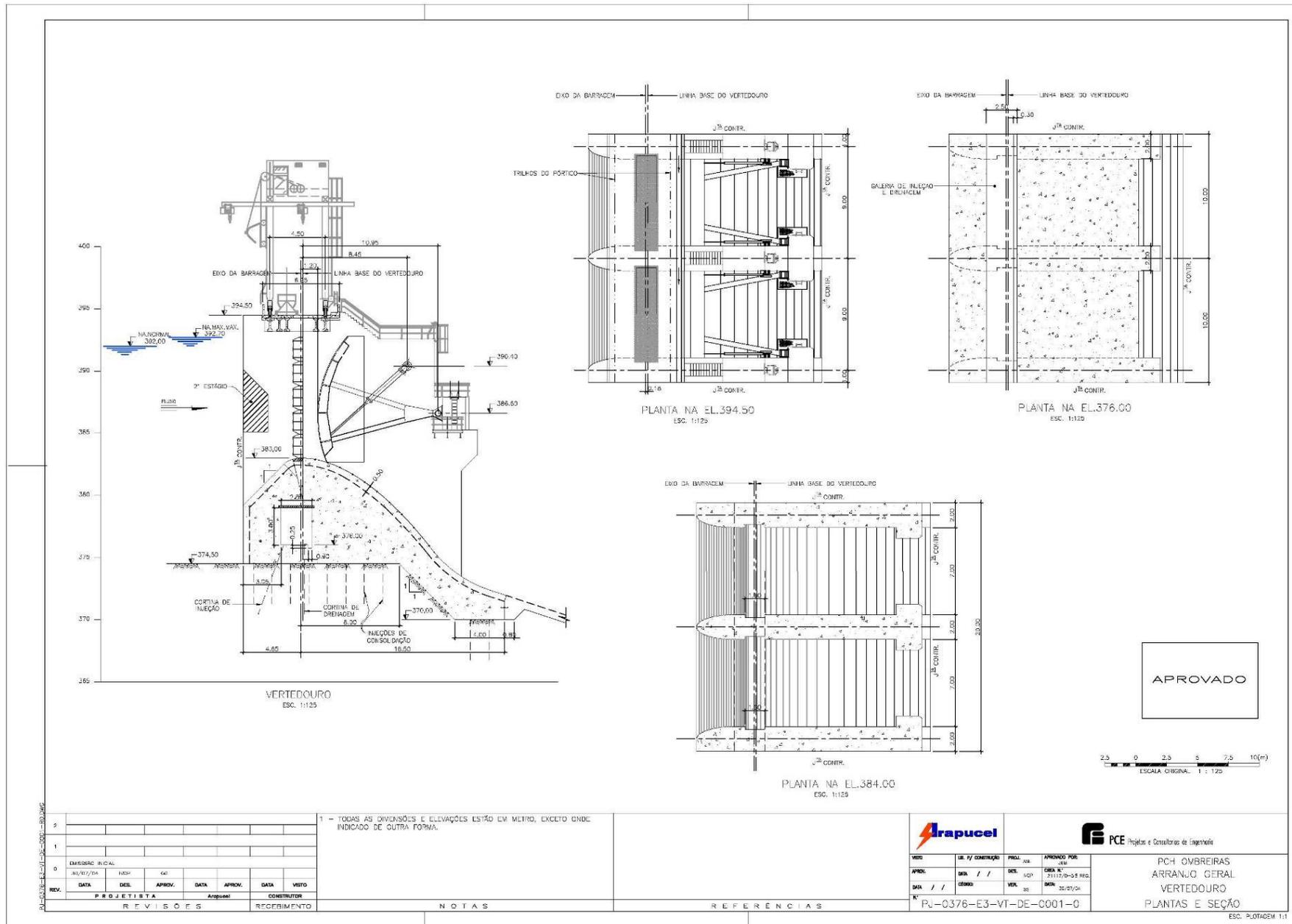


Figura 11 – Vertedouro – Planta Geral e Seção

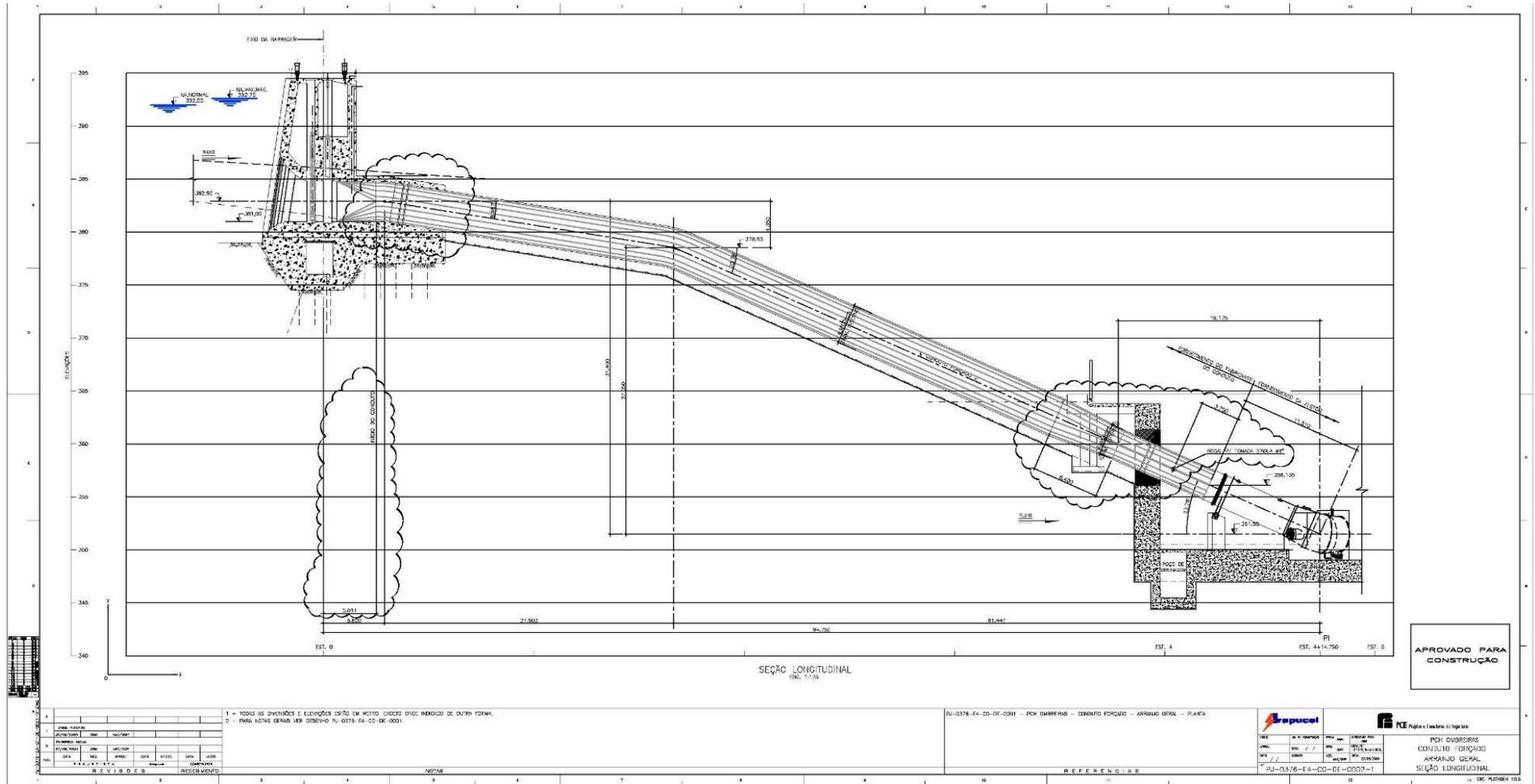


Figura 12 – Circuito de Geração - Seção

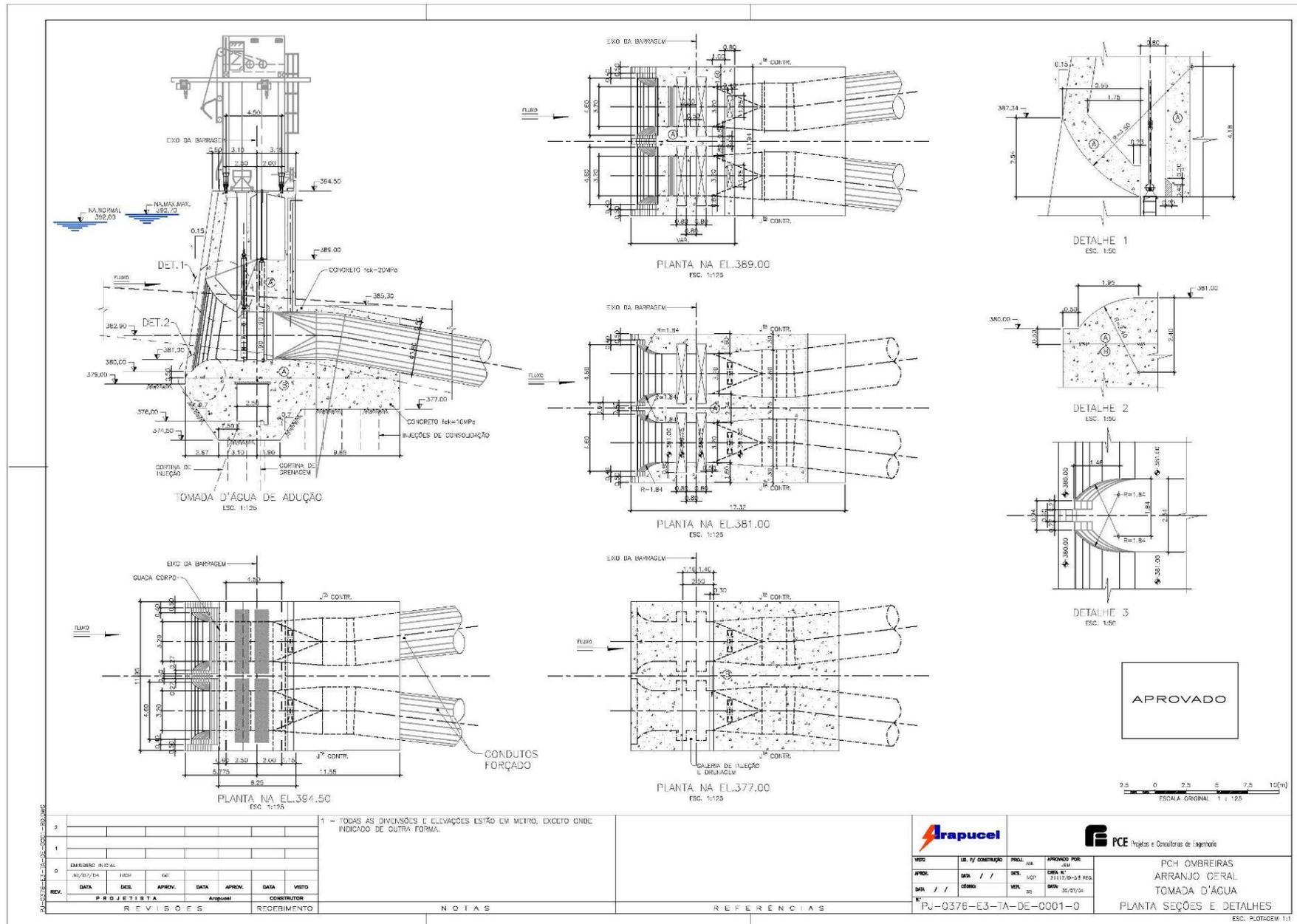


Figura 13 – Tomada de água – Planta e Seção

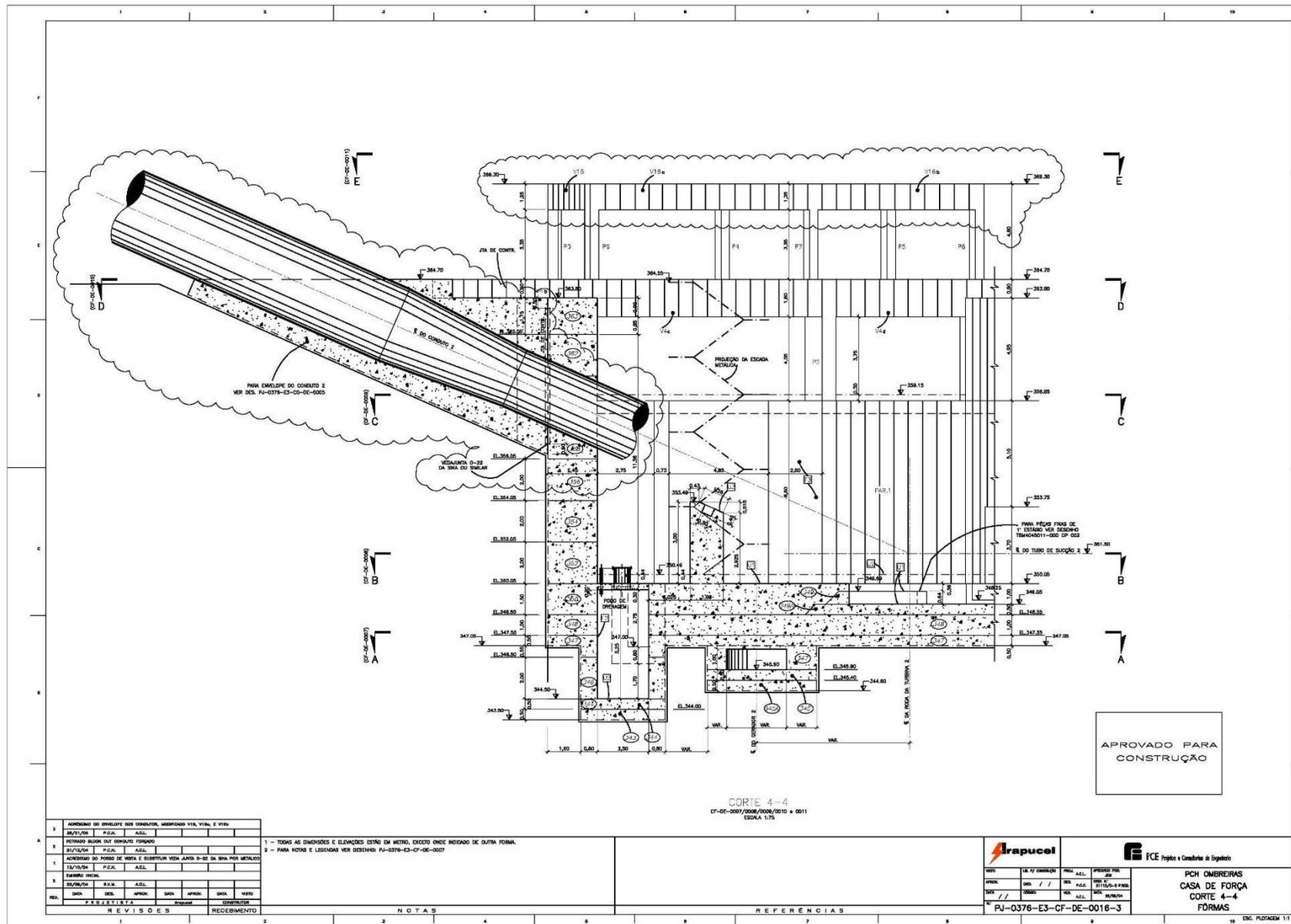


Figura 14 – Casa de Força Principal

4 DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

4.1 Avaliação do Risco

O estudo das ameaças de desastres e do grau de vulnerabilidade dos corpos e sistemas hidráulicos receptores aos efeitos adversos permite a avaliação, a definição e hierarquização das áreas de maior risco. Os riscos identificados para o barramento da PCH Ombreiras são de natureza hidrológica e estrutural, conforme descrito a seguir.

4.1.1 Risco Hidrológico

A bacia hidrográfica da Pequena Central Hidrelétrica Ombreiras tem área de drenagem total de 2.207 Km². O reservatório possui um volume cerca de 49,36 hm³ e uma extensão de 8,20 km formado por um barramento de aterro compactado com altura máxima de 36,50 m.

A probabilidade de uma determinada cheia ocorrer ou ser ultrapassada num ano qualquer é o

inverso do tempo de retorno $P = \frac{1}{TR}$, e a de não acontecer é $p = 1 - P$.

A probabilidade de ocorrer pelo menos uma cheia que seja igual e (ou exceda) àquela de período de retorno TR, num intervalo de “n” anos qualquer pode ser dada pela expressão:

$$J = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR}\right)^n$$

Equação 1: Risco de Ocorrência do evento de Projeto com Tempo de Retorno

Portanto, o risco adotado pelo projeto da obra hidráulica da PCH Ombreiras pode ser analisado pela Tabela a seguir:

Tabela 2 – Risco de Ocorrência do evento de Projeto com Tempo de Retorno TR (%)

TR (anos)	Período de Vida da Estrutura (em anos)			
	1	10	25	50
100	1,00	9,56	22,21	39,49
500	0,20	1,98	4,88	9,52
1.000	0,10	0,99	2,47	4,88
10.000	0,01	0,10	0,25	0,50

É importante ressaltar que os riscos assumidos pelo projeto são significativamente pequenos, ou seja, para um tempo de retorno adotado no projeto (TR=10.000 anos) os riscos de ocorrerem cheias maiores ou iguais à cheia do projeto variam de **0,01% a 0,50%** considerando os diferentes períodos de vida útil do empreendimento.

4.1.2 Risco de Colapso Estrutural

4.1.2.1 Dimensionamento e Estabilidade da Barragem

Conforme a Revisão periódica de segurança da barragem, foi realizado nova estabilidade da Barragem, onde segue abaixo resumo dos fatores de segurança obtidos.

A seguir são apresentadas as análises de percolação e estabilidade de taludes realizadas para as condições de carregamento apresentadas no documento OMB-BA-RPS-001-00-22 - RPS PCH Ombreiras.

Tabela 3 – Barragem - Resultados das análises de estabilidade (RPS-2022)

SEÇÃO DE ANÁLISE	CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO	TALUDE	FS calc.	FS _{adm.}	Situação
S1	Operação normal	Jusante	1,54	1,5	Ok
	Excepcional 1 (sismo)	Jusante	1,4	1,3	Ok
		Montante	1,39	1,3	Ok
	Excepcional 2 (Rebaixamento Rápido)	Montante	1,51	1,3	Ok
S2	Operação normal	Jusante	1,51	1,5	Ok
	Excepcional 1 (sismo)	Jusante	1,34	1,3	Ok
		Montante	1,47	1,3	Ok
	Excepcional 2 (Rebaixamento Rápido)	Montante	1,63	1,3	Ok
S3	Operação normal	Jusante	1,52	1,5	Ok
	Excepcional 1 (sismo)	Jusante	1,33	1,3	Ok
		Montante	1,36	1,3	Ok
	Excepcional 2 (Rebaixamento Rápido)	Montante	1,53	1,3	Ok
S4	Operação normal	Jusante	1,48	1,5	Ok
	Excepcional 1 (sismo)	Jusante	1,33	1,3	Ok
		Montante	1,73	1,3	Ok
	Excepcional 2 (Rebaixamento Rápido)	Montante	2,14	1,3	Ok
S4A	Operação normal	Jusante	1,46	1,5	Ok
S5	Operação normal	Jusante	1,49	1,5	Ok
	Excepcional 1 (sismo)	Jusante	1,33	1,3	Ok
		Montante	1,59	1,3	Ok
	Excepcional 2 (Rebaixamento Rápido)	Montante	1,71	1,3	Ok
S6	Operação normal	Jusante	1,56	1,5	Ok
	Excepcional 1 (sismo)	Jusante	1,38	1,3	Ok
		Montante	1,86	1,3	Ok
	Excepcional 2 (Rebaixamento Rápido)	Montante	1,87	1,3	Ok
S7	Operação normal	Jusante	1,71	1,5	Ok
	Excepcional 1 (sismo)	Jusante	1,43	1,3	Ok
		Montante	1,69	1,3	Ok
	Excepcional 2 (Rebaixamento Rápido)	Montante	1,84	1,3	Ok

As premissas de projeto foram atendidas com ressalvas na região do barramento onde serão realizados alguns monitoramentos, porém nada que comprometa integridade da Barragem.

Além disso, como prevenção de risco de colapso estrutural, o Plano de Segurança da Barragem (OMB-C-PSB-001-00-22), tem como objetivo determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional das barragens, identificando os problemas e recomendando tanto reparos corretivos, restrições operacionais e/ou modificações quanto análise/estudos para determinar as soluções dos problemas.

Conforme observado na vistoria e dados do RPS (OMB-BA-RPS-001-00-22 RPS PCH Ombreiras) se foram tomadas medidas de controle e monitoramento da Barragem e Diques, não irão ocorrer problemas estruturais no barramento/dique da PCH Ombreiras, sendo assim o risco de colapso estrutural é baixo. Além de que, não existe formulação determinista para o cálculo do risco estrutural. Porém é de extrema importância o monitoramento e manutenção sejam realizadas de acordo com recomendado no RPS e ISR.

4.2 Identificação das Emergências Potenciais

Para identificação dos pontos de emergências foram determinados níveis de água ao longo do rio a jusante da PCH Ombreiras e o tempo de percurso da onda de enchente. A definição das emergências foi definida a partir do preconizado no Volume IV - Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE, item 5.2.2 Cenários a simular, da Agência Nacional das águas (ANA), conforme destacado abaixo:

“Para atribuição dos valores das vazões afluentes ao reservatório no instante inicial da ruptura, dever-se-á adotar a prática comum, orientada por questões de segurança, de considerar a contribuição de um hidrograma de vazão afluente. Assim, poder-se-á optar:

- *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) num cenário de ruptura em dia de sol;*
- *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), num cenário de ruptura por galgamento.”*

A partir destes níveis foram elaborados mapas de inundação, com os níveis máximos e o tempo de propagação da onda de enchente correspondente sendo então identificadas e classificadas as emergências potenciais:

a) Situação Normal – Ruptura em dia de sol

Correspondem à condição natural de escoamento do hidrograma de cheias na vazão turbinada, QTURB.

b) Situação Enchentes – Ruptura com enchentes

Correspondem à condição enchente extrema de escoamento do hidrograma de cheias no tempo de retorno de 100 e 10.000 anos de recorrência, sendo a última enchente correspondente a cheia de dimensionamento do vertedouro.

4.2.1 Classificação das Situações

A gestão da emergência é efetuada em função do nível de resposta necessário para a situação no momento.

Os níveis de resposta devem ser definidos tanto para situação inicial com níveis de enchentes naturais para os diversos tempos de recorrência quanto para a situação de ruptura.

A classificação do nível de resposta deve ser feita em quatro níveis, de acordo com a descrição das características gerais de cada situação de emergência em potencial da barragem. A convenção é utilizada para graduar as situações que podem comprometer a segurança da barragem e ocupações a jusante e ativar um processo de emergência na barragem. Foi adaptado de acordo com a Barragem a convecção indicada no Item 2.2, do Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens (ANA) - Volume IV - Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE, conforme abaixo:

0	NORMAL (VERDE)	quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos na barragem não comprometam a segurança da estrutura, mas devam ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;
1	ATENÇÃO (AMARELO)	quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos na barragem não comprometam a segurança da estrutura no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas;
2	ALERTA (LARANJA)	quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos na barragem comprometam a segurança da estrutura no curto prazo, mas podem ser controladas, monitoradas ou reparadas;
3	EMERGÊNCIA 1 (VERMELHO CLARO)	quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos na barragem representem risco a segurança da estrutura que demandam a retirada dos possíveis atingidos, mas podem ser tomadas providências para a eliminação do problema
4	EMERGÊNCIA 2 (VERMELHO ESCURO)	quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos na barragem representem risco de ruptura iminente que demandam a retirada dos possíveis atingidos sem possibilidade de providências para a eliminação do problema

No Plano de Ação de Emergência e na curva de Operação o nível – Emergência foi adaptado e dividido em 2 subníveis, Vermelho Claro e Vermelho Escuro, conforme destacado abaixo:

- Vermelho Claro – Essa condição se caracteriza pela necessidade de retirada dos atingidos na ZAS e alerta para a defesa civil da ocorrência de um evento de cheias extremas, acima do TR 1.000 anos, ou de problema na estrutura do barramento que pode ocasionar o rompimento podendo ser evitado com as manutenções corretas;
- Vermelho Escuro – Nessa condição é necessária a retirada urgente dos atingidos na ZAS e alerta para a defesa civil da eminência ou da ocorrência do rompimento. As condições hidrológicas extremas ultrapassam a cheia decamilenar ou as patologias na estrutura não permitem a recuperação.

Importante observar que a emergência 2 pode ocorrer sem que passe pela emergência 1, por exemplo uma patologia descoberta em inspeção que não permite a recuperação passa diretamente para o nível de emergência 2.

5 ESTUDO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM

Este capítulo apresenta os resultados obtidos nas simulações das consequências (hidrograma de ruptura) para as hipóteses acidentais identificadas no capítulo 0 (cheias natural/extremas e rompimento da barragem).

Nesta etapa ocorre a estimativa e avaliação das consequências e seus respectivos efeitos físicos decorrentes de eventos anormais que possam ocorrer, bem como a determinação e o mapeamento das áreas vulneráveis devido as ondas de cheia em cada um dos cenários de acidentes. O comportamento da onda de enchente e as áreas atingidas são obtidos mediante a utilização de programas simuladores de rompimento e propagação das cheias.

5.1 Metodologia

No estudo de rompimento da barragem da PCH Ombreiras foi utilizado o modelo computacional HEC-RAS 5.0.5 (desenvolvido por *U.S. Army Corps of Engineers*), que se baseia no método de *Standard Step Method* (HENDERSON, 1966).

O Cenário a ser simulado é determinado por informações lançadas no programa de forma a identificar como se dá o rompimento da barragem e as condições geográficas e ambientais que influenciam no comportamento da onda de cheia.

Na caracterização do cenário as seguintes informações são necessárias:

- Geografia da região e geometria do rio;
- Tipo e geometria da barragem;
- Causa do rompimento;
- Formação da brecha;
- Dados sócio – ambientais.

5.1.1 Geografia da Região e Geometria do Rio

A geografia da região define as áreas atingidas pela onda de passagem de cheia e pela inundação permitindo identificar os pontos de risco.

A caracterização adequada da geometria das seções no vale a jusante da barragem é muito importante na simulação da cheia, porque existe um forte efeito de atenuação da onda ao longo do trecho inundado. Vales mais encaixados atenuam menos a onda de cheia na sua propagação para jusante que vales mais abertos com largas áreas inundáveis. Neste efeito a geometria do vale e da área inundável tem mais importância que a própria calha do rio.

Os mapas de cheia possuem um erro equivalente à metade da distância das curvas de níveis obtidas, ou seja, no caso da simulação para a PCH Ombreiras o erro considerado é de 0,50 m devido aos desenhos que reproduzem a topografia local possuem curvas de nível do terreno com linhas equidistantes de 1 m em 1 m.

5.1.2 Tipo e Geometria da Barragem

A caracterização da brecha de rompimento com suas dimensões, tempo do seu desenvolvimento e formação são influenciados pelo tipo de barragem. As características de projeto e construção e suas dimensões influenciam na abertura da brecha e com isso no tempo de propagação e intensidade da onda de cheia. Os dados do reservatório também influenciam considerando que quanto maior o volume para um mesmo desnível a brecha tende a ser maior.

5.1.3 Causas de Rompimento

A causa de rompimento é importante pois determina a velocidade com que ocorre a formação da brecha.

As causas de rompimento podem ser por galgamento, entubamento ou infiltração e falhas estruturais (New Jersey Department of Environmental Protection, 2007).

5.1.3.1 Galgamento

O galgamento é a passagem da água sobre a barragem em partes não projetadas para verter água. O galgamento pode ser causado pela má operação do reservatório durante a cheia, devido a uma cheia extraordinária onde o dispositivo extravasador (vertedouro) não possui capacidade de vazão compatível, por problemas que impedem o dispositivo extravasador de operar normalmente ou pela formação de uma onda dentro do reservatório, de origem sísmica ou provocada pelo deslizamento de uma grande quantidade de terra das encostas.

Se o tempo e a intensidade do galgamento são suficientes, inicia-se uma brecha em um ponto qualquer mais fraco na crista da barragem e a brecha cresce com o tempo, por erosão, numa velocidade que depende da vazão de galgamento, do material da barragem e das características do reservatório (Collischonn, 1997).

A Figura 15 demonstra a formação de uma brecha por galgamento, sendo que o processo de formação segue a sequência apresentada abaixo.

- a) Início em um ponto mais fraco;
- b) Brecha em forma de "V";
- c) Aprofundamento da brecha;
- d) Aumento lateral por erosão.

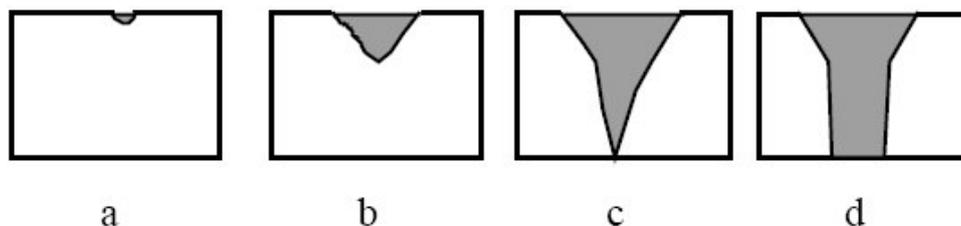


Figura 15 – Formação de brecha por galgamento

Fonte: COLLISCHONN, 1997, p. 32

5.1.3.2 Infiltração

A infiltração ocorre devido à passagem da água através das paredes da barragem (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2002, p. 116). A água que se movimenta através da barragem, ou de suas fundações, pode originar na formação de uma brecha se os volumes de água e material sólido superam determinados limites de segurança. A brecha inicia como um poro em um ponto qualquer da barragem e este poro cresce, por erosão, para todos os lados, até ocorrer o colapso.

A Figura 16 mostra a formação de uma brecha por entubamento ou infiltração, típica de barragens de terra, que ocorre conforme a sequência abaixo.

- a) Surgimento do poro;
- b) Aumento por erosão;
- c) Colapso da porção superior e erosão.

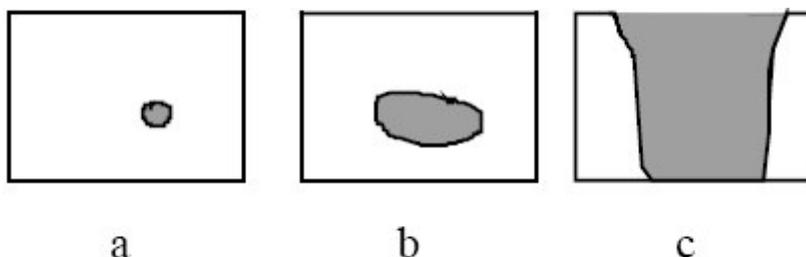


Figura 16 – Formação da brecha por infiltração

Fonte: COLLISCHONN, 1997, p. 32

5.1.3.3 Falhas nas fundações e estruturais

Nas barragens de concreto do tipo gravidade pode ocorrer uma falha estrutural geral, no caso de uma situação de instabilidade provocada por cargas hidrostáticas e uma deficiente capacidade de equilíbrio global, situação resultante de erro ou deficiência no projeto ou de um problema generalizado nas respectivas fundações. Admite-se que o cenário mais provável é o da abertura da brecha por remoção sucessiva de blocos ou a ruptura da zona superior do perfil da barragem no caso de excederem as tensões limites numa zona menos espessa do perfil da barragem resultando de modo geral em uma ruptura parcial e gradual. O terreno sobre o qual a barragem está e a ligação da barragem ao terreno nas ombreiras podem deslizar sob o efeito das acomodações geológicas que resultam do enchimento do reservatório ou da saturação do material da fundação por infiltração (Almeida 2007).

Em barragens de aterro compactado a distribuição das pressões sobre o terreno de fundação ocorre de maneira mais branda e gradual reduzindo a possibilidade de falhas estruturais, porém a bibliografia indica diversos casos de falhas com rompimentos onde a falha nos estudos de geologia e geotecnia resultaram no colapso do barramento. Neste caso o colapso ocorre no enchimento ou apenas alguns dias após com a saturação da fundação.

A Figura 17 apresenta o comportamento de um rompimento resultante de uma falha nas fundações ou de estruturas, onde ocorre a formação de uma brecha que apresenta características parecidas seja a barragem de terra ou de concreto em gravidade (a), ou barragens de concreto em arco (b).

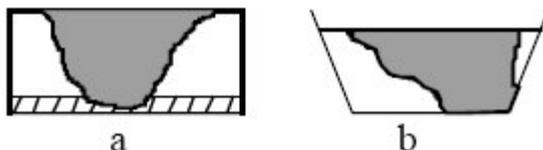


Figura 17 – Brechas resultantes de falhas nas fundações

Fonte: COLLISCHONN, 1997, p. 33

5.1.3.4 Ações de guerra

Durante guerras as barragens são pontos estratégicos pelo seu significado econômico para um país, bem como pelo potencial destrutivo de uma inundação resultante de uma ruptura. A formação da brecha depende da intensidade e da localização da explosão com a qual a barragem é atingida.

Durante a Segunda Guerra Mundial os países aliados desenvolveram armas especiais para implodir barragens. As implosões mais conhecidas são as das barragens de Moehne e de Eder, na Alemanha.

OBSERVAÇÃO: Do ponto de vista de simulação de rompimento, as causas de falhas nas fundações estruturais e por ações de guerra se comportarão como uma falha por galgamento ou infiltração, com diferenciação no tempo de formação da brecha e geometria, que devido as suas características podem ser considerados como rompimentos progressivos ou até mesmo catastróficos e imediatos conforme determina Collischonn, 1997.

5.1.3.5 Casos Estatísticos

Entre as causas de rompimentos Ramos e Melo (2007) identificam que em pesquisa envolvendo 1105 casos de deterioração de barragens pertencentes a 33 países, e em duas publicações elaboradas pela ICOLD e pela USCOLD (ICOLD, 1974 e USCOLD, 1975), a capacidade de vazão insuficiente ou o mau funcionamento dos órgãos de descarga de cheias associado ao galgamento foram responsáveis por cerca de 42% do número total de rupturas em barragens. Por sua vez as relacionadas com as fundações (percolação, erosão interna), com as erosões localizadas e com o deficiente comportamento estrutural foram responsáveis por cerca de 23%.

5.1.4 Formação da Brecha

A formação da brecha pode ser descrita por três parâmetros básicos:

- Tamanho;
- Tempo de formação;
- Forma geométrica.

Todos estes parâmetros são fortemente influenciados pela causa do rompimento e pelo tipo de barragem. Eles influenciam diretamente na vazão e na altura da onda de enchente decorrente

do rompimento. Uma brecha maior ou rompimento catastrófico e com tempo de formação mais rápido gera uma onda de enchente de maior volume e o esvaziamento mais rápido do reservatório, enquanto uma brecha menor e com tempo de formação mais lento geram uma onda de enchente menor e com esvaziamento lento do reservatório.

O manual Using HEC-RAS for Dam Break Studies (agosto de 2004), indica de acordo com referências internacionais valores para formação da brecha, tabela abaixo.

Table 3. Ranges of Possible Values for Breach Characteristics

Dam Type	Average Breach Width (B_{ave})	Horizontal Component of Breach Side Slope (H) (H:V)	Failure Time, t_f (hours)	Agency
Earthen/Rockfill	(0.5 to 3.0) x HD	0 to 1.0	0.5 to 4.0	USACE 1980
	(1.0 to 5.0) x HD	0 to 1.0	0.1 to 1.0	FERC
	(2.0 to 5.0) x HD	0 to 1.0 (slightly larger)	0.1 to 1.0	NWS
	(0.5 to 5.0) x HD*	0 to 1.0	0.1 to 4.0*	USACE 2007
Concrete Gravity	Multiple Monoliths	Vertical	0.1 to 0.5	USACE 1980
	Usually $\leq 0.5 L$	Vertical	0.1 to 0.3	FERC
	Usually $\leq 0.5 L$	Vertical	0.1 to 0.2	NWS
	Multiple Monoliths	Vertical	0.1 to 0.5	USACE 2007
Concrete Arch	Entire Dam	Valley wall slope	≤ 0.1	USACE 1980
	Entire Dam	0 to valley walls	≤ 0.1	FERC
	(0.8 x L) to L	0 to valley walls	≤ 0.1	NWS
	(0.8 x L) to L	0 to valley walls	≤ 0.1	USACE 2007
Slag/Refuse	(0.8 x L) to L	1.0 to 2.0	0.1 to 0.3	FERC
	(0.8 x L) to L		≤ 0.1	NWS

*Note: Dams that have very large volumes of water, and have long dam crest lengths, will continue to erode for long durations (i.e., as long as a significant amount of water is flowing through the breach), and may therefore have longer breach widths and times than what is shown in Table 3. HD = height of the dam; L = length of the dam crest; FERC - Federal Energy Regulatory Commission; NWS - National Weather Service

Figura 18 – Tamanhos e tempo para formação da brecha

Fonte: Using HEC-RAS for Dam Break Studies (agosto/2004)

5.1.4.1 Tamanho

Barragens de concreto em arco apresentam ruptura total e praticamente instantânea com a brecha ao longo de todo o comprimento da barragem (ALMEIDA e FRANCO, 1993, ICOLD, 1996 e FRANCO, 1996 apud RIBEIRO, 2007).

Barragens de concreto por gravidade apresentam ruptura de um ou dois blocos (ALMEIDA e FRANCO, 1993, ICOLD, 1996, e FRANCO, 1996 apud RIBEIRO, 2007). Existe dificuldade de se prever o número de seções monolíticas que devem se deslocar e sofrer colapso, porém é possível determinar a geometria para simulação aumentando a largura da base da brecha de modo a representar o número de seções monolíticas deslocadas. O número de blocos rompidos poderá ser fixado tendo em conta a velocidade de descida do nível a montante, uma vez que uma rápida descida do reservatório corresponde a uma redução significativa das solicitações para os blocos que não rompem evitando os rompimentos de novos blocos nas laterais do primeiro rompimento.

Em barragens de terra não ocorre o rompimento total da estrutura do talude, este rompimento também não é instantâneo, a brecha que se forma como resultado do rompimento tende a apresentar uma largura média (B) de $0,5H < B < 3H$, onde H é a altura da barragem. Desta forma normalmente a largura da brecha em barragens de terra é muitas vezes inferior à largura total da barragem (Collischonn, 1997).

5.1.4.2 Tempo de rompimento

Para as barragens de concreto em arco que são simuladas através da ruptura total da estrutura, o tempo de rompimento é instantâneo, podendo ocorrer em alguns minutos (Martins e Viseu, 2007).

Em barragens de concreto por gravidade o tempo de formação da brecha é da ordem de minutos. Em barragens de terra por gravidade, onde ocorre a ruptura em forma de brechas, o tempo de formação da mesma é usualmente maior e depende da altura da barragem, do material utilizado na construção, do grau de compactação e da magnitude e duração da vazão de galgamento. O tempo de formação da brecha é maior em casos de infiltração que em casos de galgamento. Na Figura 19 observa-se a probabilidade de o tempo de ruptura da brecha ser menor que um dado valor constante.

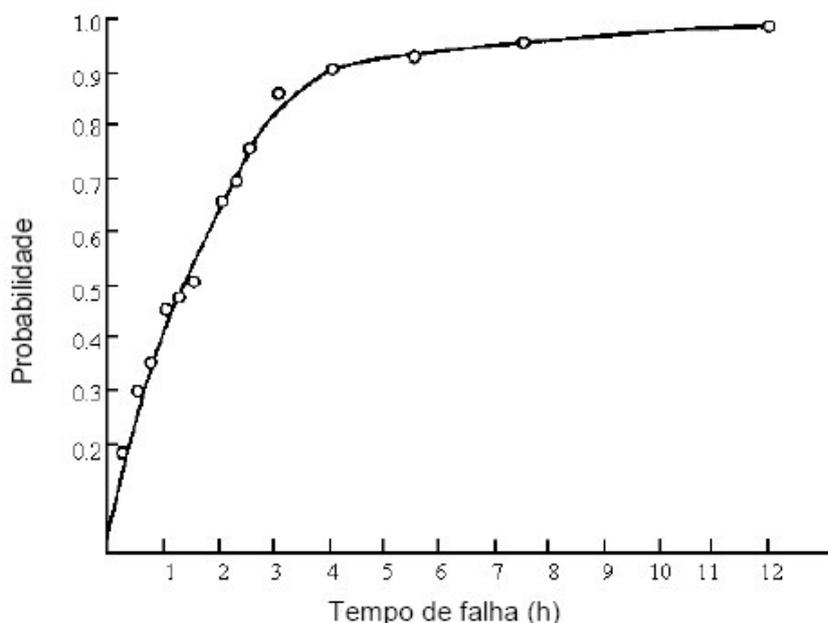


Figura 19 – Tempo de formação da brecha

Fonte: MARTINS; VISEU, 2007, p. 9

O gráfico demonstra que metade das situações de rompimento ocorre em no mínimo 90 minutos tendendo para tempos maiores de formação da brecha, desta forma, resultados de simulação que objetivam valores médios podem utilizar este tempo de rompimento conforme observam Singh e Scarlatos (1988) apud Martins e Viseu (2007).

De acordo com a Figura 18 para Barragens de terra o tempo de formação da brecha é entre 6 minutos a 4 horas e Barragens de Concreto de 6 minutos a 1 hora.

5.1.5 Trecho do Cálculo

O trecho da modelagem hidráulica é um fator muito importante a se considerar. O trecho de estudo deverá incidir entre a seção de início do reservatório da barragem em ruptura, a montante, e uma determinada seção de importância a jusante.

A Resolução Normativa Nº 696, de 15 de dezembro de 2015 da ANEEL no Art. 3 estabelece:

“§3º A área de abrangência dos estudos de que trata o §2º deverá compreender as barragens de jusante que disponham de capacidade para amortecimento da cheia associada.”

De acordo com as recomendações do Volume IV - Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE, item 5.2.3 Extensão de Cálculo, da Agência Nacional das águas (ANA) que estabelece:

“Os critérios mais adequados para a fixação da fronteira de jusante são os que se baseiam nas fronteiras físicas, ou seja, a foz do rio no oceano, a seção de confluência com outro rio de maior dimensão ou um reservatório a jusante. Estas fronteiras são aliás facilmente modeladas em modelo numérico.

Para se determinar a fronteira a jusante poder-se-á igualmente adotar uma seção a partir da qual se estabelece um grau de risco que se considera como aceitável; neste caso, dever-se-á considerar uma seção onde as alturas de água atinjam a ordem de grandeza das correspondentes a determinadas cheias características (cheia de projeto do vertedouro, maior cheia natural conhecida, cheia natural com determinado tempo de recorrência, por exemplo, 100 anos).

Diversos outros textos normativos definem porém de forma clara e explícita qual o critério de fixação da fronteira de jusante, por exemplo, a legislação finlandesa especifica que o cálculo da onda de inundação se deve processar até 50 km a jusante da barragem; por seu lado, a legislação de alguns estados canadenses postula que as populações que se encontram a mais de três horas da zona atingida pela onda de inundação não devem ser consideradas em risco, pelo que o cálculo da onda de inundação não deve cobrir uma seção atingida pela cheia para lá desse intervalo de tempo.

GRAHAM, 1998 sugere que é muito importante que os estudos do cálculo da onda de inundação incidam nos primeiros 30 km a jusante da barragem em causa. Com efeito, este autor mostra que a vulnerabilidade das pessoas em risco diminui muito a partir desta distância, nomeadamente pelas seguintes razões: primeiro, porque as áreas mais a jusante recebem mais e melhores alertas de emergência do que as a montante; segundo, porque a energia da onda de inundação, tal como a velocidade de propagação da respectiva frente, se torna menor. Na verdade, a informação de rupturas históricas de barragens confirma estes fatos, indicando que uma grande percentagem das vítimas mortais ocorre nos primeiros 25 km, sendo que esta distância é ainda menor para as pequenas barragens. A experiência norte-americana (com base num registo de 23 rupturas de barragens que ocorreram no período de 1960 a 1997 e ocasionaram vítimas mortais) corrobora igualmente estes fatos ao assinalar que cerca de 50%

ocorreram a menos de 4,8 km da seção da barragem acidentada e 99% nos primeiros 24 km a jusante da mesma, num universo total de 318 vítimas mortais. ”

De acordo com ANA - Volume IV - Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE, Anexo Cotação - Extensão do Vale a jusante poderá ser:

Volume Armazenado do Reservatório (hm³)	Classe da Extensão do vale a Jusante	Extensão do vale a Jusante aconselhada – L (km)
3-50	Pequena	Máximo 25
50-200	Média	25<L<100
>200	Significativa	Mínimo 100

Logo, com volume do reservatório menor que 50 hm³ a extensão do trecho de modelagem considerada é no máximo 25 km. Para a PCH Ombreiras o trecho simulado foi de aproximadamente 63 km preenchendo com sobras todos os critérios relacionados.

5.1.6 Modelagem Matemática

A simulação do rompimento utiliza o modelo HEC-HAS versão 5.0.5 onde os métodos de cálculo são adotados para a análise dos regimes gradualmente variáveis, baseados nas equações de Saint-Venant, que calculam o escoamento da água em rios, canais e reservatórios em regime permanente e não permanente, número de Froude menor ou maior que 1 respectivamente.

Portanto, o escoamento obedece a leis da física, sendo representado por variáveis como vazão, profundidade e velocidade e o comportamento é descrito por equações de conservação de massa, energia e quantidade de movimento.

O escoamento em rios ocorre em uma direção longitudinal, podendo ser representado pelas equações unidimensionais de Saint-Venant. As variáveis das equações de Saint-Venant são a velocidade V e a altura de água h , que podem ser apresentadas de forma não-conservativa pelas equações da continuidade e da dinâmica.

Com a equação da continuidade, que representa o princípio da conservação de massa, pode-se considerar a diferença dos fluxos de entrada e saída, sendo o volume de controle igual à variação do armazenamento no interior do fluxo.

As equações que expressam o princípio da conservação da quantidade de movimento, sendo igual ao somatório das forças que atuam sobre um volume de controle, podem ser apresentadas da seguinte forma:

- Equação da continuidade:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q_L$$

- Equação da dinâmica

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} = g(S_0 - S_f)$$

Onde:

Q = vazão;

A = seção transversal;

t = tempo;

x = distância medida na direção do escoamento;

qL = contribuição lateral

V = velocidade de escoamento;

g = aceleração da gravidade;

h = profundidade do escoamento;

S0 = declividade do leito;

Sf = declividade da linha de energia.

A vazão (Q) e a altura da superfície de água (h) em cada local ao longo do rio são estimadas utilizando uma representação algébrica de Saint Venant. Q e h são determinados em cada local para cada intervalo de tempo.

O HEC-RAS aplica as equações em regime permanente, para casos onde se necessita simular o fluxo das águas e não permanente, para casos de simulações de rompimentos, e apresenta o resultado em formas de dados, tabelas e figuras que demonstram as seções transversais, o vale atingido pela enchente (de acordo com as informações lançadas pelo usuário) e gráficos, sendo que todas estas informações são utilizadas para se avaliar os impactos do rompimento de uma barragem.

5.1.7 Identificação das áreas atingidas

A identificação das áreas atingidas é executada com a apresentação do mapa de inundação, que indica as áreas inundadas com as alturas máximas atingidas pela onda de enchente, permitindo a separação da zona atingida da não atingida.

Todas as pessoas localizadas na zona atingida devem ser evacuadas.

5.1.8 Apresentação dos valores de altura ao longo do tempo

Os valores de altura da onda ao longo do tempo servem para a identificação do tempo de chegada da onda de enchente ao longo do trecho de jusante atingido. O tempo de chegada da onda em cada ponto é importante para o plano de evacuação e para o alerta da população sob risco na zona inundada ser afastada em tempo hábil.

A bibliografia internacional define dois tipos de eventos: aqueles em que o tempo disponível para alertar e evacuar a população é superior a 90 minutos (1 hora e meia), e aqueles em que o tempo é inferior a 90 minutos. Entre os eventos cujo tempo de alerta é superior a 90 minutos, a perda média de vidas é de 0,04 % da população ameaçada, já quando o tempo de alerta é inferior a 90 minutos a perda média equivale a 13 %.

Para a população localizada na área atingida em tempo inferior a 90 minutos recomenda-se um levantamento detalhado para definição das estratégias para o Plano de Emergências.

5.1.9 Zoneamento de Risco

Esse processo consiste na divisão do território potencialmente atingido pela onda de cheia, sendo classificada segundo os riscos envolvidos, a magnitude do dano, a vulnerabilidade e os tempos de alerta envolvidos (Balbi, 2008).

Conforme Almeida (2001) as principais características hidrodinâmicas envolvidas em um zoneamento são:

- a) áreas atingidas (determina quais elementos em risco serão afetadas, população, estruturas, etc);
- b) cotas máximas dos níveis d'água ou alturas máximas;
- c) instante de chegada da onda de cheia;
- d) instante de chegada da altura máxima;
- e) grau de perigo em função da velocidade e altura ($V \times H$), em m^2/s ;
- f) velocidade máxima do escoamento.

O tempo entre a identificação da emergência e a chegada da onda de cheia nos locais habitados é o primeiro parâmetro para a classificação da área de risco. O tempo eficaz de aviso permite com que as pessoas preparem a mobilização e a evacuação das zonas mais sensíveis, sendo este o fator primordial para a mitigação do efeito das cheias. A USBR (1999) adotou um critério para estimar a perda de vidas em função do tempo de alerta (Quadro 2 a seguir).

Quadro 1 – Número esperado de vítimas em função do tempo de alerta

Tempo de aviso (min)	Perda de vidas	Número esperado de vitimas
0 a 15	Significante	NEV= 50% no número de pessoas em risco
15 a 90	Potencialmente significativa	NEV= (número de pessoas em risco) ^{0,6}
Mais de 90	Perda de vidas virtualmente Eliminada	NEV= 0.0002 x número de pessoas em risco

Fonte: Adaptado de USBR, 1999.

Segundo Cestari (2013) a importância de uma submersão se deve à capacidade da cheia de provocar danos às pessoas, edificações e aos bens. Os principais parâmetros para classificar os danos são: a área atingida, a profundidade da cheia (H) e a sua velocidade de propagação (V). A ameaça provocada por esses fatores combinados corresponde ao risco hidrodinâmico calculado pela equação a seguir.

$$\text{Risco hidrodinâmico} = H \times V$$

Onde:

Risco hidrodinâmico = m^2/s

H = profundidade (m);

V = velocidade do fluxo (m/s)

De acordo com o estudo de Synaven et al. (2000), que teve como objetivo estabelecer valores para os quais as cheias provocam danos, obteve-se as seguintes referências do Quadro 2.

Quadro 2 – Consequências do Risco Hidrodinâmico

Risco Hidrodinâmico (m^2/s)	Consequências
<0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 – 1	Adultos são arrastados
1 – 3	Danos de submersão em edifícios e estruturais em casas fracas
3 – 7	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
> 7	Colapso de certos edifícios

Fonte: Adaptado de SYNAVEN, 2000.

Viseu (2006) estabeleceu critérios para graduação do risco em função da profundidade e da velocidade. Considera-se o fato de que na área inundada existam edificações para proteção das pessoas em diferentes profundidades. Este é o princípio de evacuação vertical, em que se considera que as pessoas podem se deslocar para pavimentos superiores na tentativa de evitar a cheia. Os Quadros 4 e 5 a seguir apresentam estas graduações.

Quadro 3 – Nível de perigo para seres humanos

Nível	Classe	Inundação Estática (H)	Inundação Dinâmica (HxV)
Reduzido	Verde	< 1 m	< 0,5 m^2/s
Médio	Amarelo	1 m – 3 m	0,5 m^2/s – 0,75 m^2/s
Importante	Laranja	3 m – 6 m	0,75 m^2/s – 1,0 m^2/s
Muito Importante	Vermelho	> 6 m	> 1,0 m^2/s

Fonte: Adaptado de VISEU, 1998

Quadro 4 – Nível de perigo para edificações

Nível	Classe	Inundação Dinâmica (HxV)	Velocidade (V)
Reduzido	Verde	< 3 m^2/s	< 2 m/s
Médio	Amarelo	3 m^2/s – 5 m^2/s	2 m/s – 4 m/s
Importante	Laranja	5 m^2/s – 7 m^2/s	4 m/s – 5,5 m/s
Muito Importante	Vermelho	> 7 m^2/s	> 5,5 m^2/s

Fonte: Adaptado de VISEU, 1998

O risco hidrodinâmico será avaliado somente para a condição de dimensionamento do Vertedouro, ou seja, TR 10.000 anos, e seguirá a legenda da Tabela 15 a seguir.

Tabela 4 – Legenda para Risco Hidrodinâmico

Risco Hidrodinâmico (m ² /s)	Consequências
< 0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 - 1	Adultos são arrastados
1 - 3	Danos de submersão em edifícios e estruturas em casas fracas
3-7	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
>7	Colapso de certos edifícios

5.2 Dados de entrada utilizados

5.2.1 Trecho da análise

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelece o trecho de análise da simulação do rompimento da Barragem deverá ser estendido até Barragem de jusante com capacidade de amortecimento da onda. Já a Agência Nacional de Águas – ANA no Volume IV - Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE, item 5.2.3 Extensão de Cálculo, da Agência Nacional das águas (ANA) que estabelece conforme descrito item 5.1.5, que resumidamente descreve:

- Fronteiras físicas, ou seja, a foz do rio no oceano, a seção de confluência com outro rio de maior dimensão ou um reservatório a jusante;
- População que se encontram com mais de três horas após rompimento não são consideradas áreas de risco;
- Volume Reservatório entre 3 - 50 hm³ - máx 25 km a jusante;
- A informação de rupturas históricas de barragens confirma estes fatos, indicando que uma grande percentagem das vítimas mortais ocorre nos primeiros 25 km, sendo que esta distância é ainda menor para as pequenas barragens.

Logo o trecho da análise definido para modelagem será compreendido entre a Reservatório da PCH Ombreiras até o município de Indiavaí com cerca de 71,40 km ao longo do Rio Juru atendendo todas as recomendações nacionais (ANEEL e ANA) e internacionais.

As características da Usina com barragem de média altura (36,50 m), médio volume do reservatório (49,36 hm³) e vale de jusante aberto dissipando a onda em menor tempo indicam que o critério e o trecho de análise estão de acordo com o preconizado na bibliografia.

5.2.2 Geografia da região e geometria do rio

Foram lançados no software dados de seção transversal em distâncias conforme locais onde foram obtidos níveis de água e de acordo com as mudanças percebidas na geografia da região de forma a se obter maior fidelidade na simulação.

O desenho OMB-C-SER-001-00-22 – Seções Restituição apresentado no Anexo IV apresenta a localização das seções transversais obtidas pela restituição.

A restituição completa do trecho foi obtida de acordo com desenhos de restituição parcial recebidos e ajustadas com curvas do Google nos trechos sem informações com uso de plataforma de desenho digital CAD, resultando em um arquivo com a topografia das margens do trecho do rio Jauru desde a montante do lago da PCH Ombreiras até Indivaí.

Para o lançamento de dados no software foram utilizadas as referências dos desenhos e documentos da Tabela a seguir:

Tabela 5 – Fontes da geometria do rio

Item	Nº Documentos	Elaboração	Descrição/Legenda
1	Restituição PCH Ombreiras	SAI	Perfilamento a Laser entre a Barragem PCH Ombreiras e o canal de fuga da PCH Indivaí
2	Restituição UHE Jauru	Geometrisa	Curvas de nível e imagem do trecho entre a barragem da UHE Jauru e a ponte da MT 248 em Indivaí

5.2.3 Geometria das barragens

5.2.3.1 Barragem Ombreiras

A barragem principal até o muro de abraço junto a tomada de água possui um comprimento total de 598,50 m e crista na elevação 394,50 m. A barragem nesse trecho possui seção de aterro compactado com núcleo de argila, proteção de enrocamento no paramento de montante e proteção vegetal no paramento de jusante. Junto ao muro de abraço, próximo a tomada de água, a seção também possui um trecho em enrocamento a jusante e montante, reduzindo a projeção dos taludes.

Já o fechamento da ombreira esquerda apresenta um comprimento total de 55 m com a barragem enrocamento com núcleo de argila (muro de fechamento e abraço) e barragem aterro compactado com núcleo de argila, crista na elevação 394,50 m.

O vertedouro possui duas comportas segmento de 10,10 x 7,00 m, crista na El. 383,00 m e movimentação por sistema hidráulico. Dimensionado para extravasar a cheia de recorrência decamilenar equivalente a 805 m³/s (conforme ficha técnica da PCH Ombreiras), com sobrelevação de 9,70 m, mantendo 1,80 m de borda livre. A estrutura apresenta-se com paramentos de montante e jusante inclinado em 1,00 H:1,00 V. O Nível máximo normal para 392,00 m e Nível máximo maximorun é de 392,70 m. Para o lançamento de dados no software foram utilizadas as referências dos desenhos da Tabela 3 abaixo.

Tabela 6 – Fontes da geometria da Barragem (Anexo I – Documentos De Referência)

Item	Nº Documentos	Elaboração	Descrição/Legenda
1	PJ-0376-E3-GR-DE-0020-0	PCE	Arranjo Geral - Planta
2	PJ-0376-E3-VT-DE-0001-0		Arranjo Geral – Vertedouro – Plantas e Seção
3	PJ-0376-E3-BA-DE-0007-1		Barragem Principal Leito do Rio – Aterro - Planta
4	PJ-0376-E3-BA-DE-0008-1		Barragem Principal Leito do Rio – Aterro – Seções 1-1 e 2-2
5	PJ-0376-E3-BA-DE-0009-3		Barragem Principal Leito do Rio – Aterro – Seções 3-3 e 4-4
6	PJ-0376-E3-BA-DE-0010-3		Barragem Principal Leito do Rio – Aterro – Seções 5-5 a 7-7
7	PJ-0376-E3-BA-DE-0011-4		Barragem Principal Leito do Rio – Aterro – Seções 8-8 a 10-10
8	PJ-0376-E3-BE-DE-0004-2		Barragem Principal Margem Esquerda – Aterro – Planta
9	PJ-0376-E3-BE-DE-0005-2		Barragem Principal Margem Esquerda – Aterro – Seções
10	PJ-0376-E3-BE-DE-0013-0		Barragem Principal Margem Esquerda – Abraço Muro de Transição Direito – Plantas nas El. 393,00 e 394,50
11	PJ-0376-E3-BE-DE-0014-0		Barragem Principal Margem Esquerda – Abraço Muro de Transição Direito – Seções
12	PJ-0376-E3-BE-DE-0015-0		Barragem Principal Margem Esquerda – Abraço Muro de Transição Direito – Seções
13	PJ-0376-E3-BD-DE-0003-3		Barragem Principal Margem Direita – Aterro - Planta
14	PJ-0376-E3-BD-DE-0004-4		Barragem Principal Margem Direita – Aterro - Seções

O reservatório foi inserido logo a montante do barramento com dados cota x área x volume do projeto.

5.2.3.2 Barragens Jusante

A jusante da PCH Ombreiras está implantada quatro usinas Hidrelétricas com as seguintes Barragens:

- **UHE Jauru** - Barragem de enrocamento com núcleo de argila com cota de proteção na EL. 360,50 m e altura máx de 46,00 m e vertedouro de soleira livre de 78,75 m de comprimento e cota soleira EL. 355,00 m; Nível máximo normal de 355,00 m.
- **PCH Indiavaí** - Barragem de enrocamento com núcleo de argila com cota de proteção na EL. 252,40 m e altura máx. 37 m e vertedouro de soleira livre com diferentes trechos: 27,00 m de comprimento e crista na elevação 251,00 m, 65,00 m de comprimento e crista na elevação 249,00 m e 68,00 m de comprimento e crista na elevação 247,30 m. Nível máximo normal de 247,30 m.
- **PCH Salto** - Barragem de enrocamento com núcleo de argila com cota de proteção na EL. 215,50 m e altura ~18 m e vertedouro lateral de soleira livre com 60,00 m de comprimento e crista na elevação 211,48 m. Nível máximo normal de 211,48 m.

- **PCH Figueirópolis** - Barragem de concreto com cota de proteção na EL. 193,50 m e altura máx 27,70 m e vertedouro labirinto com comprimento total de 180 m e crista na elevação 190,00 m. Nível máximo normal de 190,00 m.

5.2.4 Hidrograma de Cheias

O presente capítulo tem por finalidade apresentar os estudos hidrológicos realizados para a obtenção do Hidrograma de Cheias para os diferentes tempos de recorrência calculados em relação a área da bacia hidrográfica obtida no eixo do barramento da PCH Ombreiras, localizada no rio Jauru. A PCH Ombreiras se localiza no município de Araputanga no estado do Mato Grosso. Atualmente é a segunda hidrelétrica implantada no rio Jauru a montante da UHE Jauru.

5.2.4.1 Vazões de Cheias PCH Ombreiras

Os estudos hidrológicos realizados no RPS permitiram a obtenção da vazão máxima média diária ao longo de todos os meses do período de estudo para o local da barragem da PCH Ombreiras. Os valores estão indicados na Tabela 7 abaixo com destaque ao mês em que ocorre o maior valor anual de vazão e indicado na última coluna (máximo).

Tabela 7 – Vazão Máxima Média Diária – PCH Ombreiras

Vazão Máxima Diária Mensal - PCH Ombreiras (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Máximo
1980	109,86	165,28	245,44	335,50	90,06	116,78	78,19	73,24	78,19	75,22	115,79	93,03	335,50
1981	114,80	246,43	134,60	97,98	98,97	81,15	77,20	74,23	76,21	81,15	96,00	217,73	246,43
1982	119,75	280,08	217,73	164,29	106,89	84,12	78,19	78,19	96,00	91,05	125,69	150,43	280,08
1983	185,07	283,05	111,83	114,80	126,68	101,94	96,99	74,23	71,26	79,17	102,93	90,06	283,05
1984	101,94	91,05	109,86	186,06	107,88	80,16	71,26	67,30	71,26	81,15	96,00	149,44	186,06
1985	137,57	199,92	289,98	266,23	94,02	80,16	79,17	72,25	76,21	92,04	83,13	90,06	289,98
1986	91,05	98,97	117,77	192,99	130,64	87,09	76,21	78,19	82,14	75,22	81,15	86,10	192,99
1987	93,03	112,82	110,84	140,54	113,81	73,24	73,24	65,32	62,35	62,35	92,04	114,80	140,54
1988	147,46	232,58	187,05	151,42	150,43	89,07	75,22	85,11	71,26	72,25	84,12	114,80	232,58
1989	96,00	101,94	117,77	113,81	114,80	83,13	84,12	78,19	78,19	74,23	79,17	87,09	117,77
1990	139,55	149,44	107,88	185,07	192,99	90,06	74,23	68,29	88,08	69,28	79,17	102,93	192,99
1991	112,82	143,50	103,92	153,40	150,43	109,86	73,24	70,27	75,22	77,20	110,84	92,04	153,40
1992	106,89	133,61	148,45	168,25	103,92	85,11	76,21	80,16	79,17	81,15	85,11	86,10	168,25
1993	120,74	300,86	108,87	95,01	104,91	91,05	83,13	80,16	90,06	73,24	93,03	191,01	300,86
1994	140,54	410,72	103,92	113,81	91,05	76,21	72,25	68,29	73,24	184,08	143,50	165,28	410,72
1995	140,54	410,72	118,76	96,00	122,72	118,76	74,23	68,29	67,30	70,27	96,99	422,60	422,60
1996	93,03	101,94	172,21	134,60	86,10	79,17	71,26	70,27	70,27	73,24	96,99	114,80	172,21
1997	157,36	103,92	98,97	97,98	96,00	82,14	75,22	69,28	71,26	92,04	76,21	82,14	157,36
1998	128,66	284,04	172,21	135,59	83,13	78,19	70,27	87,09	71,26	124,70	249,40	115,79	284,04
1999	106,89	97,98	233,57	95,01	85,11	71,26	71,26	65,32	69,28	66,31	95,01	96,00	233,57
2000	82,14	90,06	204,87	110,84	89,07	70,27	68,29	67,30	65,32	70,27	75,22	90,06	204,87
2001	221,69	84,12	274,14	277,11	75,22	73,24	68,29	63,34	63,34	63,34	73,24	98,97	277,11
2002	81,15	80,16	206,84	270,18	69,28	74,23	68,29	70,27	65,32	192,00	66,90	86,10	270,18
2003	102,43	100,95	92,83	125,29	77,59	74,42	65,42	62,05	72,84	73,34	68,78	89,76	125,29
2004	82,94	82,44	87,39	89,27	80,66	69,48	76,21	66,11	61,56	72,64	117,97	94,32	117,97
2005	90,85	102,73	91,94	89,27	77,69	65,62	74,13	67,99	91,25	70,56	83,53	81,15	102,73
2006	90,36	99,86	94,71	98,87	81,35	79,08	73,63	62,75	75,81	86,99	81,06	101,54	101,54
2007	116,09	113,71	110,94	96,00	80,16	70,76	71,65	68,49	67,69	81,15	87,88	83,73	116,09
2008	88,68	92,44	123,51	94,02	87,09	78,28	70,66	66,51	66,11	69,97	74,23	81,35	123,51
2009	86,50	102,73	102,83	94,02	82,94	72,35	69,87	65,32	65,52	67,50	72,74	89,37	102,83

Vazão Máxima Diária Mensal - PCH Ombreiras (m³/s)

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Máximo
2010	77,39	98,37	100,55	95,31	75,71	71,06	62,65	59,68	62,85	67,20	73,43	74,23	100,55
2011	115,40	109,95	103,92	107,08	83,73	67,30	64,82	61,86	63,74	76,11	87,29	75,41	115,40
2012	80,26	96,20	118,27	93,13	102,73	91,94	65,32	61,86	73,63	67,79	79,67	89,07	118,27
2013	96,10	127,17	100,45	93,82	83,63	78,88	79,17	66,11	75,91	81,65	89,37	82,94	127,17
2014	98,47	135,78	128,56	107,08	125,69	82,54	79,47	73,93	80,16	84,72	87,09	94,22	135,78
2015	106,69	93,03	98,77	98,57	90,06	84,32	75,32	75,71	70,96	75,22	89,86	83,53	106,69
2016	102,33	117,08	117,18	100,26	79,97	74,23	68,29	78,58	73,63	89,27	96,20	96,00	117,18
2017	102,53	140,24	117,38	101,34	91,25	86,00	73,53	87,59	69,97	85,71	93,33	112,63	140,24
2018	117,57	104,41	114,11	119,65	89,37	73,63	69,28	69,08	69,48	77,59	99,96	103,42	119,65
2019	104,91	133,90	97,88	112,63	110,55	89,86	70,47	73,04	88,18	75,91	89,57	99,07	133,90
2020	89,07	106,69	90,56	78,68	73,34	66,61	81,35	64,33	68,49	69,57	72,74	76,40	106,69
2021	104,41	90,56	103,72	87,98	68,98	65,81	60,37	56,51	56,81	63,04	82,94	85,21	104,41
2022	105,20	109,56	92,04	76,70	75,32	58,99	60,96	59,78	59,78	94,02			109,56
Média	111,32	147,93	134,54	131,52	97,72	80,87	73,22	70,27	72,71	82,58	93,46	110,26	422,60

Com os valores de vazão máxima anual disponíveis foram calculadas as vazões extremas que para a PCH Ombreiras foi realizado pela distribuição de Gumbel, devido a assimetria menor que 1,5. Os resultados obtidos também estão indicados na Tabela 8 abaixo.

Tabela 8 – Vazões Máximas para diversos Tempos de Recorrência e Parâmetros Cálculo

Vazão Máx TR anos	Ombreiras (m³/s)
5	234,43
10	284,99
25	348,87
50	396,27
100	443,31
500	552,02
1.000	598,76
10.000	753,93

Distribuição Gumbel	
Parametros	Ombreiras
Média	183,22
Assimetria	1,16
Desvio Padrão	86,38
alfa	67,38
mi	133,36

No cálculo da vazão instantânea, ou vazão de pico, é necessário realizar a correção das vazões máximas diárias pelo coeficiente de Fuller, que está relacionado a área da bacia hidrográfica. Na PCH Ombreiras com a área de drenagem de 4.771 km² o coeficiente de Fuller resultante é de 1,205. A Tabela 9 indica a vazão máxima instantânea para tempos de recorrência (TR).

Tabela 9 – Vazão Máxima Instantânea para diferentes TR – PCH Ombreiras

Vazão Máx inst TR anos	Ombreiras (m³/s)
5	296,33
10	360,25
25	441,00
50	500,91
100	560,38
500	697,80
1.000	756,88
10.000	953,03

A dren km²	<input type="text" value="2207"/>
Coefficiente Fuller	<input type="text" value="1,264"/>

5.2.4.2 Hidrograma de cheias

Para calcular o efeito das cheias e da ruptura da barragem na topografia da área de influência da PCH Ombreiras foi utilizada a metodologia do hidrograma unitário adimensional baseado nas 15 maiores cheias da bacia. Para a bacia do rio Jauru foi estimado o tempo de concentração da cheia em 132 horas com a dissipação em 192 horas. Assim sendo o período de estudo se inicia em 12 h e segue de 24 em 24 horas até 324 horas. Na Tabela 10 abaixo tem-se os valores das 15 maiores cheias na bacia do rio Jauru na PCH Ombreiras e o ano em que a cheia ocorreu, segundo o tratamento estatístico dos dados.

Tabela 10 – 18 maiores cheias no local da PCH Ombreiras

Ano	Q (m ³ /s)	Ano	Q (m ³ /s)
1995	422,60	2001	277,11
1994	410,72	2002	270,18
1980	335,50	1981	246,43
1993	300,86	1999	233,57
1985	289,98	1988	232,58
1998	284,04	2000	204,87
1983	283,05	1986	192,99
1982	280,08		

O processo de obtenção do hidrograma consiste em selecionar as 15 maiores cheias, selecionar os dados considerando o pico da cheia em 132 h e nos dados de vazão diária recuar até o momento 12 horas e avançar até o momento 324 horas lançando os dados de vazão de 24 em 24 horas. Na Tabela 11 abaixo estão os valores obtidos da tabela de vazão diária.

Tabela 11 – Desenvolvimento das vazões ao longo do período do hidrograma

Horas	12	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324
Q (m ³ /s)	70,27	69,28	171,22	178,14	85,11	422,60	322,64	211,79	104,91	102,93	103,92	108,87	109,86	100,95
	83,13	91,05	117,77	137,57	112,82	410,72	274,14	211,79	98,97	97,98	93,03	93,03	90,06	96,99
	108,87	100,95	96,00	97,98	104,91	335,50	223,67	161,32	144,49	121,73	115,79	111,83	100,95	96,00
	96,99	106,89	102,93	111,83	110,84	300,86	170,23	111,83	106,89	104,91	106,89	106,89	100,95	100,95
	180,12	186,06	199,92	215,75	289,98	289,98	260,29	233,57	114,80	90,06	99,96	105,90	113,81	115,79
	96,99	94,02	87,09	91,05	107,88	284,04	139,55	97,98	133,61	132,62	132,62	127,67	134,60	147,46
	96,00	99,96	96,99	98,97	102,93	283,05	169,24	148,45	178,14	153,40	127,67	119,75	113,81	111,83
	167,26	129,65	105,90	194,97	126,68	280,08	261,28	177,15	211,79	152,41	217,73	152,41	183,09	203,88
	81,15	81,15	88,08	93,03	96,00	277,11	176,16	99,96	92,04	90,06	87,09	93,03	82,14	79,17
	76,21	76,21	79,17	77,20	86,10	270,18	88,08	65,32	66,31	66,31	66,31	67,30	67,30	69,28
	101,94	101,94	107,88	115,79	185,07	246,43	167,26	143,50	134,60	124,70	113,81	109,86	106,89	117,77
	96,00	93,03	96,00	96,99	99,96	233,57	120,74	102,93	149,44	99,96	96,99	107,88	96,00	99,96
	149,44	152,41	159,34	173,20	202,89	232,58	186,06	159,34	141,53	128,66	128,66	130,64	141,53	153,40
	96,00	92,04	93,03	96,00	110,84	204,87	113,81	96,99	86,10	85,11	85,11	88,08	87,09	86,10
	112,82	100,95	175,17	184,08	192,00	192,99	164,29	164,29	132,62	132,62	133,61	129,65	113,81	115,79

Os valores da vazão do momento entre 12 e 324 horas são divididos pelo valor da cheia correspondente que está em 132 horas e lançados na tabela dos valores de cheia adimensional onde o valor do pico corresponde ao coeficiente de Füller. A Tabela abaixo apresenta os valores

adimensionais para as 18 maiores distribuições de vazão na bacia e a média das distribuições para um mesmo período de horas.

Tabela 12 – Distribuição adimensional de vazões

Horas	12	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324
Q ADM	0,1663	0,1639	0,4052	0,4215	0,2014	1,2641	0,7635	0,5012	0,2482	0,2436	0,2459	0,2576	0,2600	0,2389
	0,2024	0,2217	0,2867	0,3349	0,2747	1,2641	0,6675	0,5157	0,2410	0,2386	0,2265	0,2265	0,2193	0,2361
	0,3245	0,3009	0,2861	0,2920	0,3127	1,2641	0,6667	0,4808	0,4307	0,3628	0,3451	0,3333	0,3009	0,2861
	0,3224	0,3553	0,3421	0,3717	0,3684	1,2641	0,5658	0,3717	0,3553	0,3487	0,3553	0,3553	0,3355	0,3355
	0,6212	0,6416	0,6894	0,7440	1,0000	1,2641	0,8976	0,8055	0,3959	0,3106	0,3447	0,3652	0,3925	0,3993
	0,3415	0,3310	0,3066	0,3206	0,3798	1,2641	0,4913	0,3449	0,4704	0,4669	0,4669	0,4495	0,4739	0,5192
	0,3392	0,3531	0,3427	0,3497	0,3636	1,2641	0,5979	0,5245	0,6294	0,5420	0,4510	0,4231	0,4021	0,3951
	0,5972	0,4629	0,3781	0,6961	0,4523	1,2641	0,9329	0,6325	0,7562	0,5442	0,7774	0,5442	0,6537	0,7279
	0,2929	0,2929	0,3179	0,3357	0,3464	1,2641	0,6357	0,3607	0,3321	0,3250	0,3143	0,3357	0,2964	0,2857
	0,2821	0,2821	0,2930	0,2857	0,3187	1,2641	0,3260	0,2418	0,2454	0,2454	0,2454	0,2491	0,2491	0,2564
	0,4137	0,4137	0,4378	0,4699	0,7510	1,2641	0,6787	0,5823	0,5462	0,5060	0,4618	0,4458	0,4337	0,4779
	0,4110	0,3983	0,4110	0,4153	0,4280	1,2641	0,5169	0,4407	0,6398	0,4280	0,4153	0,4619	0,4110	0,4280
	0,6426	0,6553	0,6851	0,7447	0,8723	1,2641	0,8000	0,6851	0,6085	0,5532	0,5532	0,5617	0,6085	0,6596
	0,4686	0,4493	0,4541	0,4686	0,5411	1,2641	0,5556	0,4734	0,4203	0,4155	0,4155	0,4300	0,4251	0,4203
	0,5846	0,5231	0,9077	0,9538	0,9949	1,2641	0,8513	0,8513	0,6872	0,6872	0,6923	0,6718	0,5897	0,6000
Horas	12	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324
Média	0,4007	0,3897	0,4362	0,4803	0,5070	1,2641	0,6632	0,5208	0,4671	0,4145	0,4207	0,4074	0,4034	0,4177

O Gráfico 2 mostra a distribuição adimensional das vazões ao longo das 324 horas do hidrograma e o hidrograma médio obtido pelas médias de todos os adimensionais para um mesmo período do hidrograma. A distribuição da média é a mais importante para o cálculo do hidrograma de cheia pois como pode-se observar algumas vazões possuem variação diferente do esperado, isso pode ser explicado por picos de chuva em intervalos variados que fazem com que a vazão também ocorra em picos. Realizando a média das 15 maiores vazões esses picos se distribuem e resultam em um hidrograma mais uniforme.

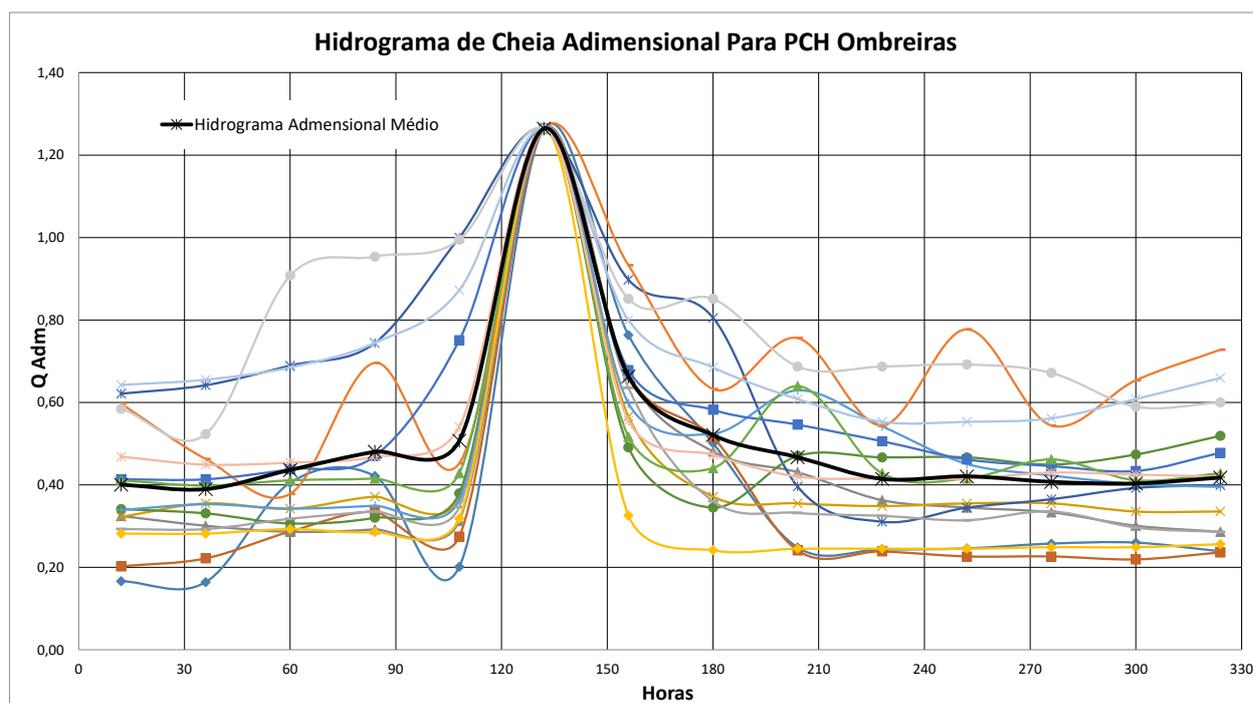


Gráfico 2 – Hidrograma de Cheias adimensionais

Para a obtenção do hidrograma final de cheia para os diferentes tempos de recorrência se utiliza os valores de cheia normal para os diversos tempos de recorrência e multiplicamos pelo valor do hidrograma médio no correspondente período com interpolação para se obter as vazões de hora em hora obtendo-se assim as vazões ao longo de todo o período estimado para o hidrograma e para todos os tempos de recorrência determinados.

A Tabela 13 apresenta o hidrograma de cheias para o rio Preto no local da barragem da PCH Ombreiras para os tempos de recorrência de 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1.000 e 10.000 anos.

Tabela 13 – Hidrograma de Cheias PCH Ombreiras

Hidrogramas de Cheias Para Diferentes Tempos de Recorrência - PCH Ombreiras										
Dias	horas	Q Adm	5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
			234,43	284,99	348,87	396,27	443,31	552,02	598,76	753,93
Dia 01	12	0,401	93,92	114,18	139,78	158,77	177,61	221,17	239,90	302,07
	13	0,400	93,82	114,05	139,62	158,59	177,41	220,92	239,62	301,72
	14	0,400	93,71	113,92	139,46	158,40	177,21	220,66	239,35	301,38
	15	0,399	93,60	113,79	139,30	158,22	177,01	220,41	239,07	301,03
	16	0,399	93,49	113,66	139,14	158,04	176,80	220,16	238,80	300,69
	17	0,398	93,39	113,53	138,98	157,86	176,60	219,91	238,52	300,34
	18	0,398	93,28	113,40	138,82	157,68	176,40	219,65	238,25	300,00
	19	0,397	93,17	113,27	138,66	157,50	176,19	219,40	237,98	299,65
	20	0,397	93,07	113,14	138,50	157,31	175,99	219,15	237,70	299,30
	21	0,397	92,96	113,01	138,34	157,13	175,79	218,90	237,43	298,96
	22	0,396	92,85	112,88	138,18	156,95	175,58	218,64	237,15	298,61
	23	0,396	92,74	112,75	138,02	156,77	175,38	218,39	236,88	298,27
	24	0,395	92,64	112,62	137,86	156,59	175,18	218,14	236,61	297,92
	1	0,395	92,53	112,49	137,70	156,41	174,98	217,88	236,33	297,58
	2	0,394	92,42	112,36	137,54	156,23	174,77	217,63	236,06	297,23
	3	0,394	92,31	112,22	137,38	156,04	174,57	217,38	235,78	296,89
	4	0,393	92,21	112,09	137,22	155,86	174,37	217,13	235,51	296,54
	5	0,393	92,10	111,96	137,06	155,68	174,16	216,87	235,23	296,20
	6	0,392	91,99	111,83	136,90	155,50	173,96	216,62	234,96	295,85
	7	0,392	91,88	111,70	136,74	155,32	173,76	216,37	234,69	295,51
	8	0,391	91,78	111,57	136,58	155,14	173,56	216,12	234,41	295,16
	9	0,391	91,67	111,44	136,42	154,96	173,35	215,86	234,14	294,82
10	0,391	91,56	111,31	136,26	154,77	173,15	215,61	233,86	294,47	
11	0,390	91,46	111,18	136,10	154,59	172,95	215,36	233,59	294,13	
12	0,390	91,35	111,05	135,94	154,41	172,74	215,10	233,32	293,78	
Dia 02	13	0,392	91,80	111,60	136,62	155,18	173,60	216,18	234,48	295,24
	14	0,394	92,26	112,16	137,30	155,95	174,46	217,25	235,64	296,71
	15	0,395	92,71	112,71	137,97	156,72	175,32	218,32	236,80	298,17
	16	0,397	93,17	113,26	138,65	157,49	176,18	219,39	237,96	299,63
	17	0,399	93,62	113,82	139,33	158,26	177,04	220,46	239,12	301,10
	18	0,401	94,08	114,37	140,01	159,03	177,90	221,53	240,29	302,56
	19	0,403	94,53	114,92	140,68	159,79	178,76	222,60	241,45	304,02
	20	0,405	94,99	115,47	141,36	160,56	179,62	223,67	242,61	305,48
	21	0,407	95,44	116,03	142,04	161,33	180,48	224,74	243,77	306,95
	22	0,409	95,90	116,58	142,71	162,10	181,34	225,81	244,93	308,41

Hidrogramas de Cheias Para Diferentes Tempos de Recorrência - PCH Ombreiras										
Dias	horas	Q Adm	5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
			234,43	284,99	348,87	396,27	443,31	552,02	598,76	753,93
Dia 02	23	0,411	96,35	117,13	143,39	162,87	182,20	226,89	246,09	309,87
	24	0,413	96,81	117,69	144,07	163,64	183,06	227,96	247,26	311,34
	1	0,415	97,26	118,24	144,74	164,41	183,92	229,03	248,42	312,80
	2	0,417	97,72	118,79	145,42	165,18	184,79	230,10	249,58	314,26
	3	0,419	98,17	119,34	146,10	165,94	185,65	231,17	250,74	315,72
	4	0,421	98,63	119,90	146,77	166,71	186,51	232,24	251,90	317,19
	5	0,423	99,08	120,45	147,45	167,48	187,37	233,31	253,07	318,65
	6	0,425	99,54	121,00	148,13	168,25	188,23	234,38	254,23	320,11
	7	0,427	99,99	121,56	148,81	169,02	189,09	235,45	255,39	321,57
	8	0,428	100,44	122,11	149,48	169,79	189,95	236,53	256,55	323,04
	9	0,430	100,90	122,66	150,16	170,56	190,81	237,60	257,71	324,50
10	0,432	101,35	123,22	150,84	171,33	191,67	238,67	258,87	325,96	
11	0,434	101,81	123,77	151,51	172,10	192,53	239,74	260,04	327,43	
Dia 03	12	0,436	102,26	124,32	152,19	172,86	193,39	240,81	261,20	328,89
	13	0,438	102,69	124,84	152,83	173,59	194,20	241,82	262,30	330,27
	14	0,440	103,12	125,37	153,47	174,32	195,01	242,84	263,40	331,66
	15	0,442	103,56	125,89	154,11	175,05	195,83	243,85	264,49	333,04
	16	0,444	103,99	126,41	154,75	175,77	196,64	244,86	265,59	334,42
	17	0,445	104,42	126,94	155,39	176,50	197,45	245,88	266,69	335,81
	18	0,447	104,85	127,46	156,03	177,23	198,27	246,89	267,79	337,19
	19	0,449	105,28	127,98	156,67	177,96	199,08	247,90	268,89	338,58
	20	0,451	105,71	128,51	157,31	178,68	199,90	248,92	269,99	339,96
	21	0,453	106,14	129,03	157,95	179,41	200,71	249,93	271,09	341,34
	22	0,455	106,57	129,55	158,59	180,14	201,52	250,94	272,19	342,73
23	0,456	107,00	130,08	159,23	180,87	202,34	251,96	273,29	344,11	
24	0,458	107,43	130,60	159,87	181,59	203,15	252,97	274,39	345,49	
1	0,460	107,86	131,12	160,51	182,32	203,96	253,98	275,48	346,88	
2	0,462	108,29	131,64	161,15	183,05	204,78	254,99	276,58	348,26	
3	0,464	108,72	132,17	161,80	183,77	205,59	256,01	277,68	349,65	
4	0,466	109,15	132,69	162,44	184,50	206,41	257,02	278,78	351,03	
5	0,467	109,58	133,21	163,08	185,23	207,22	258,03	279,88	352,41	
6	0,469	110,01	133,74	163,72	185,96	208,03	259,05	280,98	353,80	
7	0,471	110,44	134,26	164,36	186,68	208,85	260,06	282,08	355,18	
8	0,473	110,87	134,78	165,00	187,41	209,66	261,07	283,18	356,57	
9	0,475	111,30	135,31	165,64	188,14	210,47	262,09	284,28	357,95	
10	0,477	111,73	135,83	166,28	188,87	211,29	263,10	285,38	359,33	
11	0,478	112,16	136,35	166,92	189,59	212,10	264,11	286,47	360,72	
Dia 04	12	0,480	112,59	136,88	167,56	190,32	212,91	265,13	287,57	362,10
	13	0,481	112,85	137,19	167,95	190,76	213,41	265,74	288,24	362,94
	14	0,483	113,11	137,51	168,34	191,20	213,90	266,36	288,91	363,78
	15	0,484	113,37	137,83	168,72	191,64	214,40	266,97	289,57	364,62
	16	0,485	113,64	138,15	169,11	192,09	214,89	267,59	290,24	365,46
	17	0,486	113,90	138,46	169,50	192,53	215,38	268,20	290,91	366,30
	18	0,487	114,16	138,78	169,89	192,97	215,88	268,82	291,58	367,14
	19	0,488	114,42	139,10	170,28	193,41	216,37	269,43	292,24	367,98
	20	0,489	114,68	139,41	170,67	193,85	216,87	270,05	292,91	368,82
	21	0,490	114,94	139,73	171,06	194,29	217,36	270,66	293,58	369,66
	22	0,491	115,20	140,05	171,44	194,73	217,85	271,28	294,24	370,50

Hidrogramas de Cheias Para Diferentes Tempos de Recorrência - PCH Ombreiras										
Dias	horas	Q Adm								
			5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
			234,43	284,99	348,87	396,27	443,31	552,02	598,76	753,93
	23	0,493	115,46	140,37	171,83	195,18	218,35	271,89	294,91	371,34
	24	0,494	115,72	140,68	172,22	195,62	218,84	272,51	295,58	372,18
	1	0,495	115,99	141,00	172,61	196,06	219,33	273,12	296,24	373,02
	2	0,496	116,25	141,32	173,00	196,50	219,83	273,74	296,91	373,86
	3	0,497	116,51	141,64	173,39	196,94	220,32	274,35	297,58	374,70
	4	0,498	116,77	141,95	173,78	197,38	220,82	274,97	298,25	375,54
	5	0,499	117,03	142,27	174,16	197,82	221,31	275,58	298,91	376,38
	6	0,500	117,29	142,59	174,55	198,27	221,80	276,20	299,58	377,22
	7	0,501	117,55	142,91	174,94	198,71	222,30	276,81	300,25	378,06
	8	0,503	117,81	143,22	175,33	199,15	222,79	277,43	300,91	378,90
	9	0,504	118,08	143,54	175,72	199,59	223,29	278,04	301,58	379,74
	10	0,505	118,34	143,86	176,11	200,03	223,78	278,66	302,25	380,58
	11	0,506	118,60	144,18	176,50	200,47	224,27	279,27	302,91	381,42
	12	0,507	118,86	144,49	176,89	200,91	224,77	279,89	303,58	382,26
	13	0,539	126,25	153,48	187,89	213,41	238,75	297,30	322,47	406,04
	14	0,570	133,65	162,47	198,90	225,91	252,73	314,71	341,36	429,82
	15	0,602	141,04	171,46	209,90	238,41	266,72	332,12	360,24	453,60
	16	0,633	148,44	180,45	220,91	250,91	280,70	349,54	379,13	477,39
	17	0,665	155,83	189,44	231,91	263,41	294,69	366,95	398,02	501,17
	18	0,696	163,23	198,43	242,91	275,91	308,67	384,36	416,91	524,95
	19	0,728	170,62	207,42	253,92	288,41	322,65	401,78	435,79	548,73
	20	0,759	178,02	216,41	264,92	300,91	336,64	419,19	454,68	572,51
	21	0,791	185,41	225,40	275,93	313,41	350,62	436,60	473,57	596,30
	22	0,822	192,81	234,39	286,93	325,91	364,61	454,02	492,45	620,08
	23	0,854	200,20	243,38	297,94	338,41	378,59	471,43	511,34	643,86
	24	0,886	207,60	252,37	308,94	350,91	392,57	488,84	530,23	667,64
	1	0,917	214,99	261,36	319,95	363,41	406,56	506,26	549,12	691,43
	2	0,949	222,39	270,35	330,95	375,91	420,54	523,67	568,00	715,21
	3	0,980	229,78	279,34	341,96	388,41	434,53	541,08	586,89	738,99
	4	1,012	237,18	288,33	352,96	400,91	448,51	558,49	605,78	762,77
	5	1,043	244,57	297,32	363,97	413,41	462,49	575,91	624,67	786,55
	6	1,075	251,97	306,31	374,97	425,91	476,48	593,32	643,55	810,34
	7	1,106	259,36	315,30	385,98	438,41	490,46	610,73	662,44	834,12
	8	1,138	266,75	324,29	396,98	450,91	504,44	628,15	681,33	857,90
	9	1,169	274,15	333,28	407,99	463,41	518,43	645,56	700,22	881,68
	10	1,201	281,54	342,27	418,99	475,91	532,41	662,97	719,10	905,46
	11	1,233	288,94	351,26	430,00	488,41	546,40	680,39	737,99	929,25
	12	1,264	296,33	360,25	441,00	500,91	560,38	697,80	756,88	953,03
	13	1,239	290,46	353,11	432,27	490,99	549,28	683,98	741,89	934,15
	14	1,214	284,59	345,98	423,53	481,07	538,18	670,16	726,89	915,27
	15	1,189	278,72	338,84	414,80	471,15	527,08	656,33	711,90	896,40
	16	1,164	272,85	331,71	406,06	461,23	515,98	642,51	696,91	877,52
	17	1,139	266,99	324,57	397,33	451,30	504,88	628,69	681,92	858,64
	18	1,114	261,12	317,43	388,59	441,38	493,78	614,87	666,93	839,76
	19	1,089	255,25	310,30	379,86	431,46	482,68	601,05	651,93	820,89
	20	1,064	249,38	303,16	371,12	421,54	471,58	587,22	636,94	802,01
	21	1,039	243,51	296,03	362,39	411,62	460,48	573,40	621,95	783,13
	22	1,014	237,64	288,89	353,65	401,69	449,38	559,58	606,96	764,25

Hidrogramas de Cheias Para Diferentes Tempos de Recorrência - PCH Ombreiras										
Dias	horas	Q Adm								
			5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
			234,43	284,99	348,87	396,27	443,31	552,02	598,76	753,93
	23	0,989	231,77	281,75	344,92	391,77	438,28	545,76	591,96	745,38
	24	0,964	225,90	274,62	336,18	381,85	427,18	531,94	576,97	726,50
	1	0,939	220,03	267,48	327,44	371,93	416,08	518,11	561,98	707,62
	2	0,914	214,16	260,35	318,71	362,01	404,98	504,29	546,99	688,74
	3	0,889	208,29	253,21	309,97	352,08	393,88	490,47	532,00	669,87
	4	0,863	202,42	246,08	301,24	342,16	382,78	476,65	517,00	650,99
	5	0,838	196,55	238,94	292,50	332,24	371,68	462,83	502,01	632,11
	6	0,813	190,68	231,80	283,77	322,32	360,58	449,01	487,02	613,23
	7	0,788	184,81	224,67	275,03	312,39	349,48	435,18	472,03	594,36
	8	0,763	178,94	217,53	266,30	302,47	338,38	421,36	457,04	575,48
	9	0,738	173,07	210,40	257,56	292,55	327,28	407,54	442,04	556,60
	10	0,713	167,20	203,26	248,83	282,63	316,18	393,72	427,05	537,72
	11	0,688	161,33	196,13	240,09	272,71	305,08	379,90	412,06	518,85
	12	0,663	155,46	188,99	231,36	262,78	293,98	366,07	397,07	499,97
	13	0,657	154,07	187,30	229,29	260,43	291,35	362,80	393,52	495,50
	14	0,651	152,68	185,61	227,22	258,08	288,72	359,53	389,96	491,03
	15	0,645	151,29	183,92	225,15	255,73	286,09	356,25	386,41	486,55
	16	0,639	149,90	182,23	223,08	253,38	283,46	352,98	382,86	482,08
	17	0,633	148,51	180,54	221,01	251,03	280,84	349,70	379,31	477,61
	18	0,628	147,12	178,85	218,94	248,68	278,21	346,43	375,76	473,14
	19	0,622	145,73	177,16	216,87	246,33	275,58	343,15	372,21	468,67
	20	0,616	144,34	175,47	214,80	243,98	272,95	339,88	368,66	464,20
	21	0,610	142,95	173,78	212,73	241,63	270,32	336,61	365,10	459,72
	22	0,604	141,56	172,09	210,66	239,28	267,69	333,33	361,55	455,25
Dia 07	23	0,598	140,17	170,40	208,59	236,93	265,06	330,06	358,00	450,78
	24	0,592	138,77	168,71	206,52	234,58	262,43	326,78	354,45	446,31
	1	0,586	137,38	167,02	204,46	232,23	259,80	323,51	350,90	441,84
	2	0,580	135,99	165,33	202,39	229,88	257,17	320,24	347,35	437,37
	3	0,574	134,60	163,64	200,32	227,53	254,54	316,96	343,80	432,89
	4	0,568	133,21	161,95	198,25	225,18	251,91	313,69	340,25	428,42
	5	0,562	131,82	160,25	196,18	222,83	249,28	310,41	336,69	423,95
	6	0,556	130,43	158,56	194,11	220,48	246,65	307,14	333,14	419,48
	7	0,550	129,04	156,87	192,04	218,13	244,02	303,87	329,59	415,01
	8	0,545	127,65	155,18	189,97	215,78	241,39	300,59	326,04	410,54
	9	0,539	126,26	153,49	187,90	213,43	238,77	297,32	322,49	406,06
	10	0,533	124,87	151,80	185,83	211,08	236,14	294,04	318,94	401,59
	11	0,527	123,48	150,11	183,76	208,73	233,51	290,77	315,39	397,12
Dia 08	12	0,521	122,09	148,42	181,69	206,38	230,88	287,49	311,83	392,65
	13	0,519	121,57	147,79	180,91	205,49	229,89	286,26	310,50	390,96
	14	0,516	121,04	147,15	180,13	204,60	228,89	285,02	309,16	389,28
	15	0,514	120,52	146,51	179,35	203,72	227,90	283,79	307,82	387,59
	16	0,512	119,99	145,87	178,57	202,83	226,91	282,55	306,48	385,90
	17	0,510	119,47	145,23	177,79	201,94	225,92	281,32	305,14	384,21
	18	0,507	118,94	144,60	177,01	201,06	224,93	280,08	303,80	382,53
	19	0,505	118,42	143,96	176,23	200,17	223,93	278,85	302,46	380,84
	20	0,503	117,89	143,32	175,45	199,28	222,94	277,61	301,12	379,15
	21	0,501	117,37	142,68	174,67	198,40	221,95	276,38	299,78	377,47
	22	0,498	116,84	142,05	173,89	197,51	220,96	275,14	298,44	375,78

Hidrogramas de Cheias Para Diferentes Tempos de Recorrência - PCH Ombreiras										
Dias	horas	Q Adm								
			5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
			234,43	284,99	348,87	396,27	443,31	552,02	598,76	753,93
	23	0,496	116,32	141,41	173,11	196,62	219,97	273,91	297,10	374,09
	24	0,494	115,80	140,77	172,33	195,74	218,97	272,67	295,76	372,41
	1	0,492	115,27	140,13	171,55	194,85	217,98	271,44	294,42	370,72
	2	0,489	114,75	139,50	170,77	193,96	216,99	270,20	293,08	369,03
	3	0,487	114,22	138,86	169,99	193,08	216,00	268,97	291,74	367,35
	4	0,485	113,70	138,22	169,20	192,19	215,01	267,73	290,40	365,66
	5	0,483	113,17	137,58	168,42	191,30	214,01	266,50	289,06	363,97
	6	0,481	112,65	136,94	167,64	190,42	213,02	265,26	287,72	362,28
	7	0,478	112,12	136,31	166,86	189,53	212,03	264,03	286,38	360,60
	8	0,476	111,60	135,67	166,08	188,64	211,04	262,79	285,04	358,91
	9	0,474	111,07	135,03	165,30	187,76	210,05	261,56	283,70	357,22
	10	0,472	110,55	134,39	164,52	186,87	209,06	260,32	282,36	355,54
	11	0,469	110,03	133,76	163,74	185,98	208,06	259,09	281,02	353,85
	12	0,467	109,50	133,12	162,96	185,10	207,07	257,85	279,68	352,16
	13	0,465	108,99	132,49	162,19	184,23	206,10	256,64	278,37	350,51
	14	0,463	108,47	131,87	161,43	183,36	205,13	255,43	277,06	348,86
	15	0,461	107,96	131,24	160,67	182,49	204,16	254,22	275,74	347,21
	16	0,458	107,45	130,62	159,90	181,62	203,18	253,01	274,43	345,55
	17	0,456	106,93	130,00	159,14	180,75	202,21	251,80	273,12	343,90
	18	0,454	106,42	129,37	158,37	179,89	201,24	250,59	271,81	342,25
	19	0,452	105,90	128,75	157,61	179,02	200,27	249,38	270,49	340,60
	20	0,450	105,39	128,12	156,84	178,15	199,30	248,17	269,18	338,94
	21	0,447	104,88	127,50	156,08	177,28	198,33	246,96	267,87	337,29
	22	0,445	104,36	126,87	155,31	176,41	197,35	245,75	266,56	335,64
	23	0,443	103,85	126,25	154,55	175,54	196,38	244,54	265,24	333,99
	24	0,441	103,34	125,62	153,78	174,67	195,41	243,33	263,93	332,33
	1	0,439	102,82	125,00	153,02	173,81	194,44	242,12	262,62	330,68
	2	0,436	102,31	124,37	152,25	172,94	193,47	240,91	261,31	329,03
	3	0,434	101,79	123,75	151,49	172,07	192,50	239,70	260,00	327,38
	4	0,432	101,28	123,12	150,72	171,20	191,52	238,49	258,68	325,72
	5	0,430	100,77	122,50	149,96	170,33	190,55	237,28	257,37	324,07
	6	0,428	100,25	121,87	149,20	169,46	189,58	236,07	256,06	322,42
	7	0,425	99,74	121,25	148,43	168,59	188,61	234,86	254,75	320,77
	8	0,423	99,22	120,63	147,67	167,73	187,64	233,65	253,43	319,11
	9	0,421	98,71	120,00	146,90	166,86	186,67	232,44	252,12	317,46
	10	0,419	98,20	119,38	146,14	165,99	185,69	231,23	250,81	315,81
	11	0,417	97,68	118,75	145,37	165,12	184,72	230,02	249,50	314,16
	12	0,414	97,17	118,13	144,61	164,25	183,75	228,81	248,18	312,50
	13	0,415	97,23	118,20	144,70	164,35	183,87	228,95	248,34	312,70
	14	0,415	97,29	118,27	144,79	164,46	183,98	229,10	248,49	312,89
	15	0,415	97,35	118,35	144,88	164,56	184,10	229,24	248,65	313,09
	16	0,416	97,41	118,42	144,97	164,66	184,21	229,38	248,80	313,28
	17	0,416	97,47	118,50	145,06	164,76	184,32	229,53	248,96	313,48
	18	0,416	97,53	118,57	145,15	164,87	184,44	229,67	249,11	313,67
	19	0,416	97,59	118,64	145,24	164,97	184,55	229,81	249,27	313,87
	20	0,417	97,65	118,72	145,33	165,07	184,67	229,95	249,42	314,06
	21	0,417	97,72	118,79	145,42	165,17	184,78	230,10	249,58	314,26
	22	0,417	97,78	118,86	145,51	165,28	184,90	230,24	249,73	314,45

Hidrogramas de Cheias Para Diferentes Tempos de Recorrência - PCH Ombreiras										
Dias	horas	Q Adm								
			5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
			234,43	284,99	348,87	396,27	443,31	552,02	598,76	753,93
Dia 10	23	0,417	97,84	118,94	145,60	165,38	185,01	230,38	249,89	314,65
	24	0,418	97,90	119,01	145,69	165,48	185,13	230,53	250,04	314,84
	1	0,418	97,96	119,09	145,78	165,58	185,24	230,67	250,20	315,04
	2	0,418	98,02	119,16	145,87	165,69	185,36	230,81	250,35	315,23
	3	0,418	98,08	119,23	145,96	165,79	185,47	230,95	250,51	315,43
	4	0,419	98,14	119,31	146,05	165,89	185,59	231,10	250,66	315,62
	5	0,419	98,20	119,38	146,14	165,99	185,70	231,24	250,82	315,82
	6	0,419	98,26	119,45	146,23	166,10	185,82	231,38	250,97	316,01
	7	0,419	98,32	119,53	146,32	166,20	185,93	231,53	251,13	316,21
	8	0,420	98,38	119,60	146,41	166,30	186,05	231,67	251,28	316,40
	9	0,420	98,44	119,68	146,50	166,40	186,16	231,81	251,44	316,60
10	0,420	98,50	119,75	146,59	166,51	186,27	231,95	251,59	316,79	
11	0,420	98,56	119,82	146,68	166,61	186,39	232,10	251,75	316,99	
Dia 11	12	0,421	98,62	119,90	146,77	166,71	186,50	232,24	251,90	317,18
	13	0,420	98,49	119,74	146,58	166,49	186,26	231,93	251,57	316,76
	14	0,420	98,36	119,58	146,39	166,27	186,01	231,63	251,24	316,35
	15	0,419	98,23	119,42	146,19	166,05	185,76	231,32	250,90	315,93
	16	0,418	98,10	119,26	146,00	165,83	185,52	231,01	250,57	315,51
	17	0,418	97,97	119,10	145,80	165,61	185,27	230,71	250,24	315,09
	18	0,417	97,84	118,95	145,61	165,39	185,03	230,40	249,90	314,67
	19	0,417	97,71	118,79	145,42	165,17	184,78	230,09	249,57	314,25
	20	0,416	97,58	118,63	145,22	164,95	184,53	229,78	249,24	313,83
	21	0,416	97,45	118,47	145,03	164,73	184,29	229,48	248,91	313,41
	22	0,415	97,32	118,31	144,83	164,51	184,04	229,17	248,57	312,99
23	0,415	97,19	118,15	144,64	164,29	183,79	228,86	248,24	312,57	
24	0,414	97,06	118,00	144,45	164,07	183,55	228,56	247,91	312,16	
1	0,413	96,93	117,84	144,25	163,85	183,30	228,25	247,58	311,74	
2	0,413	96,80	117,68	144,06	163,63	183,05	227,94	247,24	311,32	
3	0,412	96,67	117,52	143,86	163,41	182,81	227,64	246,91	310,90	
4	0,412	96,54	117,36	143,67	163,19	182,56	227,33	246,58	310,48	
5	0,411	96,41	117,20	143,48	162,97	182,32	227,02	246,24	310,06	
6	0,411	96,28	117,05	143,28	162,75	182,07	226,72	245,91	309,64	
7	0,410	96,15	116,89	143,09	162,53	181,82	226,41	245,58	309,22	
8	0,410	96,02	116,73	142,90	162,31	181,58	226,10	245,25	308,80	
9	0,409	95,89	116,57	142,70	162,09	181,33	225,80	244,91	308,38	
10	0,408	95,76	116,41	142,51	161,87	181,08	225,49	244,58	307,96	
11	0,408	95,63	116,25	142,31	161,65	180,84	225,18	244,25	307,55	
Dia 12	12	0,407	95,50	116,09	142,12	161,43	180,59	224,88	243,91	307,13
	13	0,407	95,46	116,05	142,06	161,36	180,52	224,78	243,82	307,00
	14	0,407	95,42	116,00	142,01	161,30	180,44	224,69	243,72	306,88
	15	0,407	95,38	115,95	141,95	161,23	180,37	224,60	243,62	306,76
	16	0,407	95,34	115,91	141,89	161,17	180,30	224,51	243,52	306,63
	17	0,407	95,31	115,86	141,83	161,10	180,23	224,42	243,42	306,51
	18	0,406	95,27	115,81	141,78	161,04	180,15	224,33	243,32	306,38
	19	0,406	95,23	115,77	141,72	160,97	180,08	224,24	243,23	306,26
	20	0,406	95,19	115,72	141,66	160,91	180,01	224,15	243,13	306,14
	21	0,406	95,15	115,67	141,60	160,84	179,94	224,06	243,03	306,01
	22	0,406	95,11	115,63	141,55	160,78	179,86	223,97	242,93	305,89

Hidrogramas de Cheias Para Diferentes Tempos de Recorrência - PCH Ombreiras										
Dias	horas	Q Adm	5	10	25	50	100	500	1.000	10.000
			234,43	284,99	348,87	396,27	443,31	552,02	598,76	753,93
Dia 12	23	0,406	95,07	115,58	141,49	160,71	179,79	223,88	242,83	305,77
	24	0,405	95,04	115,53	141,43	160,65	179,72	223,79	242,74	305,64
	1	0,405	95,00	115,49	141,38	160,58	179,64	223,70	242,64	305,52
	2	0,405	94,96	115,44	141,32	160,52	179,57	223,61	242,54	305,39
	3	0,405	94,92	115,39	141,26	160,45	179,50	223,52	242,44	305,27
	4	0,405	94,88	115,35	141,20	160,39	179,43	223,43	242,34	305,15
	5	0,405	94,84	115,30	141,15	160,32	179,35	223,34	242,24	305,02
	6	0,404	94,81	115,25	141,09	160,26	179,28	223,25	242,15	304,90
	7	0,404	94,77	115,21	141,03	160,19	179,21	223,15	242,05	304,78
	8	0,404	94,73	115,16	140,97	160,13	179,14	223,06	241,95	304,65
	9	0,404	94,69	115,11	140,92	160,06	179,06	222,97	241,85	304,53
10	0,404	94,65	115,07	140,86	160,00	178,99	222,88	241,75	304,40	
11	0,404	94,61	115,02	140,80	159,93	178,92	222,79	241,65	304,28	
12	0,403	94,57	114,97	140,75	159,87	178,84	222,70	241,56	304,16	
13	0,404	94,71	115,14	140,95	160,10	179,11	223,03	241,91	304,61	
14	0,405	94,85	115,31	141,16	160,34	179,37	223,36	242,27	305,06	
15	0,405	94,99	115,48	141,37	160,57	179,64	223,69	242,63	305,51	
16	0,406	95,13	115,65	141,58	160,81	179,90	224,02	242,98	305,96	
17	0,406	95,27	115,82	141,79	161,05	180,17	224,35	243,34	306,40	
18	0,407	95,41	115,99	141,99	161,28	180,43	224,68	243,70	306,85	
19	0,408	95,55	116,16	142,20	161,52	180,69	225,00	244,05	307,30	
20	0,408	95,69	116,33	142,41	161,76	180,96	225,33	244,41	307,75	
21	0,409	95,83	116,50	142,62	161,99	181,22	225,66	244,77	308,20	
22	0,409	95,97	116,67	142,83	162,23	181,49	225,99	245,13	308,65	
23	0,410	96,11	116,84	143,03	162,46	181,75	226,32	245,48	309,10	
24	0,411	96,25	117,01	143,24	162,70	182,02	226,65	245,84	309,55	
1	0,411	96,39	117,18	143,45	162,94	182,28	226,98	246,20	310,00	
2	0,412	96,53	117,35	143,66	163,17	182,54	227,31	246,55	310,45	
3	0,412	96,67	117,52	143,87	163,41	182,81	227,64	246,91	310,90	
4	0,413	96,81	117,69	144,07	163,65	183,07	227,97	247,27	311,35	
5	0,414	96,95	117,86	144,28	163,88	183,34	228,30	247,62	311,80	
6	0,414	97,09	118,03	144,49	164,12	183,60	228,62	247,98	312,25	
7	0,415	97,23	118,20	144,70	164,35	183,87	228,95	248,34	312,70	
8	0,415	97,37	118,37	144,90	164,59	184,13	229,28	248,69	313,15	
9	0,416	97,51	118,54	145,11	164,83	184,39	229,61	249,05	313,60	
10	0,417	97,65	118,71	145,32	165,06	184,66	229,94	249,41	314,04	
11	0,417	97,79	118,88	145,53	165,30	184,92	230,27	249,77	314,49	
Dia	12	0,418	97,93	119,05	145,74	165,53	185,19	230,60	250,12	314,94

No Gráfico 3 apresenta-se os hidrogramas de cheia para os diferentes tempos de recorrência ao longo do período determinado.

As curvas do hidrograma de cheias obtidas indicam que os dados obtidos possuem consistência e distribuição adequados sendo então considerados corretos e suficientes para o estudo de cheias e rompimento no reservatório da PCH Ombreiras.

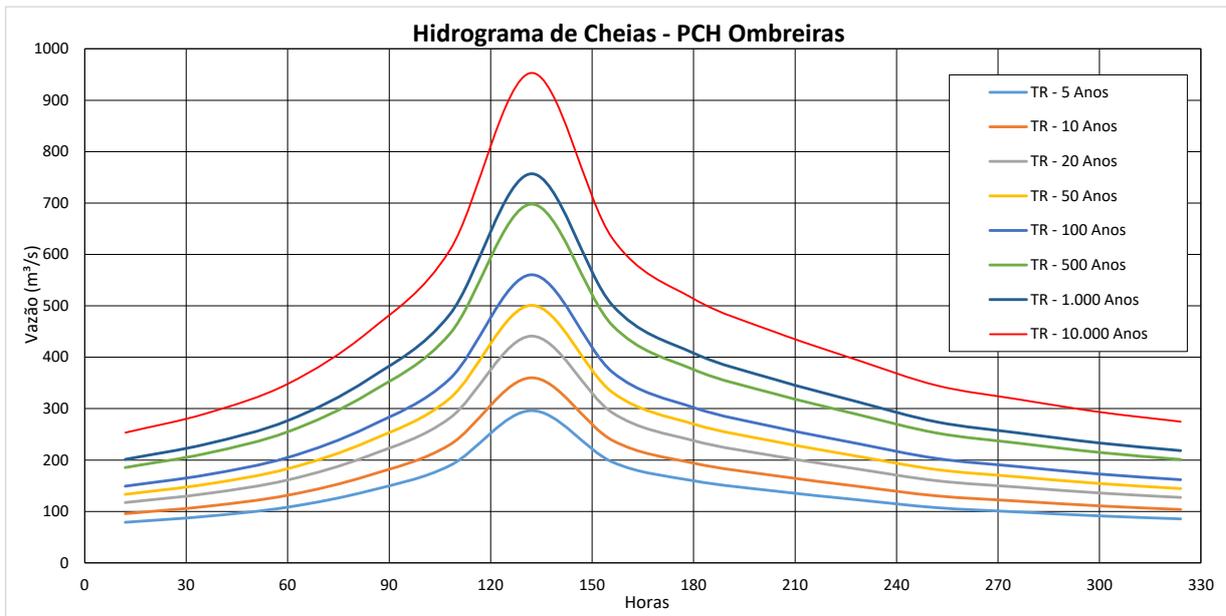


Gráfico 3 – Hidrograma de Cheias PCH Ombreiras para diversos Tempos de Recorrência

5.2.4.3 Capacidade de descarga do vertedouro

Na análise dos projetos como construído a estrutura do vertedouro da PCH Ombreiras possui 2 comportas tipo segmento com 7,00 m de largura por 10,22 m de altura. A crista do vertedouro se encontra na elevação 383,00 m estando a crista da barragem na elevação 394,50 m.

Para a passagem da vazão de cheia com tempo de recorrência decamilenar 953,03 m³/s o reservatório deverá estar na elevação 392,70 m.

No Gráfico 4 está indicada a curva de descarga do vertedouro onde no eixo X se encontra a abertura das comportas e no eixo Y a vazão passante. Considerando sempre a soma das 2 comportas abertas em conjunto.

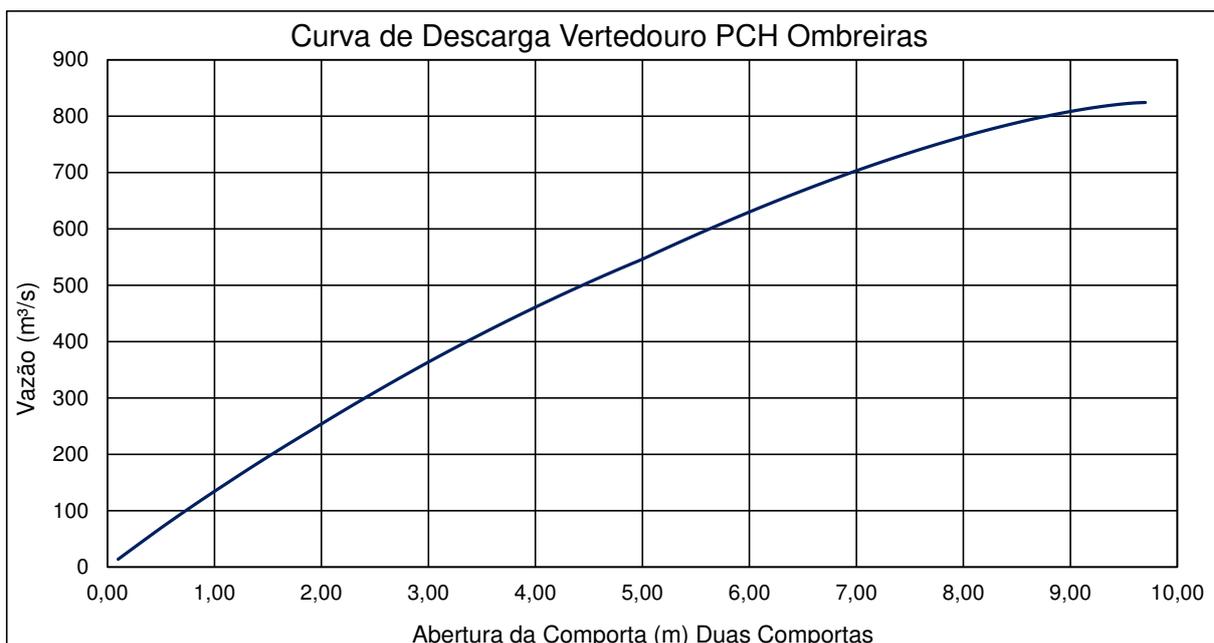


Gráfico 4 – Curva de Descarga Vertedouro – PCH Ombreiras

5.2.5 Calibração do modelo matemático

Com os dados da restituição - curvas de níveis, seções topobatimétricas e níveis de água (dados do item 5.2.2), foi calibrado o fluxo de água na calha do rio Jauru no trecho estudado com a utilização do programa Hec-Ras. A Figura 20 apresenta as 221 seções lançadas no programa também indicadas no desenho, OMB-C-SRE-001-00-22 – Seções na Restituição – Folhas 01 e 06, no Anexo IV. A Figura 21 apresenta o perfil do rio com os níveis de água obtidos para a calibração do modelo.

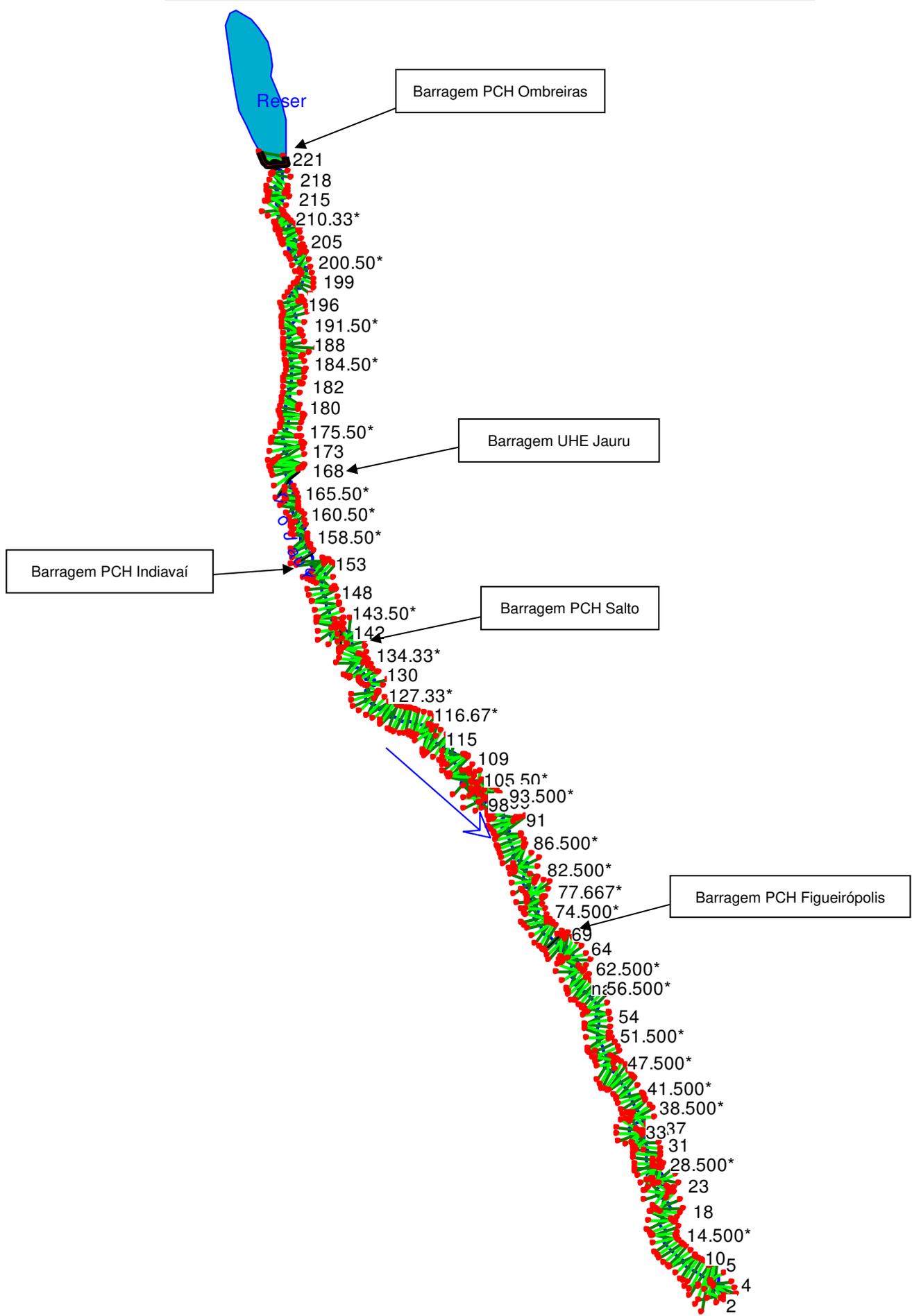


Figura 20 – Seções lançadas no Hec-Ras

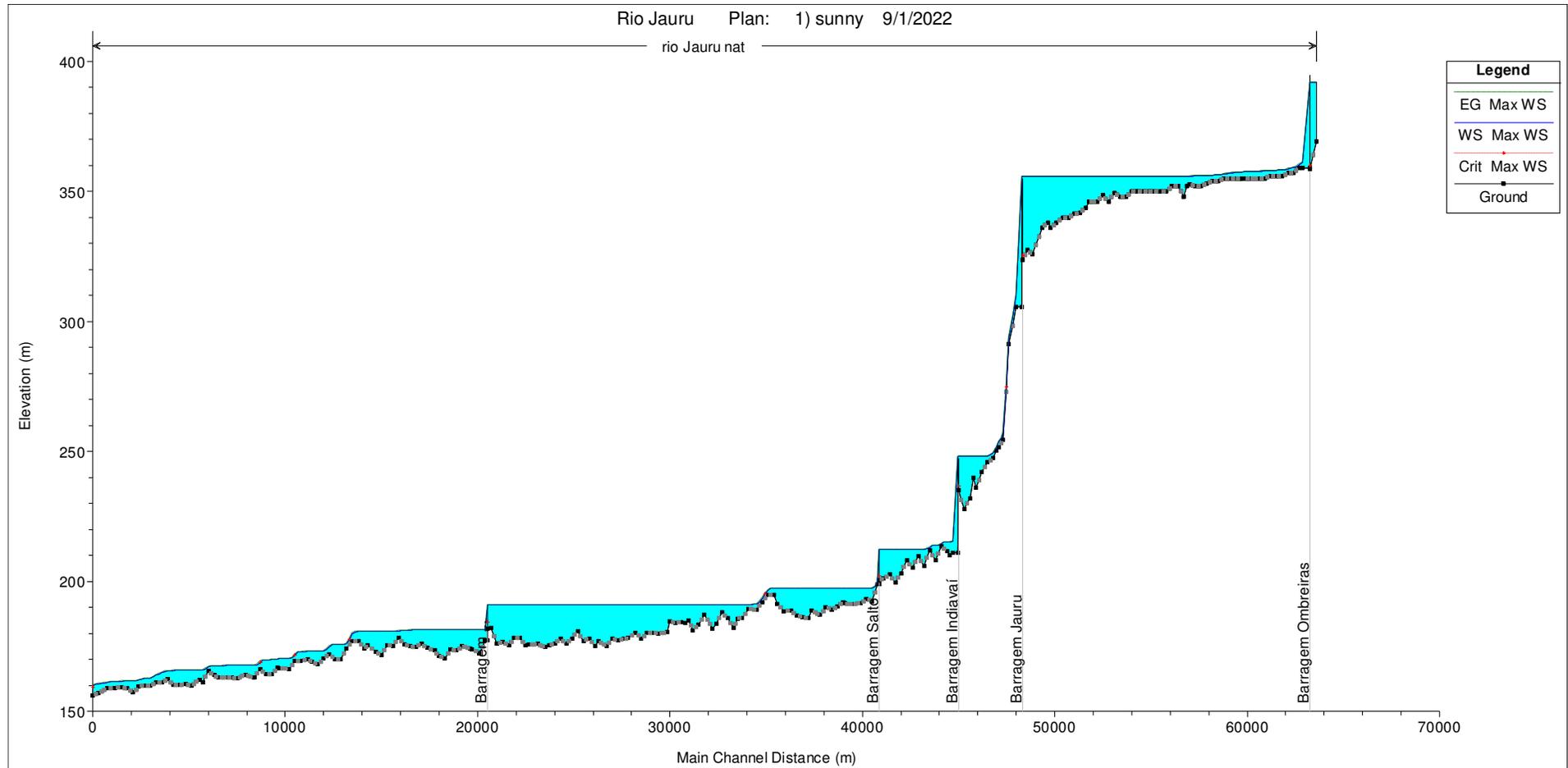


Figura 21 – Perfil do Rio Jauru com Barramento com Dia de Sol - Qturb

5.3 Cenários de Simulação

Quatro são os cenários analisados neste estudo, sendo os mesmos mais bem descritos a seguir:

5.3.1 Cenários de não rompimento – Simulação 1

Serão verificadas a partir de simulações no HEC-RAS 5.0.5, as manchas de inundação de jusante formadas a partir da passagem de ondas de cheia com Qturb, TR 100 e TR 10.000 anos. Essa última consideração é importante de ser tomada para fins de comparação entre a mancha de inundação do cenário de rompimento com a mancha de inundação pela cheia máxima TR 10.000 anos.

5.3.2 Cenário de rompimento – Simulação 2

Para a realização das simulações, assumiu-se que o colapso da barragem de Ombreiras ocorre a partir da entrada, no reservatório, de vazão de cheia com descarga superior à vazão de Qturb, TR 100 e TR 10.000 anos. Essa premissa foi adotada visando gerar um cenário bastante desfavorável quanto ao rompimento da Barragem.

Desse modo, as condições gerais adotadas para o cenário de rompimento da PCH Ombreiras são:

- Formação da brecha com características apresentadas 5.4.1;
- Vazão máxima de Cheia conforme tempo de retorno no pico máximo do hidrograma.

Mais especificações a respeito das condições de contorno e premissas adotadas neste cenário de rompimento serão apresentadas nos itens 5.4 e 5.5.

5.3.3 Cenário de galgamento da barragem – Simulação 3

O cenário de galgamento da Barragem foi simulado atingindo cota de proteção da Barragem, devido a uma possível falha das comportas segmento.

Desse modo, as condições gerais adotadas para o cenário de rompimento da PCH Ombreiras são:

- Formação da brecha com características apresentadas 5.4.1;
- Cheia TR 10.000 anos;
- Falha de 50% das comportas segmento;
- Rompimento da Barragem quando atingir elevação 394,52 m;

5.3.4 Cenário efeito cascata

De acordo com Resolução normativa 696/2015 da ANEEL: *“A área de abrangência dos estudos de que trata o §2º deverá compreender as barragens de jusante que disponham de capacidade para amortecimento da cheia associada”*.

Logo, caso ocorra galgamento nas barragens a jusante será realizado efeito cascata com a brecha descritas abaixo para cada barramento a jusante da PCH Ombreiras.

5.4 Causa considerada para o rompimento

Para as simulações das cheias naturais sem o rompimento da barragem verifica-se que não há galgamento em nenhuma parte da seção da barragem, conforme a Tabela 15.

Para determinar o rompimento, devido às características da barragem, a hipótese considerada foi **vazamento (piping) no ponto mais baixo do barramento de terra**. Somente na simulação 3 – galgamento da barragem foi realizado rompimento por overtopping.

5.4.1 Dados utilizados para formação da brecha da Barragem Ombreiras

Para a simulação de rompimento foi adotada uma brecha com geometria trapezoidal, localizada no centro da barragem, com altura de 34,50 metros e largura de 20,00 m, dentro do limite de $0,5H < B < 3H$ estabelecido pelos critérios científicos de tamanho da brecha, de forma que a simulação apresente resultados conservativos. A inclinação do talude esquerdo e do talude direito é de 1 H:1 V.

A Figura 22 apresenta a modelagem da barragem no Hec-Ras.

Quadro 5 - Características da brecha inicial considerada - Ombreiras

CARACTERÍSTICA DA BRECHA FORMADA	PCH Ombreiras
Tempo de ruptura (h)	1,50 h
Forma da brecha	Trapezoidal
Largura da brecha (m)	20,00
Profundidade da brecha (m)	34,50
Localização da brecha	Barragem Central

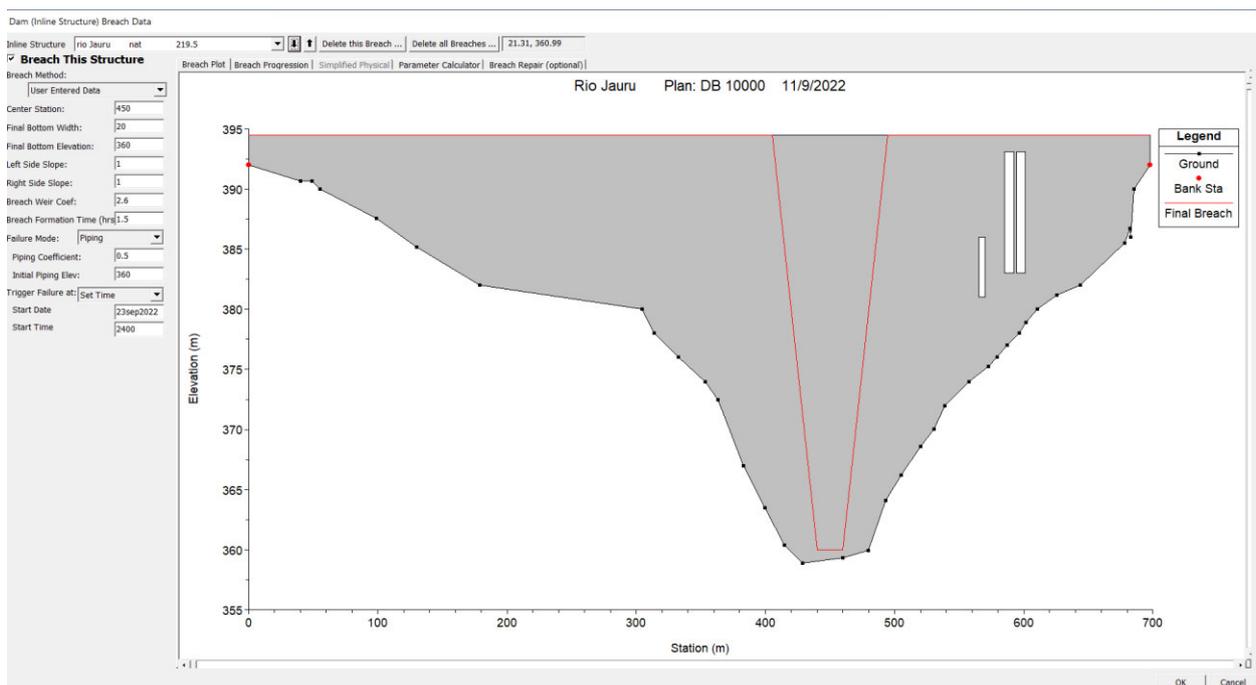


Figura 22 – Dados do Barramento terra – Hec-Ras

O tempo de 90 minutos foi adotado de acordo com os critérios científicos de tempo de formação da brecha, conforme descrito e apresentado na Figura 19 e definido no item 5.1.4.2 Tempo de rompimento.

5.4.2 Barragens Jusante

5.4.2.1 Barragem UHE Jauru

Será simulado rompimento da Barragem Jauru a partir do galgamento da crista da Barragem, ou seja, quando atingir a El. 360,55 m.

Para determinar o rompimento, devido às características da barragem, a hipótese considerada foi **overtopping do barramento de enrocamento com núcleo de argila**.

Para a simulação de rompimento da Barragem Principal, maior altura, foi adotada uma brecha com geometria trapezoidal, localizada no ponto mais profundo da seção, com altura de 36 metros e largura de 23 m, dentro do limite de $0,5H < B < 3H$ estabelecido pelos critérios científicos de tamanho da brecha, de forma que a simulação apresente resultados conservativos. A inclinação do talude esquerdo e do talude direito é de 1 H:1 V.

A Figura 23 apresenta a modelagem da barragem no programa de simulação Hec-Ras.

Quadro 6 - Características da brecha inicial considerada - Jauru

CARACTERÍSTICA DA BRECHA FORMADA	UHE Jauru
Tempo de ruptura (h)	1,50 h
Forma da brecha	Trapezoidal
Largura da brecha (m)	46,00
Profundidade da brecha (m)	23,00
Localização da brecha	Barragem Central

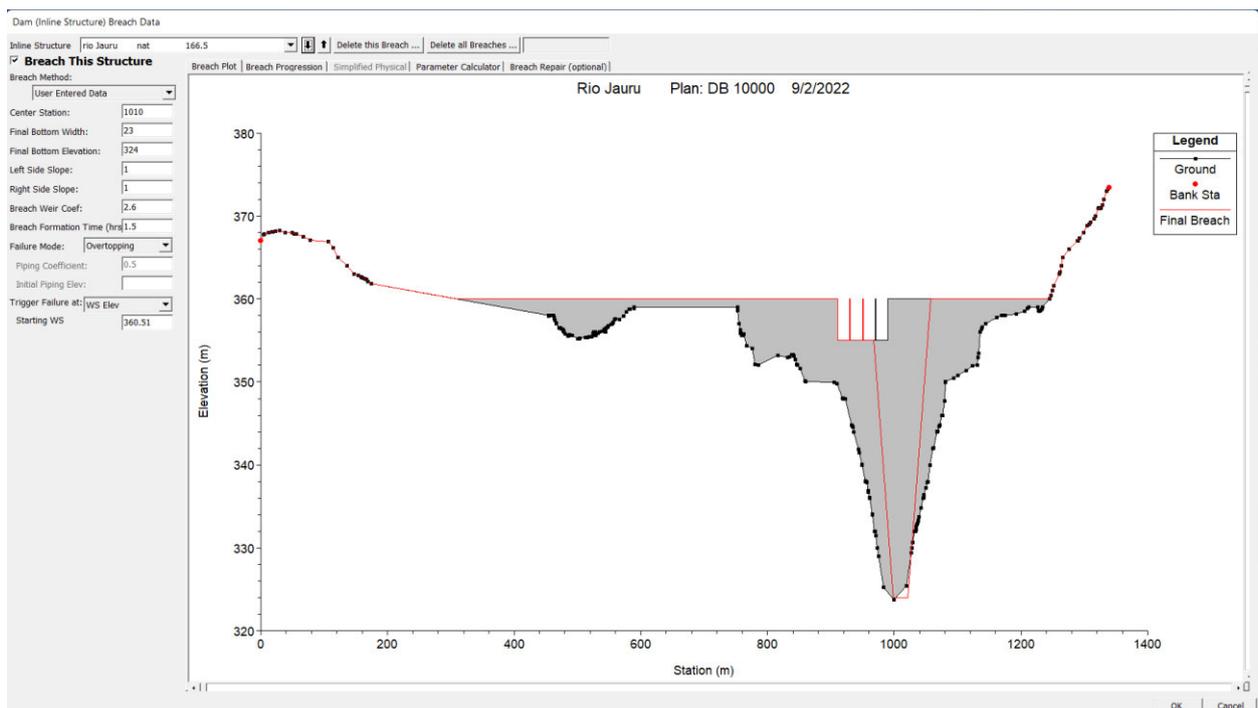


Figura 23 – Dados do Barramento enrocamento Jauru – Hec-Ras

O tempo adotado de formação da brecha de rompimento foi de 90 minutos de acordo com os critérios científicos de tempo de formação da brecha, conforme descrito apresentado na Figura 19 e definido no item 5.1.4.2 Tempo de rompimento.

5.4.2.2 Barragem PCH Indiavaí

Será simulado rompimento da Barragem Indiavaí a partir do galgamento da crista da Barragem, ou seja, quando atingir a El. 252,45 m.

Para determinar o rompimento, devido às características da barragem, a hipótese considerada foi **overtopping do barramento de enrocamento com núcleo de argila**.

Para a simulação de rompimento da Barragem Principal, maior altura, foi adotada uma brecha com geometria trapezoidal, localizada no ponto mais profundo da seção, com altura de 17,40 metros e largura de 19 m, dentro do limite de $0,5H < B < 3H$ estabelecido pelos critérios científicos de tamanho da brecha, de forma que a simulação apresente resultados conservativos. A inclinação do talude esquerdo e do talude direito é de 1 H:1 V.

A Figura 23 apresenta a modelagem da barragem no programa de simulação Hec-Ras.

Quadro 7 - Características da brecha inicial considerada - Indiavaí

CARACTERÍSTICA DA BRECHA FORMADA	PCH Indiavaí
Tempo de ruptura (h)	1,50 h
Forma da brecha	Trapezoidal
Largura da brecha (m)	19,00
Profundidade da brecha (m)	17,40
Localização da brecha	Barragem Central

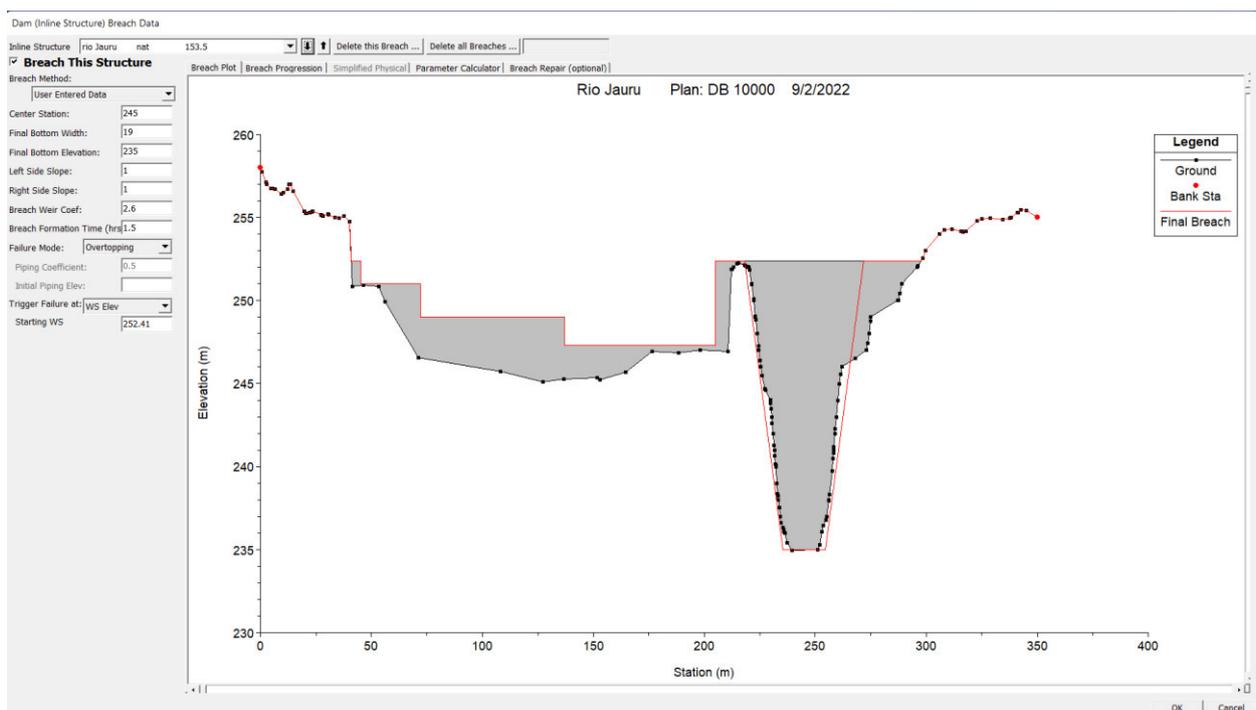


Figura 24 – Dados do Barramento enrocamento Indiavaí – Hec-Ras

O tempo adotado de formação da brecha de rompimento foi de 90 minutos de acordo com os critérios científicos de tempo de formação da brecha, conforme descrito apresentado na Figura 19 e definido no item 5.1.4.2 Tempo de rompimento.

5.4.2.3 Barragem PCH Salto

Será simulado rompimento da Barragem Salto a partir do galgamento da crista da Barragem, ou seja, quando atingir a El. 215,55 m.

Para determinar o rompimento, devido às características da barragem, a hipótese considerada foi **overtopping do barramento de enrocamento com núcleo de argila**.

Para a simulação de rompimento da Barragem Principal, maior altura, foi adotada uma brecha com geometria trapezoidal, localizada no ponto mais profundo da seção, com altura de 15 metros e largura de 9 m, dentro do limite de $0,5H < B < 3H$ estabelecido pelos critérios científicos de tamanho da brecha, de forma que a simulação apresente resultados conservativos. A inclinação do talude esquerdo e do talude direito é de 1 H:1 V.

A Figura 23 apresenta a modelagem da barragem no programa de simulação Hec-Ras.

Quadro 8 - Características da brecha inicial considerada - Salto

CARACTERÍSTICA DA BRECHA FORMADA	PCH Salto
Tempo de ruptura (h)	1,50 h
Forma da brecha	Trapezoidal
Largura da brecha (m)	9,00
Profundidade da brecha (m)	15,00
Localização da brecha	Barragem Central

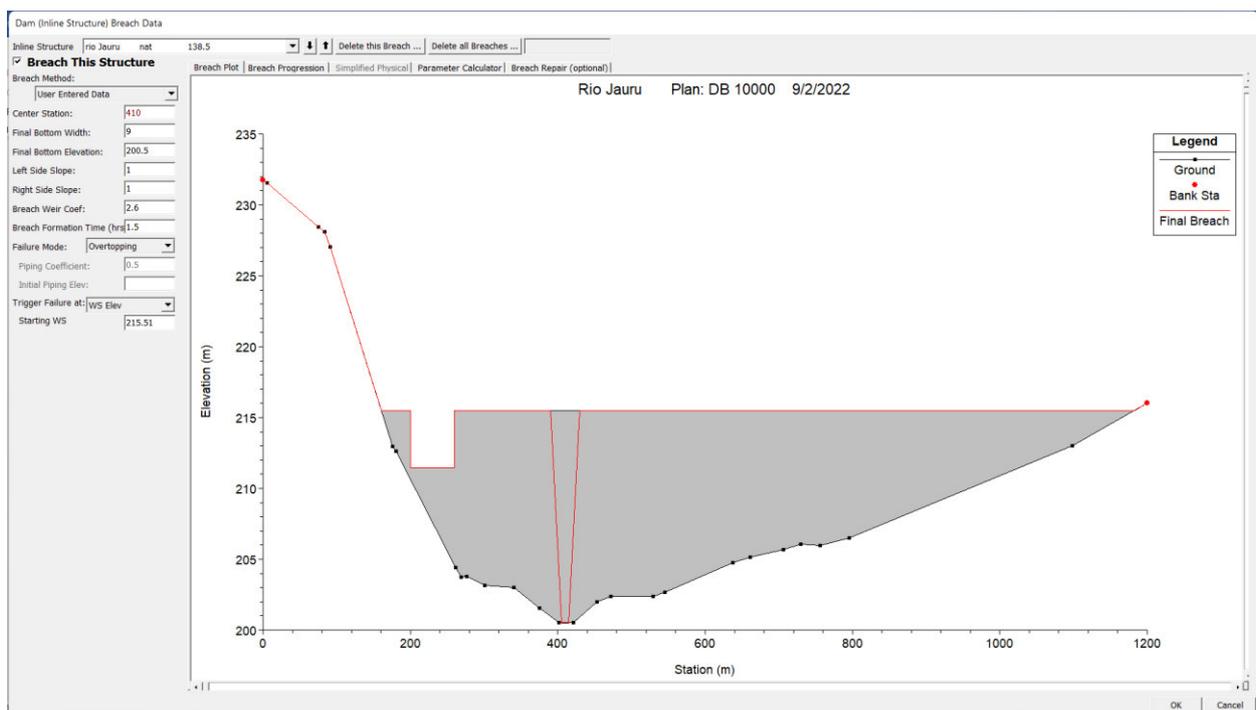


Figura 25 – Dados do Barramento enrocamento Indaiavá – Hec-Ras

O tempo adotado de formação da brecha de rompimento foi de 90 minutos de acordo com os critérios científicos de tempo de formação da brecha, conforme descrito apresentado na Figura 19 e definido no item 5.1.4.2 Tempo de rompimento.

5.4.2.4 Barragem PCH Figueirópolis

Será simulado rompimento da Barragem Figueirópolis a partir do galgamento da crista da Barragem, ou seja, quando atingir a El. 193,55 m.

Para determinar o rompimento, devido às características da barragem, a hipótese considerada foi **overtopping do barramento de concreto**.

Para a simulação de rompimento foi adotada uma geometria retangular de múltiplos blocos do vertedouro, largura 15,00 m e altura de 19,00 m rompendo região central atendendo os critérios científicos de tamanho da brecha (Item 5.1.4). A Figura 23 apresenta a modelagem da barragem no programa de simulação Hec-Ras.

O tempo de formação adotado foi de 6 minutos, de acordo com os critérios científicos de tempo de formação da brecha para estrutura de concreto, conforme descrito e apresentado no Quadro 9 e na Figura 19 e definido no item 5.1.4.2.

Quadro 9 - Características da brecha inicial considerada - Figueirópolis

CARACTERÍSTICA DA BRECHA FORMADA	PCH Salto Forqueta
Tempo de ruptura (h)	0,10 h
Forma da brecha	Retangular
Largura da brecha (m)	15,00
Profundidade da brecha (m)	19,00
Localização da brecha	VT - Margem Direita

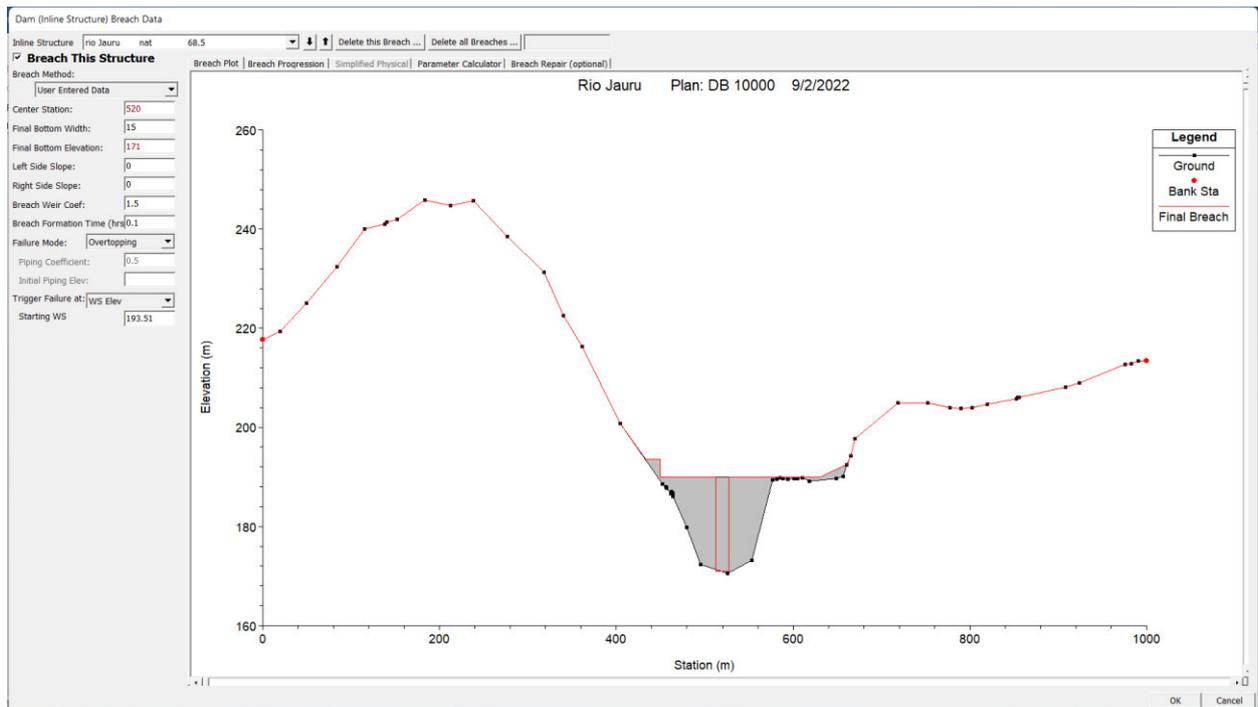


Figura 26 – Dados do Barramento Figueirópolis – Hec-Ras

5.5 Simulações Realizadas

Primeiramente simulou-se o Rio Jauru na situação natural para as três vazões (Qturb, TR 100 e TR 10.000 anos), para depois simular o rompimento da barragem (dam break) da PCH Ombreiras.

A definição das vazões a serem simuladas estão de acordo com preconizado no item 4.2:

- Simulação 1 – Condição de enchente sem rompimento da Barragem (Natural);
- Simulação 2 – Condição de enchente com Rompimento da Barragem da PCH Ombreiras (Dam Break).
- Simulação 3 - Condição de enchente TR 10.000 anos com Rompimento da Barragem da PCH Ombreiras por falhas das comportas e galgamento (Dam Break).

Na tabela abaixo estão apresentados os picos de vazão dos hidrogramas de cheias na barragem da PCH Ombreiras.

Tabela 14 – Hidrogramas para PCH Ombreiras

TR (anos)	Pico Máximo do Hidrograma de Cheias (m³/s)
QTURB	96
100	560,38
10.000	953,03

5.5.1 Resultados Básicos Simulação 1

A Tabela 15 apresenta os resultados dos níveis de água obtidos nas Barragens e Casas de Força de jusante somente com a consideração de enchente, sem rompimento da Barragem de Ombreiras nos diferentes tempos de recorrência considerados.

Ocorreu inundação somente nas casas de força das PCHs Indiavaí e Figueirópolis para condição de enchente de TR 10.000 anos.

Tabela 15 – Dados dos níveis nas estruturas da PCH Ombreiras sem rompimento da Barragem

Estrutura	Cota de Proteção (m)	Dia Sol - Qturb	TR 100	TR 10.000
		NA Máximo com Enchente (m)		
Barragem - PCH Ombreiras	394,50	392,02	392,20	392,70
Casa de Força - PCH Ombreiras	364,40	359,73	362,63	364,00
Barragem - UHE Jauru	360,00	355,72	357,26	358,21
Casa de Força - UHE Jauru	255,00	251,82	253,53	254,56
Barragem - PCH Indiavaí	252,40	248,07	249,53	250,20
Casa de Força - PCH Indiavaí	216,50	215,27	216,68	217,49
Barragem - PCH Salto	215,50	212,32	214,09	215,18
Casa de Força - PCH Salto	(*)	194,84	196,50	197,47
Barragem - PCH Figueirópolis	193,50	190,58	191,38	191,95
Casa de Força - PCH Figueirópolis	182,00	180,58	181,71	182,53

(*) Sem informações

(**) Destacados em vermelho ocorre inundação

5.5.2 Resultados Básicos Simulação 2

Todas as simulações de rompimento foram efetuadas para os tempos de recorrência de QTURB, 100 e 10.000 anos, com o rompimento ocorrendo no pico máximo do hidrograma de enchentes para cada tempo de recorrência considerado.

A Tabela 16 apresenta os resultados dos níveis de água obtidos nas Barragens e Casas de Força com a consideração do rompimento da Barragem de Ombreiras.

Ocorreu inundação em várias estruturas, destacadas em vermelho na tabela abaixo.

Tabela 16 – Dados dos níveis nas estruturas da PCH Ombreiras com rompimento da Barragem

Estrutura	Cota de Proteção (m)	Dia Sol - Qturb	TR 100	TR 10.000
		NA Máximo com Rompimento (m)		
Barragem - PCH Ombreiras	394,50	392,02	392,20	392,69
Casa de Força - PCH Ombreiras	364,40	375,16	375,53	375,94
Barragem - UHE Jauru	360,00	361,08	361,21	361,31
Casa de Força - UHE Jauru	255,00	267,20	267,98	268,76
Barragem - PCH Indiavaí	252,40	253,82	254,17	254,38
Casa de Força - PCH Indiavaí	216,50	226,26	226,77	227,16

Barragem - PCH Salto	215,50	218,07	218,23	218,27
Casa de Força - PCH Salto	(*)	204,58	205,46	206,27
Barragem - PCH Figueirópolis	193,50	193,49	193,74	194,27
Casa de Força - PCH Figueirópolis	182,00	184,30	186,11	186,70

(*) Sem informações

(**) Destacados em vermelho ocorre inundação

5.5.3 Resultados Básicos Simulação 3

Foi realizado simulação 3 para o tempo de recorrência de 10.000 anos (pior cenário), com o rompimento ocorrendo quando enchente atinge a El. 394,50 m, crista da Barragem.

A Tabela 16 apresenta o comparativo da simulação 2 e simulação 3 para tempo de recorrência de 10.000 anos. Quase não modificou níveis de enchentes, sendo que edificações atingidas foram as mesmas na jusante.

Tabela 17 – Dados dos níveis nas estruturas da PCH Ombreiras com rompimento da Barragem

Estrutura	Cota de Proteção (m)	NA Máximo com Rompimento (m) - TR 10.000 anos	
		Simulação 2 (piping)	Simulação 2 (piping)
Barragem - PCH Ombreiras	394,50	392,69	394,54
Casa de Força - PCH Ombreiras	364,40	375,94	377,03
Barragem - UHE Jauru	360,00	361,31	361,62
Casa de Força - UHE Jauru	255,00	268,76	269,32
Barragem - PCH Indiavaí	252,40	254,38	254,90
Casa de Força - PCH Indiavaí	216,50	227,16	227,56
Barragem - PCH Salto	215,50	218,27	218,61
Casa de Força - PCH Salto	(*)	206,27	206,72
Barragem - PCH Figueirópolis	193,50	194,27	194,44
Casa de Força - PCH Figueirópolis	182,00	186,70	186,85

(*) Sem informações

(**) Destacados em vermelho ocorre inundação

Foi adotado o mapa principal com ocorrência de galgamento, pois será adotado como rompimento mais provável a condição de falhas das comportas na barragem devido uma maior onda.

5.5.4 Efeito Cascata – Simulação 2 e 3

A Tabela abaixo apresenta efeito em cascata do rompimento da barragem da PCH Ombreiras na barragem do vale de jusante conforme tempo de recorrência. Em vermelho estão os níveis de reservatório acima da cota de proteção indicando o rompimento da barragem

Tabela 18 – Dados dos níveis com rompimento e efeito cascata no vale à jusante da PCH Ombreiras

Condição	Barragem									
	Ombreiras (Cota Proteção - El. 394,50 m)		Jauru (Cota Proteção - El. 360,00 m)		Indiavaí (Cota Proteção - El. 252,40 m)		Salto (Cota Proteção - El. 215,50 m)		Figueirópolis (Cota Proteção - El. 193,50 m)	
Dia Sol - Qturb	392,02	sim	361,08	sim	267,20	sim	218,07	sim	193,49	não
TR 100	392,20	sim	361,21	sim	267,98	sim	218,23	sim	193,74	sim
TR 10.000	392,69	sim	361,31	sim	268,76	sim	218,27	sim	194,27	sim
TR 10.000 + Galgamento	394,54	sim	361,62	sim	269,32	sim	218,61	sim	194,44	sim

(*) Destacados em Vermelho, pontos atingidos

5.6 Altura Máxima da Onda

Foi verificada a cota de proteção da Casa de Força de Ombreiras, e das Barragens e Casa de Força de jusante em condições de ocorrência de enchentes naturais e com rompimento da barragem. A Tabela abaixo apresenta os níveis com condições de enchentes e rompimento da Barragem nas estruturas de jusante, onde ocorre inundação com rompimento da barragem. Ocorre inundação nas estruturas destacadas em vermelho abaixo.

Tabela 19 – Níveis nas Barragens e Casa de Força– Natural e com rompimento Barragem Ombreiras

Estrutura	Cota de Proteção (m)	Dia Sol - Qturb		TR 100		TR 10.000		TR 10.000 + Galgamento	
		NA Máximo com Enchente (m)	NA Máximo com Rompimento (m)	NA Máximo com Enchente (m)	NA Máximo com Rompimento (m)	NA Máximo com Enchente (m)	NA Máximo com Rompimento (m)	NA Máximo com Enchente (m)	NA Máximo com Rompimento (m)
Casa de Força - PCH Ombreiras	364,40	359,73	375,16	362,63	375,53	364,00	375,94	364,00	377,03
Barragem - UHE Jauru	360,00	355,72	361,08	357,26	361,21	358,21	361,31	358,21	361,62
Casa de Força - UHE Jauru	255,00	251,82	267,20	253,53	267,98	254,56	268,76	254,56	269,32
Barragem - PCH Indiavaí	252,40	248,07	253,82	249,53	254,17	250,20	254,38	250,20	254,90
Casa de Força - PCH Indiavaí	216,50	215,27	226,26	216,68	226,77	217,49	227,16	217,49	227,56
Barragem - PCH Salto	215,50	212,32	218,07	214,09	218,23	215,18	218,27	215,18	218,61
Casa de Força - PCH Salto	(*)	194,84	204,58	196,50	205,46	197,47	206,27	197,47	206,72
Barragem - PCH Figueirópolis	193,50	190,58	193,49	191,38	193,74	191,95	194,27	191,95	194,44
Casa de Força - PCH Figueirópolis	182,00	180,58	184,30	181,71	186,11	182,53	186,70	182,53	186,85

(*) Sem informações

(**) Destacados em vermelho ocorre inundação

A Tabela 20 e a Tabela 20 apresentam os níveis máximos obtidos nas simulações, com e sem dam break, e altura máxima da onda (Δ), que é a diferença de nível entre as duas hipóteses para todas as seções da restituição definidas no estudo. Também está apresentado a velocidade e vazão máxima obtida em cada seção. Os pontos dos barramentos a jusante estão selecionados junto com outras seções de interesse que estão definidas nas descrições.

- Condição Natural – Sem rompimento da Barragem;
- Dam Break – Com rompimento da Barragem.

Tabela 20 – Resultados Obtidos- natural e com Dam Break - Rompimento da PCH Ombreiras para Sunny Day e TR 100 anos (Simulação 1 e 2)

PERFIL					Sunny Day - Qturb					100 Anos				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ			Natural	Dam Break	Δ		
221		334,1	63600,0	369,28	392,02	392,02	0,00	0,01	96,95	392,20	392,20	0,00	0,05	552,97
220		388,5	63265,9	358,9	392,02	392,02	0,00	0,01	96,94	392,20	392,20	0,00	0,05	552,66
Barragem Ombreiras														
219	Casa de Força Ombreiras	177,4	62877,4	356,7	359,73	375,16	15,43	4,83	12188,10	362,63	375,53	12,90	4,98	13144,97
218		300,0	62700,0	357,3	359,37	373,59	14,22	6,67	12093,62	361,93	373,99	12,06	6,66	13027,73
217		250,9	62400,0	357,0	359,23	372,86	13,63	5,01	11932,27	361,87	373,24	11,37	5,15	12824,24
216		349,2	62149,2	357,0	358,77	371,82	13,05	5,54	11086,88	361,26	372,16	10,90	5,68	11919,07
215		300,0	61800,0	356,0	358,31	372,45	14,14	2,53	11035,38	361,16	372,82	11,66	2,61	11852,24
214		300,0	61500,0	356,0	358,18	372,31	14,13	2,64	10984,09	361,04	372,68	11,64	2,73	11785,52
213		300,0	61200,0	356,0	358,09	371,79	13,70	3,48	10916,31	360,93	372,16	11,23	3,53	11696,61
212		300,0	60900,0	355,0	357,96	371,23	13,27	3,97	10848,68	360,67	371,53	10,86	4,10	11608,91
211		476,8	60600,0	355,0	357,87	370,97	13,10	3,70	10774,33	360,54	371,26	10,72	3,80	11519,91
210		223,9	60123,2	355,0	357,70	369,35	11,65	5,17	10251,77	360,12	369,71	9,59	4,87	10379,43
209		199,3	59899,3	355,0	357,63	369,58	11,95	3,00	10216,07	360,02	369,94	9,92	3,06	11019,74
208		76,5	59700,0	355,0	357,52	368,92	11,40	3,40	9535,30	359,56	369,38	9,82	3,43	10364,22
207		223,5	59623,5	355,0	357,50	369,14	11,64	2,18	10118,02	359,63	369,60	9,97	2,12	10356,38
206		300,0	59400,0	355,0	357,34	368,26	10,92	4,06	9514,66	359,33	368,74	9,41	3,83	9636,02
205		300,0	59100,0	355,0	357,14	368,48	11,34	2,10	9457,09	359,19	368,94	9,75	2,16	10236,92
204		300,0	58800,0	355,0	356,71	368,15	11,44	2,84	9395,42	359,04	368,62	9,58	2,74	9635,09
203		300,0	58500,0	354,0	356,48	367,82	11,34	2,75	8859,74	358,78	368,31	9,53	2,78	9607,80
202		300,0	58200,0	354,0	356,28	367,44	11,16	3,06	8837,98	358,65	367,92	9,27	3,12	9571,48
201		300,0	57900,0	353,0	356,15	367,54	11,39		343,04	358,59	368,02	9,43		343,04
200		300,0	57600,0	352,0	356,11	367,26	11,15	2,69	8779,61	358,53	367,72	9,19	2,77	9478,83
199		300,0	57300,0	352,0	356,03	365,48	9,45	4,78	6803,06	358,23	365,97	7,74	4,93	7529,16
198		156,9	57000,0	352,8	355,96	365,80	9,84	2,95	7378,59	358,15	366,30	8,15	3,04	8068,96
197		143,1	56843,1	352,2	355,93	365,98	10,05	1,49	7374,32	358,13	366,50	8,37	1,53	8062,92

PERFIL					Sunny Day - Qturb					100 Anos				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ			Natural	Dam Break	Δ		
196		300,0	56700,0	348,0	355,92	365,88	9,96	1,85	7371,19	358,11	366,40	8,29	1,88	8058,04
195		300,0	56400,0	352,0	355,88	365,63	9,75	2,46	7354,76	358,00	366,14	8,14	2,50	8039,09
194		300,0	56100,0	352,0	355,85	365,69	9,84	1,48	7329,03	357,92	366,21	8,29	1,51	8011,41
193		300,0	55800,0	350,2	355,82	365,28	9,46	2,56	6895,79	357,81	365,80	7,99	2,61	7593,12
192		392,0	55500,0	350,0	355,80	365,35	9,55	1,46	7243,25	357,75	365,88	8,13	1,42	7588,28
191		208,1	55108,1	350,0	355,78	365,24	9,46	1,54	6894,09	357,68	365,77	8,09	1,56	7580,54
190		300,0	54900,0	350,0	355,77	364,93	9,16	2,48	6888,26	357,62	365,46	7,84	2,53	7572,50
189		300,0	54600,0	350,0	355,76	364,64	8,88	2,75	6874,06	357,57	365,14	7,57	2,83	7555,65
188		99,0	54300,0	350,0	355,76	364,67	8,91	1,90	6855,62	357,55	365,18	7,63	1,95	7534,46
187		201,0	54201,0	350,0	355,76	364,75	8,99	0,72	6844,30	357,56	365,26	7,70	0,75	7521,61
186		300,0	54000,0	350,0	355,75	364,60	8,85	1,66	6817,28	357,52	365,12	7,60	1,67	7491,00
185		300,0	53700,0	348,0	355,74	363,23	7,49	4,39	6637,23	357,42	363,86	6,44	4,33	7318,83
184		300,0	53400,0	348,0	355,74	362,87	7,13	3,52	6397,31	357,39	363,50	6,11	3,63	7303,23
183		300,0	53100,0	349,6	355,73	362,95	7,22	1,90	6391,20	357,36	363,60	6,24	1,93	7277,32
182		300,0	52800,0	346,1	355,73	362,23	6,50	3,39	6130,78	357,33	362,80	5,47	3,65	7126,52
181		300,0	52500,0	348,6	355,73	361,68	5,95	3,63	5844,94	357,29	362,13	4,84	4,12	7120,76
180		434,3	52200,0	346,0	355,73	361,66	5,93	2,70	5840,62	357,29	362,07	4,78	3,13	7111,86
179		165,7	51765,7	346,0	355,73	361,24	5,51	3,08	5826,74	357,27	361,48	4,21	3,62	7096,00
178		300,0	51600,0	343,9	355,73	361,49	5,76	1,03	5816,34	357,27	361,82	4,55	1,20	7085,11
177		300,0	51300,0	342,0	355,73	361,42	5,69	1,23	5792,13	357,27	361,73	4,46	1,45	7058,09
176		300,0	51000,0	341,4	355,72	361,25	5,53	1,89	5775,10	357,26	361,49	4,23	2,24	7042,00
175		300,0	50700,0	340,0	355,72	361,09	5,37	2,19	5759,15	357,26	361,25	3,99	2,62	7031,65
174		300,0	50400,0	340,0	355,72	361,12	5,40	1,52	5742,51	357,26	361,28	4,02	1,82	7022,78
173		300,0	50100,0	338,0	355,72	361,16	5,44	0,70	5711,89	357,26	361,34	4,08	0,83	7004,62
172		152,8	49800,0	336,0	355,72	361,16	5,44	0,49	5660,55	357,26	361,33	4,07	0,59	6973,51
171		297,3	49647,2	338,0	355,72	361,16	5,44	0,50	5630,58	357,26	361,33	4,07	0,61	6955,56
170		514,5	49349,9	336,0	355,72	361,15	5,43	0,53	5580,82	357,26	361,31	4,05	0,64	6927,01
169		235,4	48835,4	326,0	355,72	361,14	5,42	0,35	5506,51	357,26	361,30	4,04	0,43	6887,14

PERFIL					Sunny Day - Qturb					100 Anos				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ			Natural	Dam Break	Δ		
168		272,9	48600,0	327,5	355,72	361,11	5,39	0,72	5476,78	357,26	361,25	3,99	0,88	6873,26
167		327,1	48327,1	323,7	355,72	361,08	5,36	0,69	5452,34	357,26	361,21	3,95	0,86	6867,89
Barragem Jauru														
166		376,6	48000,0	305,6	309,85	334,42	24,57	6,31	14049,04	314,45	335,58	21,13	6,45	15667,21
165		312,3	47623,4	291,4	292,83	315,32	22,49	16,16	13983,84	295,37	316,35	20,98	16,62	15560,11
164		208,1	47311,1	254,6	257,02	273,96	16,94	10,71	13955,92	260,12	274,93	14,81	10,99	15514,94
163		136,3	47103,1	251,6	253,52	269,38	15,86	3,37	13908,04	255,28	270,23	14,95	3,52	15442,81
162	Casa de Força Jauru	166,7	46966,7	250,4	251,82	267,20	15,38	5,86	13859,02	253,53	267,98	14,45	6,04	15374,46
161		300,0	46800,0	247,5	249,62	266,36	16,74	4,64	13805,21	252,17	267,12	14,95	4,82	15297,16
160		300,0	46500,0	245,9	248,37	265,13	16,76	3,33	13669,78	250,84	265,81	14,97	3,39	15021,86
159		300,0	46200,0	242,0	248,09	260,57	12,48	5,92	13520,53	249,72	261,40	11,68	5,80	14998,68
158		131,5	45900,0	236,0	248,08	256,64	8,56	5,34	13433,88	249,57	257,29	7,72	5,60	14963,95
157		168,5	45768,5	240,0	248,08	256,87	8,79	2,68	13396,99	249,58	257,57	7,99	2,83	14946,62
156		300,0	45600,0	231,9	248,08	256,55	8,47	2,19	13338,16	249,57	257,23	7,66	2,31	14916,76
155		300,0	45300,0	227,9	248,08	256,32	8,24	2,11	13212,90	249,57	256,97	7,40	2,26	14854,09
154		300,0	45000,0	235,0	248,07	253,82	5,75	3,18	6444,05	249,53	254,17	4,64	3,42	7268,51
Barragem Indiavaí														
153		153,1	44700,0	211,0	215,29	226,13	10,84	4,15	13148,13	216,79	226,62	9,83	4,31	14808,59
152	Casa de Força Indiavaí	146,9	44546,9	210,2	215,27	226,26	10,99	2,01	13102,74	216,68	226,77	10,09	2,16	14749,03
151		300,0	44400,0	211,5	215,26	226,13	10,87	2,12	13057,11	216,64	226,62	9,98	2,27	14689,39
150		300,0	44100,0	213,5	214,49	224,24	9,75	4,64	12958,04	215,94	224,74	8,80	4,68	14408,11
149		300,0	43800,0	208,0	213,78	223,96	10,18	1,86	12829,23	215,48	224,53	9,05	1,99	14376,43
148		300,0	43500,0	211,9	213,06	223,06	10,00	3,37	12687,27	214,80	223,61	8,81	3,48	14333,24
147		300,0	43200,0	206,0	212,41	221,50	9,09	3,74	12439,19	214,31	222,05	7,74	3,97	14265,37
146		300,0	42900,0	209,8	212,37	220,77	8,40	2,84	12389,77	214,20	221,30	7,10	3,03	14176,97
145		300,0	42600,0	205,2	212,35	220,59	8,24	1,87	12318,99	214,17	221,11	6,94	2,03	14067,11
144		300,0	42300,0	208,1	212,33	219,02	6,69	4,22	12245,96	214,11	219,34	5,23	4,54	13961,62
143		300,0	42000,0	203,0	212,32	218,25	5,93	2,34	12181,87	214,09	218,44	4,35	2,59	13885,74

PERFIL					Sunny Day - Qturb					100 Anos				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ			Natural	Dam Break	Δ		
142		300,0	41700,0	199,7	212,32	218,22	5,90	1,02	12094,36	214,09	218,42	4,33	1,15	13785,28
141		323,0	41400,0	202,9	212,32	218,15	5,83	1,20	12001,08	214,09	218,32	4,23	1,35	13680,09
140		202,3	41077,0	201,0	212,32	218,12	5,80	0,93	11909,19	214,09	218,28	4,19	1,05	13579,07
139		74,8	40874,8	200,5	212,32	218,07	5,75	1,03	11847,41	214,09	218,23	4,14	1,16	13512,28
Barragem Salto														
138		300,0	40800,0	198,5	199,51	205,65	6,14	4,45	11950,39	200,77	206,26	5,49	4,32	13202,38
137		300,0	40500,0	192,4	195,44	204,89	9,45	2,55	11364,03	197,36	205,70	8,34	2,64	13146,99
136	Casa de Força Salto	300,0	40200,0	193,1	194,84	204,58	9,74	2,55	11326,68	196,50	205,46	8,96	2,37	12181,71
135		405,0	39900,0	191,7	194,33	203,95	9,62	3,17	11261,20	196,24	205,03	8,79	2,60	11005,78
134		411,0	39495,0	191,2	193,88	203,26	9,38	2,14	5833,92	195,94	204,59	8,65	2,37	7638,40
133		84,0	39084,0	191,6	193,79	203,28	9,49	1,03	5810,21	195,83	204,63	8,80	1,14	7620,00
132		300,0	39000,0	191,9	193,60	203,25	9,65	1,18	5804,76	195,75	204,60	8,85	1,30	7616,27
131		300,0	38700,0	190,4	193,16	203,15	9,99	1,48	5779,58	195,63	204,49	8,86	1,63	7589,66
130		300,0	38400,0	189,2	193,11	203,15	10,04	0,98	5748,25	195,60	204,50	8,90	1,09	7552,03
129		300,0	38100,0	190,0	193,09	203,15	10,06	0,77	5712,21	195,59	204,50	8,91	0,89	7510,12
128		422,9	37800,0	187,1	193,09	203,15	10,06	0,68	5676,53	195,58	204,50	8,92	0,78	7468,31
127		177,1	37377,1	188,7	193,08	203,14	10,06	0,67	5620,73	195,56	204,49	8,93	0,76	7399,43
126		300,0	37200,0	186,0	193,08	203,09	10,01	1,03	5598,29	195,56	204,44	8,88	1,15	7370,05
125		300,0	36900,0	186,1	193,08	203,11	10,03	0,51	5560,71	195,56	204,46	8,90	0,59	7318,96
124		300,0	36600,0	187,0	193,08	203,07	9,99	0,91	5520,99	195,55	204,41	8,86	1,02	7266,45
123		380,0	36300,0	188,8	193,08	202,99	9,91	1,26	5491,17	195,53	204,33	8,80	1,40	7223,85
122		350,9	35920,0	188,5	193,07	202,97	9,90	0,93	5456,72	195,52	204,30	8,78	1,08	7174,78
121		169,1	35569,1	190,7	193,01	202,93	9,92	1,04	5423,61	195,43	204,26	8,83	1,16	7129,01
120		300,0	35400,0	191,0	192,85	202,21	9,36	3,44	5411,77	195,09	203,49	8,40	3,62	7111,79
119		300,0	35100,0	190,3	192,34	200,03	7,69	5,53	5394,50	194,47	200,94	6,47	6,18	7070,76
118		300,0	34800,0	190,0	191,72	197,59	5,87	5,74	5352,95	193,30	198,43	5,13	6,21	7069,30
117		406,3	34500,0	189,1	190,92	196,98	6,06	2,64	5009,44	192,30	197,87	5,57	2,91	6488,05
116		356,1	34093,8	189,3	190,63	196,52	5,89	1,41	4795,61	191,81	197,48	5,67	1,50	6470,73

PERFIL					Sunny Day - Qturb					100 Anos				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ			Natural	Dam Break	Δ		
115		217,6	33737,6	186,0	190,60	196,47	5,87	0,92	4788,89	191,75	197,43	5,68	1,08	6439,58
114		220,0	33520,0	185,6	190,60	196,44	5,84	1,00	4784,42	191,74	197,39	5,65	1,13	6330,08
113		300,0	33300,0	182,1	190,60	196,44	5,84	0,55	4778,43	191,74	197,40	5,66	0,65	6329,76
112		300,0	33000,0	185,2	190,60	196,40	5,80	0,93	4771,76	191,74	197,34	5,60	1,10	6329,25
111		300,0	32700,0	186,3	190,59	195,50	4,91	3,52	4725,54	191,57	196,27	4,70	3,95	6326,23
110		182,2	32400,0	183,5	190,58	195,62	5,04	0,76	4722,46	191,55	196,44	4,89	0,92	6315,81
109		417,8	32217,8	182,8	190,58	195,60	5,02	0,77	4719,76	191,55	196,42	4,87	0,91	6306,32
108		300,0	31800,0	185,2	190,58	193,76	3,18	2,55	2711,71	191,43	194,45	3,02	3,90	4944,78
107		300,0	31500,0	183,4	190,58	193,68	3,10	0,64	2357,33	191,40	194,35	2,95	1,17	4794,37
106		222,0	31200,0	181,3	190,58	193,67	3,09	0,53	2356,92	191,40	194,33	2,93	0,99	4789,97
105		198,0	30978,0	184,2	190,58	193,66	3,08	0,58	2356,26	191,40	194,29	2,89	1,05	4785,22
104		180,0	30780,0	183,2	190,58	193,63	3,05	0,74	2278,15	191,40	194,20	2,80	1,24	4257,53
103		300,0	30600,0	183,9	190,58	193,64	3,06	0,45	2277,63	191,40	194,21	2,81	0,84	4656,58
102		300,0	30300,0	184,0	190,58	193,62	3,04	0,60	2205,03	191,39	194,15	2,76	1,03	4130,93
101		153,4	30000,0	183,4	190,58	193,60	3,02	0,51	2204,56	191,39	194,11	2,72	0,87	4013,33
100		446,6	29846,6	181,0	190,58	193,59	3,01	0,60	2204,23	191,39	194,08	2,69	1,04	4013,05
99		300,0	29400,0	180,0	190,58	193,60	3,02	0,21	2202,82	191,39	194,10	2,71	0,36	4011,92
98		300,0	29100,0	180,1	190,58	193,60	3,02	0,26	2201,66	191,39	194,09	2,70	0,45	4011,21
97		300,0	28800,0	180,1	190,58	193,60	3,02	0,26	2200,49	191,39	194,09	2,70	0,44	4010,37
96		300,0	28500,0	177,9	190,58	193,60	3,02	0,28	2199,25	191,39	194,08	2,69	0,48	4009,37
95		380,0	28200,0	180,3	190,58	193,59	3,01	0,46	2198,18	191,39	194,05	2,66	0,80	4008,27
94		220,0	27820,0	178,1	190,58	193,59	3,01	0,19	2196,19	191,39	194,07	2,68	0,33	4006,04
93		300,0	27600,0	178,0	190,58	193,58	3,00	0,42	2194,89	191,39	194,04	2,65	0,72	4004,58
92		300,0	27300,0	177,2	190,58	193,58	3,00	0,30	2193,10	191,39	194,04	2,65	0,53	4002,26
91		300,0	27000,0	178,0	190,58	193,58	3,00	0,28	2190,95	191,39	194,03	2,64	0,48	3999,62
90		424,7	26700,0	175,0	190,58	193,58	3,00	0,20	2188,71	191,39	194,04	2,65	0,34	3996,96
89		175,3	26275,3	176,9	190,58	193,58	3,00	0,15	2185,10	191,39	194,04	2,65	0,27	3992,90
88		300,0	26100,0	175,0	190,58	193,58	3,00	0,26	2183,58	191,39	194,03	2,64	0,45	3991,20

PERFIL					Sunny Day - Qturb					100 Anos				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ			Natural	Dam Break	Δ		
87		300,0	25800,0	178,1	190,58	193,58	3,00	0,28	2143,28	191,39	194,02	2,63	0,49	3988,45
86		300,0	25500,0	177,0	190,58	193,58	3,00	0,19	2178,74	191,39	194,02	2,63	0,34	3985,74
85		300,0	25200,0	180,8	190,58	193,57	2,99	0,29	2143,19	191,39	194,01	2,62	0,51	3983,08
84		300,0	24900,0	178,0	190,58	193,57	2,99	0,19	2143,07	191,39	194,01	2,62	0,34	3980,39
83		300,0	24600,0	176,0	190,58	193,57	2,99	0,20	2142,95	191,39	194,01	2,62	0,35	3977,72
82		300,0	24300,0	178,0	190,58	193,57	2,99	0,18	2142,83	191,39	194,01	2,62	0,32	3975,09
81		300,0	24000,0	176,1	190,58	193,57	2,99	0,20	2142,69	191,39	194,01	2,62	0,35	3972,49
80		180,0	23700,0	175,5	190,58	193,57	2,99	0,17	2142,56	191,39	194,00	2,61	0,31	3969,93
79		420,0	23520,0	174,7	190,58	193,57	2,99	0,17	2142,47	191,39	194,00	2,61	0,30	3968,41
78		433,7	23100,0	176,0	190,58	193,57	2,99	0,25	2142,23	191,39	193,99	2,60	0,44	3964,95
77		166,3	22666,3	175,8	190,58	193,57	2,99	0,22	2141,95	191,39	193,99	2,60	0,38	3961,44
76		300,0	22500,0	175,4	190,58	193,56	2,98	0,37	2141,83	191,39	193,97	2,58	0,66	3960,17
75		300,0	22200,0	178,2	190,58	193,56	2,98	0,28	2141,60	191,39	193,97	2,58	0,50	3958,14
74		266,9	21900,0	178,2	190,58	193,56	2,98	0,19	2141,32	191,39	193,97	2,58	0,34	3955,83
73		333,1	21633,1	175,4	190,58	193,56	2,98	0,18	2141,03	191,39	193,97	2,58	0,33	3953,51
72		300,0	21300,0	176,8	190,58	193,56	2,98	0,21	2140,66	191,39	193,97	2,58	0,36	3950,60
71		300,0	21000,0	176,0	190,58	193,56	2,98	0,25	2140,36	191,38	193,96	2,58	0,45	3948,33
70		181,4	20700,0	177,1	190,58	193,49	2,91	1,03	2140,17	191,38	193,75	2,37	1,84	3947,01
69		118,6	20518,6	170,6	190,58	193,49	2,91	0,88	2140,11	191,38	193,74	2,36	1,59	3946,63
Barragem Figueirópolis														
68		304,0	20400,0	172,7	180,58	184,30	3,72	1,32	1951,46	181,72	186,08	4,36	1,89	3572,44
67		376,0	20096,0	172,2	180,58	184,32	3,74	0,25	1951,04	181,72	186,15	4,43	0,37	3571,71
66	Casa de Força Figueirópolis	97,6	19720,0	173,9	180,58	184,30	3,72	0,59	1950,24	181,71	186,11	4,40	0,77	3570,63
65		422,4	19622,4	174,0	180,58	184,30	3,72	0,51	1949,98	181,71	186,11	4,40	0,67	3570,23
64		300,0	19200,0	175,1	180,58	184,25	3,67	0,68	1948,53	181,69	186,05	4,36	0,86	3568,00
63		300,0	18900,0	173,5	180,58	184,23	3,65	0,51	1934,63	181,68	186,03	4,35	0,73	3566,34
62		300,0	18600,0	173,8	180,58	184,22	3,64	0,53	1934,48	181,68	186,00	4,32	0,74	3564,35
61		300,0	18300,0	170,4	180,58	184,21	3,63	0,42	1934,24	181,68	185,99	4,31	0,60	3562,23

PERFIL					Sunny Day - Qturb					100 Anos				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ			Natural	Dam Break	Δ		
60		217,3	18000,0	171,3	180,57	184,21	3,64	0,37	1933,93	181,68	185,99	4,31	0,53	3559,83
59		382,7	17782,7	173,4	180,57	184,19	3,62	0,57	1933,71	181,67	185,95	4,28	0,83	3558,37
58		300,0	17400,0	174,5	180,57	184,16	3,59	0,70	1933,27	181,67	185,90	4,23	0,99	3545,12
57		300,0	17100,0	176,0	180,57	184,13	3,56	0,81	1932,84	181,66	185,85	4,19	1,12	3545,04
56		300,0	16800,0	174,9	180,57	184,12	3,55	0,48	1932,20	181,65	185,84	4,19	0,69	3544,83
55		300,0	16500,0	175,0	180,57	184,09	3,52	0,65	1931,43	181,64	185,80	4,16	0,85	3544,52
54		300,0	16200,0	175,6	180,57	184,06	3,49	0,52	1930,64	181,64	185,76	4,12	0,76	3544,18
53		300,0	15900,0	178,2	179,82	183,32	3,50	2,76	1915,39	180,91	184,93	4,02	2,95	3543,61
52		300,0	15600,0	175,1	178,62	182,78	4,16	2,18	1908,64	180,16	184,12	3,96	2,96	3538,70
51		300,0	15300,0	175,5	178,46	182,65	4,19	0,63	1901,59	180,01	184,02	4,01	0,92	3537,91
50		300,0	15000,0	171,7	178,45	182,63	4,18	0,56	1901,12	180,00	183,96	3,96	0,88	3536,70
49		396,4	14700,0	172,8	178,44	182,54	4,10	1,06	1900,60	179,97	183,82	3,85	1,44	3535,46
48		203,7	14303,7	175,3	178,20	182,35	4,15	1,17	1899,60	179,69	183,55	3,86	1,55	3531,62
47		300,0	14100,0	174,2	178,04	182,14	4,10	1,60	1898,95	179,48	183,23	3,75	2,18	3531,39
46		300,0	13800,0	175,0	177,78	182,07	4,29	0,91	1897,71	179,25	183,14	3,89	1,31	3530,78
45		300,0	13500,0	175,1	177,13	180,58	3,45	3,90	1896,65	178,10	181,61	3,51	3,74	3530,02
44		300,0	13200,0	172,6	174,70	178,13	3,43	1,60	1895,26	175,94	179,65	3,71	1,81	3521,63
43		300,0	12900,0	170,0	174,51	177,94	3,43	1,22	1892,42	175,68	179,46	3,78	1,56	3521,31
42		300,0	12600,0	169,9	174,50	177,91	3,41	0,66	1892,28	175,66	179,43	3,77	0,94	3520,83
41		300,0	12300,0	171,5	173,80	176,49	2,69	4,12	1892,13	174,69	177,75	3,06	4,88	3520,45
40		300,0	12000,0	170,3	172,77	175,52	2,75	1,94	1890,31	173,61	176,75	3,14	2,60	3516,49
39		300,0	11700,0	168,0	172,73	175,36	2,63	1,23	1887,29	173,52	176,54	3,02	1,72	3509,94
38		206,7	11400,0	169,0	172,71	175,28	2,57	0,74	1887,16	173,48	176,46	2,98	1,03	3509,81
37		393,3	11193,3	170,0	172,69	175,23	2,54	0,83	1887,01	173,46	176,39	2,93	1,14	3509,65
36		300,0	10800,0	169,3	172,53	174,94	2,41	1,25	1886,66	173,22	176,02	2,80	1,64	3509,15
35		300,0	10500,0	169,3	171,29	173,40	2,11	3,38	1885,55	171,85	174,41	2,56	3,74	3505,68
34		496,8	10200,0	166,4	169,77	172,75	2,98	0,88	1882,83	170,80	173,99	3,19	1,20	3504,65
33		103,2	9703,2	166,6	169,55	172,50	2,95	0,82	1879,78	170,62	173,68	3,06	1,11	3499,72

PERFIL					Sunny Day - Qturb					100 Anos				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ			Natural	Dam Break	Δ		
32		300,0	9600,0	167,0	169,32	172,28	2,96	1,84	1879,73	170,47	173,35	2,88	2,34	3499,61
31		300,0	9300,0	164,2	169,09	172,14	3,05	0,87	1879,34	170,35	173,18	2,83	1,21	3499,00
30		300,0	9000,0	164,2	169,07	171,94	2,87	1,28	1878,76	170,30	172,88	2,58	1,80	3498,33
29		300,0	8700,0	166,1	168,16	170,50	2,34	3,45	1875,16	169,07	171,45	2,38	3,47	3482,31
28		57,6	8400,0	163,0	167,19	169,58	2,39	0,85	1853,38	167,87	170,76	2,89	1,16	3440,48
27		425,1	8342,4	163,0	167,19	169,59	2,40	0,49	1853,37	167,87	170,78	2,91	0,69	3440,30
26		417,3	7917,3	164,0	167,18	169,52	2,34	0,79	1853,13	167,85	170,66	2,81	1,13	3438,62
25		300,0	7500,0	162,7	167,17	169,43	2,26	0,75	1852,54	167,82	170,53	2,71	1,05	3424,33
24		203,7	7200,0	162,9	167,16	169,36	2,20	0,76	1848,93	167,78	170,46	2,68	0,98	3423,75
23		476,0	6996,3	163,0	167,15	169,29	2,14	0,87	1848,84	167,76	170,37	2,61	1,16	3423,05
22		220,2	6520,2	162,9	167,13	169,18	2,05	0,68	1848,32	167,71	170,20	2,49	0,97	3420,34
21		300,0	6300,0	163,9	167,10	169,07	1,97	1,14	1848,00	167,65	170,04	2,39	1,52	3412,44
20		300,0	6000,0	165,4	166,63	168,60	1,97	1,37	1843,66	167,13	169,68	2,55	1,47	3403,14
19		170,5	5700,0	161,1	165,00	168,12	3,12	1,24	1837,44	165,93	169,31	3,38	1,56	3402,11
18		429,5	5529,5	162,1	164,93	168,09	3,16	0,87	1837,32	165,88	169,26	3,38	1,23	3401,26
17		300,0	5100,0	159,8	164,91	168,04	3,13	0,64	1836,83	165,85	169,18	3,33	0,88	3393,03
16		360,0	4800,0	160,5	164,89	167,95	3,06	0,92	1836,34	165,81	169,05	3,24	1,25	3392,66
15		240,0	4440,0	160,2	164,85	167,82	2,97	0,68	1834,50	165,75	168,90	3,15	0,95	3391,78
14		300,0	4200,0	160,1	164,83	167,77	2,94	0,81	1834,48	165,73	168,82	3,09	1,11	3391,02
13		300,0	3900,0	162,2	164,75	167,47	2,72	1,60	1834,41	165,58	168,35	2,77	2,16	3390,30
12		300,0	3600,0	161,2	164,14	166,81	2,67	1,96	1834,30	164,82	167,58	2,76	2,38	3389,69
11		300,0	3300,0	161,0	163,55	164,95	1,40	2,17	1834,15	164,07	165,56	1,49	3,04	3388,55
10		300,0	3000,0	160,0	162,10	164,03	1,93	1,21	1833,53	162,56	164,86	2,30	1,62	3384,63
9		300,0	2700,0	160,0	161,92	163,86	1,94	1,24	1833,15	162,40	164,58	2,18	1,78	3383,99
8		300,0	2400,0	159,6	161,26	162,76	1,50	2,29	1828,75	161,63	163,69	2,06	2,66	3371,65
7		300,0	2100,0	158,5	160,62	162,52	1,90	0,63	1825,29	161,11	163,58	2,47	0,79	3361,98
6		300,0	1800,0	158,5	160,59	162,49	1,90	0,52	1824,65	161,07	163,55	2,48	0,66	3361,53

PERFIL					Sunny Day - Qturb					100 Anos				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ			Natural	Dam Break	Δ		
5		347,1	1500,0	158,6	160,49	162,12	1,63	1,95	1822,85	160,90	163,01	2,11	2,47	3360,86
4		397,5	1152,9	158,3	160,31	161,95	1,64	0,89	1822,66	160,70	162,89	2,19	1,03	3358,63
3		455,4	755,4	157,7	159,96	161,37	1,41	2,21	1822,31	160,26	162,10	1,84	2,88	3355,59
2		300,0	300,0	157,1	159,39	160,70	1,31	1,29	1821,76	159,87	161,46	1,59	1,69	3350,80
1		0,0	0,0	156,8	158,04	158,98	0,94	4,80	1821,55	158,19	159,78	1,59	5,90	3340,96

(*) Velocidade e vazão máxima obtida da simulação de dam break.

Tabela 21 – Resultados Obtidos- natural e com Dam Break - Rompimento da PCH Ombreiras para TR 10.000 anos (Simulação 1 e 2)

PERFIL					TR 10.000 Anos - Piping				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
221		334,1	63600,0	369,28	392,70	392,69	-0,01	0,08	923,23
220		388,5	63265,9	358,9	392,70	392,69	-0,01	0,09	921,95
Barragem Ombreiras									
219	Casa de Força Ombreiras	177,4	62877,4	356,7	364,00	375,94	11,94	5,13	14244,14
218		300,0	62700,0	357,3	363,04	374,44	11,40	6,65	14116,88
217		250,9	62400,0	357,0	363,11	373,69	10,58	5,28	13881,35
216		349,2	62149,2	357,0	362,42	372,61	10,19	5,88	13074,87
215		300,0	61800,0	356,0	362,42	373,30	10,88	2,74	12979,79
214		300,0	61500,0	356,0	362,31	373,14	10,83	2,86	12885,45
213		300,0	61200,0	356,0	362,19	372,62	10,43	3,59	12761,97
212		300,0	60900,0	355,0	361,96	371,91	9,95	4,27	12642,01
211		476,8	60600,0	355,0	361,85	371,64	9,79	3,80	12118,24
210		223,9	60123,2	355,0	361,30	370,21	8,91	4,87	11427,24
209		199,3	59899,3	355,0	361,23	370,42	9,19	2,97	11409,61
208		76,5	59700,0	355,0	360,68	369,92	9,24	3,47	11372,72
207		223,5	59623,5	355,0	360,74	370,14	9,40	2,19	11358,17
206		300,0	59400,0	355,0	360,42	369,32	8,90	3,87	10623,45
205		300,0	59100,0	355,0	360,34	369,51	9,17	2,09	10603,74
204		300,0	58800,0	355,0	360,20	369,19	8,99	2,80	10581,80
203		300,0	58500,0	354,0	359,96	368,89	8,93	2,80	10527,77
202		300,0	58200,0	354,0	359,84	368,46	8,62	3,20	10473,47
201		300,0	57900,0	353,0	359,81	368,57	8,76		343,04
200		300,0	57600,0	352,0	359,73	368,26	8,53	2,76	9981,69
199		300,0	57300,0	352,0	359,34	366,51	7,17	5,09	8357,64
198		156,9	57000,0	352,8	359,29	366,86	7,57	3,16	8917,60
197		143,1	56843,1	352,2	359,29	367,08	7,79	1,58	8908,84

PERFIL					TR 10.000 Anos - Piping				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
196		300,0	56700,0	348,0	359,26	366,99	7,73	1,93	8901,12
195		300,0	56400,0	352,0	359,15	366,72	7,57	2,57	8876,95
194		300,0	56100,0	352,0	359,10	366,80	7,70	1,56	8843,52
193		300,0	55800,0	350,2	358,97	366,39	7,42	2,66	8398,48
192		392,0	55500,0	350,0	358,92	366,48	7,56	1,45	8388,77
191		208,1	55108,1	350,0	358,83	366,38	7,55	1,58	8373,72
190		300,0	54900,0	350,0	358,74	366,06	7,32	2,57	8362,54
189		300,0	54600,0	350,0	358,68	365,72	7,04	2,91	8342,00
188		99,0	54300,0	350,0	358,67	365,77	7,10	2,00	8319,02
187		201,0	54201,0	350,0	358,67	365,86	7,19	0,77	8305,36
186		300,0	54000,0	350,0	358,62	365,71	7,09	1,68	8273,46
185		300,0	53700,0	348,0	358,46	364,54	6,08	4,18	8125,65
184		300,0	53400,0	348,0	358,41	364,02	5,61	3,72	8118,97
183		300,0	53100,0	349,6	358,38	364,14	5,76	1,98	8109,30
182		300,0	52800,0	346,1	358,32	363,25	4,93	3,90	8100,54
181		300,0	52500,0	348,6	358,27	362,48	4,21	4,43	8093,03
180		434,3	52200,0	346,0	358,26	362,39	4,13	3,43	8086,27
179		165,7	51765,7	346,0	358,22	361,65	3,43	4,03	8079,75
178		300,0	51600,0	343,9	358,23	362,07	3,84	1,33	8076,71
177		300,0	51300,0	342,0	358,23	361,95	3,72	1,63	8068,80
176		300,0	51000,0	341,4	358,22	361,65	3,43	2,45	7853,26
175		300,0	50700,0	340,0	358,21	361,35	3,14	2,88	7825,87
174		300,0	50400,0	340,0	358,21	361,39	3,18	2,00	7801,31
173		300,0	50100,0	338,0	358,21	361,45	3,24	0,91	7749,28
172		152,8	49800,0	336,0	358,21	361,45	3,24	0,64	7659,22
171		297,3	49647,2	338,0	358,21	361,44	3,23	0,65	7606,13
170		514,5	49349,9	336,0	358,21	361,42	3,21	0,69	7518,68
169		235,4	48835,4	326,0	358,21	361,41	3,20	0,46	7390,41

PERFIL					TR 10.000 Anos - Piping				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
168		272,9	48600,0	327,5	358,21	361,35	3,14	0,93	7339,61
167		327,1	48327,1	323,7	358,21	361,31	3,10	0,90	7299,52
Barragem Jauru									
166		376,6	48000,0	305,6	316,17	336,36	20,19	6,55	16832,68
165		312,3	47623,4	291,4	296,82	317,04	20,22	16,94	16703,38
164		208,1	47311,1	254,6	261,33	275,56	14,23	11,22	16650,30
163		136,3	47103,1	251,6	256,25	270,96	14,71	3,60	16561,66
162	Casa de Força Jauru	166,7	46966,7	250,4	254,56	268,76	14,20	6,06	16546,12
161		300,0	46800,0	247,5	253,37	267,96	14,59	4,85	16521,52
160		300,0	46500,0	245,9	252,26	266,43	14,17	3,48	16448,05
159		300,0	46200,0	242,0	250,68	262,03	11,35	5,80	16359,67
158		131,5	45900,0	236,0	250,30	257,75	7,45	5,83	16277,86
157		168,5	45768,5	240,0	250,30	258,07	7,77	2,96	16237,05
156		300,0	45600,0	231,9	250,29	257,68	7,39	2,42	16167,26
155		300,0	45300,0	227,9	250,28	257,40	7,12	2,37	16033,86
154		300,0	45000,0	235,0	250,20	254,38	4,18	3,57	7781,60
Barragem Indaivaí									
153		153,1	44700,0	211,0	217,65	227,02	9,37	4,37	15959,81
152	Casa de Força Indaivaí	146,9	44546,9	210,2	217,49	227,16	9,67	2,26	15936,12
151		300,0	44400,0	211,5	217,46	227,01	9,55	2,37	15912,18
150		300,0	44100,0	213,5	216,77	225,12	8,35	4,82	15857,17
149		300,0	43800,0	208,0	216,41	224,94	8,53	2,12	15773,71
148		300,0	43500,0	211,9	215,82	223,98	8,16	3,60	15677,98
147		300,0	43200,0	206,0	215,42	222,40	6,98	4,13	15567,59
146		300,0	42900,0	209,8	215,32	221,64	6,32	3,17	15447,81
145		300,0	42600,0	205,2	215,28	221,44	6,16	2,13	15305,75
144		300,0	42300,0	208,1	215,21	219,52	4,31	4,77	15172,39
143		300,0	42000,0	203,0	215,19	218,51	3,32	2,79	15088,47

PERFIL					TR 10.000 Anos - Piping				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
142		300,0	41700,0	199,7	215,19	218,49	3,30	1,24	14985,45
141		323,0	41400,0	202,9	215,18	218,37	3,19	1,46	14879,42
140		202,3	41077,0	201,0	215,18	218,33	3,15	1,14	14780,16
139		74,8	40874,8	200,5	215,18	218,27	3,09	1,25	14715,58
Barragem Salto									
138		300,0	40800,0	198,5	201,33	206,84	5,51	4,33	14762,54
137		300,0	40500,0	192,4	198,26	206,43	8,17	2,51	13685,05
136	Casa de Força Salto	300,0	40200,0	193,1	197,47	206,27	8,80	2,14	12458,96
135		405,0	39900,0	191,7	197,30	205,99	8,69	2,50	12427,44
134		411,0	39495,0	191,2	197,04	205,49	8,45	2,41	8665,79
133		84,0	39084,0	191,6	196,94	205,55	8,61	1,30	9608,91
132		300,0	39000,0	191,9	196,89	205,52	8,63	1,33	8657,38
131		300,0	38700,0	190,4	196,78	205,40	8,62	1,66	8644,36
130		300,0	38400,0	189,2	196,76	205,42	8,66	1,11	8625,50
129		300,0	38100,0	190,0	196,75	205,42	8,67	0,94	8608,39
128		422,9	37800,0	187,1	196,74	205,42	8,68	0,83	8592,71
127		177,1	37377,1	188,7	196,72	205,41	8,69	0,80	8568,45
126		300,0	37200,0	186,0	196,71	205,36	8,65	1,21	8557,41
125		300,0	36900,0	186,1	196,71	205,38	8,67	0,65	8537,96
124		300,0	36600,0	187,0	196,70	205,33	8,63	1,08	8518,38
123		380,0	36300,0	188,8	196,67	205,23	8,56	1,48	8500,02
122		350,9	35920,0	188,5	196,66	205,21	8,55	1,18	8478,68
121		169,1	35569,1	190,7	196,59	205,16	8,57	1,24	8459,17
120		300,0	35400,0	191,0	196,13	204,35	8,22	3,77	8451,19
119		300,0	35100,0	190,3	195,39	201,59	6,20	6,62	8441,94
118		300,0	34800,0	190,0	193,96	199,05	5,09	6,46	8368,19
117		406,3	34500,0	189,1	193,08	198,50	5,42	3,23	8008,48
116		356,1	34093,8	189,3	192,61	198,15	5,54	1,56	7769,75

PERFIL					TR 10.000 Anos - Piping				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
115		217,6	33737,6	186,0	192,56	198,10	5,54	1,19	7748,49
114		220,0	33520,0	185,6	192,54	198,05	5,51	1,25	7735,39
113		300,0	33300,0	182,1	192,54	198,07	5,53	0,74	7718,97
112		300,0	33000,0	185,2	192,54	197,99	5,45	1,25	7700,45
111		300,0	32700,0	186,3	192,28	196,78	4,50	4,26	7611,58
110		182,2	32400,0	183,5	192,26	196,99	4,73	1,04	7603,68
109		417,8	32217,8	182,8	192,26	196,97	4,71	1,02	7596,89
108		300,0	31800,0	185,2	192,05	194,96	2,91	3,81	5446,29
107		300,0	31500,0	183,4	192,01	194,93	2,92	1,19	5267,74
106		222,0	31200,0	181,3	192,01	194,91	2,90	1,01	5267,01
105		198,0	30978,0	184,2	192,01	194,88	2,87	1,04	5265,52
104		180,0	30780,0	183,2	191,99	194,80	2,81	1,30	4943,06
103		300,0	30600,0	183,9	191,99	194,81	2,82	0,82	4942,54
102		300,0	30300,0	184,0	191,99	194,74	2,75	1,08	4795,71
101		153,4	30000,0	183,4	191,98	194,69	2,71	0,97	4794,20
100		446,6	29846,6	181,0	191,98	194,66	2,68	1,13	4658,51
99		300,0	29400,0	180,0	191,98	194,69	2,71	0,41	4788,46
98		300,0	29100,0	180,1	191,98	194,68	2,70	0,51	4784,79
97		300,0	28800,0	180,1	191,98	194,67	2,69	0,50	4781,06
96		300,0	28500,0	177,9	191,98	194,67	2,69	0,55	4776,99
95		380,0	28200,0	180,3	191,98	194,63	2,65	0,88	4660,24
94		220,0	27820,0	178,1	191,98	194,65	2,67	0,37	4659,02
93		300,0	27600,0	178,0	191,98	194,61	2,63	0,78	4658,09
92		300,0	27300,0	177,2	191,98	194,61	2,63	0,58	4656,18
91		300,0	27000,0	178,0	191,98	194,61	2,63	0,52	4653,96
90		424,7	26700,0	175,0	191,98	194,61	2,63	0,38	4651,63
89		175,3	26275,3	176,9	191,98	194,61	2,63	0,30	4647,96
88		300,0	26100,0	175,0	191,98	194,60	2,62	0,49	4646,37

PERFIL					TR 10.000 Anos - Piping				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
87		300,0	25800,0	178,1	191,97	194,59	2,62	0,53	4643,63
86		300,0	25500,0	177,0	191,97	194,59	2,62	0,38	4640,83
85		300,0	25200,0	180,8	191,97	194,58	2,61	0,55	4637,96
84		300,0	24900,0	178,0	191,97	194,58	2,61	0,37	4634,93
83		300,0	24600,0	176,0	191,97	194,58	2,61	0,39	4631,84
82		300,0	24300,0	178,0	191,97	194,58	2,61	0,36	4628,71
81		300,0	24000,0	176,1	191,97	194,58	2,61	0,39	4625,56
80		180,0	23700,0	175,5	191,97	194,58	2,61	0,35	4622,36
79		420,0	23520,0	174,7	191,97	194,58	2,61	0,33	4620,44
78		433,7	23100,0	176,0	191,97	194,56	2,59	0,49	4615,95
77		166,3	22666,3	175,8	191,97	194,56	2,59	0,42	4611,21
76		300,0	22500,0	175,4	191,97	194,54	2,57	0,72	4609,46
75		300,0	22200,0	178,2	191,97	194,54	2,57	0,55	4606,63
74		266,9	21900,0	178,2	191,97	194,54	2,57	0,38	4603,35
73		333,1	21633,1	175,4	191,97	194,54	2,57	0,37	4600,09
72		300,0	21300,0	176,8	191,97	194,53	2,56	0,40	4596,00
71		300,0	21000,0	176,0	191,97	194,52	2,55	0,50	4592,81
70		181,4	20700,0	177,1	191,95	194,28	2,33	2,01	4590,91
69		118,6	20518,6	170,6	191,95	194,27	2,32	1,76	4590,36
Barragem Figueirópolis									
68		304,0	20400,0	172,7	182,54	186,65	4,11	2,12	4297,83
67		376,0	20096,0	172,2	182,54	186,75	4,21	0,42	4296,98
66	Casa de Força Figueirópolis	97,6	19720,0	173,9	182,53	186,70	4,17	0,85	4295,75
65		422,4	19622,4	174,0	182,53	186,70	4,17	0,73	4295,32
64		300,0	19200,0	175,1	182,50	186,64	4,14	0,93	4292,92
63		300,0	18900,0	173,5	182,49	186,61	4,12	0,82	4291,16
62		300,0	18600,0	173,8	182,48	186,58	4,10	0,82	4289,07
61		300,0	18300,0	170,4	182,48	186,57	4,09	0,68	4286,83

PERFIL					TR 10.000 Anos - Piping				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
60		217,3	18000,0	171,3	182,47	186,56	4,09	0,60	4284,37
59		382,7	17782,7	173,4	182,47	186,52	4,05	0,93	4282,86
58		300,0	17400,0	174,5	182,45	186,46	4,01	1,11	4280,49
57		300,0	17100,0	176,0	182,44	186,40	3,96	1,24	4269,14
56		300,0	16800,0	174,9	182,43	186,39	3,96	0,78	4268,95
55		300,0	16500,0	175,0	182,42	186,34	3,92	0,93	4268,67
54		300,0	16200,0	175,6	182,40	186,29	3,89	0,85	4268,32
53		300,0	15900,0	178,2	181,68	185,48	3,80	2,95	4267,79
52		300,0	15600,0	175,1	181,07	184,55	3,48	3,26	4262,46
51		300,0	15300,0	175,5	180,92	184,46	3,54	1,04	4261,98
50		300,0	15000,0	171,7	180,90	184,39	3,49	1,01	4261,23
49		396,4	14700,0	172,8	180,85	184,22	3,37	1,58	4260,43
48		203,7	14303,7	175,3	180,64	183,92	3,28	1,72	4259,16
47		300,0	14100,0	174,2	180,45	183,53	3,08	2,43	4258,49
46		300,0	13800,0	175,0	180,35	183,43	3,08	1,49	4256,27
45		300,0	13500,0	175,1	178,72	181,86	3,14	3,88	4256,14
44		300,0	13200,0	172,6	176,65	180,20	3,55	1,87	4250,69
43		300,0	12900,0	170,0	176,43	179,99	3,56	1,68	4249,08
42		300,0	12600,0	169,9	176,41	179,96	3,55	1,04	4247,23
41		300,0	12300,0	171,5	175,27	178,19	2,92	5,13	4246,01
40		300,0	12000,0	170,3	174,26	177,20	2,94	2,83	4243,61
39		300,0	11700,0	168,0	174,14	176,98	2,84	1,89	4237,68
38		206,7	11400,0	169,0	174,08	176,91	2,83	1,13	4237,17
37		393,3	11193,3	170,0	174,05	176,84	2,79	1,25	4236,73
36		300,0	10800,0	169,3	173,79	176,43	2,64	1,77	4235,77
35		300,0	10500,0	169,3	172,34	174,81	2,47	3,76	4232,56
34		496,8	10200,0	166,4	171,53	174,38	2,85	1,32	4231,50
33		103,2	9703,2	166,6	171,34	174,06	2,72	1,21	4228,30

PERFIL					TR 10.000 Anos - Piping				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
32		300,0	9600,0	167,0	171,20	173,68	2,48	2,54	4226,55
31		300,0	9300,0	164,2	171,09	173,50	2,41	1,35	4226,47
30		300,0	9000,0	164,2	171,00	173,15	2,15	2,02	4224,16
29		300,0	8700,0	166,1	169,67	171,75	2,08	3,52	4190,66
28		57,6	8400,0	163,0	168,45	171,21	2,76	1,26	4151,28
27		425,1	8342,4	163,0	168,45	171,23	2,78	0,76	4151,19
26		417,3	7917,3	164,0	168,42	171,10	2,68	1,25	4150,18
25		300,0	7500,0	162,7	168,37	170,96	2,59	1,17	4147,95
24		203,7	7200,0	162,9	168,32	170,88	2,56	1,06	4132,84
23		476,0	6996,3	163,0	168,28	170,79	2,51	1,26	4132,61
22		220,2	6520,2	162,9	168,22	170,62	2,40	1,07	4130,92
21		300,0	6300,0	163,9	168,14	170,43	2,29	1,65	4129,92
20		300,0	6000,0	165,4	167,70	170,10	2,40	1,52	4119,61
19		170,5	5700,0	161,1	166,82	169,73	2,91	1,67	4108,47
18		429,5	5529,5	162,1	166,79	169,68	2,89	1,36	4108,18
17		300,0	5100,0	159,8	166,75	169,60	2,85	0,96	4107,01
16		360,0	4800,0	160,5	166,71	169,45	2,74	1,39	4105,89
15		240,0	4440,0	160,2	166,64	169,30	2,66	1,04	4104,07
14		300,0	4200,0	160,1	166,61	169,20	2,59	1,22	4102,58
13		300,0	3900,0	162,2	166,42	168,67	2,25	2,37	4101,27
12		300,0	3600,0	161,2	165,55	167,81	2,26	2,60	4100,23
11		300,0	3300,0	161,0	164,38	165,85	1,47	3,25	4099,73
10		300,0	3000,0	160,0	163,12	165,20	2,08	1,76	4095,74
9		300,0	2700,0	160,0	162,99	164,89	1,90	1,94	4089,79
8		300,0	2400,0	159,6	161,98	164,05	2,07	2,75	4081,58
7		300,0	2100,0	158,5	161,59	163,96	2,37	0,86	4070,89
6		300,0	1800,0	158,5	161,56	163,93	2,37	0,72	4070,41

PERFIL					TR 10.000 Anos - Piping				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
5		347,1	1500,0	158,6	161,32	163,34	2,02	2,66	4069,68
4		397,5	1152,9	158,3	161,13	163,25	2,12	1,09	4067,52
3		455,4	755,4	157,7	160,69	162,40	1,71	3,09	4064,21
2		300,0	300,0	157,1	159,66	161,85	2,19	1,76	4063,69
1		0,0	0,0	156,8	158,27	160,47	2,20	4,50	4063,27

(*) Velocidade e vazão máxima obtida da simulação de dam break.

Tabela 22 – Resultados Obtidos- natural e com Dam Break - Rompimento da PCH Ombreiras para TR 10.000 anos (Simulação 1 e 3)

Seção	Descrição	PERFIL			TR 10.000 Anos - Galgamento				
		Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
221		334,1	63600,0	369,28	392,70	394,55	1,85	0,05	741,68
220		388,5	63265,9	358,9	392,70	394,54	1,84	0,06	733,43
Barragem Ombreiras									
219	Casa de Força Ombreiras	177,4	62877,4	356,7	364,00	377,03	13,03	5,72	18094,60
218		300,0	62700,0	357,3	363,04	375,76	12,72	6,33	16788,34
217		250,9	62400,0	357,0	363,11	374,94	11,83	5,50	16728,24
216		349,2	62149,2	357,0	362,42	373,65	11,23	6,02	15323,23
215		300,0	61800,0	356,0	362,42	374,38	11,96	2,91	15303,32
214		300,0	61500,0	356,0	362,31	374,20	11,89	3,06	15293,34
213		300,0	61200,0	356,0	362,19	373,74	11,55	3,66	15262,64
212		300,0	60900,0	355,0	361,96	372,86	10,90	4,61	15208,00
211		476,8	60600,0	355,0	361,85	372,60	10,75	4,19	15142,60
210		223,9	60123,2	355,0	361,30	371,20	9,90	4,83	13482,50
209		199,3	59899,3	355,0	361,23	371,43	10,20	3,04	13474,49
208		76,5	59700,0	355,0	360,68	370,99	10,31	3,50	13451,20
207		223,5	59623,5	355,0	360,74	371,20	10,46	2,33	13442,16
206		300,0	59400,0	355,0	360,42	370,41	9,99	3,90	12555,15
205		300,0	59100,0	355,0	360,34	370,60	10,26	2,17	12537,36
204		300,0	58800,0	355,0	360,20	370,27	10,07	2,89	12514,81
203		300,0	58500,0	354,0	359,96	370,04	10,08	2,82	12461,01
202		300,0	58200,0	354,0	359,84	369,54	9,70	3,35	12402,52
201		300,0	57900,0	353,0	359,81	369,67	9,86	2,15	12342,97
200		300,0	57600,0	352,0	359,73	369,31	9,58	2,95	11806,23
199		300,0	57300,0	352,0	359,34	367,35	8,01	5,38	9814,49
198		156,9	57000,0	352,8	359,29	367,79	8,50	3,38	10516,17
197		143,1	56843,1	352,2	359,29	368,07	8,78	1,77	11140,40

Seção	Descrição	PERFIL			TR 10.000 Anos - Galgamento					
		Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
					Natural	Dam Break	Δ			
196		300,0	56700,0	348,0	359,26	367,96	8,70	2,02	10513,58	
195		300,0	56400,0	352,0	359,15	367,67	8,52	2,71	10502,07	
194		300,0	56100,0	352,0	359,10	367,77	8,67	1,65	10482,65	
193		300,0	55800,0	350,2	358,97	367,33	8,36	2,93	10452,82	
192		392,0	55500,0	350,0	358,92	367,44	8,52	1,59	10408,16	
191		208,1	55108,1	350,0	358,83	367,34	8,51	1,71	10337,38	
190		300,0	54900,0	350,0	358,74	366,98	8,24	2,72	9984,76	
189		300,0	54600,0	350,0	358,68	366,60	7,92	3,13	9977,26	
188		99,0	54300,0	350,0	358,67	366,67	8,00	2,15	9966,40	
187		201,0	54201,0	350,0	358,67	366,77	8,10	0,84	9961,37	
186		300,0	54000,0	350,0	358,62	366,61	7,99	1,77	9949,79	
185		300,0	53700,0	348,0	358,46	365,55	7,09	4,13	9926,88	
184		300,0	53400,0	348,0	358,41	364,88	6,47	3,99	9895,45	
183		300,0	53100,0	349,6	358,38	365,05	6,67	2,11	9851,28	
182		300,0	52800,0	346,1	358,32	363,99	5,67	4,26	9733,20	
181		300,0	52500,0	348,6	358,27	363,12	4,85	4,83	9727,86	
180		434,3	52200,0	346,0	358,26	362,99	4,73	3,86	9720,96	
179		165,7	51765,7	346,0	358,22	362,05	3,83	4,58	9711,05	
178		300,0	51600,0	343,9	358,23	362,60	4,37	1,49	9704,87	
177		300,0	51300,0	342,0	358,23	362,46	4,23	1,85	9689,74	
176		300,0	51000,0	341,4	358,22	362,05	3,83	2,87	9683,69	
175		300,0	50700,0	340,0	358,21	361,64	3,43	3,37	9465,81	
174		300,0	50400,0	340,0	358,21	361,71	3,50	2,34	9431,77	
173		300,0	50100,0	338,0	358,21	361,80	3,59	1,05	9358,37	
172		152,8	49800,0	336,0	358,21	361,80	3,59	0,74	9233,93	
171		297,3	49647,2	338,0	358,21	361,79	3,58	0,75	9160,68	
170		514,5	49349,9	336,0	358,21	361,76	3,55	0,81	9039,41	
169		235,4	48835,4	326,0	358,21	361,74	3,53	0,54	8859,15	

PERFIL					TR 10.000 Anos - Galgamento				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
168		272,9	48600,0	327,5	358,21	361,67	3,46	1,08	8785,34
167		327,1	48327,1	323,7	358,21	361,62	3,41	1,03	8724,81
Barragem Jauru									
166		376,6	48000,0	305,6	316,17	337,15	20,98	6,61	17929,17
165		312,3	47623,4	291,4	296,82	317,74	20,92	17,25	17912,63
164		208,1	47311,1	254,6	261,33	276,23	14,90	11,43	17903,48
163		136,3	47103,1	251,6	256,25	271,60	15,35	3,73	17880,42
162	Casa de Força Jauru	166,7	46966,7	250,4	254,56	269,32	14,76	6,24	17855,13
161		300,0	46800,0	247,5	253,37	268,50	15,13	5,00	17823,65
160		300,0	46500,0	245,9	252,26	266,93	14,67	3,56	17720,66
159		300,0	46200,0	242,0	250,68	262,75	12,07	5,67	17571,51
158		131,5	45900,0	236,0	250,30	258,32	8,02	5,97	17538,69
157		168,5	45768,5	240,0	250,30	258,67	8,37	3,06	17519,86
156		300,0	45600,0	231,9	250,29	258,22	7,93	2,50	17486,64
155		300,0	45300,0	227,9	250,28	257,92	7,64	2,49	17428,75
154		300,0	45000,0	235,0	250,20	254,90	4,70	3,96	9224,19
Barragem Indavaí									
153		153,1	44700,0	211,0	217,65	227,40	9,75	4,48	17384,77
152	Casa de Força Indavaí	146,9	44546,9	210,2	217,49	227,56	10,07	2,37	17338,18
151		300,0	44400,0	211,5	217,46	227,40	9,94	2,48	17291,79
150		300,0	44100,0	213,5	216,77	225,48	8,71	4,93	17198,63
149		300,0	43800,0	208,0	216,41	225,33	8,92	2,22	17086,90
148		300,0	43500,0	211,9	215,82	224,35	8,53	3,69	16963,23
147		300,0	43200,0	206,0	215,42	222,77	7,35	4,25	16831,39
146		300,0	42900,0	209,8	215,32	222,01	6,69	3,28	16697,59
145		300,0	42600,0	205,2	215,28	221,82	6,54	2,21	16441,52
144		300,0	42300,0	208,1	215,21	219,85	4,64	4,87	16435,21
143		300,0	42000,0	203,0	215,19	218,85	3,66	2,90	16430,99

PERFIL					TR 10.000 Anos - Galgamento				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
142		300,0	41700,0	199,7	215,19	218,84	3,65	1,32	16423,57
141		323,0	41400,0	202,9	215,18	218,72	3,54	1,56	16413,69
140		202,3	41077,0	201,0	215,18	218,67	3,49	1,24	16403,58
139		74,8	40874,8	200,5	215,18	218,61	3,43	1,36	16396,40
Barragem Salto									
138		300,0	40800,0	198,5	201,33	207,22	5,89	4,41	16061,09
137		300,0	40500,0	192,4	198,26	206,86	8,60	2,60	14932,36
136	Casa de Força Salto	300,0	40200,0	193,1	197,47	206,72	9,25	2,19	13539,75
135		405,0	39900,0	191,7	197,30	206,47	9,17	2,26	12144,08
134		411,0	39495,0	191,2	197,04	206,00	8,96	2,54	9718,35
133		84,0	39084,0	191,6	196,94	206,05	9,11	1,24	9697,41
132		300,0	39000,0	191,9	196,89	206,02	9,13	1,41	9693,64
131		300,0	38700,0	190,4	196,78	205,90	9,12	1,76	9667,90
130		300,0	38400,0	189,2	196,76	205,92	9,16	1,18	9632,99
129		300,0	38100,0	190,0	196,75	205,92	9,17	1,01	9597,04
128		422,9	37800,0	187,1	196,74	205,92	9,18	0,89	9561,53
127		177,1	37377,1	188,7	196,72	205,91	9,19	0,85	9503,45
126		300,0	37200,0	186,0	196,71	205,85	9,14	1,27	9478,18
125		300,0	36900,0	186,1	196,71	205,88	9,17	0,69	9434,07
124		300,0	36600,0	187,0	196,70	205,82	9,12	1,12	9388,86
123		380,0	36300,0	188,8	196,67	205,72	9,05	1,54	9348,44
122		350,9	35920,0	188,5	196,66	205,69	9,03	1,25	9304,04
121		169,1	35569,1	190,7	196,59	205,65	9,06	1,30	9263,44
120		300,0	35400,0	191,0	196,13	204,80	8,67	3,87	9247,02
119		300,0	35100,0	190,3	195,39	201,95	6,56	6,84	9231,20
118		300,0	34800,0	190,0	193,96	199,37	5,41	6,63	9172,44
117		406,3	34500,0	189,1	193,08	198,82	5,74	3,37	8802,55
116		356,1	34093,8	189,3	192,61	198,48	5,87	1,61	8543,79

PERFIL					TR 10.000 Anos - Galgamento				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
115		217,6	33737,6	186,0	192,56	198,43	5,87	1,25	8517,70
114		220,0	33520,0	185,6	192,54	198,38	5,84	1,31	8501,55
113		300,0	33300,0	182,1	192,54	198,40	5,86	0,78	8481,64
112		300,0	33000,0	185,2	192,54	198,31	5,77	1,33	8459,34
111		300,0	32700,0	186,3	192,28	197,00	4,72	4,46	8363,92
110		182,2	32400,0	183,5	192,26	197,25	4,99	1,12	8353,95
109		417,8	32217,8	182,8	192,26	197,23	4,97	1,09	8345,20
108		300,0	31800,0	185,2	192,05	195,14	3,09	3,81	5684,43
107		300,0	31500,0	183,4	192,01	195,13	3,12	1,21	5493,62
106		222,0	31200,0	181,3	192,01	195,11	3,10	1,03	5492,91
105		198,0	30978,0	184,2	192,01	195,08	3,07	1,05	5491,45
104		180,0	30780,0	183,2	191,99	195,00	3,01	1,35	5314,99
103		300,0	30600,0	183,9	191,99	195,01	3,02	0,86	5312,97
102		300,0	30300,0	184,0	191,99	194,93	2,94	1,13	5147,99
101		153,4	30000,0	183,4	191,98	194,89	2,91	0,99	4994,01
100		446,6	29846,6	181,0	191,98	194,85	2,87	1,19	4993,28
99		300,0	29400,0	180,0	191,98	194,88	2,90	0,42	4989,83
98		300,0	29100,0	180,1	191,98	194,87	2,89	0,52	4987,29
97		300,0	28800,0	180,1	191,98	194,86	2,88	0,51	4984,60
96		300,0	28500,0	177,9	191,98	194,86	2,88	0,56	4981,55
95		380,0	28200,0	180,3	191,98	194,82	2,84	0,90	4857,45
94		220,0	27820,0	178,1	191,98	194,83	2,85	0,38	4973,12
93		300,0	27600,0	178,0	191,98	194,80	2,82	0,79	4857,32
92		300,0	27300,0	177,2	191,98	194,80	2,82	0,59	4856,27
91		300,0	27000,0	178,0	191,98	194,80	2,82	0,53	4855,04
90		424,7	26700,0	175,0	191,98	194,80	2,82	0,39	4853,74
89		175,3	26275,3	176,9	191,98	194,80	2,82	0,31	4851,71
88		300,0	26100,0	175,0	191,98	194,79	2,81	0,50	4850,79

PERFIL					TR 10.000 Anos - Galgamento				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
87		300,0	25800,0	178,1	191,97	194,78	2,81	0,54	4849,06
86		300,0	25500,0	177,0	191,97	194,78	2,81	0,39	4847,26
85		300,0	25200,0	180,8	191,97	194,77	2,80	0,57	4845,36
84		300,0	24900,0	178,0	191,97	194,77	2,80	0,38	4843,29
83		300,0	24600,0	176,0	191,97	194,77	2,80	0,40	4841,20
82		300,0	24300,0	178,0	191,97	194,77	2,80	0,37	4839,08
81		300,0	24000,0	176,1	191,97	194,76	2,79	0,40	4836,92
80		180,0	23700,0	175,5	191,97	194,76	2,79	0,36	4834,72
79		420,0	23520,0	174,7	191,97	194,76	2,79	0,34	4833,40
78		433,7	23100,0	176,0	191,97	194,75	2,78	0,50	4830,28
77		166,3	22666,3	175,8	191,97	194,75	2,78	0,43	4826,93
76		300,0	22500,0	175,4	191,97	194,72	2,75	0,74	4825,66
75		300,0	22200,0	178,2	191,97	194,72	2,75	0,57	4823,56
74		266,9	21900,0	178,2	191,97	194,72	2,75	0,39	4821,13
73		333,1	21633,1	175,4	191,97	194,72	2,75	0,38	4818,71
72		300,0	21300,0	176,8	191,97	194,72	2,75	0,42	4815,68
71		300,0	21000,0	176,0	191,97	194,71	2,74	0,51	4813,29
70		181,4	20700,0	177,1	191,95	194,45	2,50	2,06	4811,83
69		118,6	20518,6	170,6	191,95	194,44	2,49	1,82	4811,39
Barragem Figueirópolis									
68		304,0	20400,0	172,7	182,54	186,79	4,25	2,17	4480,62
67		376,0	20096,0	172,2	182,54	186,89	4,35	0,43	4518,76
66	Casa de Força Figueirópolis	97,6	19720,0	173,9	182,53	186,85	4,32	0,86	4480,90
65		422,4	19622,4	174,0	182,53	186,85	4,32	0,74	4480,85
64		300,0	19200,0	175,1	182,50	186,78	4,28	0,95	4480,22
63		300,0	18900,0	173,5	182,49	186,75	4,26	0,84	4479,43
62		300,0	18600,0	173,8	182,48	186,72	4,24	0,83	4478,37
61		300,0	18300,0	170,4	182,48	186,71	4,23	0,70	4477,17

Seção	Descrição	PERFIL			TR 10.000 Anos - Galgamento					
		Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
					Natural	Dam Break	Δ			
60		217,3	18000,0	171,3	182,47	186,70	4,23	0,61	4475,83	
59		382,7	17782,7	173,4	182,47	186,66	4,19	0,95	4474,96	
58		300,0	17400,0	174,5	182,45	186,60	4,15	1,14	4473,49	
57		300,0	17100,0	176,0	182,44	186,53	4,09	1,27	4472,22	
56		300,0	16800,0	174,9	182,43	186,53	4,10	0,80	4470,58	
55		300,0	16500,0	175,0	182,42	186,48	4,06	0,96	4468,61	
54		300,0	16200,0	175,6	182,40	186,42	4,02	0,88	4466,76	
53		300,0	15900,0	178,2	181,68	185,62	3,94	2,95	4462,16	
52		300,0	15600,0	175,1	181,07	184,66	3,59	3,34	4461,62	
51		300,0	15300,0	175,5	180,92	184,57	3,65	1,07	4454,74	
50		300,0	15000,0	171,7	180,90	184,49	3,59	1,04	4454,60	
49		396,4	14700,0	172,8	180,85	184,32	3,47	1,62	4454,35	
48		203,7	14303,7	175,3	180,64	184,01	3,37	1,76	4453,74	
47		300,0	14100,0	174,2	180,45	183,60	3,15	2,50	4453,33	
46		300,0	13800,0	175,0	180,35	183,50	3,15	1,53	4452,50	
45		300,0	13500,0	175,1	178,72	181,91	3,19	3,92	4451,53	
44		300,0	13200,0	172,6	176,65	180,33	3,68	1,89	4442,29	
43		300,0	12900,0	170,0	176,43	180,12	3,69	1,71	4441,48	
42		300,0	12600,0	169,9	176,41	180,09	3,68	1,07	4440,47	
41		300,0	12300,0	171,5	175,27	178,30	3,03	5,20	4439,75	
40		300,0	12000,0	170,3	174,26	177,31	3,05	2,89	4435,42	
39		300,0	11700,0	168,0	174,14	177,09	2,95	1,93	4434,53	
38		206,7	11400,0	169,0	174,08	177,01	2,93	1,16	4432,75	
37		393,3	11193,3	170,0	174,05	176,94	2,89	1,28	4431,38	
36		300,0	10800,0	169,3	173,79	176,52	2,73	1,81	4427,98	
35		300,0	10500,0	169,3	172,34	174,90	2,56	3,78	4427,55	
34		496,8	10200,0	166,4	171,53	174,48	2,95	1,36	4422,57	
33		103,2	9703,2	166,6	171,34	174,16	2,82	1,24	4420,89	

PERFIL					TR 10.000 Anos - Galgamento				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
32		300,0	9600,0	167,0	171,20	173,76	2,56	2,59	4420,52
31		300,0	9300,0	164,2	171,09	173,59	2,50	1,39	4419,46
30		300,0	9000,0	164,2	171,00	173,22	2,22	2,07	4418,55
29		300,0	8700,0	166,1	169,67	171,83	2,16	3,54	4389,73
28		57,6	8400,0	163,0	168,45	171,31	2,86	1,29	4348,59
27		425,1	8342,4	163,0	168,45	171,34	2,89	0,78	4348,21
26		417,3	7917,3	164,0	168,42	171,20	2,78	1,28	4325,59
25		300,0	7500,0	162,7	168,37	171,06	2,69	1,19	4324,81
24		203,7	7200,0	162,9	168,32	170,98	2,66	1,08	4323,46
23		476,0	6996,3	163,0	168,28	170,89	2,61	1,29	4322,19
22		220,2	6520,2	162,9	168,22	170,71	2,49	1,09	4307,27
21		300,0	6300,0	163,9	168,14	170,53	2,39	1,68	4306,88
20		300,0	6000,0	165,4	167,70	170,20	2,50	1,53	4294,01
19		170,5	5700,0	161,1	166,82	169,84	3,02	1,70	4293,02
18		429,5	5529,5	162,1	166,79	169,78	2,99	1,39	4292,17
17		300,0	5100,0	159,8	166,75	169,69	2,94	0,98	4289,39
16		360,0	4800,0	160,5	166,71	169,54	2,83	1,42	4281,31
15		240,0	4440,0	160,2	166,64	169,39	2,75	1,06	4280,87
14		300,0	4200,0	160,1	166,61	169,29	2,68	1,24	4280,41
13		300,0	3900,0	162,2	166,42	168,74	2,32	2,41	4279,94
12		300,0	3600,0	161,2	165,55	167,86	2,31	2,65	4279,53
11		300,0	3300,0	161,0	164,38	165,94	1,56	3,28	4276,58
10		300,0	3000,0	160,0	163,12	165,28	2,16	1,79	4270,20
9		300,0	2700,0	160,0	162,99	164,96	1,97	1,98	4269,32
8		300,0	2400,0	159,6	161,98	164,14	2,16	2,77	4251,68
7		300,0	2100,0	158,5	161,59	164,04	2,45	0,87	4250,10
6		300,0	1800,0	158,5	161,56	164,01	2,45	0,74	4247,66

PERFIL					TR 10.000 Anos - Galgamento				
Seção	Descrição	Distância entre seções (m)	Distância Acumulada (m)	Cota do Fundo (m)	NA (m)			Velocidade Máx (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
					Natural	Dam Break	Δ		
5		347,1	1500,0	158,6	161,32	163,41	2,09	2,71	4241,06
4		397,5	1152,9	158,3	161,13	163,33	2,20	1,10	4240,12
3		455,4	755,4	157,7	160,69	162,46	1,77	3,15	4238,79
2		300,0	300,0	157,1	159,66	161,91	2,25	1,79	4237,21
1		0,0	0,0	156,8	158,27	160,51	2,24	4,57	4236,12

(*) Velocidade e vazão máxima obtida da simulação de dam break.

5.7 Limite Físico a Jusante da PCH Ombreiras

O limite físico do trecho estudado, foi da Barragem da PCH Ombreiras até o término da cidade de Figueirópolis do Oeste, ponto de maior interesse, compreendendo cerca de 63 km. Este trecho compreende:

- 25 km – Historicamente trecho onde ocorre vítimas fatais;
- Volume Reservatório entre 3-50 hm³ - < 25 km a jusante – De acordo com ANA.
- 3 horas após rompimento da barragem Ombreiras;
- Passando por todas as usinas de jusante, de acordo ANEEL.

5.8 Relação Nível de água x Tempo das Seções de Interesse

As benfeitoras foram identificadas pelo *Google Earth/Restituição*. Considerando o momento da ruptura descritos no item 5.3, serão apresentados os cotogramas das seções onde foram detectadas benfeitorias em risco, listadas na Tabela 23.

Tabela 23 – Localização das Seções de Interesse

Seções	Descrição	Estaca (m)	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)
220	Barragem PCH Ombreiras	63265,90	0,00
219	Casa de Força Ombreiras	62877,43	0,39
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	48327,13	14,94
162	Casa de Força Jauru	46966,71	16,30
154	Barragem PCH Indiavaí	45000,00	18,27
152	Casa de Força Indiavaí	44546,86	18,72
139	Barragem PCH Salto	40874,75	22,39
136	Casa de Força Salto	40200,00	23,07
129	Propriedades	38100,00	25,17
69	Barragem PCH Figueirópolis	20518,63	42,75
66	Casa de Força Figueirópolis	19720,00	43,55
59	Propriedades	17782,67	45,48
41	Propriedades	12300,00	50,97
32	Propriedades	9600,00	53,67
26	Propriedades	7917,30	55,35
19	Propriedades e Ponte	5700,00	57,57
14	Propriedades	4200,00	59,07
5	Propriedades	1500,00	61,77
1	Propriedades e Limite ZSS	0,00	63,27

Para cada seção foi determinado quanto tempo levou para que a onda ocasionada pela ruptura do barramento chegue na seção e atinja o nível máximo.

Na sequência estão descritos os resultados em todas as seções de interesse definidas, com a figura do local com mapa de inundação TR 10.000 anos (destacado em azul), indicação dos níveis

máximos de água para as condições naturais e dam break, a altura máxima da onda, o tempo de início de chegada da onda de cheia e o tempo para o pico máximo da onda de cheia com o rompimento da barragem e duração da mesma.

5.8.1 SL-219 – Casa de Força da PCH Ombreiras

A Casa de Força logo a jusante da Barragem PCH Ombreiras. A seção SL-219 está na saída do canal de fuga, localizada a 0,39 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 27).



Figura 27 – Localização Casa de Força Ombreiras - SL-219

Tabela 24 – Detalhe das simulações - SL-219 – Casa de Força Ombreiras

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	359,73	375,16	15,43	00:00	01:35	0	15:00
100 anos	362,63	375,53	12,90	00:00	01:35	0	05:10
10.000 anos	364,00	375,94	11,94	00:00	01:35	0	04:17
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	364,00	377,03	13,03	00:00	01:35	0	04:20

5.8.2 SL-167 – Barragem UHE Jauru e Limite ZAS

A Barragem da UHE Jauru e Limite ZAS, identificada pela seção SL-167, está localizada cerca de 14,94 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 28).



Figura 28 – Barragem UHE Jauru - SL-167 e Limite ZAS

Tabela 25 – Detalhe das simulações - SL-167 – Barragem UHE Jauru e Limite ZAS

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	355,72	361,08	5,36	00:26	02:40	0	02:52
100 anos	357,26	361,21	3,95	00:25	02:25	0	02:37
10.000 anos	358,21	361,31	3,10	00:25	02:20	0	02:31
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	358,21	361,62	3,41	00:30	02:25	0	02:28

5.8.3 SL-162 – Casa de Força UHE Jauru

A Casa de Força da UHE Jauru a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-162, localizada a 16,30 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 29).



Figura 29 – Localização Casa de Força Jauru - SL-162

Tabela 26 – Detalhe das simulações - SL-162 – Casa de Força Jauru

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	251,82	267,20	15,38	00:32	03:25	0	15:28
100 anos	253,53	267,98	14,45	00:30	03:10	0	08:15
10.000 anos	254,56	268,76	14,20	00:28	03:10	0	07:27
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	254,56	269,32	14,76	00:45	03:10	0	07:00

5.8.4 SL-154 – Barragem PCH Indiavaí

A Barragem da PCH Indiavaí, identificada pela seção SL-154, está localizada cerca de 18,27 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 30).



Figura 30 – Barragem/Vertedouro PCH Indiavaí - SL-154

Tabela 27 – Detalhe das simulações - SL-154 – Barragem PCH Indiavaí

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	248,07	253,82	5,75	00:45	02:55	0	03:15
100 anos	249,53	254,17	4,64	00:35	02:40	0	03:05
10.000 anos	250,20	254,38	4,18	00:30	02:35	0	03:04
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	250,20	254,90	4,70	00:50	02:35	0	02:45

5.8.5 SL-152 – Casa de Força PCH Indiavaí

A Casa de Força da PCH Indiavaí a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-152, localizada a 18,72 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 31).



Figura 31 – Localização Casa de Força Indivaí - SL-152

Tabela 28 – Detalhe das simulações - SL-152 – Casa de Força Indivaí

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	215,27	226,26	10,99	00:50	03:30	0	09:37
100 anos	216,68	226,77	10,09	00:45	03:15	0	08:26
10.000 anos	217,49	227,16	9,67	00:35	03:15	0	07:51
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	217,49	227,56	10,07	00:55	03:15	0	07:23

5.8.6 SL-139 – Barragem PCH Salto

A Barragem da PCH Salto, identificada pela seção SL-139, está localizada cerca de 22,39 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 32).



Figura 32 – Barragem PCH Salto - SL-139

Tabela 29 – Detalhe das simulações - SL-139 – Barragem PCH Salto

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	212,32	218,07	5,75	01:05	03:35	0	04:00
100 anos	214,09	218,23	4,14	00:55	03:20	0	03:42
10.000 anos	215,18	218,27	3,09	00:45	03:15	0	03:38
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	215,18	218,61	3,43	01:10	03:15	0	03:22

5.8.7 SL-136 – Casa de Força PCH Salto

A Casa de Força da PCH Salto a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-136, localizada a 23,07 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 33).



Figura 33 – Casa de Força PCH Salto - SL-136

Tabela 30 – Detalhe das simulações - SL-136 – Casa de Força Salto

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	194,84	204,58	9,74	01:15	03:45	0	19:30
100 anos	196,50	205,46	8,96	01:15	03:30	0	12:17
10.000 anos	197,47	206,27	8,80	01:05	03:30	0	11:40
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	197,47	206,72	9,25	01:20	03:30	0	10:42

5.8.8 SL-129 – Propriedade

A propriedade a jusante da barragem na seção SL-129, localizada a 25,17 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 34).



Figura 34 – Propriedade na seção SL-129

Tabela 31 – Detalhe das simulações - SL-129 – Propriedade

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	193,09	203,15	10,06	01:45	04:15	1	10:15
100 anos	195,59	204,50	8,91	01:40	03:55	0	14:05
10.000 anos	196,75	205,42	8,67	01:20	03:50	0	12:30
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	196,75	205,92	9,17	01:45	03:50	0	11:25

5.8.9 SL-69 – Barragem PCH Figueirópolis

A Barragem da PCH Figueirópolis, identificada pela seção SL-69, está localizada cerca de 42,75 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 35).



Figura 35 – Barragem PCH Figueirópolis - SL-69

Tabela 32 – Detalhe das simulações - SL-69 – Barragem PCH Figueirópolis

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	190,58	193,49	2,91	03:10	07:20	1	09:00
100 anos	191,38	193,74	2,36	02:45	06:00	0	09:25
10.000 anos	191,95	194,27	2,32	02:10	05:50	0	09:30
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	191,95	194,44	2,49	02:40	05:50	0	09:06

5.8.10 SL-66 – Casa de Força PCH Figueirópolis

A Casa de Força da PCH Figueirópolis a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-66, localizada a 43,55 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 36).



Figura 36 – Casa de Força PCH Figueirópolis - SL-66

Tabela 33 – Detalhe das simulações - SL-66 – Casa de Força Figueirópolis

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	180,58	184,30	3,72	03:15	08:40	1	09:15
100 anos	181,71	186,11	4,40	03:08	07:30	1	02:52
10.000 anos	182,53	186,70	4,17	02:45	06:55	1	03:15
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	182,53	186,85	4,32	02:55	06:55	0	19:55

5.8.11 SL-59 – Propriedades

As propriedades a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-59, localizada a 45,48 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 37).



Figura 37 – Propriedades - SL-59

Tabela 34 – Detalhe das simulações - SL-59 – Propriedade

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	180,57	184,19	3,62	03:20	08:45	1	14:40
100 anos	181,67	185,95	4,28	03:12	07:30	1	02:48
10.000 anos	182,47	186,52	4,05	02:47	07:00	1	03:13
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	182,47	186,66	4,19	03:00	06:55	0	20:50

5.8.12 SL-41 – Propriedades

As propriedades a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-41, localizada a 50,97 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 38).



Figura 38 – Propriedades - SL-41

Tabela 35 – Detalhe das simulações - SL-41 – Propriedades

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	173,80	176,49	2,69	03:45	09:25	1	22:15
100 anos	174,69	177,75	3,06	03:40	07:55	1	03:20
10.000 anos	175,27	178,19	2,92	03:13	07:20	1	03:47
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	175,27	178,30	3,03	03:25	07:15	1	00:15

5.8.13 SL-32 – Propriedades

As propriedades a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-32, localizada a 53,67 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 38).



Figura 39 – Propriedades - SL-32

Tabela 36 – Detalhe das simulações - SL-32 – Propriedades

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	169,32	172,28	2,96	04:15	09:50	2	17:45
100 anos	170,47	173,35	2,88	04:10	08:15	1	04:50
10.000 anos	171,20	173,68	2,48	03:35	07:35	1	05:25
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	171,20	173,76	2,56	03:30	07:30	1	00:20

5.8.14 SL-26 – Propriedades

As propriedades a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-26, localizada a 55,35 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 40).



Figura 40 – Propriedades - SL-26

Tabela 37 – Detalhe das simulações - SL-26 – Propriedades

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	167,18	169,52	2,34	04:35	10:25	2	19:25
100 anos	167,85	170,66	2,81	04:30	08:45	2	07:30
10.000 anos	168,42	171,10	2,68	03:50	08:10	2	09:10
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	168,42	171,20	2,78	03:50	08:05	2	03:00

5.8.15 SL-19 – Propriedades e Ponte

As propriedades e ponte na MT 248 a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-19, localizada a 57,57 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 41).



Figura 41 – Propriedades e Ponte - SL-19

Tabela 38 – Detalhe das simulações - SL-19 – Propriedades e Ponte

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	165,00	168,12	3,12	05:00	10:50	3	13:00
100 anos	165,93	169,31	3,38	04:50	09:05	2	18:10
10.000 anos	166,82	169,73	2,91	04:15	08:25	2	12:45
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	166,82	169,84	3,02	04:20	08:20	2	05:30

5.8.16 SL-14 – Propriedades

As propriedades a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-14, localizada a 59,07 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 42).



Figura 42 – Propriedades - SL-14

Tabela 39 – Detalhe das simulações - SL-14 – Propriedades

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	164,83	167,77	2,94	05:10	10:55	3	14:50
100 anos	165,73	168,82	3,09	04:55	09:05	2	20:05
10.000 anos	166,61	169,20	2,59	04:20	08:30	2	15:40
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	166,61	169,29	2,68	04:25	08:20	2	08:25

5.8.17 SL-05 – Propriedades

As propriedades a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-05, localizada a 61,77 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 43).



Figura 43 – Propriedades - SL-05

Tabela 40 – Detalhe das simulações - SL-05 – Propriedades

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	160,49	162,12	1,63	05:45	11:20	3	15:15
100 anos	160,90	163,01	2,11	05:15	09:30	2	20:45
10.000 anos	161,32	163,34	2,02	04:40	09:00	2	16:20
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	161,32	163,41	2,09	04:50	08:10	2	09:00

5.8.18 SL-01 – Propriedades e Limite ZSS

As propriedades a jusante da Barragem PCH Ombreiras está identificada como seção SL-01, localizada a 63,27 km da barragem PCH Ombreiras (Figura 44).



Figura 44 – Propriedades e Limite ZSS - SL-01

Tabela 41 – Detalhe das simulações - SL-01 – Propriedades e Limite ZSS

HIDROGRAMA	Nível d'água (m)		Altura Máxima da Onda (m)	Tempo de Início da Onda (hh:mm)	Tempo de Pico Onda (hh:mm)	Duração (hh:mm)	
	Natural	Dam Break				Dia	Hora
QTurb	158,04	158,98	0,94	06:00	11:30	3	15:00
100 anos	158,19	159,78	1,59	05:30	09:40	2	20:30
10.000 anos	158,27	160,47	2,20	04:45	09:10	2	16:15
10.000 anos + Falha VT (Galgamento)	158,27	160,51	2,24	05:05	08:20	2	08:45

5.9 Resumo Geral das Seções de Interesse

A Tabela 42 abaixo apresenta o resumo dos tempos da onda de cheia após rompimento da barragem em cada seção estratégica do trecho de jusante. Estão indicados na tabela a distância da barragem até as seções e para o rompimento da barragem o tempo de início da onda de cheia, o tempo para atingir o pico, duração da onda, o nível de água normal sem rompimento, o nível máximo de água com o rompimento, a altura máxima da onda de cheia, velocidade e vazão máxima nas seções de interesse considerando as cheias nos tempos de recorrência de QTURB anos, TR-100 anos e TR-10.000 anos.

Os mapas de inundação apresentados no Anexo V estão divididos por tempo de recorrência e possuem destaque para os locais próximos as seções indicadas na Tabela 42. Nos mapas apresenta-se os níveis de água definidos para a condição natural, condição com Dam Break, altura de onda, tempo de chegada da onda e o tempo de pico para cada seção, bem como uma imagem do local para facilitar a localização. Os desenhos foram elaborados para duas condições extremas

– dia de sol com rompimento Qturbinada e Enchente TR 10.000 anos com galgamento da barragem:

- OMB-C-MPI-001-00-22 – Mapa de Inundação – Sunny Day - QTURB – Natural e Dam Break – Folhas 01 a 12;
- OMB-C-MPI-002-00-22 – Mapa de Inundação – TR 10.000 Anos Overtopping – Natural e Dam Break – Folhas 01 a 12.

Tabela 42 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção para Sunny Day e TR 100 anos (Piping)

Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	Sunny Day - Qturb										100 anos								
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)		
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração				Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração				
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento																				
219	Casa de Força Ombreiras	0,39	359,73	375,16	15,43	00:00	01:35	0	15:00	4,83	12188,10	362,63	375,53	12,90	00:00	01:35	0	05:10	4,98	13144,97
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	355,72	361,08	5,36	00:26	02:40	0	02:52	0,69	5452,34	357,26	361,21	3,95	00:25	02:25	0	02:37	0,86	6867,89
162	Casa de Força Jauru	16,30	251,82	267,20	15,38	00:32	03:25	0	15:28	5,86	13859,02	253,53	267,98	14,45	00:30	03:10	0	08:15	6,04	15374,46
154	Barragem PCH Indavaí	18,27	248,07	253,82	5,75	00:45	02:55	0	03:15	3,18	6444,05	249,53	254,17	4,64	00:35	02:40	0	03:05	3,42	7268,51
152	Casa de Força Indavaí	18,72	215,27	226,26	10,99	00:50	03:30	0	09:37	2,01	13102,74	216,68	226,77	10,09	00:45	03:15	0	08:26	2,16	14749,03
139	Barragem PCH Salto	22,39	212,32	218,07	5,75	01:05	03:35	0	04:00	1,03	11847,41	214,09	218,23	4,14	00:55	03:20	0	03:42	1,16	13512,28
136	Casa de Força Salto	23,07	194,84	204,58	9,74	01:15	03:45	0	19:30	2,55	11326,68	196,50	205,46	8,96	01:15	03:30	0	12:17	2,37	12181,71
129	Propriedades	25,17	193,09	203,15	10,06	01:45	04:15	1	10:15	0,77	5712,21	195,59	204,50	8,91	01:40	03:55	0	14:05	0,89	7510,12
69	Barragem PCH Figueirópolis	42,75	190,58	193,49	2,91	03:10	07:20	1	09:00	0,88	2140,11	191,38	193,74	2,36	02:45	06:00	0	09:25	1,59	3946,63
66	Casa de Força Figueirópolis	43,55	180,58	184,30	3,72	03:15	08:40	1	09:15	0,59	1950,24	181,71	186,11	4,40	03:08	07:30	1	02:52	0,77	3570,63
59	Propriedades	45,48	180,57	184,19	3,62	03:20	08:45	1	14:40	0,57	1933,71	181,67	185,95	4,28	03:12	07:30	1	02:48	0,83	3558,37
41	Propriedades	50,97	173,80	176,49	2,69	03:45	09:25	1	22:15	4,12	1892,13	174,69	177,75	3,06	03:40	07:55	1	03:20	4,88	3520,45
32	Propriedades	53,67	169,32	172,28	2,96	04:15	09:50	2	17:45	1,84	1879,73	170,47	173,35	2,88	04:10	08:15	1	04:50	2,34	3499,61
26	Propriedades	55,35	167,18	169,52	2,34	04:35	10:25	2	19:25	0,79	1853,13	167,85	170,66	2,81	04:30	08:45	2	07:30	1,13	3438,62
19	Propriedades e Ponte	57,57	165,00	168,12	3,12	05:00	10:50	3	13:00	1,24	1837,44	165,93	169,31	3,38	04:50	09:05	2	18:10	1,56	3402,11
14	Propriedades	59,07	164,83	167,77	2,94	05:10	10:55	3	14:50	0,81	1834,48	165,73	168,82	3,09	04:55	09:05	2	20:05	1,11	3391,02
5	Propriedades	61,77	160,49	162,12	1,63	05:45	11:20	3	15:15	1,95	1822,85	160,90	163,01	2,11	05:15	09:30	2	20:45	2,47	3360,86
1	Propriedades e Limite ZSS	63,27	158,04	158,98	0,94	06:00	11:30	3	15:00	4,80	1821,55	158,19	159,78	1,59	05:30	09:40	2	20:30	5,90	3340,96

(*) Destacados em laranja ocorre inundação

Tabela 43 – Tempo de chegada da onda e níveis de água em cada seção para TR 10.000 anos (Piping e Overtopping)

Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Piping										10.000 anos + Falha VT - Galgamento									
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m ³ /s)	Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m ³ /s)		
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração				Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração					
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento																					
219	Casa de Força Ombreiras	0,39	364,00	375,94	11,94	00:00	01:35	0	04:17	5,13	14244,14	364,00	377,03	13,03	00:00	01:35	0	04:20	5,72	18094,60	
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	358,21	361,31	3,10	00:25	02:20	0	02:31	0,90	7299,52	358,21	361,62	3,41	00:30	02:25	0	02:28	1,03	8724,81	
162	Casa de Força Jauru	16,30	254,56	268,76	14,20	00:28	03:10	0	07:27	6,06	16546,12	254,56	269,32	14,76	00:45	03:10	0	07:00	6,24	17855,13	
154	Barragem PCH Indavaí	18,27	250,20	254,38	4,18	00:30	02:35	0	03:04	3,57	7781,60	250,20	254,90	4,70	00:50	02:35	0	02:45	3,96	9224,19	
152	Casa de Força Indavaí	18,72	217,49	227,16	9,67	00:35	03:15	0	07:51	2,26	15936,12	217,49	227,56	10,07	00:55	03:15	0	07:23	2,37	17338,18	
139	Barragem PCH Salto	22,39	215,18	218,27	3,09	00:45	03:15	0	03:38	1,25	14715,58	215,18	218,61	3,43	01:10	03:15	0	03:22	1,36	16396,40	
136	Casa de Força Salto	23,07	197,47	206,27	8,80	01:05	03:30	0	11:40	2,14	12458,96	197,47	206,72	9,25	01:20	03:30	0	10:42	2,19	13539,75	
129	Propriedades	25,17	196,75	205,42	8,67	01:20	03:50	0	12:30	0,94	8608,39	196,75	205,92	9,17	01:45	03:50	0	11:25	1,01	9597,04	
69	Barragem PCH Figueirópolis	42,75	191,95	194,27	2,32	02:10	05:50	0	09:30	1,76	4590,36	191,95	194,44	2,49	02:40	05:50	0	09:06	1,82	4811,39	
66	Casa de Força Figueirópolis	43,55	182,53	186,70	4,17	02:45	06:55	1	03:15	0,85	4295,75	182,53	186,85	4,32	02:55	06:55	0	19:55	0,86	4480,90	
59	Propriedades	45,48	182,47	186,52	4,05	02:47	07:00	1	03:13	0,93	4282,86	182,47	186,66	4,19	03:00	06:55	0	20:50	0,95	4474,96	
41	Propriedades	50,97	175,27	178,19	2,92	03:13	07:20	1	03:47	5,13	4246,01	175,27	178,30	3,03	03:25	07:15	1	00:15	5,20	4439,75	
32	Propriedades	53,67	171,20	173,68	2,48	03:35	07:35	1	05:25	2,54	4226,55	171,20	173,76	2,56	03:30	07:30	1	00:20	2,59	4420,52	
26	Propriedades	55,35	168,42	171,10	2,68	03:50	08:10	2	09:10	1,25	4150,18	168,42	171,20	2,78	03:50	08:05	2	03:00	1,28	4325,59	
19	Propriedades e Ponte	57,57	166,82	169,73	2,91	04:15	08:25	2	12:45	1,67	4108,47	166,82	169,84	3,02	04:20	08:20	2	05:30	1,70	4293,02	
14	Propriedades	59,07	166,61	169,20	2,59	04:20	08:30	2	15:40	1,22	4102,58	166,61	169,29	2,68	04:25	08:20	2	08:25	1,24	4280,41	
5	Propriedades	61,77	161,32	163,34	2,02	04:40	09:00	2	16:20	2,66	4069,68	161,32	163,41	2,09	04:50	08:10	2	09:00	2,71	4241,06	
1	Propriedades e Limite ZSS	63,27	158,27	160,47	2,20	04:45	09:10	2	16:15	4,50	4063,27	158,27	160,51	2,24	05:05	08:20	2	08:45	4,57	4236,12	

(*) Destacados em laranja ocorre inundação

- A zona de auto salvamento fica definida como 30 min do início da onda de rompimento da Barragem PCH Ombreiras, ou seja, até SL-167 cerca de 14,94 km a jusante do barramento PCH Ombreiras.
- A Zona de Secundária de Segurança fica definida como o fim do modelo, SL-01 cerca de 63,27 km da barragem PCH Ombreiras.

6 AGÊNCIAS E ENTIDADES ENVOLVIDAS

Deverão ser evitadas informações prematuras e inexatas a respeito do desenvolvimento da situação, a fim de impedir especulações e pânico, sendo de responsabilidade da Empresa Operadora, **OMBREIRAS ENERGÉTICA S.A.**, centralizar a veiculação de informações.

6.1 Identificação do Empreendedor

Nome do Empreendedor: Ombreiras Energética S.A.

PCH: PCH Ombreiras

Endereço: Estrada de Farinópolis s/n, km 85 Zona Rural – Araputanga MT

Fone: (65) 3235-1474

Representante Legal: Pedro Pontual Maletti / Ricardo Jeronimo Pereira Rego Junior

Endereço: Av. Engenheiro Domingos Ferreira, Boa Viagem, nº2589 - 8º andar.

Fone: (81) 2137-7000

E-mail: pedro.pontual@brennandenergia.com.br

ricardo.rego@brennandenergia.com.br

Responsável Técnico da Barragem: Luiz Fernando Figueiredo Dias do Prado

Fone: (81) 2137-7013 Cel: (81) 8758-0233

E-mail: luiz.prado@brennandenergia.com.br

Supervisor de Operação de Usina: Paulo Cezar Miranda dos Santos

Fone: (65) 3235-1489 - Ramal 1620 / (65) 9641-8881

E-mail: paulo.santos@brennandenergia.com.br

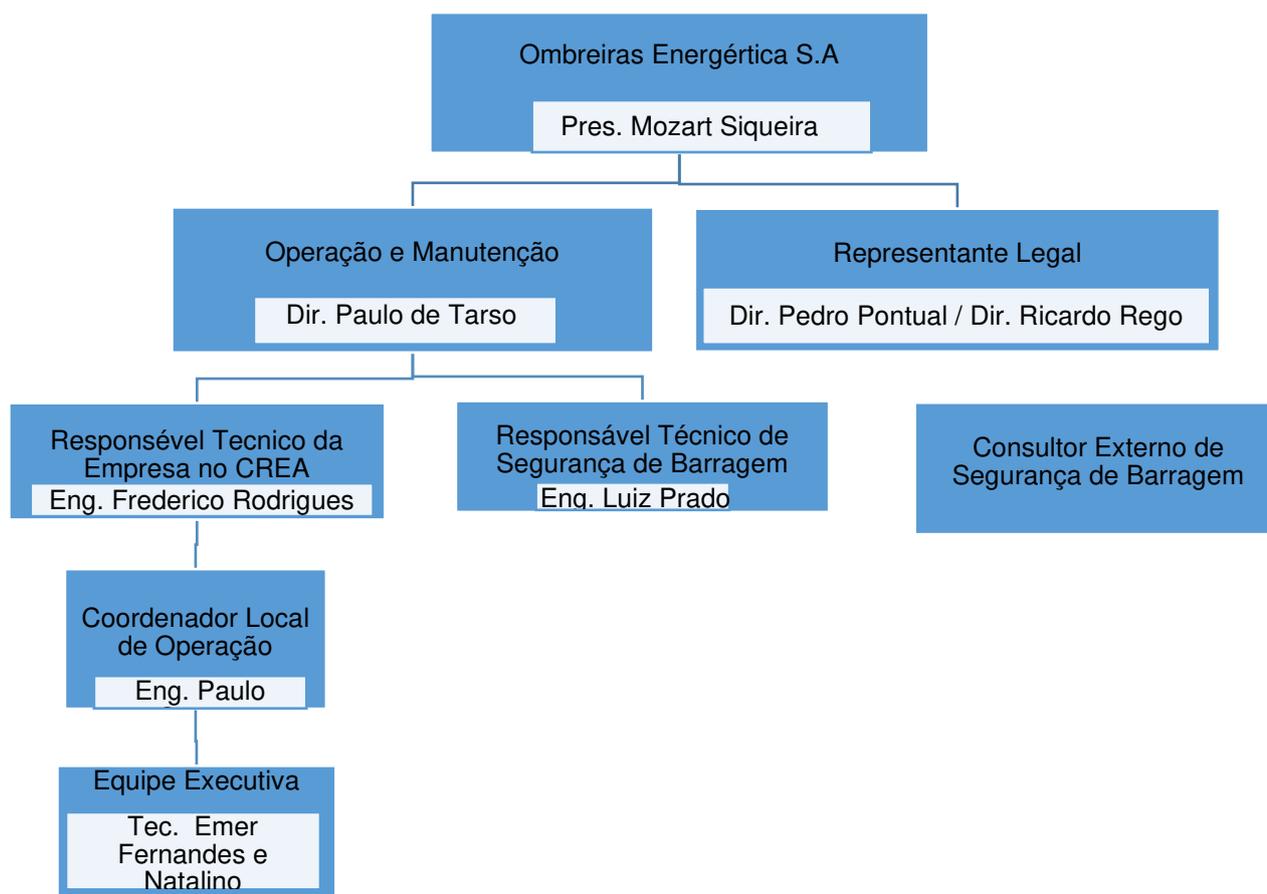
Operação de Usina: COG – CUIABÁ.

Fone: (65) 3616-7408.

E-mail: cog@brennandenergia.com.br

Organograma da Equipe

As áreas diretamente ligadas à operação da Usina estão listadas a seguir em ordem crescente de responsabilidade.



6.2 Agentes Externos

Os agentes externos envolvidos são dos municípios atingidos: Araputanga, Jauru, Indavaí e Figueirópolis do Oeste no estado do Mato Grosso. A cidade mais próxima com recursos de Defesa Civil e Corpo de Bombeiros é Jauru e Cáceres também em Mato Grosso.

Os agentes externos estão no Anexo VIII – item 2.

6.3 Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação

Deverão ser evitadas informações prematuras e inexatas a respeito do desenvolvimento da situação, a fim de impedir especulações e pânico, sendo de responsabilidade da Empresa Operadora, **OMBREIRAS ENERGÉTICA S.A.**, centralizar a veiculação de informações. O Quadro abaixo apresenta o resumo geral dos agentes envolvidos.

Em uma eventual emergência os agentes principais a serem avisados estão listados no Anexo VIII – 1- Geral, e todos os contatos do Agentes Externos estão apresentados no Anexo VII – 2 – Agentes Externos.

Quadro 10 – Lista de contatos do PAE

PAE DA BARRAGEM OMBREIRAS		
EMPREENDEDOR	Nome:	Pequena Central Hidrelétrica Ombreiras
	Identificador ANEEL:	PCH.PH.MT.027216-7
	Empreendedor:	Ombreiras Energética S.A
	Diretor Técnico:	Representante Legal: Pedro Pontual Maletti / Ricardo Jeronimo Pereira Rego Junior (81) 2137-7000 pedro.pontual@brennandenergia.com.br e ricardo.rego@brennandenergia.com.br
	Responsável Tec. Seg. Barragem:	Eng. Civil Eng. Civil Luiz Fernando Figueiredo Dias do Prado (81) 2137-7013 luiz.prado@brennandenergia.com.br
COORDENADOR PAE	Nome:	Gerente de Operação: Paulo Cezar Miranda dos Santos
	Contatos	(65) 3235-1489 - Ramal 1620 / (65) 9641-8881 paulo.santos@brennandenergia.com.br
ELABORAÇÃO DO PAE	Nome:	Prosenge Projetos e Engenharia LTDA
	Fone:	(48) 3206-8509
ENCARREGADO ELABORAÇÃO PAE:	Nome:	Eng. Civil Henrique Yabrudi Vieira CREA/PR: 61.964/D
	Contatos:	(49) 9 99124-0254 henrique@prosenge.com
FISCALIZADORA	Nome:	Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL
	Contatos:	(61) 2192-8758
BARRAGENS NO CURSO DE ÁGUA	Montante – PCH Antônio Brennand	Jusante - UHE Jauru, PCHs Indiavaí, Salto e Figueirópolis
AUTORIDADES E SISTEMA DE DEFESA CIVIL	Defesa Civil - 199	Estadual Mato Grosso Nome do contato: Luís Cláudio Pereira da Cruz - TEN CEL BM Fone: (65) 3613-8401 supdec@defesacivil.mt.gov.br
		Defesa Civil Municipal de Jauru (65) 3244-1080
	Corpo De Bombeiros - 193	Estadual Mato Grosso Nome do contato: Coronel BM Alessandro Borges Ferreira Fone: (65) 3613-7403
		Bombeiros Cáceres (65) 3223-2954 / 3223-0074
	Usinas de Jusante	UHE Jauru - Queiroz Galvão Energia (11) 5033-8889 e 95302-8727
		PCH Indiavaí - Brennand Energia (81) 2137-7013 e 98758-0233
		PCH Salto - Elera (21) 3543-2218 e 96701-1450
		PCH Figueirópolis - CPFL (11) 3157-9859
	Prefeituras municipais:	Aparutanga - MT (65) 3261-1100
		Jauru - MT (65) 3244-1405
		Indiavaí - MT (65) 3254-1146
		Figueirópolis do Oeste - MT (65) 3235-1595

PAE DA BARRAGEM OMBREIRAS		
OUTRAS AGÊNCIAS	POLÍCIA MILITAR - 190	
	POLÍCIA RODoviÁRIA FEDERAL - 191	
	INMET	Nome do contato: Instituto nacional de meteorologia Fone: (61) 2102-4700

7 CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA E RISCO DE RUPTURA

O monitoramento de segurança se dará por duas condições: Hidrológica e Estrutural.

7.1 Condição Hidrológica

A condição hidrológica será controlada no Barramento, deverá ser monitorado os níveis do reservatório com leitura da régua automatizada e/ou visual para observação de uma eventual anomalia com potencial ruptura da barragem.

O vertedouro de comportas segmento é a estrutura que controlará as cheias na PCH Ombreiras. De acordo com as condições operacionais do vertedouro as cheias se comportarão conforme o gráfico abaixo.

A **EMERGÊNCIA 2** poderá ocorrer em qualquer condição de escoamento em conjunto com o rompimento da barragem.

Na Figura 45 estão indicados os diversos níveis de segurança baseados na vazão do vertedouro (possível de ser obtida pelo NA do reservatório), importante observar que a partir da cheia de 1.000 anos já fica definido o nível de emergência 1.

A Tabela 44 também indica os níveis de segurança com as respectivas ações a serem tomadas. Nessa tabela os níveis de segurança para a condição hidrológica estão descritos na alínea a).

7.2 Condição Estrutural

A boa condição estrutural do barramento se dará pelo monitoramento conforme critérios estabelecidos no Plano de Segurança da Barragem.

Este Plano tem como objetivo determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional da barragem e vertedouro, identificando os problemas e recomendando tanto reparos corretivos, restrições operacionais e/ou modificações quanto análise/estudos para determinar as soluções dos problemas.

O Plano de Segurança da Barragem contém os Manuais de Operação, Manutenção e Inspeção (OMI) para a Barragem.

A manutenção das boas condições estruturais do barramento da PCH Ombreiras garante sua integridade e reduz drasticamente as possibilidades de um acidente com o rompimento da barragem.

A

Tabela 44 apresenta os níveis de segurança para as condições estruturais, na alínea b), juntamente com as providências a serem tomadas pela equipe de operação.

7.2.1 Monitoramento da Instrumentação de Auscultação

A instrumentação implantada possui o objetivo de monitorar as barragens de enrocamento e diques.

A estrutura da Barragem está instrumentada com piezômetro tubo aberto - tipo Casagrande, medidor de nível de água e medidor de vazão. Estes instrumentos têm como objetivo

monitorar/acompanhar vazão da barragem, bem como pressão - Nível de Água (NA) - da água intersticial nos locais selecionados.

O sistema de auscultação destas estruturas é composto por instrumentos:

- 03 medidores de vazão;
- 21 piezômetros tipo standpipe;
- 08 medidores de nível d'água.

No Plano de Segurança da Barragem (OMB-C-PSB-001-00-22) está estabelecido frequência de leituras e monitoramento.

7.2.2 Monitoramento das Estruturas

O sistema de monitoramento está contemplado nos manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e monitoramento do relatório de segurança da barragem, sendo que este faz parte do Plano de Segurança da Barragem. Este Manual contém:

- Procedimentos de inspeções civis visuais informando onde e o que se deve observar;
- Listas de verificações a serem utilizadas nas inspeções civis;
- Instruções de trabalho para procedimentos de manutenções mais comuns de reparos nas estruturas.

Não menos importantes são os programas de inspeções visuais classificadas em três níveis:

7.2.2.1 Inspeções Rotineiras

São aquelas que devem ser executadas pela equipe de operação. A frequência dessas inspeções deverá ser definida de acordo com o recomendado no item a ser inspecionado. Não gera relatórios específicos, mas apenas comunicações de eventuais anomalias detectadas. Deverão ser preenchidas as listas de verificações de acompanhamento para cada estrutura civil.

7.2.2.2 Inspeção de Segurança Regular

A inspeção de segurança regular será realizada por equipe de Segurança de Barragem, composta de profissionais treinados e capacitados e deverá abranger todas as estruturas do barramento do empreendimento e retratar suas condições de segurança, conservação e operação. A frequência destas inspeções deverá ser **anual** conforme a classificação do barramento. Os aspectos a serem vistoriados, analisados e relatados neste tipo de inspeção estão detalhados nas listas de verificações anuais. Também deverão ser analisados os dados das inspeções rotineiras.

Os relatórios de inspeção de segurança regular deverão conter minimamente estas informações:

- Identificação do representante legal do empreendedor;
- Identificação do responsável técnico;

- Avaliação da instrumentação disponível na barragem, indicando necessidade de manutenção, reparo ou aquisição de equipamentos;
- Avaliação de anomalias que acarretem mau funcionamento, em indícios de deterioração ou em defeitos construtivos da barragem;
- Comparativo com inspeção de segurança regular anterior;
- Diagnóstico do nível de segurança da barragem;
- Indicação de medidas necessárias à garantia da segurança da barragem.

7.2.2.3 Inspeções Segurança Especial

As inspeções especiais serão realizadas quando convocadas. Esta convocação normalmente será fruto de uma avaliação, por parte da equipe de engenharia de inspeção e manutenção, após uma grande enchente ou onde se detecte algum problema que mereça atenção especial.

Depois de cheias e chuvas torrenciais com recorrência maior que 100 anos, observações não usuais tais como fissuras, recalques, surgências de água e indícios de instabilidade de taludes devem ser verificadas. Aumento da vazão nos medidores de vazão sem motivo aparente e principalmente com carreamento de material é motivo para acionamento de alerta e de inspeção especial.

7.2.3 Revisão Periódica de Segurança

A Revisão Periódica de Segurança (RPS) tem o objetivo de diagnosticar o estado geral de segurança da barragem com vistas aos avanços tecnológicos, atualização de informações hidrológicas na bacia bem como os critérios de projeto e uso do solo na bacia a montante do barramento. Deve ser realizado a cada 7 anos conforme a classificação da barragem (Classe B).

7.2.4 Tramitação das Informações

O fluxograma apresenta as atividades da equipe de inspeção e manutenção das estruturas civis e a interface com a Gerência da Usina sendo de inspeções e de ações.

O fluxograma de inspeções (Fluxograma 1) indica a sequência dos procedimentos para as inspeções nas estruturas de acordo com a periodicidade necessária.

O fluxograma de segurança da barragem (Fluxograma 2) indica a sequência na tomada de decisões com base nos dados obtidos na instrumentação, inspeções e no relatório das inspeções.

O fluxograma de ações (Fluxograma 3) indica a sequência na tomada de decisões com base no nível de emergência.

Caso o fluxograma de ações entrar em **EMERGÊNCIA 1** deverá seguir procedimento do Plano de Ação de Emergência, Figura 45 e Item 9.

PCH OMBREIRAS - CURVA REFERENCIAL DA BARRAGEM

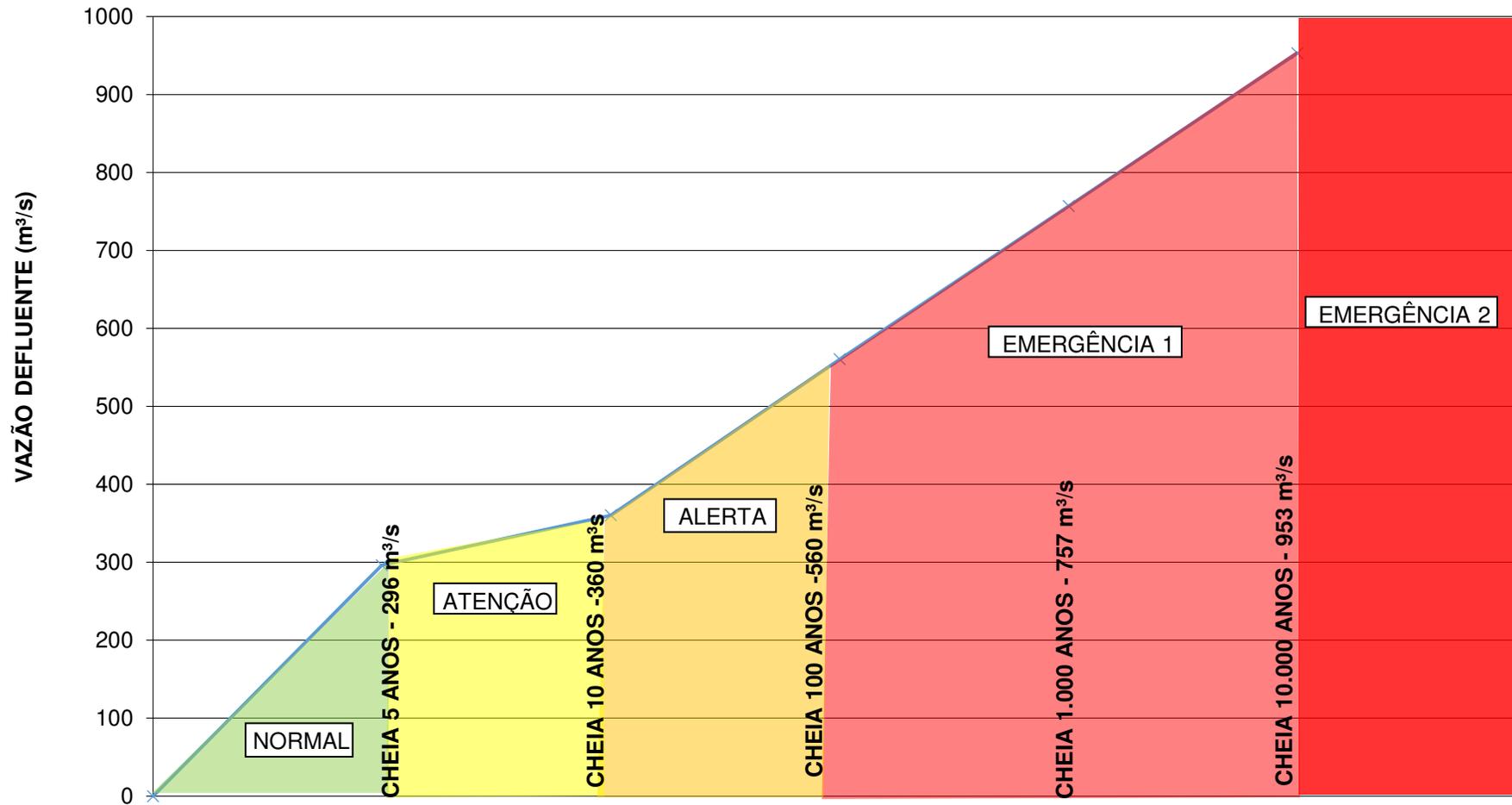


Figura 45 – Níveis de Segurança e Risco de Ruptura

Tabela 44 – Níveis de Segurança e risco Ruptura

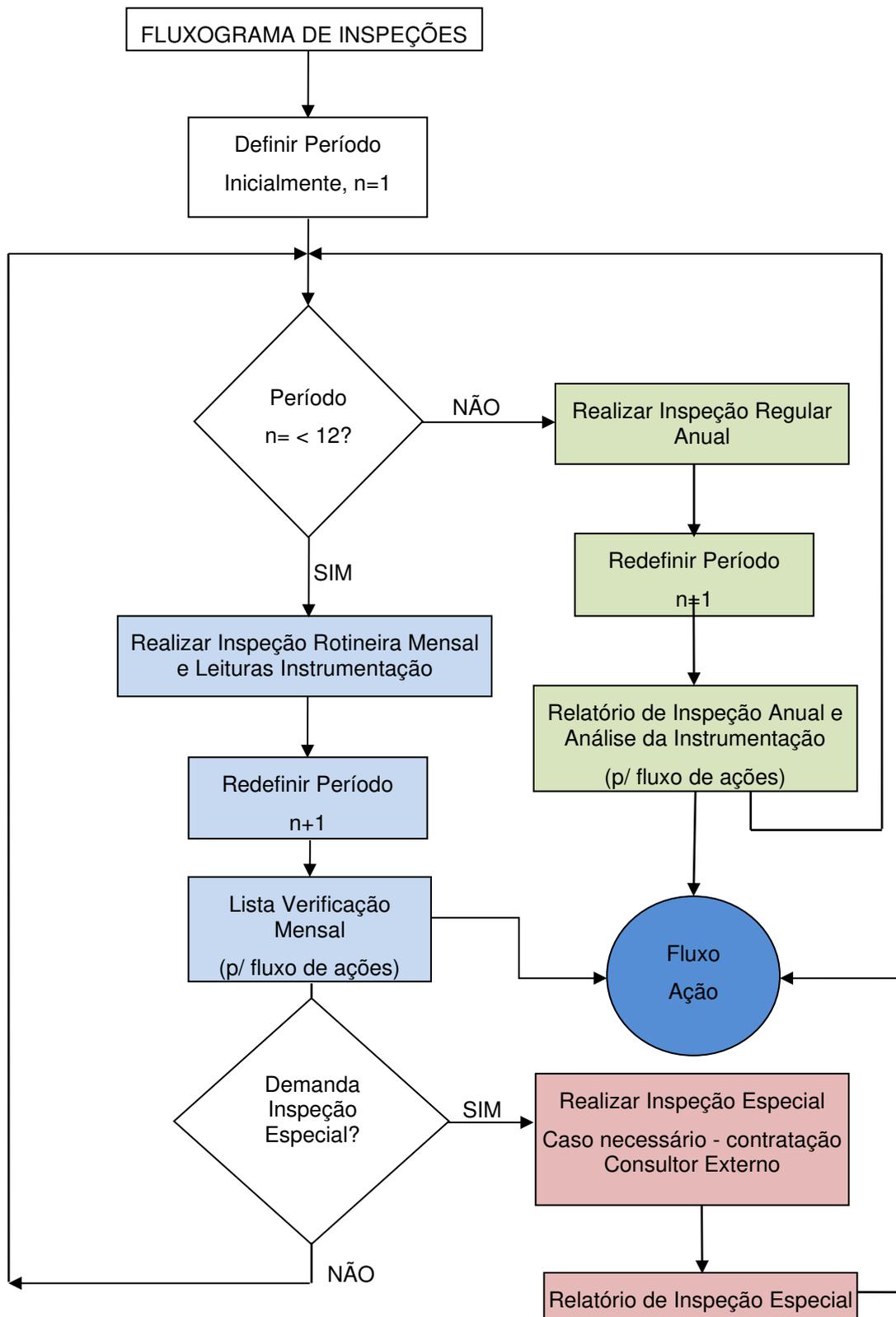
Nível de Segurança	Condições e Situações
<p>Nível Normal (VERDE)</p> <p>a) Operação normal das estruturas de descarga</p>	<p>a) cheia até 296 m³/s (TR até 5 anos) – Realizar o monitoramento das precipitações e vertimento das usinas de montante.</p>
<p>Nível Atenção (AMARELO)</p> <p>a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS</p>	<p>a) cheia de 296 até 360 m³/s (TR entre 5 e 10 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com possibilidade de alagamento em localidades do município.</p>
<p>Nível Alerta (LARANJA)</p> <p>a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS</p> <p>b) Início Infiltração na Barragem com qualquer condição hidrológica ou problema de operação nas comportas em qualquer condição de cheia</p>	<p>a) cheia de 360 até 560 m³/s (TR entre 10 e 100 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município;</p> <p>b) manutenção imediata para reduzir a infiltração ou no sistema de operação do vertedouro.</p>
<p>Nível Emergência 1 (VERMELHO CLARO)</p> <p>a) Localidades com alagamento municípios de jusante, abrir comportas do vertedouro de modo aumentar capacidade de descarga</p> <p>b) Infiltração sem controle ou nível do reservatório chegando no NA Máx Max com vertedouro sem condições de operação</p>	<p>a) cheia de 560 até 953 m³/s (TR entre 100 e 10.000 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município;</p> <p>b) Infiltração sem controle com carreamento de material da barragem, abrir vertedouro de maneira a baixar o nível do reservatório ou na eminência do galgamento abrir trincheira na ombreira direita, retirar pessoal das propriedades das seções Casa de Forças.</p>
<p>Nível Emergência 2 (VERMELHO ESCURO)</p> <p>b) Ruptura está prestes a ocorrer, ocorrendo ou acabou de ocorrer com qualquer condição hidrológica.</p>	<p>Rompimento da Barragem com formação da onda de cheia com qualquer condição hidrológica → Retirada dos atingidos de jusante</p>

a) nível de alerta devido as condições hidrológicas;

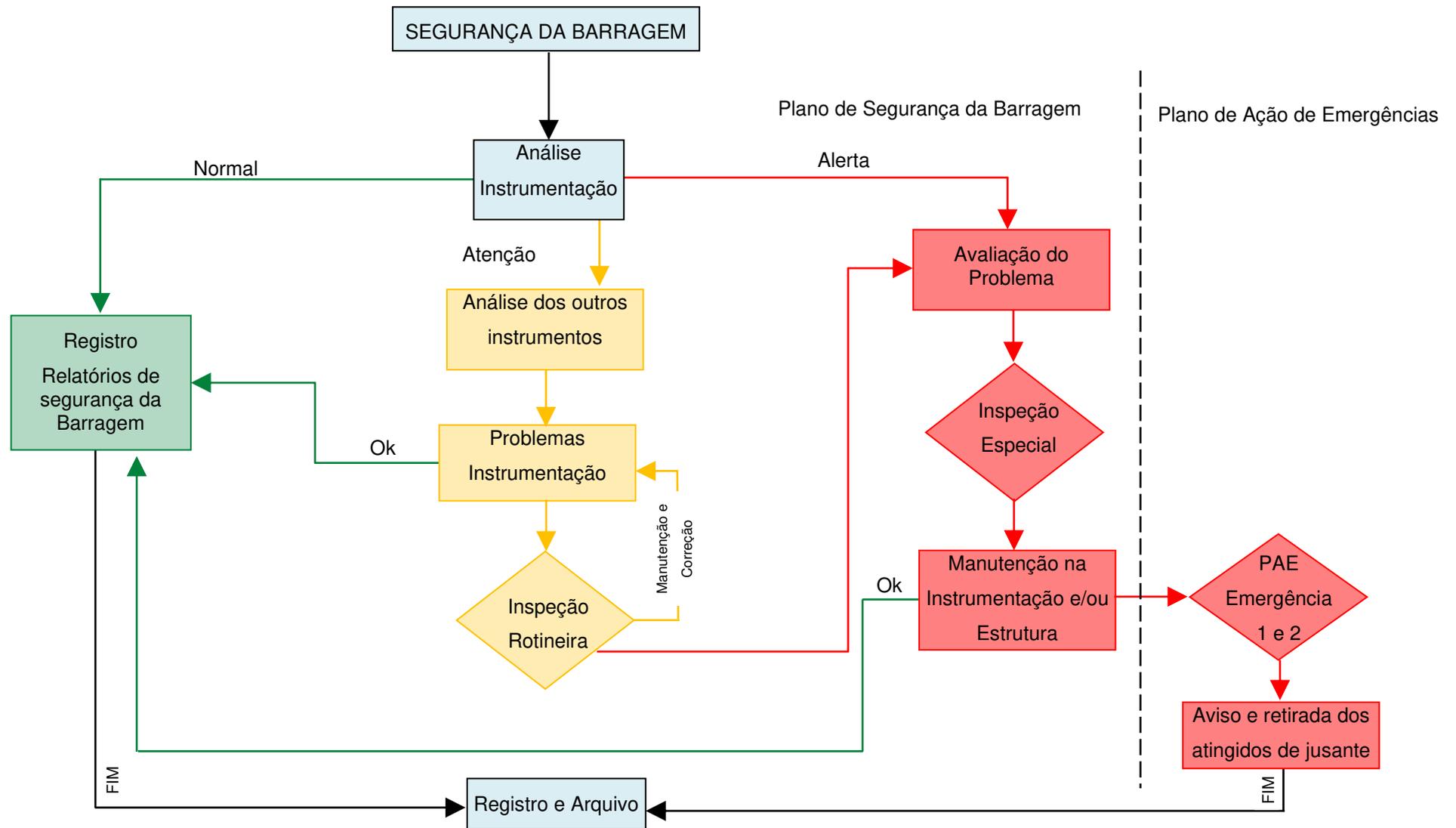
b) nível de alerta devido as condições da barragem ou sistema de operação do vertedouro.

EMERGÊNCIA 2 – A ruptura do barramento pode ocorrer em qualquer condição hidrológica formação de brecha ou em eventos extremos. O alerta aos órgãos responsáveis deve ser emitido assim que constatada a impossibilidade de reverter o problema possibilitando a retirada de todos os atingidos a jusante do barramento.

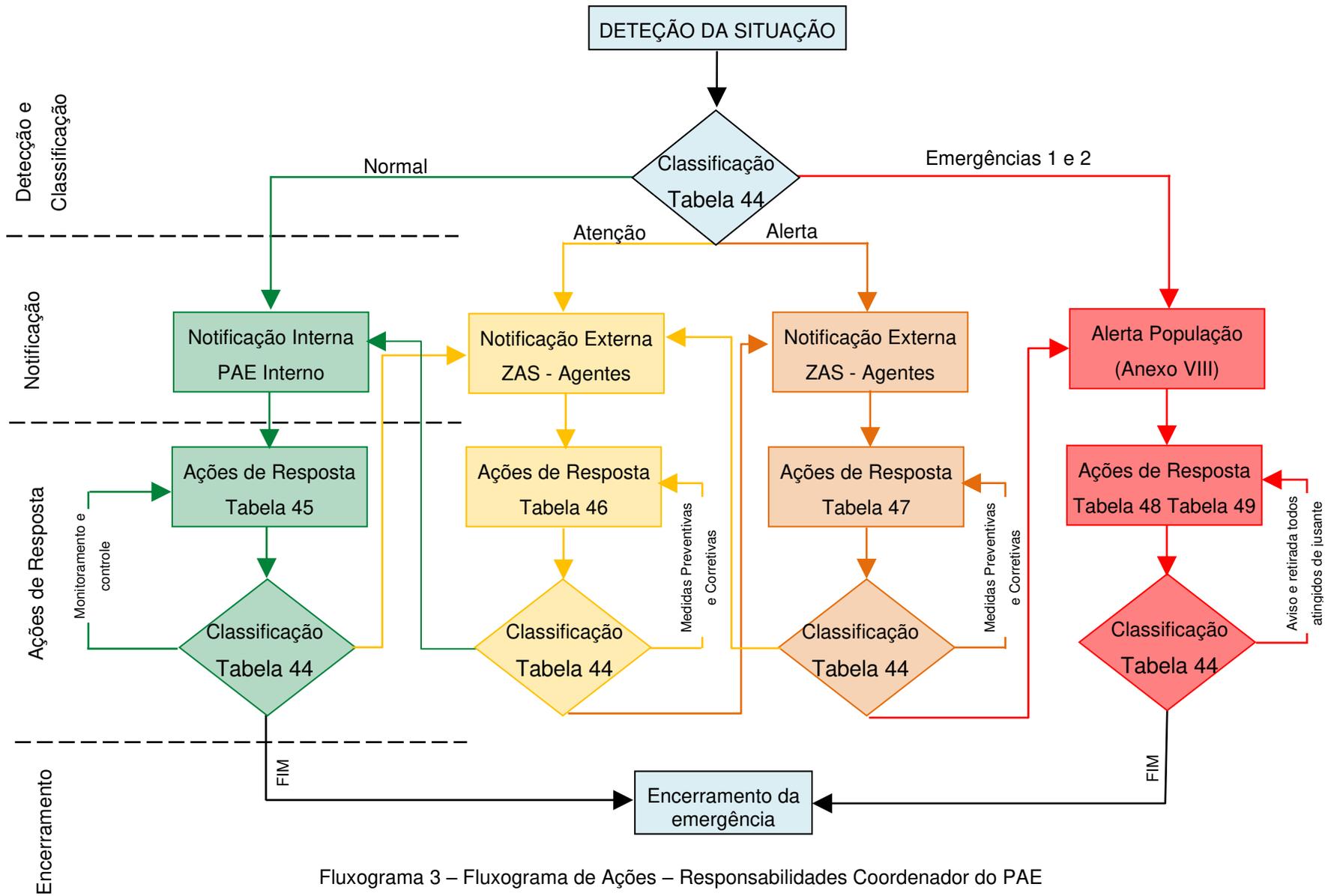
IMPORTANTE – A observação em campo de surgências de água na barragem, deve ser imediatamente informado ao supervisor e responsável técnico pelo segurança da barragem. Caso a barragem esteja em risco de colapso o reservatório deve ser rebaixado ao nível mínimo possível através das comportas do vertedouro e das máquinas o que reduz substancialmente o impacto da onda de cheia em um eventual rompimento.



Fluxograma 1 – Fluxograma de Inspeções – n = mês



Fluxograma 2 – Fluxograma de Segurança da Barragem - manutenção da instrumentação e estruturas

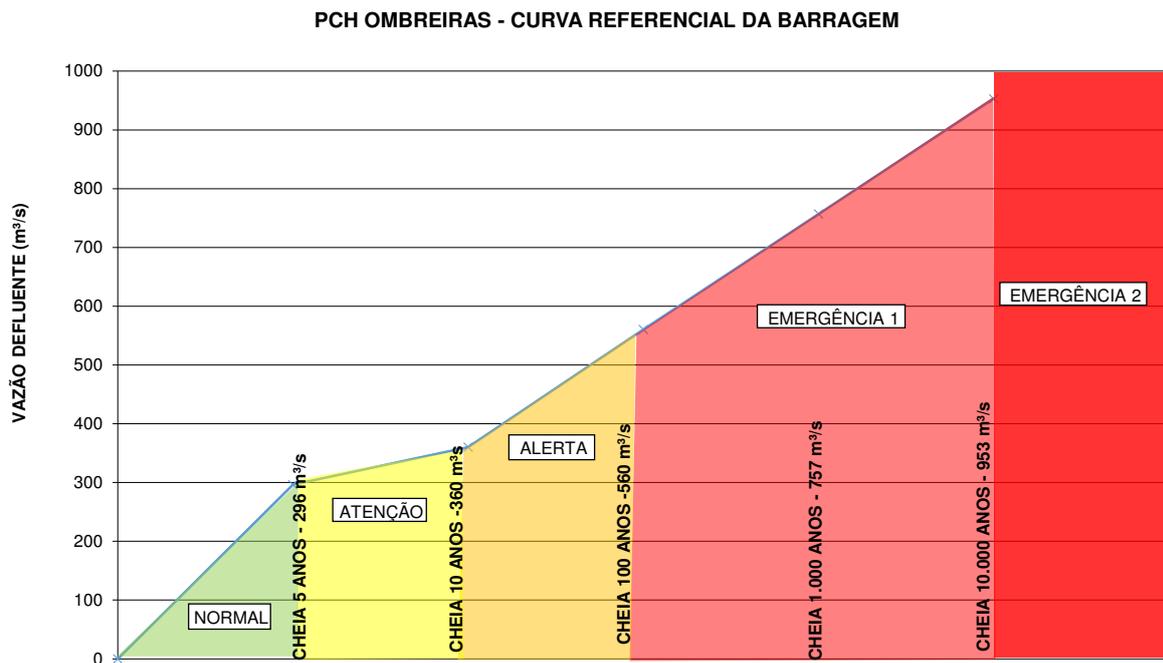


Fluxograma 3 – Fluxograma de Ações – Responsabilidades Coordenador do PAE

7.3 Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem

O sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem é realizado pelos itens 7.1 - Condição Hidrológica e 7.2-Condição Estrutural já descritos acima e resumidos abaixo:

- Condição Hidrológica – será controlada no Barramento, deverá ser monitorado os níveis do reservatório com leitura da régua automatizada e/ou visual para observação de uma eventual anomalia com potencial ruptura da barragem. A Figura 45 apresenta as condições: Normal, Atenção, Alerta, Emergência 1 e 2.



- Condição Estrutural - A boa condição estrutural do barramento se dará pelo monitoramento da instrumentação (leituras e análises), bem como inspeções rotineiras, regulares e especiais. Os itens 7.2.1 e 7.2.2 apresenta sistema de monitoramento da instrumentação e inspeções.

A tramitação das informações e análises da condição hidrológica e estrutural da Barragem está apresentado item 7.2.4.

8 RESPONSABILIDADES DE TODOS OS AGENTES ENVOLVIDOS

As possíveis consequências danosas que ocorrerem durante ou após uma situação de emergência as pessoas, as propriedades e a infraestrutura a jusante, não serão de responsabilidade dos encarregados desta operação se seguirem corretamente as regras operativas aprovadas.

Em situações de emergência, o processo de decisões sobre a operação do reservatório assumirá configuração descentralizada, que incluirá autoridade para mobilização de recursos humanos, materiais e financeiros.

O poder público, nos três diferentes níveis tem a responsabilidade de desenvolver ações e atividades de defesa civil, em situação de normalidade e anormalidade, garantindo o direito de propriedade e a incolumidade a vida, conforme a Lei Federal nº 895 de 16 de agosto de 1993.

Na falta de regulamentos ou reguladores governamentais, principalmente municipais, o proprietário da barragem deverá prever o seu desenvolvimento institucional em conjunto com os órgãos de Defesa Civil, Bombeiros e Prefeituras de modo a aprimorar o Plano de Ação de Emergências (PAE).

8.1 Agente Interno – OMBREIRAS ENERGÉTICA S.A.

O proprietário da Usina é a OMBREIRAS ENERGÉTICA S.A., e controla a operação da Usina. Será de responsabilidade da Operadora:

- Correção de qualquer deficiência constatada;
- Operação segura e continuada, manutenção e inspeção das estruturas da Usina e do reservatório;
- Inspeção e manutenção nas estruturas civis da Usina;
- Preparação adequada para emergências, manutenção dos acessos, disponibilidade de equipes preparadas bem como de equipamentos;
- Manutenção dos meios de comunicação prevendo sempre alternativas devido a possíveis falhas que são comuns em emergências;
- Manter observação sobre todas as estruturas da usina, principalmente nas mais distantes, contra possíveis ações predatórias de terceiros, incluindo animais;
- Providenciar a elaboração e atualizar o PAE;
- Promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de resposta;
- Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;

- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Alertar a população potencialmente afetada na ZAS;
- Notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;
- Emitir declaração de encerramento da emergência;
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.

8.2 Agentes Externos

Os agentes externos diretos serão Defesa Civil do Estado de Mato Grosso, e dos municípios de Jauru e Cáceres, bem como Corpo de Bombeiros, Polícia Militar e Civil do Estado do Mato Grosso. Nos municípios atingidos somente tem-se prefeituras e secretarias de saúde.

8.2.1 Sistema De Proteção E Defesa Civil

A Lei nº 12.608/2012¹ criou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), visando uma atuação conjunta entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com uma abordagem sistêmica de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação de áreas onde possa acontecer ou já tenha ocorrido desastres de grandes proporções na população brasileira.

Tal legislação dispôs sobre o SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil), que é composto pela administração pública da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, bem como por entidades da sociedade civil responsáveis pelas ações de Defesa Civil no país.

O SINPDEC atua na prevenção de desastres, mitigação de riscos, preparação, resposta e recuperação por meio dos seguintes agentes em suas respectivas escalas de atuação:

- Federal: Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD);
- Estadual: Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC) e Coordenadorias Regionais de Defesa Civil (REPDEC) que comportam diversos órgãos estaduais como polícia militar e o Corpo de Bombeiros;
- Municipal: Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que comportam diversos órgãos da administração pública municipal, como secretarias de saúde, subprefeituras, serviços de água e esgoto.

¹ Atualizada pela Lei Federal nº 14.066/2020.

Nesse contexto, conforme disposto pela ABRAGE (2017) e ABRAGE (2018), o PAE é um documento que deve ser compatibilizado pelo Ente Federado no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil Municipal.

Para a Zona de Autossalvamento, isso se deve por meio das seguintes ações²:

- Estabelecimento, em conjunto com o empreendedor, de estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS;
- Participação de simulações de situações de emergência, em conjunto com o empreendedor, prefeituras e população potencialmente afetada na ZAS.

Fora da Zona de Autossalvamento (ZAS), denominada Zona de Segurança Secundária (ZSS), o alerta antecipado compete aos Serviços Municipais de Proteção Civil e Entes Federados, sendo estes responsáveis pelas ações de aviso, mobilização, treinamento e evacuação da população residente em áreas potencialmente afetadas, conforme Lei nº 12.608/2012, Lei nº 14.066/2020.e Decreto nº 8.572/2015.

Contudo, o § 6º do Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, salienta que o empreendedor deverá estender os elementos de autoproteção existentes na ZAS aos locais habitados da ZSS nos quais os órgãos de proteção e defesa civil não possam atuar tempestivamente em caso de vazamento ou rompimento da barragem. Isso deve ser alinhado com as Defesa Civil e demais órgãos.

8.2.1.1 Defesa Civil

As atribuições de Defesa Civil (Estadual e Municipal) de acordo Lei 12.608/2012, artigos 5º, 7º e 8º são:

Art. 5º - São objetivos da PNPDEC (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil):

I - reduzir os riscos de desastres;

II - prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres; III - recuperar as áreas afetadas por desastres;

III - recuperar as áreas afetadas por desastres;

IV- incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;

V- promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;

VI- estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;

VII- promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;

VIII- monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;

² Nota Técnica nº 59/2013-SFG/ANEEL, ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

- IX- produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;*
- X- estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;*
- XI- combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;*
- XII- estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;*
- XIII - desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;*
- XIV- orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção; e*
- XV- integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente.*

Art. 7º - Compete aos Estados:

- I - executar a PNPDEC em seu âmbito territorial;*
- II - coordenar as ações do SINPDEC em articulação com a União e os Municípios;*
- III - instituir o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil;*
- IV - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;*
- V - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios;*
- VI - apoiar a União, quando solicitado, no reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública;*
- VII - declarar, quando for o caso, estado de calamidade pública ou situação de emergência; e*
- VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.*

Art. 8º - Compete aos Municípios:

- I - executar a PNPDEC em âmbito local;*
- II - coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;*
- III - incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;*
- IV - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;*
- V - promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;*
- VI - declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;*
- VII - vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;*

- VIII - organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;*
- IX - 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;*
- X - mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre;*
- XI - realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;*
- XII - promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre;*
- XIII - proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres;*
- XIV - manter a União e o Estado informados sobre a ocorrência de desastres e as atividades de proteção civil no Município;*
- XV - estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas; e*
- XVI - prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres.*

8.2.1.2 Corpo de Bombeiros

Decreto Federal n.º 7.163, de 29 de abril de 2010, que regulamenta o inciso I do art. 10-B da Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a organização básica do CBMDF, estabelece:

Art. 2º Compete ao Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal:

- I - realizar serviços de prevenção e extinção de incêndios;*
- II - realizar serviços de busca e salvamento;*
- III - realizar perícias de incêndio relacionadas com sua competência;*
- IV - prestar socorro nos casos de sinistros, sempre que houver ameaça de destruição de haveres, vítimas ou pessoas em iminente perigo de vida;*
- V - realizar pesquisas técnico-científicas, com vistas à obtenção e ao desenvolvimento de produtos e processos voltados para a segurança contra incêndio e pânico;*
- VI - realizar atividades de segurança contra incêndio e pânico, com vistas à proteção das pessoas e dos bens públicos e privados;*
- VII - executar atividades de prevenção aos incêndios florestais;*
- VIII - executar atividades de defesa civil;*
- IX - executar as ações de segurança pública que lhe forem cometidas pelo Presidente da República, em caso de grave comprometimento da ordem pública e durante a vigência de estado de defesa, de estado de sítio e de intervenção no Distrito Federal;*
- X - executar ações de emergência médica em atendimento pré-hospitalar e socorros de urgência;*

XI - desenvolver na comunidade a consciência para os problemas relacionados com incêndios, acidentes em geral e pânico;

XII - promover e participar de campanhas educativas direcionadas à comunidade em sua área de atuação; e

XIII - fiscalizar, na área de sua competência, o cumprimento da legislação referente à prevenção contra incêndio e pânico.

8.3 Atribuições Conjuntas entre a Usina e Agentes Externos

8.3.1 1º Etapa - Protocolo PAE aos Agentes Externos

Após o término do Plano de Ação de Emergência, deverá ser protocolado novo Plano de Ação de Emergências de modo agentes externos tomarem conhecimento. Importante entregar apresentação constante no Anexo IX.

Esta apresentação deverá verificar a detecção da emergência, a tomada de decisão, os meios de comunicação, o fluxo de informação, o tempo de mobilização e os equipamentos, infraestrutura e pessoal disponível. Esta apresentação está no Anexo IX.

8.3.2 2º Etapa - Cadastro e mapeamento da população existente na ZAS

Como essa usina não tem atingido na ZAS, não será necessário cadastro da mesma, porém caso essa situação se modifique deverá ser realizado cadastro conforme apresentado no Anexo VIII – subitem 4.

8.3.3 Próximas Etapas – Articulação com agentes externos após cadastro ZAS

Será agendado reunião, com agentes externos: prefeitura e corpo de bombeiros, para definição das próximas etapas:

- Meios de comunicação a ser adotado em casa de emergências;
- Plano de comunicação a ser elaborado em conjunto com agentes externos;
- Definição com agentes externos dos meios a serem adotados de divulgação a população potencialmente atingida em caso de rompimento da Barragem na ZSS.

9 PROGRAMA DE AÇÕES PREVENTIVAS, TÃO LOGO IDENTIFICADAS SITUAÇÕES EMERGÊNCIAIS

Ações preventivas devem ser iniciadas de maneira apropriada, para prevenir a ruptura ou para limitar danos onde a ruptura for inevitável.

Neste item serão descritas as providências a serem tomadas nas diversas situações, para as quais os sistemas de comunicação deverão ser operados continuamente, 24h por dia, 7 dias por semana. Os operadores e demais responsáveis deverão poder ser encontrados em qualquer tempo. As demais entidades envolvidas também devem manter a capacidade de mobilização.

As condições de operação do reservatório serão monitoradas diretamente pela equipe da operação da Usina, continuamente, 24h por dia, 7 dias por semana.

As condições das estruturas do barramento e dos vertedouros também serão monitoradas através de inspeções: rotineiras e/ou remotas pela equipe da Usina, programadas pela equipe de inspeção e de emergências.

Os mapas de inundação foram elaborados com a utilização de restituição no trecho de jusante da Barragem, podendo ocorrer um erro nas elevações de até 1,00 m. Como sistema de prevenção aos moradores de jusante da barragem os mesmos devem ser avisados a partir de cheias de 100 anos para evacuação da área em casa de enchentes e com risco de rompimento da Barragem.

Conforme a Figura 45 – Níveis de Segurança e Risco de Ruptura e a Tabela 44 – Níveis de Segurança e risco Ruptura, do item 7 as situações serão classificadas como:

9.1.1 Situação Normal (VERDE)

Tabela 45 – Ações de resposta (Normal)

VERTIMENTOS até 296 m³/s (TR 5 ANOS)		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Realizar inspeção regular/rotineira no barramento e vertedouro buscando observar alguma anomalia na estrutura.	Operação
3	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Coordenador PAE

9.1.2 Situação Atenção (AMARELO)

Tabela 46 – Ações de resposta (Atenção)

VERTIMENTOS de 296 até 360 m ³ /s – TR até 10 ANOS		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Avaliar Instrumentação da Barragem, valores de referência para condição do instrumento.	Resp. Seg. Barragem e/ou consultor externo
3	Realizar inspeção rotineira (equipe interna de segurança da Barragem) no barramento e nível do barramento buscando observar alguma anomalia na estrutura que necessite reparo.	Operação
4	Aviso aos agentes externos da condição de enchente na ZAS, podendo ocorrer aumento de acordo com previsão pluviométrica.	Coordenador PAE
5	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Coordenador PAE

9.1.3 Situação de Alerta (LARANJA)

Tabela 47 – Ações de resposta (Alerta)

VERTIMENTOS de 360 até 560 m ³ /s – TR entre 10 e 100 anos		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Avaliar Instrumentação da Barragem, valores de referência para condição do instrumento.	Resp. Seg. Barragem e/ou consultor externo
3	Realizar inspeção rotineira (equipe interna de segurança da Barragem) no barramento e nível do barramento buscando observar alguma anomalia na estrutura que necessite reparo.	Operação
4	Cheia - Aviso aos agentes externos (defesa civil, corpo bombeiros e prefeituras) da condição de enchente com alagamento na ZAS para que mesmo possam retirar a população das áreas de alague, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas (Mapas de Inundação TR 10.000 anos).	Coordenador PAE
5	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Coordenador PAE
6	Após a condição de enchente (>100 anos) deverá ser realizada uma inspeção rotineira completa no barramento e no vertedouro para verificar as condições gerais da estrutura civil.	Resp. Seg. Barragem e equipe de segurança da Barragem

9.1.4 Situação de Emergência 1 (VERMELHO CLARO)

Tabela 48 – Ações de resposta (Emergência 1)

VERTIMENTOS de 560 até 953 m ³ /s –> TR entre 100 e 10.000 anos		
Nível do reservatório chegando a cota 392,70 m		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Observar a pluviometria da região e os dados Geração se indicam aumentos de vazão afluente.	Operação
2	Avaliar Instrumentação da Barragem, valores de referência para condição do instrumento.	Resp. Seg. Barragem e/ou consultor externo
3	Realizar inspeção rotineira (equipe interna de segurança da Barragem) no barramento e nível do barramento buscando observar alguma anomalia na estrutura que necessite reparo.	Operação
4	Acionar sistema de alerta da ZAS conforme Plano de Comunicação	Coordenador PAE
5	Cheia - Aviso aos agentes externos (defesa civil, corpo bombeiros e prefeituras) da condição de enchente com alagamento na ZAS para que mesmo possam retirar a população das áreas de alague, manter o controle nos sistemas de monitoramento e previsão de chuvas (Mapas de Inundação TR 10.000 anos).	Coordenador PAE
6	Abrir comportas de fundo aumentar capacidade de descarga e modo baixar nível do reservatório	Operação
7	Caso ocorra uma diminuição brusca do nível do reservatório e/ou seja detectado vazamento ou problema na barragem com potencial de ruptura, deverá ser acionado Responsável pela Segurança da Barragem para verificação do Problema, podendo ser acionada EMERGÊNCIA 1 e caso não solucionado EMERGÊNCIA 2 .	Coordenador PAE
8	Após a condição de enchente (TR entre 100 e 10.000 anos) deverá ser realizada uma inspeção especial no barramento e no vertedouro para verificar as condições gerais da estrutura civil.	Resp. Seg. Barragem/ equipe de segurança da Barragem e/ou consultor externo

9.1.5 Situação de Emergência 2 (VERMELHO ESCURO)

Tabela 49 – Ações de resposta (Emergência 2)

RUPTURA PRESTES A OCORRER, OCORRENDO OU ACABOU DE OCORRER COM QUALQUER CONDIÇÃO HIDROLÓGICA		
Prioridade	Ação	Responsabilidade
1	Acionar sistema de alerta da ZAS conforme Plano de Comunicação	Coordenador PAE
2	Nesta situação a operadora deverá comunicar a defesa civil para a retirada da população atingida de jusante. Os Mapas de Inundação com Dam Break para os diversos tempos de recorrência devem servir de orientação para a retirada da população. Sempre com a maior antecedência possível. Utilizar mapas de rompimento com efeito de cascata	Coordenador PAE

NAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA 2 DEVERÃO SER AVISADOS E RETIRADOS TODOS OS ATINGIDOS DE JUSANTE BUSCANDO A SEGURANÇA DOS ATINGIDOS. A RETIRADA SE DARÁ PELOS AGENTES EXTERNOS (DEFESA CIVIL, CORPO DE BOMBEIROS, POLÍCIA MILITAR, ETC).

10 PLANO DE EVACUAÇÃO

O estudo das áreas de risco de desastre permitiu a elaboração dos mapas temáticos, relacionados com a ameaça, vulnerabilidade e o risco de inundação, os quais servem de embasamento para a definição dos métodos a serem adotados para prevenir, preparar ou responder quando da ocorrência de grandes cheias ou rompimento da barragem.

Os estudos indicaram que os níveis de água resultante do rompimento da Barragem da PCH Ombreiras são muito maiores que os níveis de enchente sem rompimento, isso devido ao médio volume do reservatório (49,36 hm³). Como orientação ao sistema de prevenção, os moradores de jusante da barragem devem ser avisados a partir de enchentes de TR 100 anos e qualquer indício de possibilidade de rompimento da barragem para evacuação da área Acessos.

Nos mapas de inundação, estão indicados os acessos/ estradas, bem como propriedades/construções atingidos com as condições de cheias ou rompimento para os tempos de recorrência estudados.

O principal do plano de evacuação é o “mapa de inundação”, no qual estão definidos os limites de proteção e segurança para os quais não se espera que o nível d’água seja ultrapassado, além de indicar os locais de concentração, rotas de fuga e os seja ultrapassado e os tempos disponíveis para atuação antes da chegada da onda de cheia.

No Plano de Evacuação também está definido a Zona de Autossalvamento (ZAS), ou seja, a região a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. Esta zona de Autossalvamento ficou definida como cerca de 10 km a partir da Barragem PCH Ombreiras.

Este plano de evacuação deverá ser de conhecimento e auxílio aos agentes de Defesa Civil de modo a ter único documento, as informações necessárias para determinar as prioridades de evacuação, os pontos de envio de transporte, as medidas de controle de tráfego e vias a serem bloqueadas, estratégias de resgate e medidas de segurança nas áreas de inundação.

10.1 Estradas Atingidas

Nos mapas de inundação estão indicados os acessos atingidos com as condições de cheias ou rompimento para os tempos de recorrência estudados.

- Estradas Vicinais: Foram atingidas estradas vicinais em ambas as margens do rio, paralelos ao mesmo em diversos pontos para todos os tempos de recorrência.
- Ponte junto a cidade de Indiavaí: possibilidade de atingir a ponte da cidade fica a 57,57 km da Barragem.

10.2 Propriedades Atingidas

As propriedades atingidas foram quantificadas de acordo com a Tabela 50 e com auxílio das imagens do Google Earth. É importante ressaltar que algumas propriedades também são

atingidas na condição de enchentes a partir TR 100 anos, sem considerar o rompimento da barragem da PCH Ombreiras.

Já a Tabela 43 apresenta detalhes dos níveis atingidos, tempos de onda, velocidade máxima atingida e vão máxima alcançada por seção de interesse em condições de enchente e em caso de rompimento da Barragem da PCH Ombreiras. Como estão muito próximas da barragem, o tempo de chegada e de pico da onda nessas seções é bastante curto, sendo então necessária a evacuação desses locais o mais breve possível na ocorrência da **EMERGÊNCIA 2** com risco de rompimento da barragem.

Foram estimadas as propriedades atingidas sendo descritas conforme Tabela 50 a seguir.

Tabela 50 – Estimativa das propriedades atingidas – Rompimento TR 10.000 anos

BARRAGEM OMBREIRAS			
Infraestrutura e Edificações - DB 10.000			
Zona	Município	Margem Rio	Quantidade Propriedades Atingidas
Autossalvamento	Jauru	Direita	0
	Araputanga	Esquerda	0
	Indiavaí	Esquerda	0
Total ZAS			0
Segurança Secundária	Jauru	Direita	2
	Figueirópolis d'Oeste	Direita	27
	Indiavaí	Esquerda	48
Total ZSS			77
Total ZAS e ZSS			77

Todas as seções indicadas se referem a pontos estratégicos de infraestrutura a jusante do barramento da PCH Ombreiras e estão indicadas nos mapas de inundação. Nessas localidades podemos ter alagamentos devidos às cheias estudadas e/ou rompimento da barragem. Os Quadros a seguir indicam o resultado da simulação dos estudos para as seções de interesse onde ocorre inundação com propriedades atingidas.

Os mapas de inundação para os tempos de recorrência de Qturb e 10.000 anos estão apresentados no Anexo V – Mapas de Inundação, divididos nos seguintes desenhos:

- OMB-C-MPI-001-00-22 – Mapa de Inundação – QTURB – Natural e Rompimento – Folhas 01 a 12;
- OMB-C-MPI-002-00-22 – Mapa de Inundação – TR 10.000 Anos – Natural e Rompimento – Folhas 01 a 12.

10.3 Zona de Autossalvamento – ZAS

A Zona de Autossalvamento (ZAS) é determinada como aquela região a jusante da barragem em que não há tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente (ANA, 2016). Neste sentido, considera-se que a ZAS é delimitada utilizando-se uma

distância de 10 km a jusante da barragem ou a distância que corresponde a um tempo de chegada de onda de inundação igual a trinta minutos, sendo considerado sempre o ponto menor entre os dois critérios.

Essa área é chamada de Zona de Autossalvamento (ZAS), pois em caso de rompimento não há tempo hábil para a chegada de socorro sendo que a população atingida deve sair da área de risco por conta própria mediante aviso de emergência.

No estudo de rompimento da barragem da PCH Ombreiras o local do limite da ZAS se encontra a 14,94 km de distância da barragem, sendo nesse caso adotado o critério de maior distância (30 min) para a pior condição de estudo que é o rompimento da capacidade extrema do Vertedouro com a cheia de 10.000 anos.

Dentro da ZAS existem somente a própria Casa de Força e Barragem da UHE Jaurru no vale a jusante que poderão ser afetadas pela onda de cheia no caso de uma ruptura da barragem. O Tabela 51 apresenta a localização e principais características das seções dentro da ZAS.

Tabela 51 – Características das infraestruturas/edificações localizadas na ZAS da barragem

BARRAGEM Ombreiras					
Infraestrutura e Edificações na ZAS					
Denominação	Descrição	Coordenada geográfica Latitude	Coordenada geográfica Longitude	Distância do barramento (Km)	Cota DB (m) - TR 10.000 anos
219	Casa de Força Ombreiras	15° 07' 55,03"	52° 43' 48,34"	0,39	377,03
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	15°14'11.87"S	58°43'44.74"O	14,94	361,62

Próximas às propriedades atingidas, foram sugeridas e identificadas rotas de fuga e pontos de encontro, que deverão ser confirmadas por autoridades competentes *in loco* (Empreendedor e Defesa Civil). As rotas de fuga foram sugeridas até onde não há o risco de inundação e deverão ser definidas como ponto de encontro da população residente na zona de autossalvamento.

A população dessas áreas deve ser orientada a se locomover e a identificar as rotas de fuga em caso de situações de emergência com risco de rompimento da barragem, sendo que esse deslocamento deve ser considerado como realizado por meios próprios e de maneira mais rápida possível mediante o aviso a ser implantado identificando a emergência.

As edificações atingidas e as áreas de fuga estão identificadas nos Mapas Zona de Autossalvamento:

- OMB-C-ZAS-001-00-22 – Zona de Autossalvamento – Rompimento – TR 10.000 Anos – Folha 01.

Os mapas da ZAS estão apresentados no Anexo VI – Zona de Autossalvamento.

10.4 Risco Hidrodinâmico

O risco hidrodinâmico foi obtido diretamente do processamento da mancha de inundação provocada pelo rompimento da barragem para a ocorrência de uma TR 10.000 anos, sendo

obtido pela relação Profundidade x Velocidade da onda de inundação de acordo com as cotas do terreno, e seguirá a legenda da Tabela 4 apresentado no Item 5.1.9 para elaboração do mapa de Risco Hidrodinâmico.

No Mapa do Risco hidrodinâmico do Anexo VII – Risco Hidrodinâmico, apresenta detalhes das consequências, onde foi possível avaliar pontos atingidos para a TR 10.000 anos.

O Quadro 41 a seguir apresenta detalhes dos pontos atingidos e risco hidrodinâmico.

Tabela 52 – Risco Hidrodinâmico para TR 10.000 anos

Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento										Risco Hidrodinâmico
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)			
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração					
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento												
219	Casa de Força Ombreiras	0,39	364,00	377,03	13,03	00:00	01:35	0	04:20	5,72	18094,60	>7
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	358,21	361,62	3,41	00:30	02:25	0	02:28	1,03	8724,81	3-7
162	Casa de Força Jauru	16,30	254,56	269,32	14,76	00:45	03:10	0	07:00	6,24	17855,13	>7
154	Barragem PCH Indivaí	18,27	250,20	254,90	4,70	00:50	02:35	0	02:45	3,96	9224,19	>7
152	Casa de Força Indivaí	18,72	217,49	227,56	10,07	00:55	03:15	0	07:23	2,37	17338,18	>7
139	Barragem PCH Salto	22,39	215,18	218,61	3,43	01:10	03:15	0	03:22	1,36	16396,40	3-7
136	Casa de Força Salto	23,07	197,47	206,72	9,25	01:20	03:30	0	10:42	2,19	13539,75	>7
129	Propriedades	25,17	196,75	205,92	9,17	01:45	03:50	0	11:25	1,01	9597,04	>7
69	Barragem PCH Figueirópolis	42,75	191,95	194,44	2,49	02:40	05:50	0	09:06	1,82	4811,39	3-7
66	Casa de Força Figueirópolis	43,55	182,53	186,85	4,32	02:55	06:55	0	19:55	0,86	4480,90	>7
59	Propriedades	45,48	182,47	186,66	4,19	03:00	06:55	0	20:50	0,95	4474,96	>7
41	Propriedades	50,97	175,27	178,30	3,03	03:25	07:15	1	00:15	5,20	4439,75	>7
32	Propriedades	53,67	171,20	173,76	2,56	03:30	07:30	1	00:20	2,59	4420,52	>7
26	Propriedades	55,35	168,42	171,20	2,78	03:50	08:05	2	03:00	1,28	4325,59	< 0,5
19	Propriedades e Ponte	57,57	166,82	169,84	3,02	04:20	08:20	2	05:30	1,70	4293,02	< 0,5
14	Propriedades	59,07	166,61	169,29	2,68	04:25	08:20	2	08:25	1,24	4280,41	3-7
5	Propriedades	61,77	161,32	163,41	2,09	04:50	08:10	2	09:00	2,71	4241,06	< 0,5
1	Propriedades e Limite ZSS	63,27	158,27	160,51	2,24	05:05	08:20	2	08:45	4,57	4236,12	< 0,5

10.5 Resumo Plano de Evacuação

Este resumo será definido o plano de evacuação que será utilizado pelos aos agentes externos, como Defesa Civil de modo a ter único documento, as informações necessárias para determinar as prioridades de evacuação, os pontos de envio de transporte, as medidas de controle de tráfego e vias a serem bloqueadas, estratégias de resgate e medidas de segurança nas áreas de inundação.

Abaixo será apresentado uma tabela resumo dos pontos atingidos, indicando zona de autossalvamento (ZAS) e zona de segurança secundária (ZSS). Nesta tabela estará apresentado pontos atingidos (estradas, rodovias, propriedades, etc) com informações necessárias como:

- **ZAS – Zona de Autossalvamento:** Responsabilidade de alerta do empreendedor;
- **ZSS – Zona de Segurança Secundária:** Responsabilidade de alerta dos agentes externos;
- **Seção de Interesse:** Seção atingida bem como distância da Barragem;
- **Níveis de água:** Normal (nível atingido somente com enchente), Rompimento (nível atingido – rompimento + enchente), altura da onda de inundação;
- **Início da Onda:** tempo do início da inundação após rompimento da Barragem;
- **Pico da Onda:** tempo do nível máximo da onda de inundação atingido após o rompimento da barragem;
- **Duração:** tempo necessário para rio voltar a condição normal, ou seja, dissipação da onda de rompimento;
- **Velocidade Máxima:** necessário para estimativa do risco hidrodinâmico;
- **Vazão máxima:** necessário para comportamento hidrodinâmico;
- **Risco Hidrodinâmico:** relação altura onda x velocidade máxima;

Tabela 53 – Resumo do Plano de Evacuação

Seções de Interesse			Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento										
				Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	Risco Hidrodinâmico	
				Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração					
											Dia	Hora		
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento														
ZAS	219	Casa de Força Ombreiras	0,39	364,00	377,03	13,03	00:00	01:35	0	04:20	5,72	18094,60	>7	
	167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	358,21	361,62	3,41	00:30	02:25	0	02:28	1,03	8724,81	3-7	
ZSS	162	Casa de Força Jauru	16,30	254,56	269,32	14,76	00:45	03:10	0	07:00	6,24	17855,13	>7	
	154	Barragem PCH Indivaí	18,27	250,20	254,90	4,70	00:50	02:35	0	02:45	3,96	9224,19	>7	
	152	Casa de Força Indivaí	18,72	217,49	227,56	10,07	00:55	03:15	0	07:23	2,37	17338,18	>7	
	139	Barragem PCH Salto	22,39	215,18	218,61	3,43	01:10	03:15	0	03:22	1,36	16396,40	3-7	
	136	Casa de Força Salto	23,07	197,47	206,72	9,25	01:20	03:30	0	10:42	2,19	13539,75	>7	
	129	Propriedades	25,17	196,75	205,92	9,17	01:45	03:50	0	11:25	1,01	9597,04	>7	
	69	Barragem PCH Figueirópolis	42,75	191,95	194,44	2,49	02:40	05:50	0	09:06	1,82	4811,39	3-7	
	66	Casa de Força Figueirópolis	43,55	182,53	186,85	4,32	02:55	06:55	0	19:55	0,86	4480,90	>7	
	59	Propriedades	45,48	182,47	186,66	4,19	03:00	06:55	0	20:50	0,95	4474,96	>7	
	41	Propriedades	50,97	175,27	178,30	3,03	03:25	07:15	1	00:15	5,20	4439,75	>7	
	32	Propriedades	53,67	171,20	173,76	2,56	03:30	07:30	1	00:20	2,59	4420,52	>7	
	26	Propriedades	55,35	168,42	171,20	2,78	03:50	08:05	2	03:00	1,28	4325,59	< 0,5	
	19	Propriedades e Ponte	57,57	166,82	169,84	3,02	04:20	08:20	2	05:30	1,70	4293,02	< 0,5	
	14	Propriedades	59,07	166,61	169,29	2,68	04:25	08:20	2	08:25	1,24	4280,41	3-7	
5	Propriedades	61,77	161,32	163,41	2,09	04:50	08:10	2	09:00	2,71	4241,06	< 0,5		
1	Propriedades e Limite ZSS	63,27	158,27	160,51	2,24	05:05	08:20	2	08:45	4,57	4236,12	< 0,5		

Tabela 54 – Legenda para Risco Hidrodinâmico

Risco Hidrodinâmico (m²/s)	Consequências
< 0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 -1	Adultos são arrastados
1-3	Danos de submersão em edifícios e estruturas em casas fracas
3-7	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
>7	Colapso de certos edifícios

11 FLUXO DE INFORMAÇÃO E ACIONAMENTO

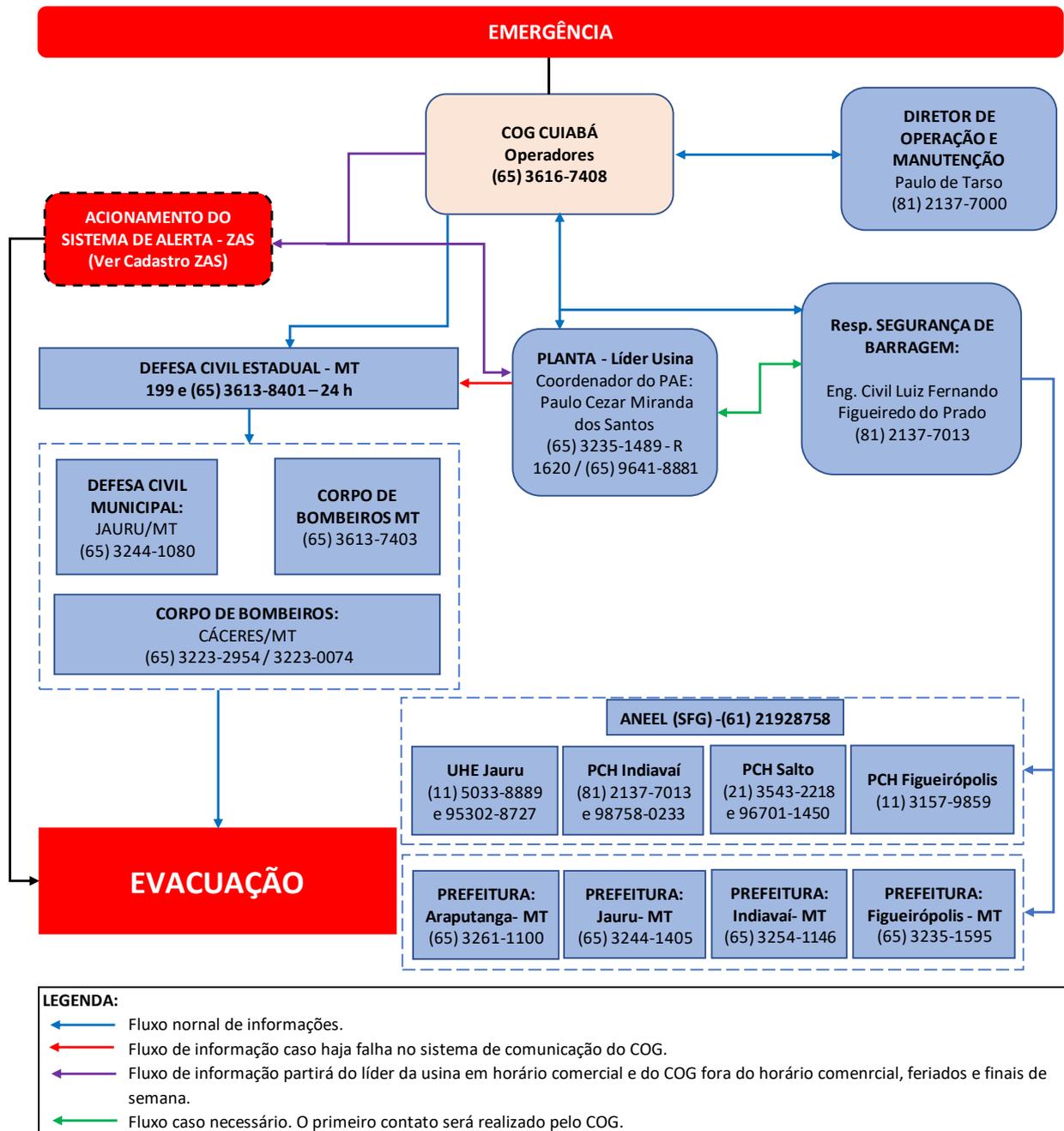
11.1 Meios de Comunicação

O acionamento de emergências será realizado através de telefone com a Defesa Civil do Estado do Mato Grosso, bem como com a Defesa Civil municipais de Jauru, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, e Prefeitura dos municípios de Araputanga, Jauru, Indiavaí e Figueirópolis do Oeste (atingidos).

Será elaborado o Plano de comunicação com usinas de jusante em caso de emergência.

11.2 Acionamento em Caso de Emergências

O acionamento em caso de emergência dos agentes envolvidos se dará pelo Fluxograma 4 que mostra a sequência de tramitação das informações. Este fluxograma apresenta o responsável pelo acionamento, Gerência Operação e OMBREIRAS ENERGÉTICA S.A., e os agentes externos envolvidos, Defesa Civil do estado do Mato Grosso, bem como Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, e Prefeitura do município de Araputanga, Jauru, Indiavaí e Figueirópolis do Oeste (atingidos).



Fluxograma 4 – Acionamento emergências

Este fluxograma está apresentado no Anexo VIII e deverá ficar na Usina em local de fácil visualização em caso de emergência com o contato dos atingidos para evacuação da área em casos extremos.

Este fluxograma deverá ser acionado nas seguintes hipóteses:

- Cheias ocorridas a partir do **tempo de recorrência de 100 anos**, ou seja, **vazão afluente maior que 560 m³/s**, juntamente com aumento da Pluviometria na região. Nesta condição os proprietários atingidos deverão ser avisados para evacuação da área de inundação em condições naturais;
- Vazamento na Barragem sem controle com risco de colapso ou rompimento.

Como o risco de galgamento da barragem da PCH Ombreiras em condições normais de operação é baixo, quase nulo, a segurança da estrutura depende da qualidade do monitoramento e da agilidade na recuperação de eventuais danos estruturais.

O rebaixamento do reservatório é uma condição possível de ser realizada (em condições hidrológicamente favoráveis) até o limite imposto pelas comportas do Vertedouro e da Tomada de Água. Esse procedimento reduz de maneira substancial os danos a jusante decorrentes do rompimento da barragem devido a redução do volume do reservatório.

É um procedimento que pode ser realizado com segurança permitindo também a redução dos esforços sobre o barramento facilitando trabalhos de recuperação da estrutura.

12 FORMULÁRIOS DE DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA, DE DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA E DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

As declarações estão apresentadas no Anexo X.

13 RELAÇÃO DAS ENTIDADES PÚBLICAS E PRIVADAS QUE RECEBERAM CÓPIA DO PAE COM OS RESPECTIVOS PROTOCOLOS DE RECEBIMENTO

A implementação eficaz de um PAE exige que os documentos base sejam controlados, com a distribuição de cópias restringidas a todas as entidades com responsabilidades instituídas, garantindo o conhecimento e a utilização de planos sempre atualizados. Assim, deve estar identificada a relação das entidades que receberam cópia (Tabela 55).

Deverá ser mantido uma cópia física atualizada do PAE na sala de controle da Usina.

Tabela 55 – Entidades que recebem Cópia PAE

Entidade	Nº de cópias (Digital)
Entidade Fiscalizadora (ANEEL)	1
Secretaria De Estado De Defesa Civil Do Estado - MT	1
Corpo De Bombeiros Militar Do Estado – MT	1
Defesa Civil Municipal – Jauru - MT	1
Corpo de Bombeiros – Cáceres - MT	1
Prefeituras envolvidas – Araputanga, Jauru, Indavaí e Figueirópolis do Oeste - MT	1

Tabela 56 – Controle das Entidades que receberam uma cópia do PAE

1	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
2	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
3	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
4	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
5	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____

14 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se realizar o cadastramento socioeconômico da população atingida na área da macha de inundação em caso de rompimento da barragem (utilizar mapas TR 10.000 anos com galgamento – pior condição).

Está prevista que a necessidade de revisão e adaptação deste plano se fará necessária quando:

- Houver alteração na estrutura do operador, incorporação ou revisão do Plano de Segurança da Barragem (mudanças características da Barragem), e por força de legislação;
- Atualização dos nomes dos responsáveis da Usina e das equipes de operação, manutenção, monitoramento e de inspeção;
- Atualização dos responsáveis, principalmente nos órgãos Estaduais.

Devido as características das estruturas e região do entorno a barragem da PCH Ombreiras foi classificada como **Classe B**, Categoria de Risco Baixo e Dano Potencial Associado Alto. Barragem Classe B necessita realizar a Revisão Periódica de Segurança (RPS) a cada 7 anos onde o produto a ser elaborado consta de um relatório onde estarão listadas as considerações sobre o exame de toda a documentação existente, a avaliação dos critérios de projeto, a análise da instrumentação, a identificação de anomalias e as condições de manutenção, e quais as Recomendações e Conclusões sobre a segurança da Barragem, devendo ser reavaliadas as condições de segurança das estruturas do barramento sendo então realizada novamente a classificação da barragem nos critérios da lei de segurança vigente na época do RPS.

Neste ano de 2022 foi a primeira revisão periódica de segurança com revisão estudos hidrológicos, hidráulicos, estruturais, geotécnicos e com isso revisão de todo Plano de Segurança da Barragem e Plano de Ação de Emergências.

Recomenda-se após a condição de enchente maiores que TR 100 anos ($Q=> 560 \text{ m}^3/\text{s}$) deverá ser realizada uma inspeção no Barramento para verificar as condições gerais da estrutura civil, em particular a calha do vertedouro no trecho em rocha sã. Essa inspeção pode ser realizada pela equipe de segurança de barragem do empreendedor.

Recomenda-se após condição de cheia igual ou maior que TR 1.000 anos ($Q=> 757 \text{ m}^3/\text{s}$) seja realizada uma inspeção de Segurança Especial na estrutura do barramento e região do entorno. Essa inspeção deve ser realizada por equipe de consultores especialistas.

15 EQUIPE TÉCNICA

Nome	Formação	Função
Henrique Yabrudi Vieira	Engenharia Civil	Hidráulica – Segurança de Barragens
Patrícia Becker	Engenharia Civil	Estruturas – Segurança de Barragem
Ronaldo Corrêa	Engenharia Civil	Geotecnia – Segurança de Barragem

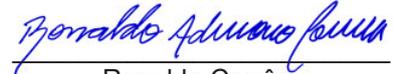
As Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) dos profissionais envolvidos nos trabalhos estão apresentadas no Anexo X.



Henrique Yabrudi Vieira
Eng. Civil Hidráulica



Patrícia Becker
Eng. Civil Estruturas



Ronaldo Corrêa
Eng. Civil Geotecnia e Geologia

16 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. B. de. **A gestão do risco em sistemas hídricos: conceitos e metodologias aplicadas a vales com barragens**. 6º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, APR. Cabo Verde, 2003.

ALMEIDA. Antônio Betâmio de. **Emergências e Gestão do Risco: Risco a Jusante de Barragens**. Lisboa.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS, **Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis**, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1995.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS, **Guidelines for Chemical Transportation Risk Analysis**, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 2000.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens Volume IV - Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE, Versão final 02 para editoração – abril de 2016.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - Manual do empreendedor da Ana relativo a revisão periódica, plano de segurança de barragens, plano de ação de emergência e inspeções de segurança de barragens (<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/ManualEmpreendedor>).

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

BARBOSA, N. P.; MENDONÇA, A. V.; SANTOS, C. A. G.; LIRA, B. B. **Barragem de Camará**. Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia. Ministério Público Federal. Procuradoria da República no Estado da Paraíba. PB, 2004. Disponível em: <www.prpb.mpf.gov.br/>. Acesso em 23/09/2008.

CETESB. **Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos**. Norma P4.261, Maio/2003.

COLLISCHONN, V. **Análise do rompimento da barragem de Ernestina**. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre: UFRGS, 1997.

CRUZ, P.T. **100 Barragens Brasileiras: Casos Históricos, Materiais de Construção, Projetos**. Oficina de Textos, São Paulo, 2004.

DUARTE, Moacir. Riscos Industriais: **Etapas para a investigação e a prevenção de acidentes**. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002.

FEEMA. **Manual do Curso de Análise de Riscos Ambientais**. Agosto de 1998.

GUIA BÁSICO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS, Comitê Brasileiro De Grandes Barragens, Núcleo Regional De São Paulo.

LEI Nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010, **Política Nacional de Segurança de Barragens**, Presidência da República, alterada pela Lei 14.066/2020.

MENESCAL, R. A.; VIEIRA, V. P. P. B.; FONTENELLE, A. S.; OLIVEIRA, S. K. F. 2001. **Incertezas, Ameaças e Medidas Preventivas nas Fases de Vida de uma Barragem**. XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens, Anais, Fortaleza – CE.

MENESCAL, R. A.; MIRANDA, A. N.; PITOMBEIRA, E. S.; PERINI, D. S. **As Barragens e as Enchentes**. Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 2004 Florianópolis - SC.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **A Segurança de Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil** / [Organizador, Rogério de Abreu Menescal]. Brasília: Proágua, 2005.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual de Segurança e Inspeção de Barragens**. Brasília, 2002.

SILVA, M. M. A.; LACERDA, M. J.; SILVA, P. K.; SILVA, M. M. P. **Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem Camará no município de Alagoa Grande**, PB. Revista de Biologia e Ciências da Terra. Volume 6 – Número 1. 2006.

SILVEIRA, J.F.A. **Instrumentação e Segurança de Barragens de Terra e Enrocamento**. Oficina de Textos, São Paulo, 2006.

17 ANEXOS

Anexo I – Dados (somente digital)

Anexo II – Área Resguardada e Acessos

Anexo III – Curva de Referência

Anexo IV – Seções Restituição

Anexo V – Mapas de Inundação

Anexo VI – Zona de Auto salvamento

Anexo VII – Risco Hidrodinâmico

Anexo VIII – Fluxograma de Acionamento

Anexo IX – Apresentação PAE

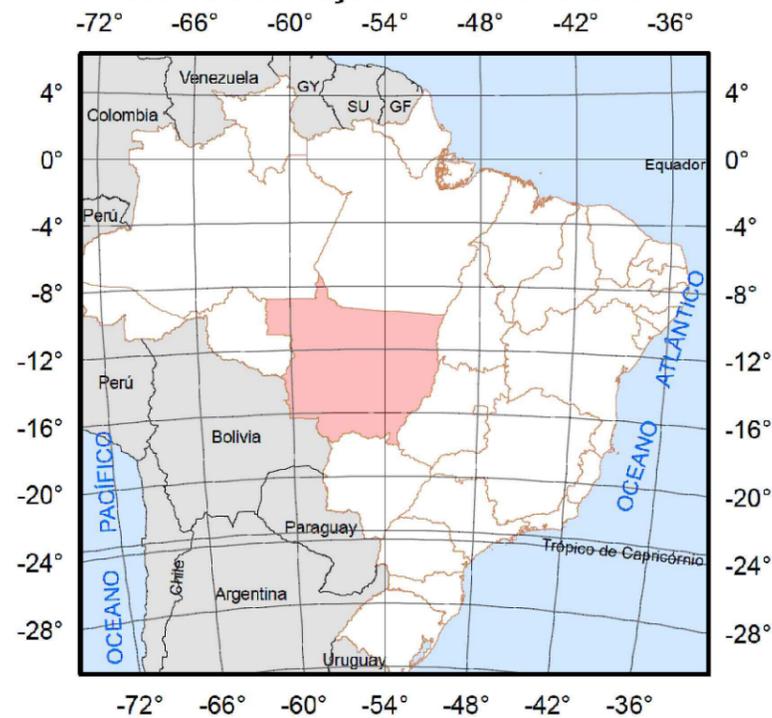
Anexo X – Formulários

Anexo XI – ART

ANEXO I – DADOS (SOMENTE DIGITAL)

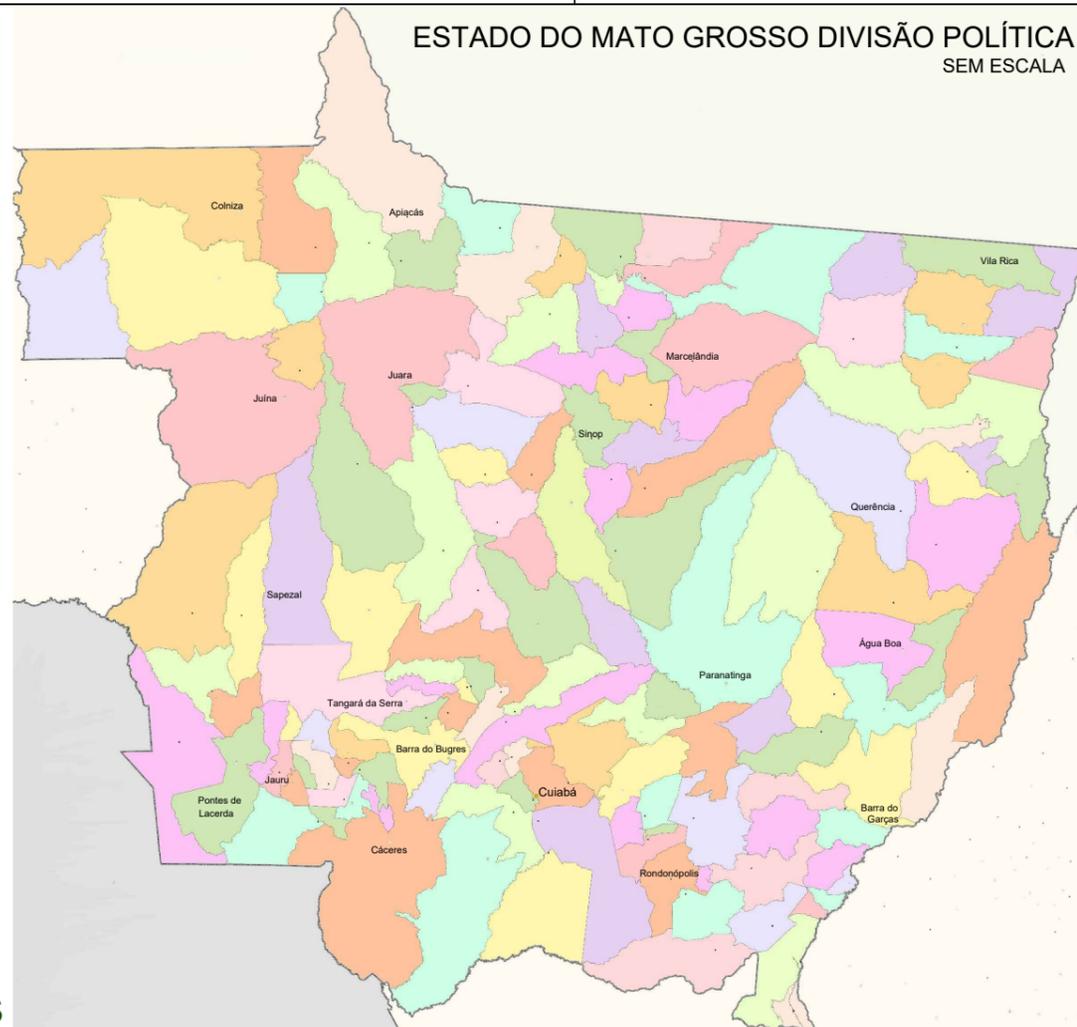
ANEXO II – ÁREA RESGUARDADA E ACESSOS

LOCALIZAÇÃO DO ESTADO



LOCALIZAÇÃO DO ESTADO DO MATO GROSSO
SEM ESCALA

ESTADO DO MATO GROSSO DIVISÃO POLÍTICA SEM ESCALA



PLANTA CHAVE

LEGENDA

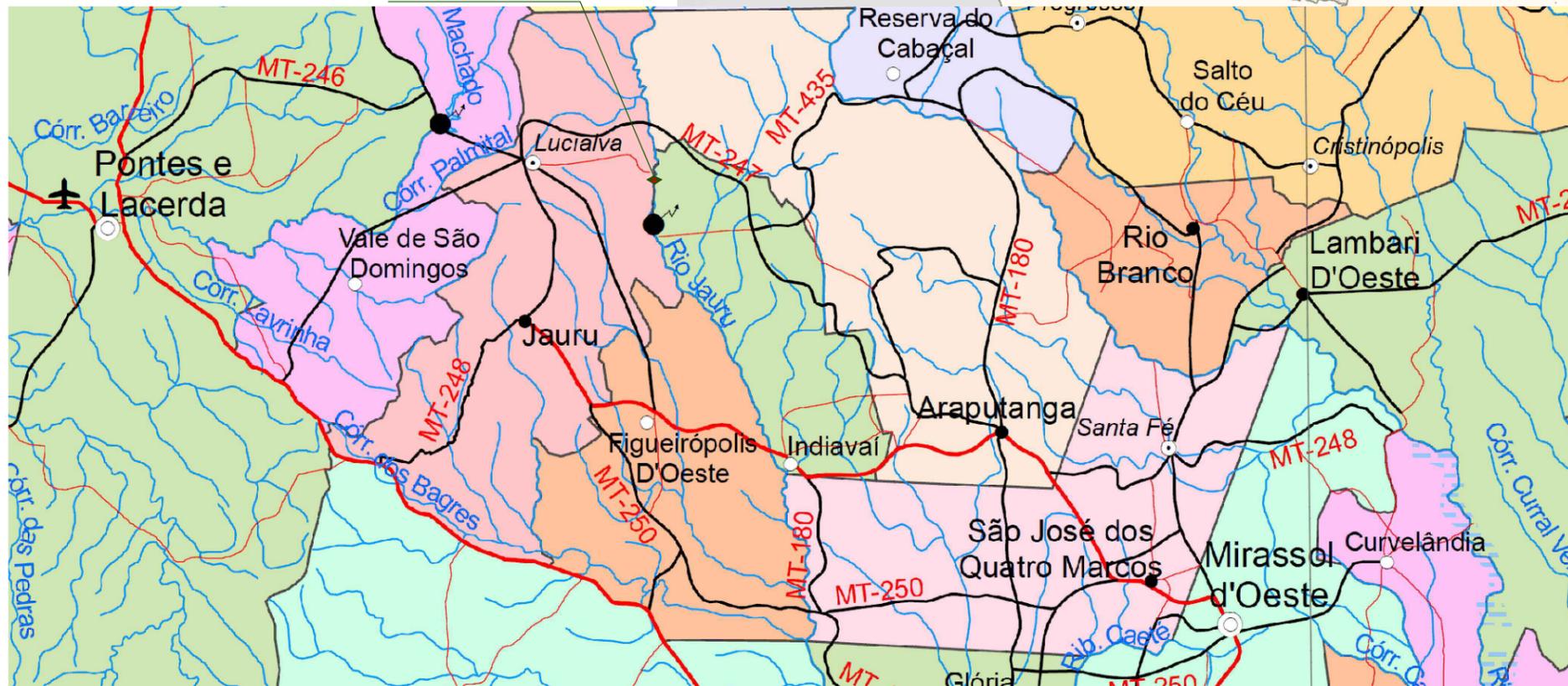
- Ponte
- Ferrovia
- Rodovia pavimentada
- Rodovia sem pavimentação
- Outras estradas
- Hidrovia
- Curso d'água permanente
- Curso d'água temporário
- Rio de margem dupla

DISTÂNCIAS

CUIABÁ - INDIAVAÍ	368 km
OMBREIRAS - INDIAVAÍ	52 km

ACESSOS E LOCALIZAÇÃO SEM ESCALA

PCH Ombreiras



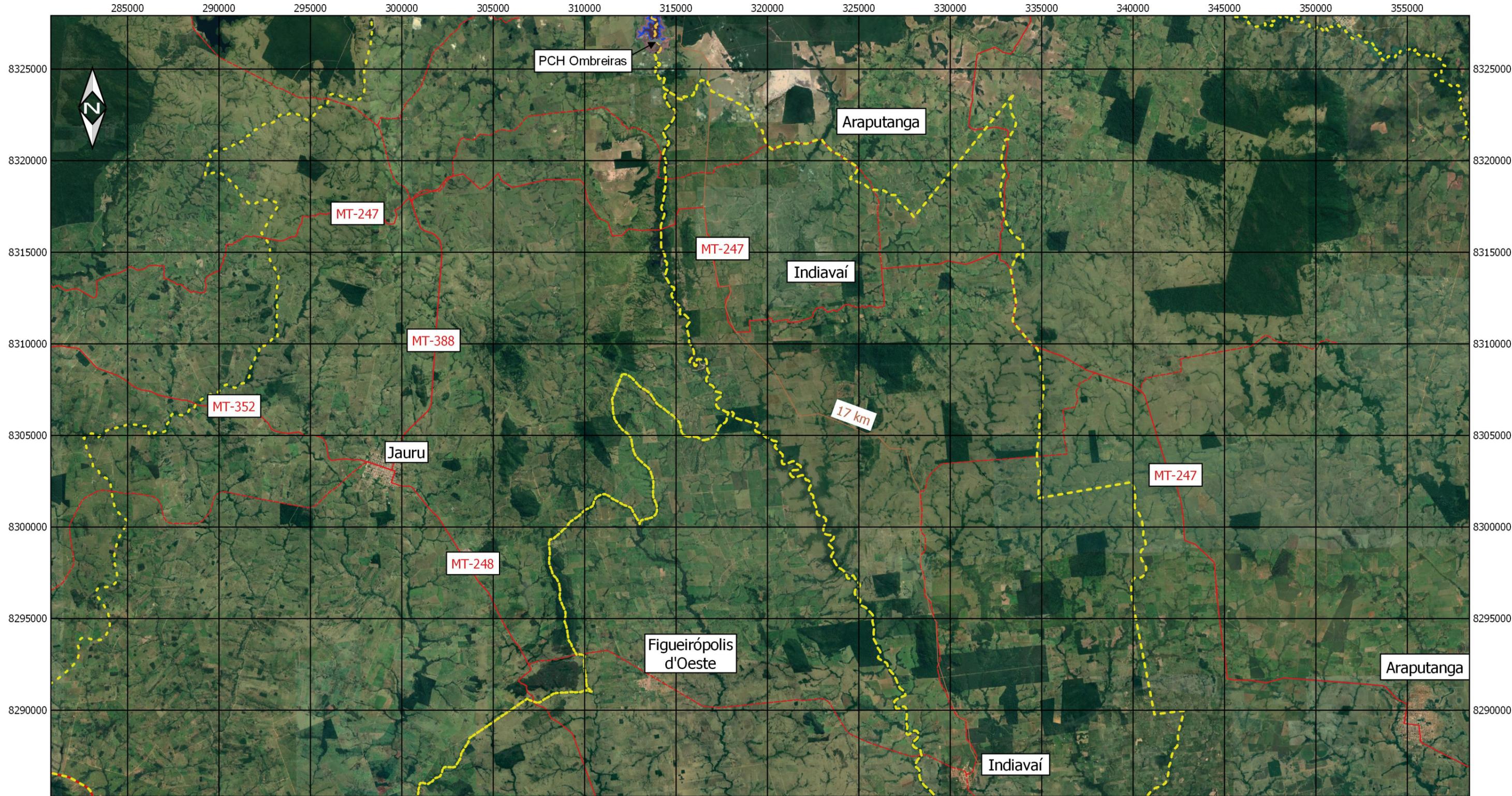
00	EMIÇÃO INICIAL	HYV	HYV	01/10/22
	REVISÃO	VERIF.	APROV.	DATA



ELABORADO POR:



PROJETO	Plano de Ação de Emergências PCH Ombreiras		
CLIENTE	Ombreiras Energética S.A		
REFERÊNCIA	Acesso Geral a Usina		
RESP. TÉCNICO	Eng. Henrique Yabrudi Vieira CREA 61.964 / D	PRANCHA	01
PROJETO	Henrique		02
DESENHO	Henrique	DATA 10/2022	ESCALA sem escala
Nº DOCUMENTO	OMB-C-AGE-001-00-22	REV. 00	DATA 01/10/22

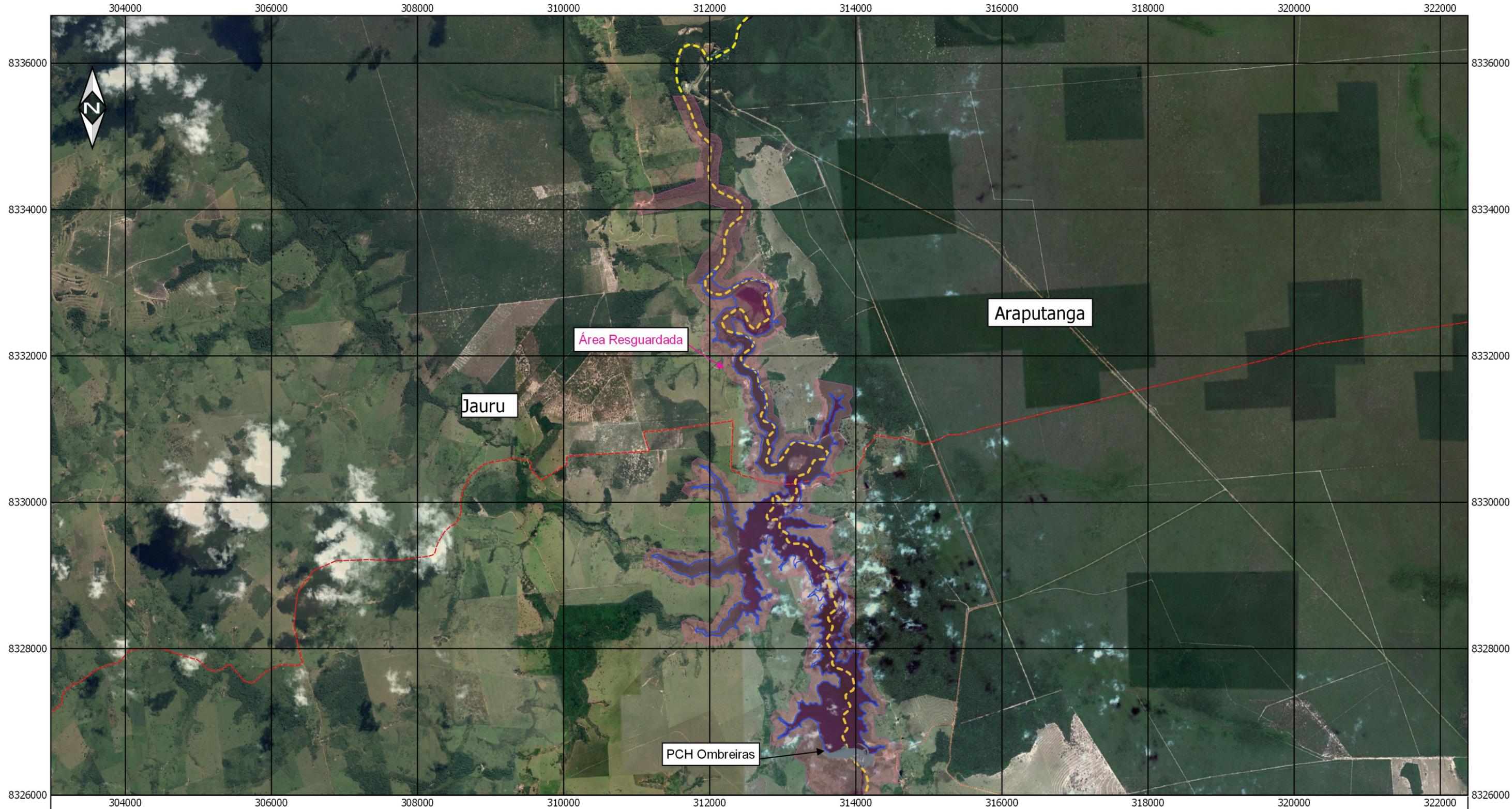


Legenda:

- PCH Ombreiras
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estradas Municipais
- Acesso
- - - Divisa Municipal
- Reservatório
- Área Resguardada

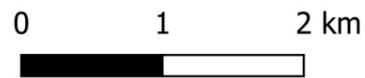


Cliente: 	Elaborado: 		
Projeto: PCH Ombreiras	Resp. Técnico: Eng. Henrique Yabrudi Vieira CREA/SC: 057323-9	Projeto: PMP	
Título: Acesso a Usina	Data: Jun/22	Escala: 1:200.000	Número: OMB-C-SEG-001-00-22
		Sirgas 2000-21S	Folha: 1/1 (A3)



Legenda:

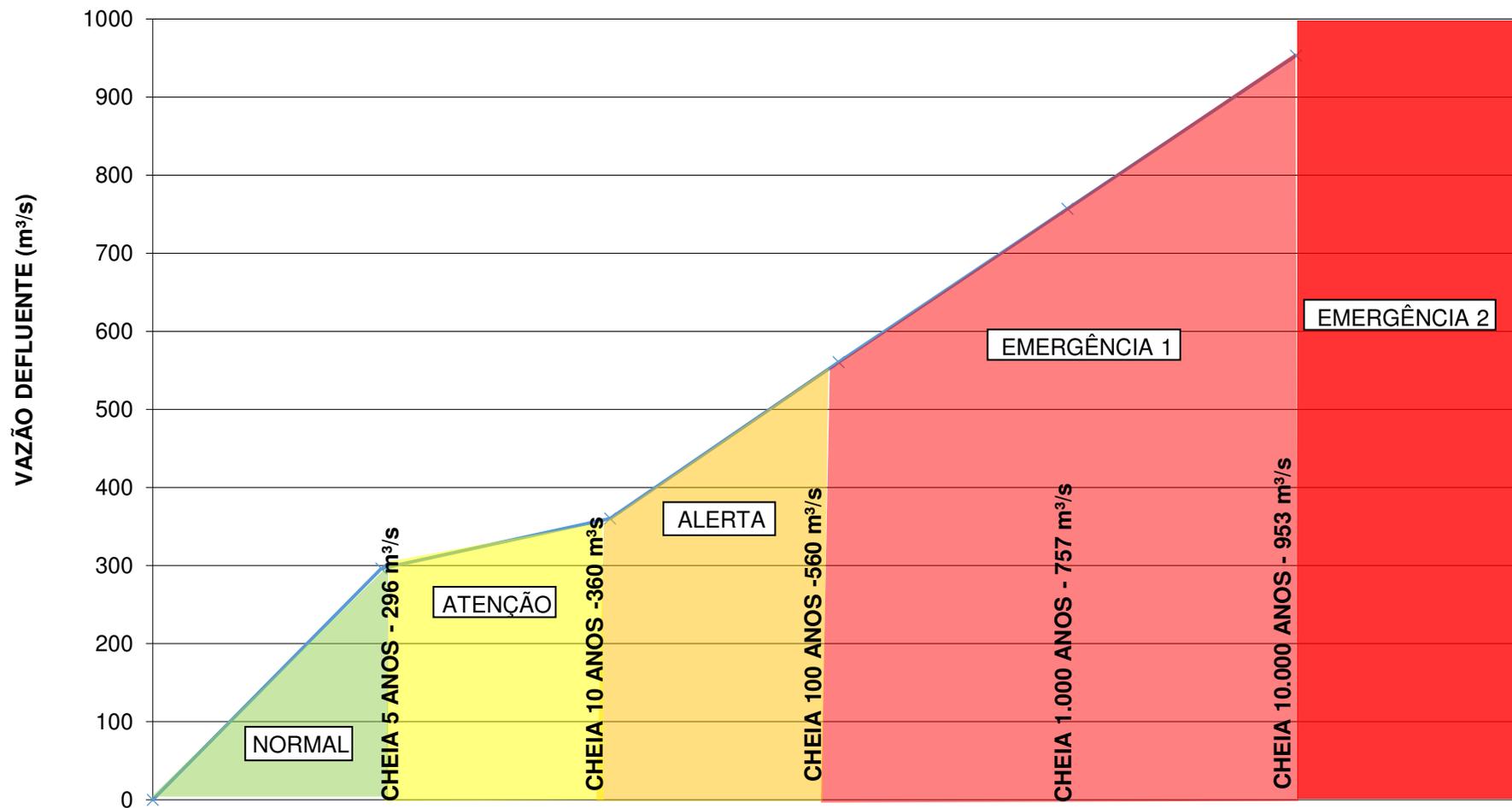
- PCH Ombreiras
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- - - Estradas Municipais
- - - - - Vicinais
- - - - - Divisa Municipal
- Reservatório
- Área Resguardada



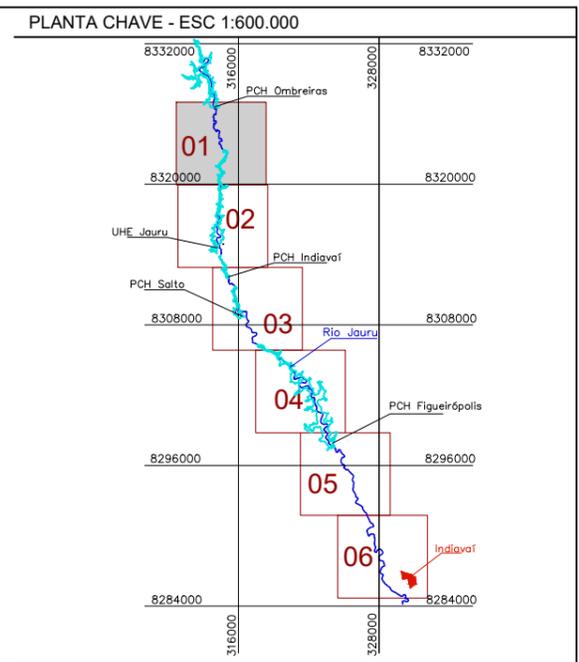
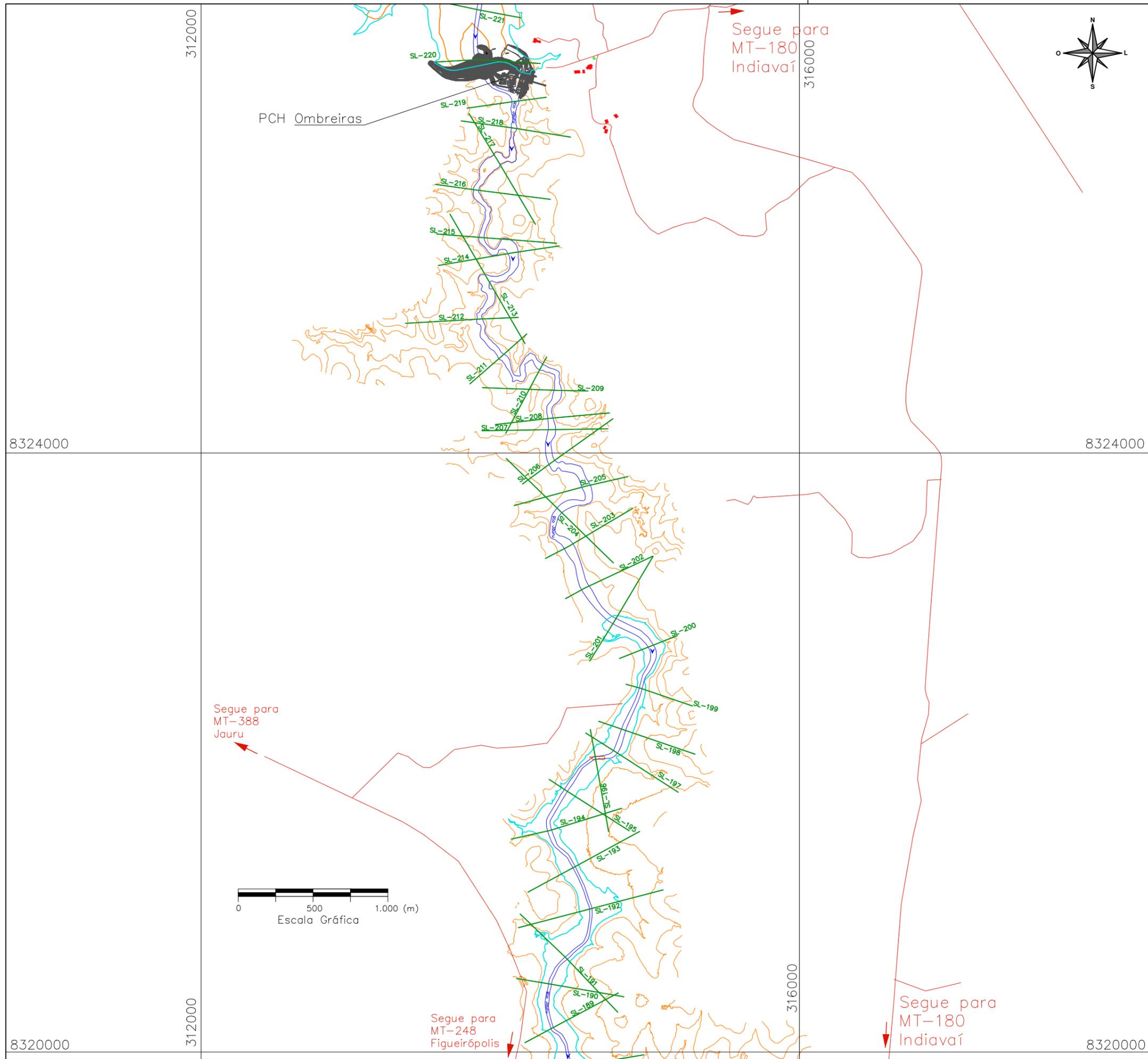
Cliente:		Elaborado:	
Projeto:	PCH Ombreiras	Resp. Técnico: Eng. Henrique Yabrudi Vieira CREA/SC: 057323-9	Projeto: PMP
Título:	Área Resguardada	Data: Jun/22	Número: OMB-C-SEG-001-00-22
		Escala: 1:50.000 Sirgas 2000-21S	Folha: 1/1 (A3)

ANEXO III – CURVA DE REFERÊNCIA

PCH OMBREIRAS - CURVA REFERENCIAL DA BARRAGEM



ANEXO IV – SEÇÕES RESTITUIÇÃO



CONVENÇÕES

CURVA 10 m	
ESTRADAS e ACESSOS	
EDIFICAÇÃO	
PORTARIA	
RIO PERENE	
HIDROGRAFIA	
SEÇÃO NA RESTITUIÇÃO	
RESERVATÓRIO	

00	EMISSÃO INICIAL	HYV	HYV	31/08/22
	REVISÃO	VERIF.	APROV.	DATA



ELABORADO POR:

PROSENGE
projetos e engenharia

PROJETO	Plano de Ação de Emergências PCH Ombreiras		
CLIENTE	Ombreiras Energética S.A.		
REFERÊNCIA	Seções da Restituição Localização das Seções - FI 01/06		
RESP. TÉCNICO	Eng. Henrique Yabrudi Vieira CREA 61.964 / D	PRANCHA	01
PROJETO	Henrique		06
DESENHO	Henrique	DATA	08/2022
		ESCALA	1:25.000
Nº DOCUMENTO	OMB-C-SRE-001-00-22	REV.	00
		DATA	31/08/22



312000

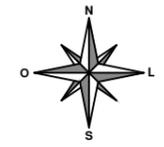
312000

316000

316000

8316000

8316000



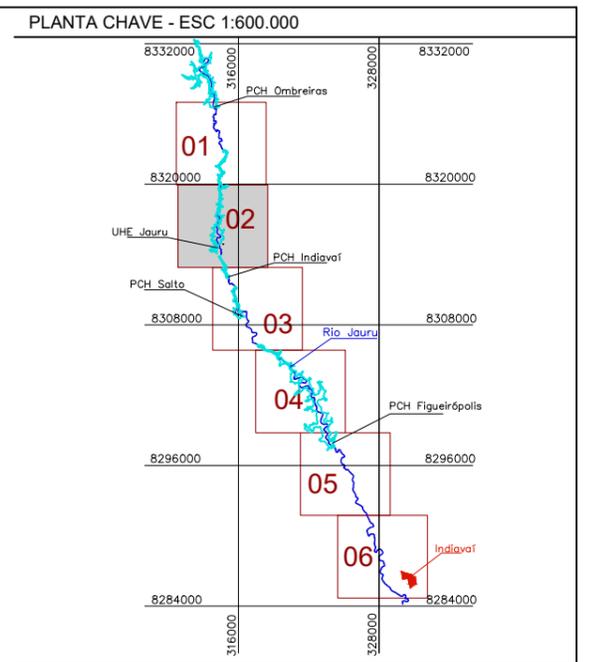
UHE Jauru

Segue para
MT-388
Jauru

Segue para
PCH Ombreiras

Segue para
MT-180
Indiavaí

Segue para MT-248
- Figueirópolis



CONVENÇÕES

CURVA 10 m	
ESTRADAS e ACESSOS	
EDIFICAÇÃO	
PORTARIA	
RIO PERENE	
HIDROGRAFIA	
SEÇÃO NA RESTITUIÇÃO	
RESERVATÓRIO	

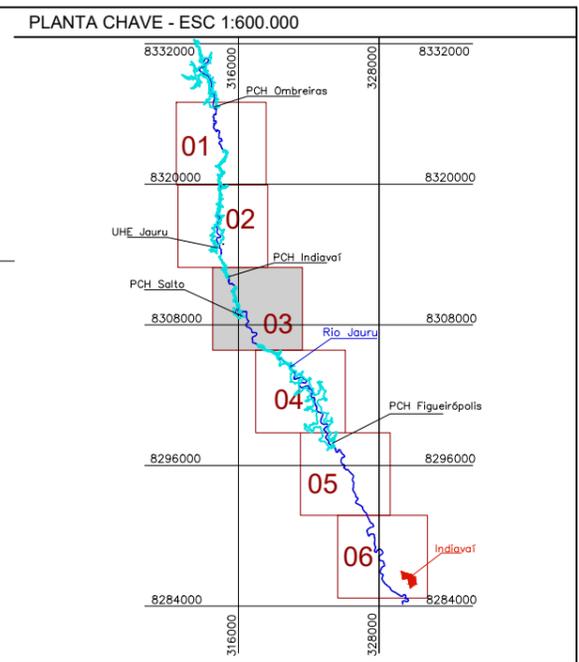
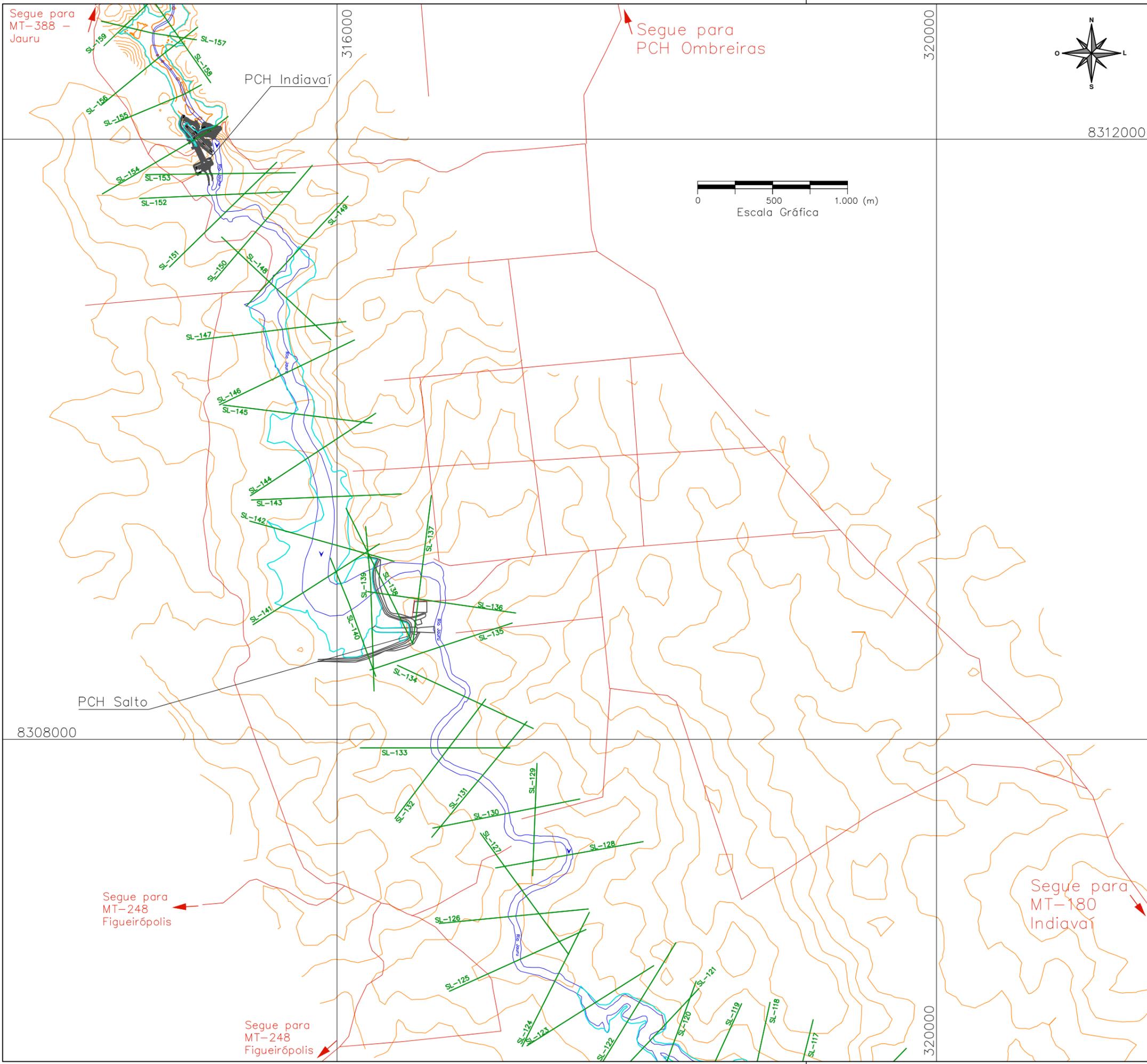
00	EMISSÃO INICIAL	HYV	HYV	31/08/22
	REVISÃO	VERIF.	APROV.	DATA



ELABORADO POR:



PROJETO		Plano de Ação de Emergências PCH Ombreiras		
CLIENTE		Ombreiras Energética S.A.		
REFERÊNCIA		Seções da Restituição Localização das Seções - FI 02/06		
RESP. TÉCNICO	Eng. Henrique Yabrudi Vieira CREA 61.964 / D	PRANCHA	02	
PROJETO	Henrique		06	
DESENHO	Henrique	DATA	08/2022	ESCALA 1:25.000
Nº DOCUMENTO	OMB-C-SRE-001-00-22	REV.	00	DATA 31/08/22



CONVENÇÕES

CURVA 10 m	
ESTRADAS e ACESSOS	
EDIFICAÇÃO	
PORTARIA	
RIO PERENE	
HIDROGRAFIA	
SEÇÃO NA RESTITUIÇÃO	
RESERVATÓRIO	

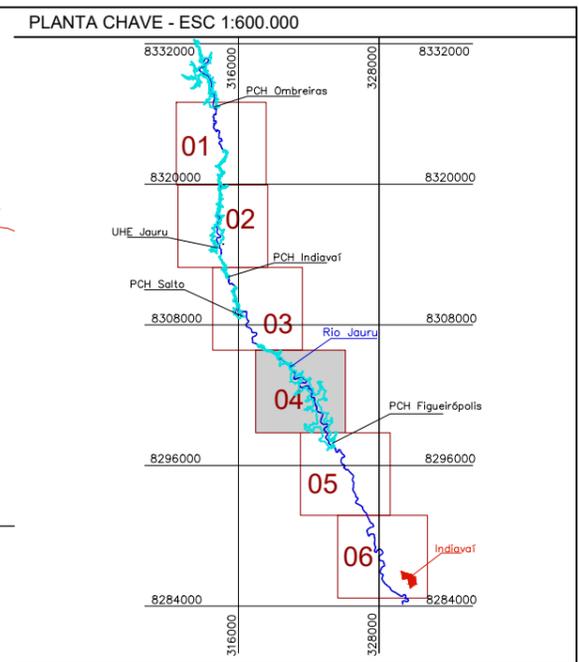
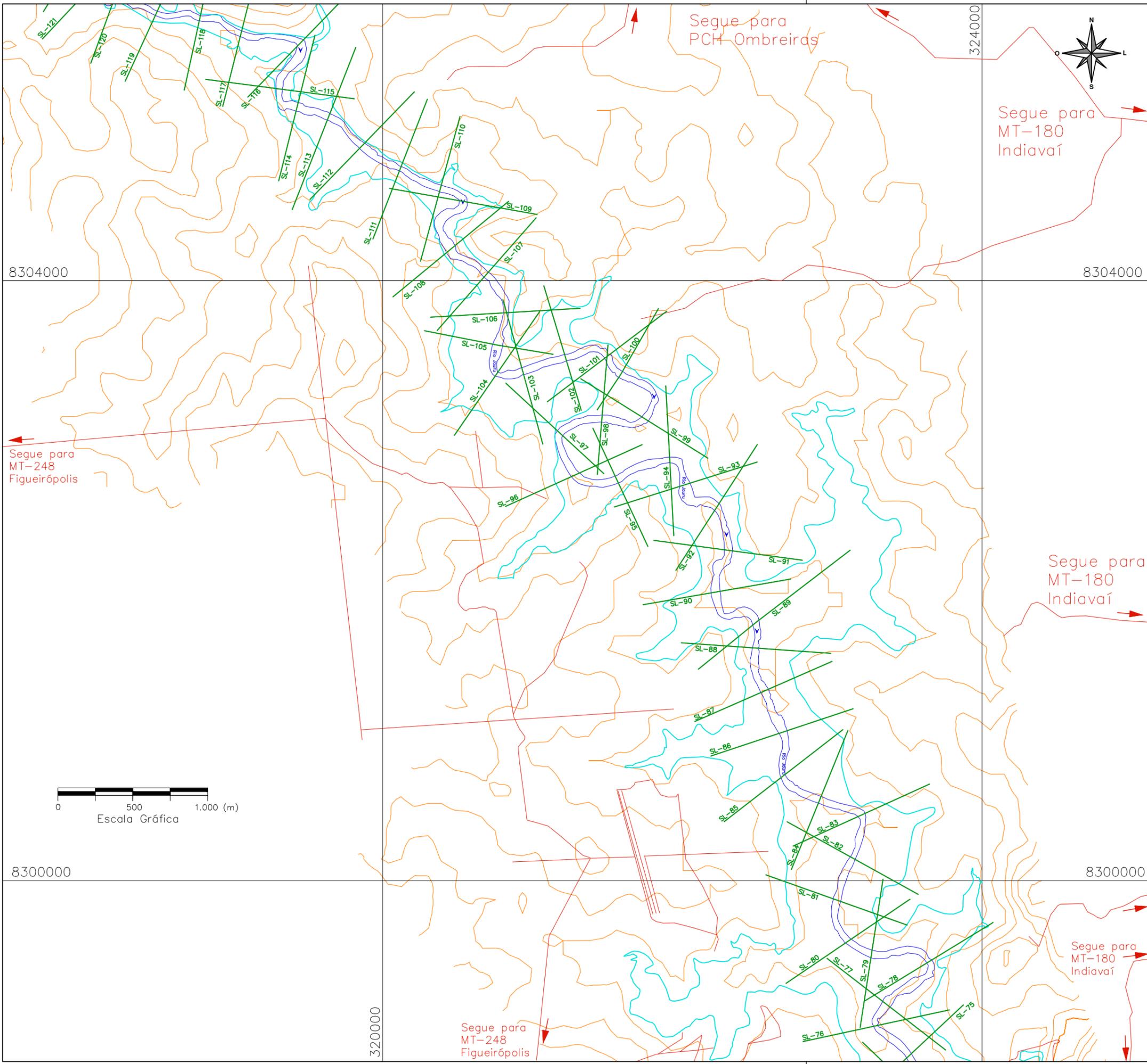
00	EMISSION INICIAL	HYV	HYV	31/08/22
	REVISÃO	VERIF.	APROV.	DATA



ELABORADO POR:

PROSENGE
projetos e engenharia

PROJETO	Plano de Ação de Emergências PCH Ombreiras		
CLIENTE	Ombreiras Energética S.A.		
REFERÊNCIA	Seções da Restituição Localização das Seções - FI 03/06		
RESP. TÉCNICO	Eng. Henrique Yabrudi Vieira CREA 61.964 / D	PRANCHA	03
PROJETO	Henrique		06
DESENHO	Henrique	DATA	08/2022
		ESCALA	1:25.000
Nº DOCUMENTO	OMB-C-SRE-001-00-22	REV.	00
		DATA	31/08/22



CONVENÇÕES

CURVA 10 m	
ESTRADAS e ACESSOS	
EDIFICAÇÃO	
PORTARIA	
RIO PERENE	
HIDROGRAFIA	
SEÇÃO NA RESTITUIÇÃO	
RESERVATÓRIO	



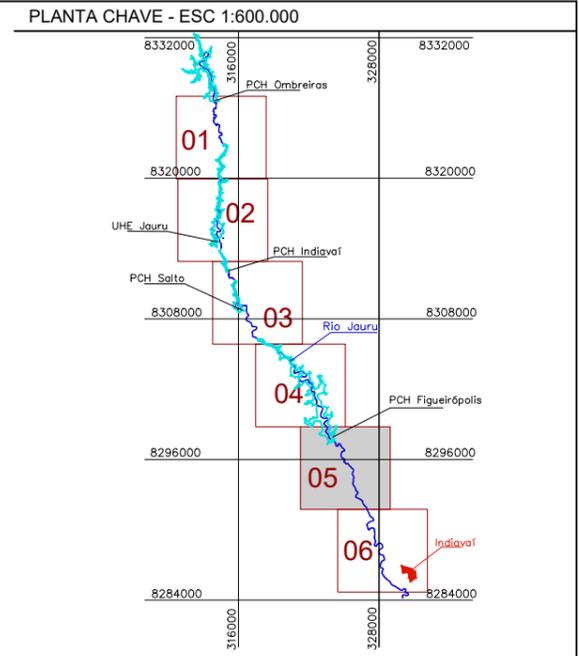
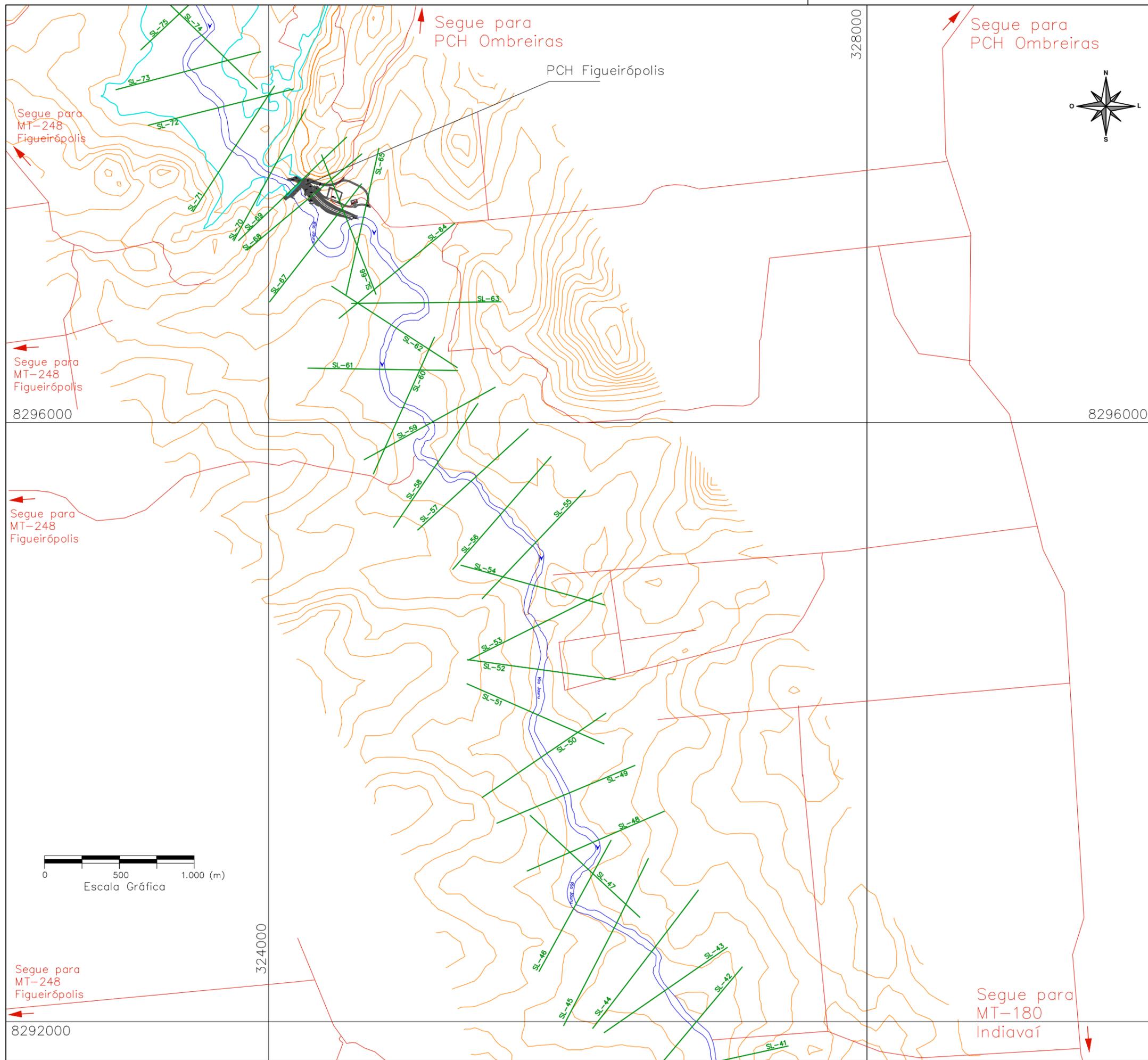
00	EMISSION INICIAL	HYV	HYV	31/08/22
	REVISÃO	VERIF.	APROV.	DATA



ELABORADO POR:

PROSENGE
projetos e engenharia

PROJETO	Plano de Ação de Emergências PCH Ombreiras		
CLIENTE	Ombreiras Energética S.A.		
REFERÊNCIA	Seções da Restituição Localização das Seções - FI 04/06		
RESP. TÉCNICO	Eng. Henrique Yabrudi Vieira CREA 61.964 / D	PRANCHA	04
PROJETO	Henrique		06
DESENHO	Henrique	DATA	08/2022
Nº DOCUMENTO	OMB-C-SRE-001-00-22	REV.	00
		ESCALA	1:25.000
		DATA	31/08/22



CONVENÇÕES

CURVA 10 m	
ESTRADAS e ACESSOS	
EDIFICAÇÃO	
PORTARIA	
RIO PERENE	
HIDROGRAFIA	
SEÇÃO NA RESTITUIÇÃO	
RESERVATÓRIO	

00	EMISSÃO INICIAL	HYV	HYV	31/08/22
	REVISÃO	VERIF.	APROV.	DATA

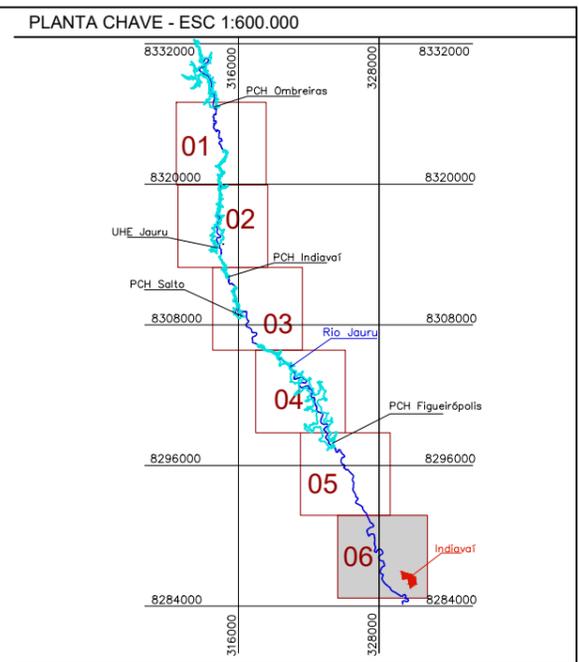
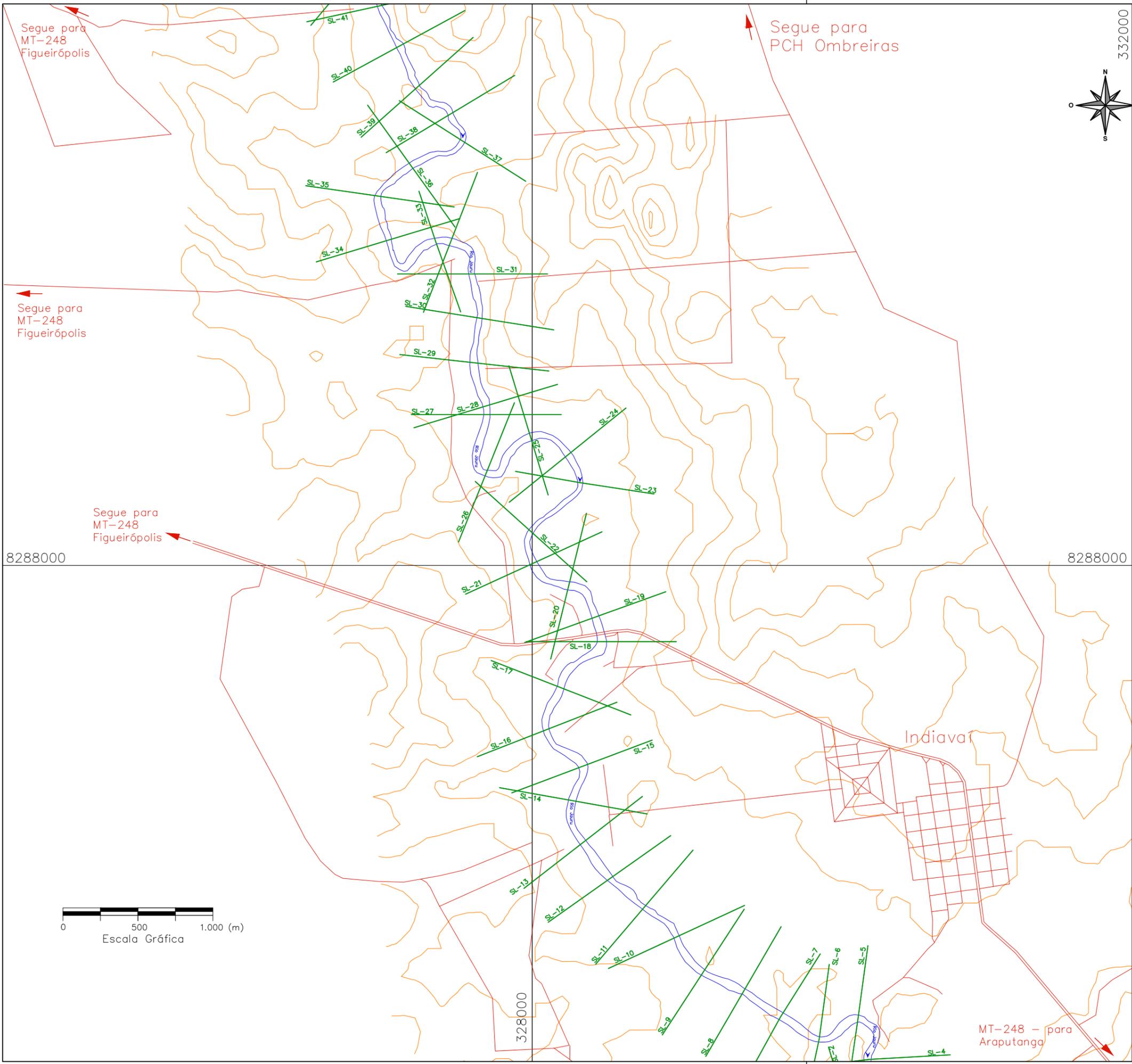


ELABORADO POR:

PROSENGE
projetos e engenharia

PROJETO	Plano de Ação de Emergências PCH Ombreiras		
CLIENTE	Ombreiras Energética S.A.		
REFERÊNCIA	Seções da Restituição Localização das Seções - FI 05/06		
RESP. TÉCNICO	Eng. Henrique Yabrudi Vieira CREA 61.964 / D	PRANCHA	05
PROJETO	Henrique		06
DESENHO	Henrique	DATA	08/2022
Nº DOCUMENTO	OMB-C-SRE-001-00-22	ESCALA	1:25.000
	REV. 00	DATA	31/08/22





CONVENÇÕES

CURVA 10 m	
ESTRADAS e ACESSOS	
EDIFICAÇÃO	
PORTARIA	
RIO PERENE	
HIDROGRAFIA	
SEÇÃO NA RESTITUIÇÃO	
RESERVATÓRIO	

00	EMISSION INICIAL	HYV	HYV	31/08/22
	REVISÃO	VERIF.	APROV.	DATA

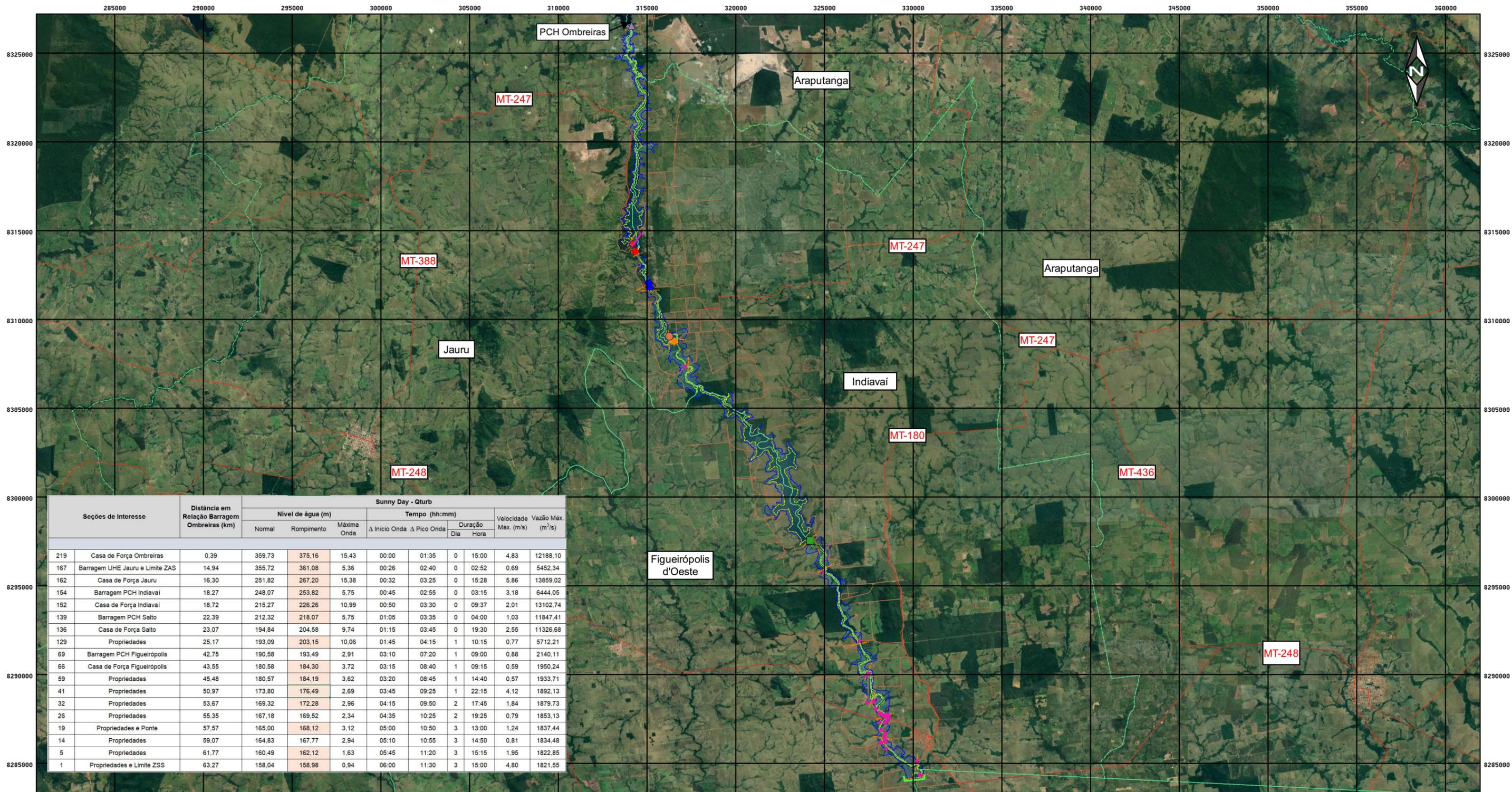


ELABORADO POR:

PROSENGE
projetos e engenharia

PROJETO	Plano de Ação de Emergências PCH Ombreiras		
CLIENTE	Ombreiras Energética S.A.		
REFERÊNCIA	Seções da Restituição Localização das Seções - FI 06/06		
RESP. TÉCNICO	Eng. Henrique Yabrudi Vieira CREA 61.964 / D	PRANCHA	06
PROJETO	Henrique		06
DESENHO	Henrique	DATA	08/2022
Nº DOCUMENTO	OMB-C-SRE-001-00-22	ESCALA	1:25.000
	REV. 00	DATA	31/08/22

ANEXO V – MAPAS DE INUNDAÇÃO



Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 7,5 15 km



Cliente:



Elaborado:



Projeto:

Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras

Resp. Técnico:

Eng. Henrique Y Vieira
CREA/PR: 61.964/D

Projeto:

PMP

Prancha:

01/12

Título:

Mapa Inundação Geral - QTurbina Natural e Dam Break

Data:
Nov/22

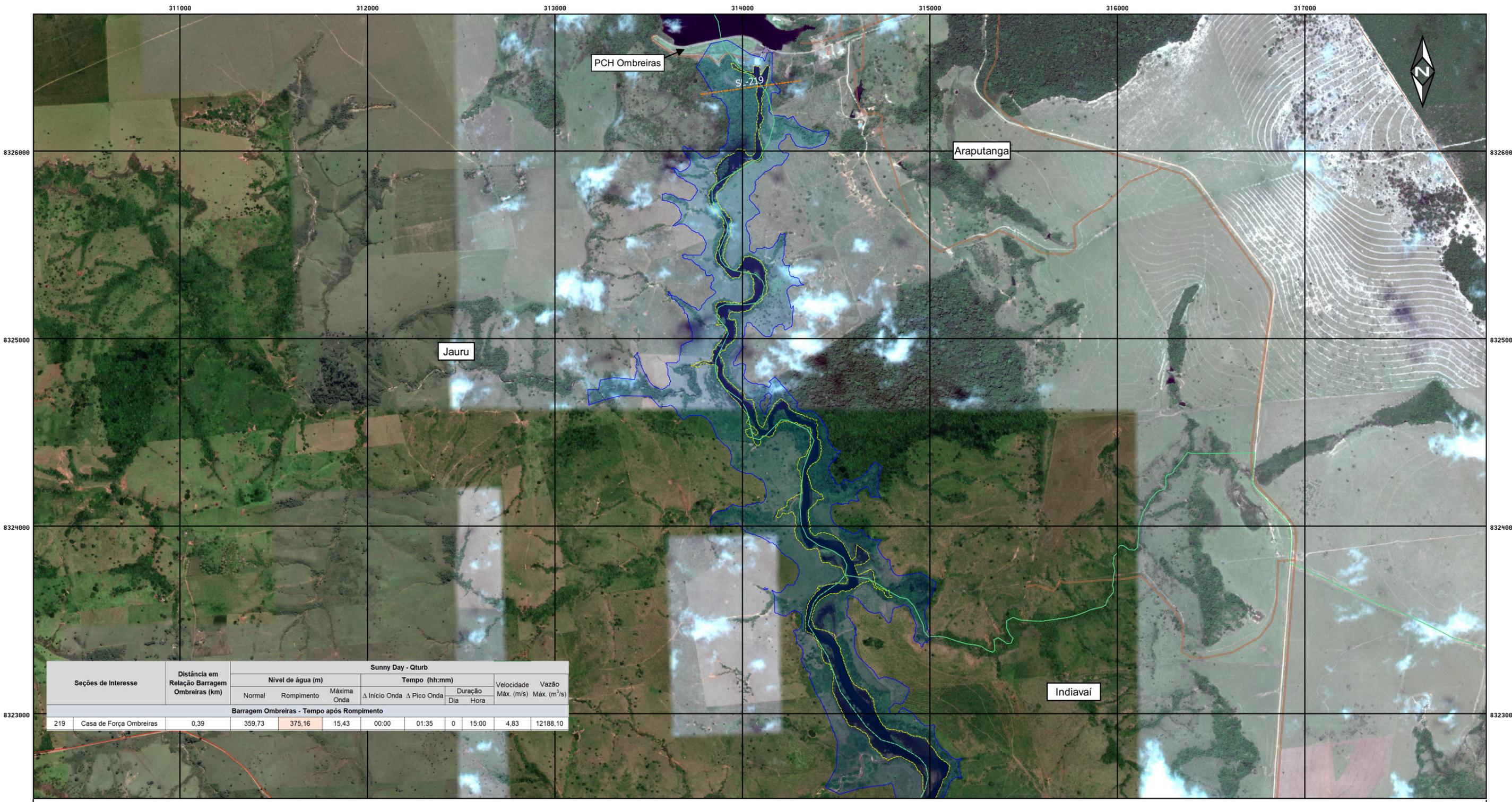
Escala:
1:210.000

Número:

OMB-C-MPI-001-00-22

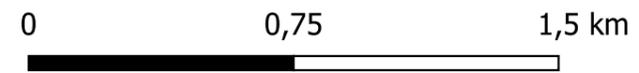
Sirgas 2000 - 21s

Folha: 1/1 (A3)



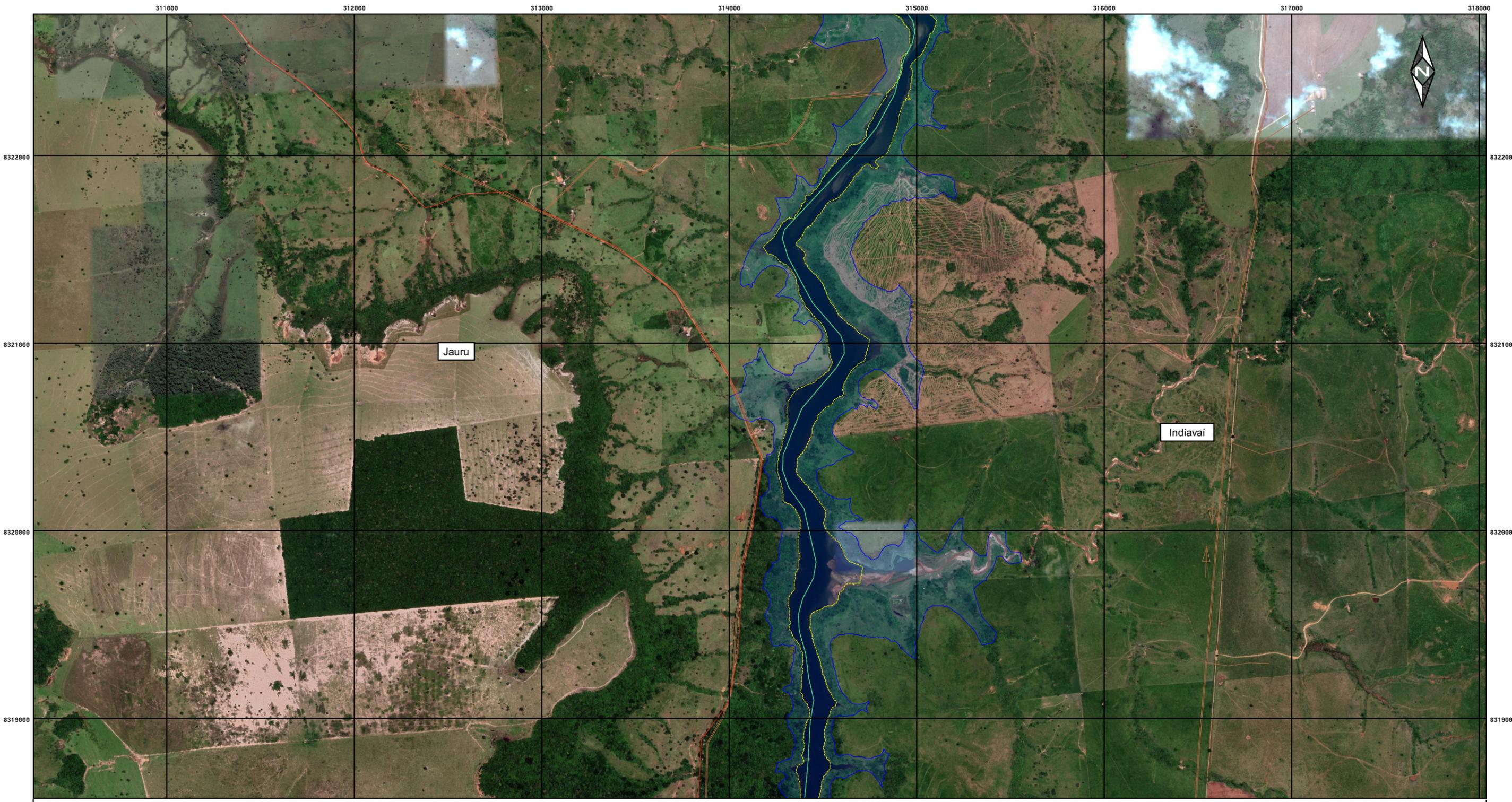
Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	Sunny Day - Qturb									
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração Dia	hora			
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
219	Casa de Força Ombreiras	0,39	359,73	375,16	15,43	00:00	01:35	0	15:00	4,83	12188,10

Legenda:



- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

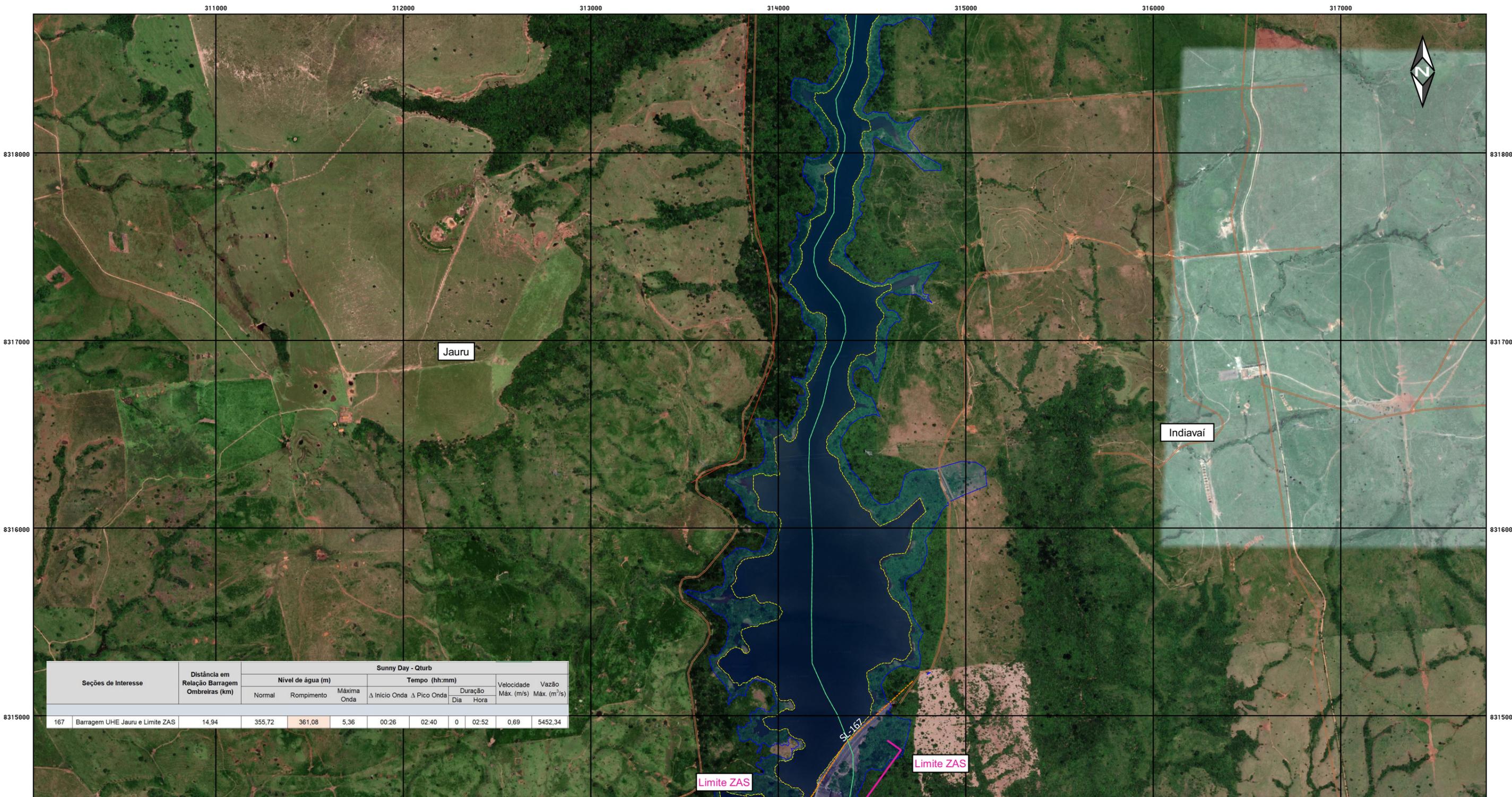
Cliente: 		Elaborado: 			
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras		Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D		Projeto: PMP	Prancha: 02/12
Título: Mapa Inundação - QTurbina Natural e Dam Break		Data: Nov/22	Escala: 1:20.000 Sirgas 2000 - 21s	Número: OMB-C-MPI-001-00-22 Folha: 1/11 (A3)	



Legenda:

▲ PCH Ombreiras	0	0,75	1,5 km
◆ UHE Jauru			
★ Casa de Força UHE Jauru	— Rodovia Estadual		
● PCH Indiavaí	— Estradas Municipais		
★ Casa de Força PCH Indiavaí	+ Ponte		
● PCH Salto	□ Mapa Natural		
★ Casa de Força PCH Salto	□ Mapa Rompimento		
■ PCH Figueirópolis	--- Seções Interesse		
★ Casa de Força PCH Figueirópolis	• Edificações		
— Rodovia Federal	— Limite ZAS		
	— Limite ZSS		

Cliente:		Elaborado:	
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP	Prancha: 03/12
Título: Mapa Inundação - QTurbinada Natural e Dam Break	Data: Nov/22	Escala: 1:20.000	Número: OMB-C-MPI-001-00-22
		Sirgas 2000 - 21s	Folha: 3/11 (A3)



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	Sunny Day - Qturb									
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração Dia	Duração Hora			
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	355,72	361,08	5,36	00:26	02:40	0	02:52	0,69	5452,34

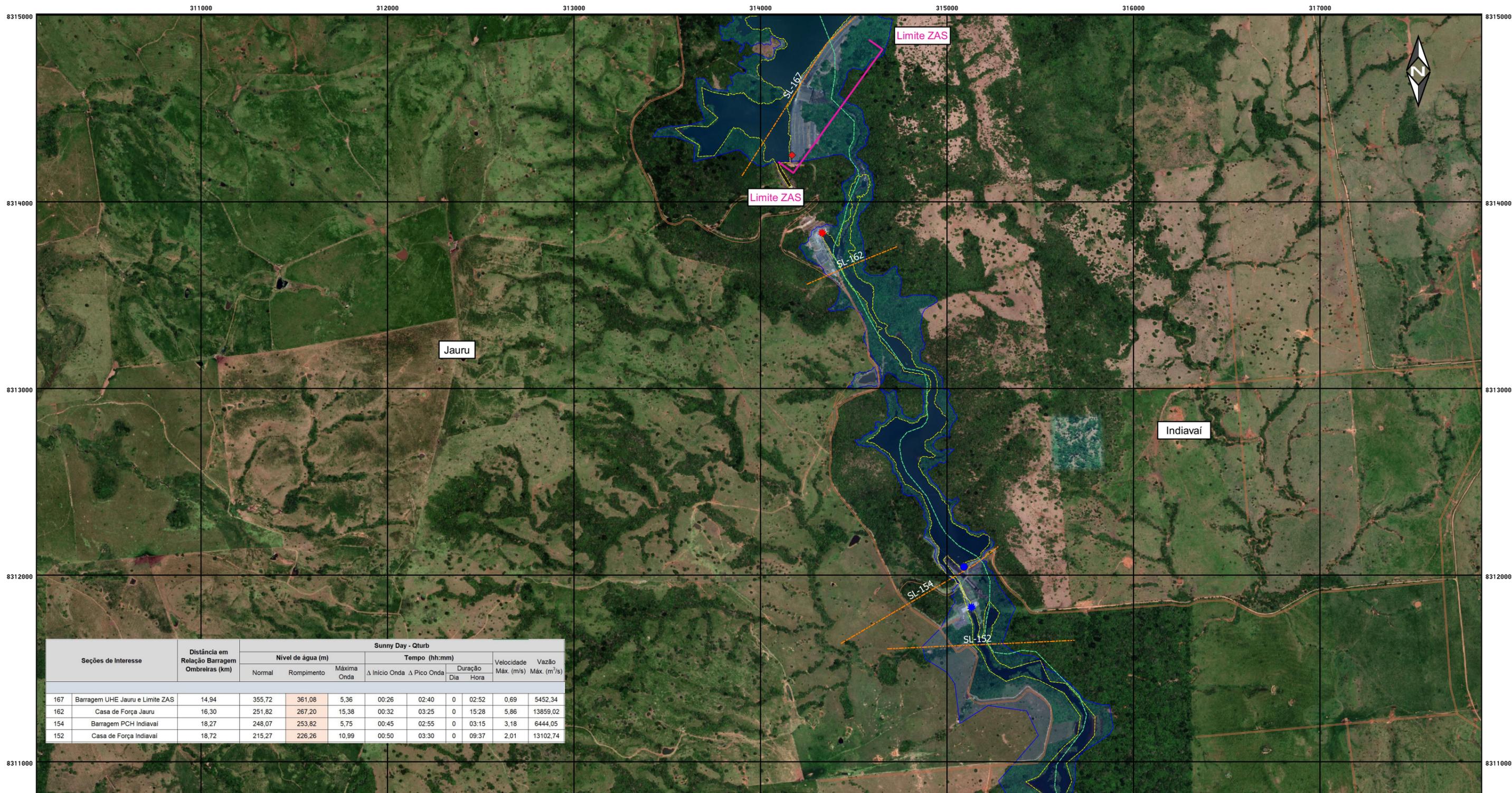
Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,75 1,5 km

Ciente:  Elaborado: 

Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP	Prancha: 04/12
Título: Mapa Inundação - QTurbina Natural e Dam Break	Data: Nov/22	Escala: 1:20.000	Número: OMB-C-MPI-001-00-22
		Sirgas 2000 - 21s	Folha: 3/11 (A3)



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	Sunny Day - Qturb									
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração Dia	hora			
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	355,72	361,08	5,36	00:26	02:40	0	02:52	0,69	5452,34
162	Casa de Força Jauru	16,30	251,82	267,20	15,38	00:32	03:25	0	15:28	5,86	13859,02
154	Barragem PCH Indiavaí	18,27	248,07	253,82	5,75	00:45	02:55	0	03:15	3,18	6444,05
152	Casa de Força Indiavaí	18,72	215,27	226,26	10,99	00:50	03:30	0	09:37	2,01	13102,74

Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- - - Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,75 1,5 km



Cliente:



Elaborado:



Projeto:

Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras

Resp. Técnico:

Eng. Henrique Y Vieira
CREA/PR: 61.964/D

Projeto:

PMP

Prancha:

05/12

Título:

Mapa Inundação - QTurbina
Natural e Dam Break

Data:
Nov/22

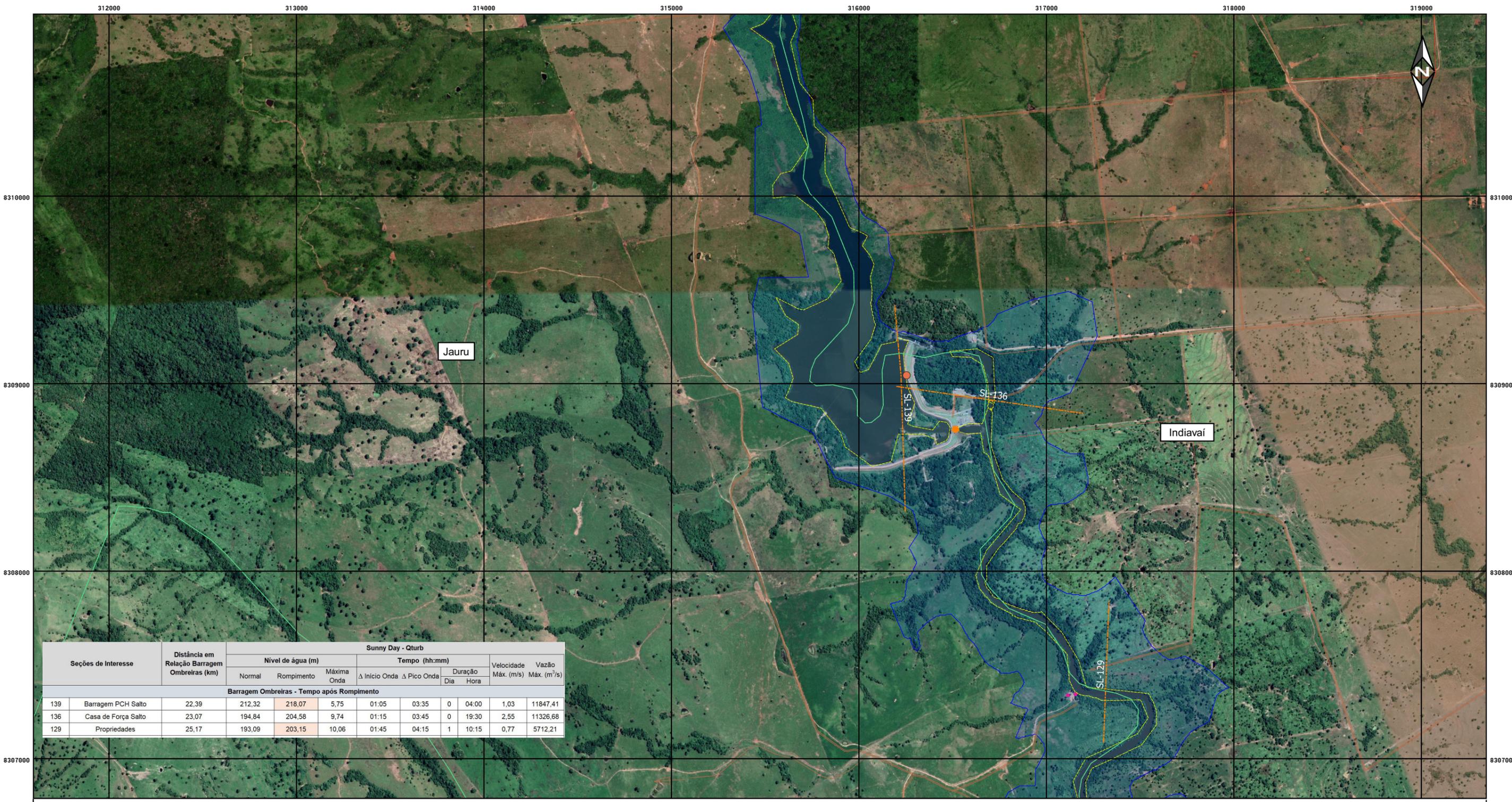
Escala:
1:20.000

Número:

OMB-C-MPI-001-00-22

Sirgas 2000 - 21s

Folha: 4/11 (A3)



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	Sunny Day - Qturb										
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)						Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração		Dia	Hora		
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento												
139	Barragem PCH Salto	22,39	212,32	218,07	5,75	01:05	03:35	0	04:00	1,03	11847,41	
136	Casa de Força Salto	23,07	194,84	204,58	9,74	01:15	03:45	0	19:30	2,55	11326,68	
129	Propriedades	25,17	193,09	203,15	10,06	01:45	04:15	1	10:15	0,77	5712,21	

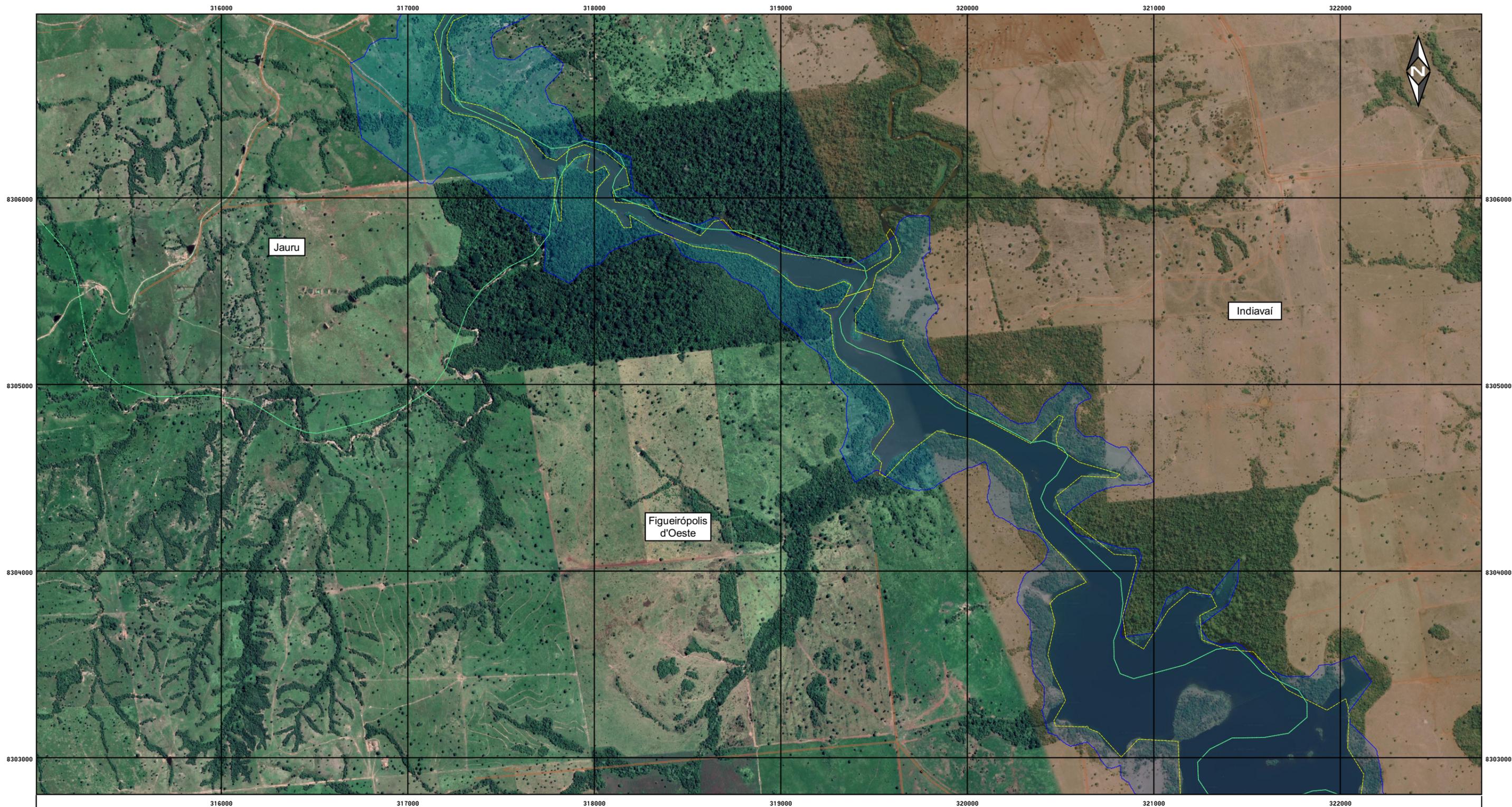
Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,75 1,5 km

Ciente:  Elaborado: 

Projeto:	Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico:	Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto:	PMP	Prancha:	06/12
Título:	Mapa Inundação - QTurbinada Natural e Dam Break	Data:	Nov/22	Escala:	1:20.000	Número:	OMB-C-MPI-001-00-22
				Sirgas 2000 - 21s		Folha:	5/11 (A3)



Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite □ AS
- Limite □ SS

0 0,75 1,5 km



Ciente:



Elaborado:



Projeto:

Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras

Resp. Técnico:

Eng. Henrique Y Vieira
CREA/PR: 61.964/D

Projeto:

PMP

Prancha:

07/12

Título:

Mapa Inundação - QTurbina Natural e Dam Break

Data:
Nov/22

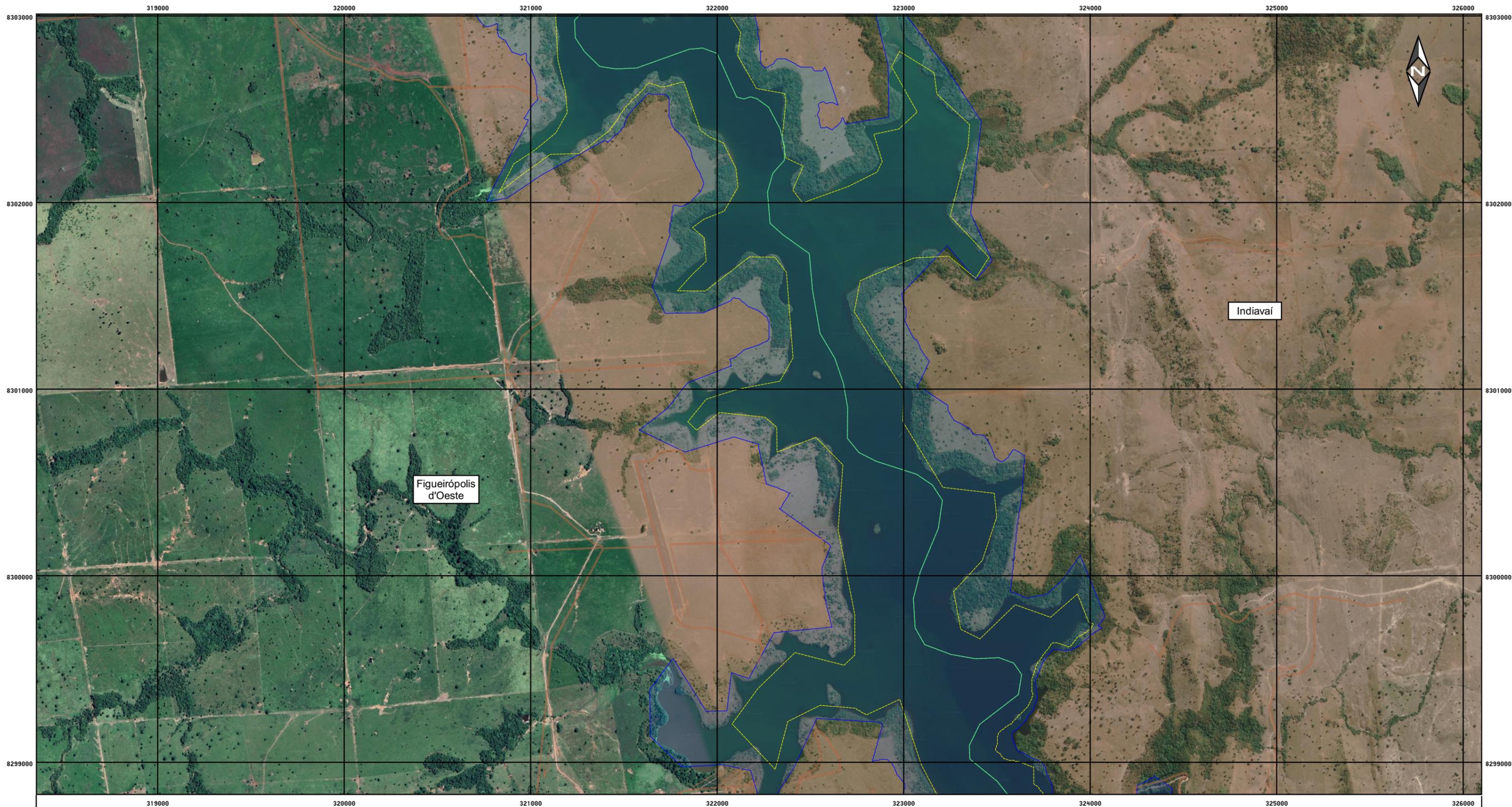
Escala:
1:20.000

Número:

OMB-C-MPI-001-00-22

Sirgas 2000 - 21s

Folha: 6/11 (A3)



Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- - - Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,75 1,5 km



Cliente:



Elaborado:



Projeto:

Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras

Resp. Técnico:

Eng. Henrique Y Vieira
CREA/PR: 61.964/D

Projeto:

PMP

Prancha:

08/12

Título:

Mapa Inundação - QTurbinada Natural e Dam Break

Data:
Nov/22

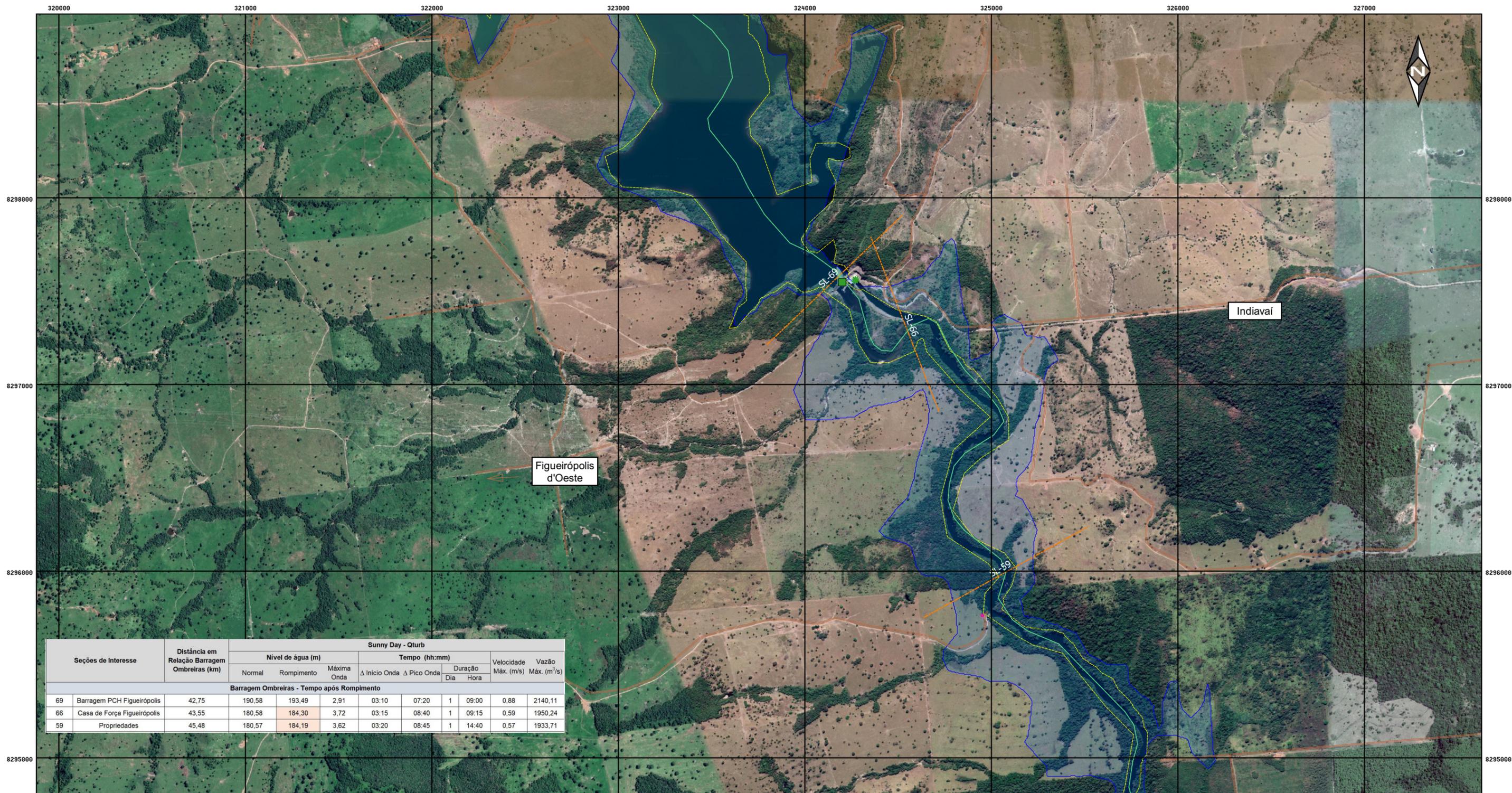
Escala:
1:20.000

Número:

OMB-C-MPI-001-00-22

Sirgas 2000 - 21s

Folha: 07/11 (A3)



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	Sunny Day - Qturb									
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração Dia	hora			
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
69	Barragem PCH Figueirópolis	42,75	190,58	193,49	2,91	03:10	07:20	1	09:00	0,88	2140,11
66	Casa de Força Figueirópolis	43,55	180,58	184,30	3,72	03:15	08:40	1	09:15	0,59	1950,24
59	Propriedades	45,48	180,57	184,19	3,62	03:20	08:45	1	14:40	0,57	1933,71

Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS



Ciente:



Elaborado:



Projeto:

Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras

Resp. Técnico:

Eng. Henrique Y Vieira
CREA/PR: 61.964/D

Projeto:

PMP

Prancha:

09/12

Título:

Mapa Inundação - QTurbina Natural e Dam Break

Data:
Nov/22

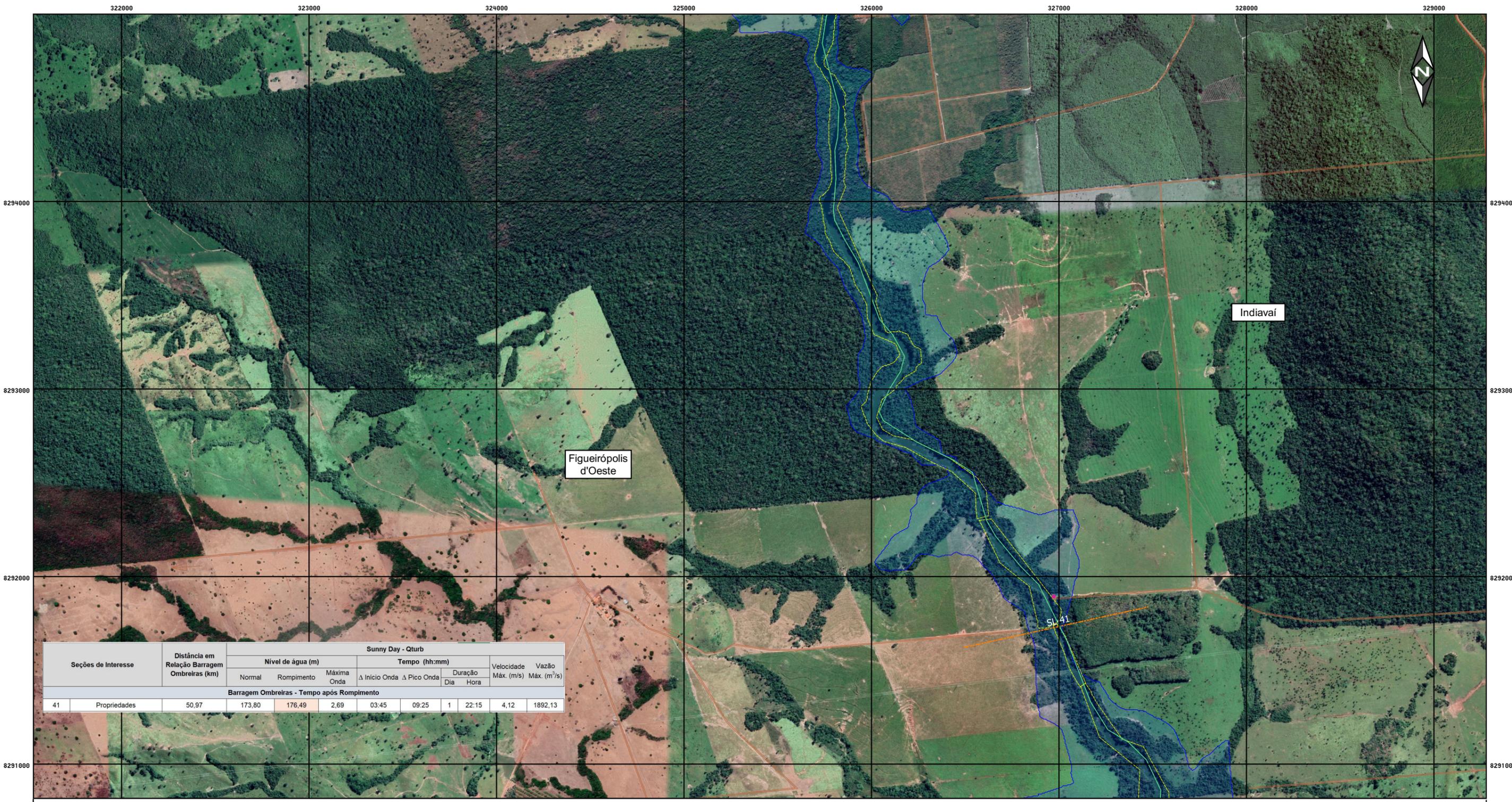
Escala:
1:20.000

Número:

OMB-C-MPI-001-00-22

Sirgas 2000 - 21s

Folha: 08/11 (A3)



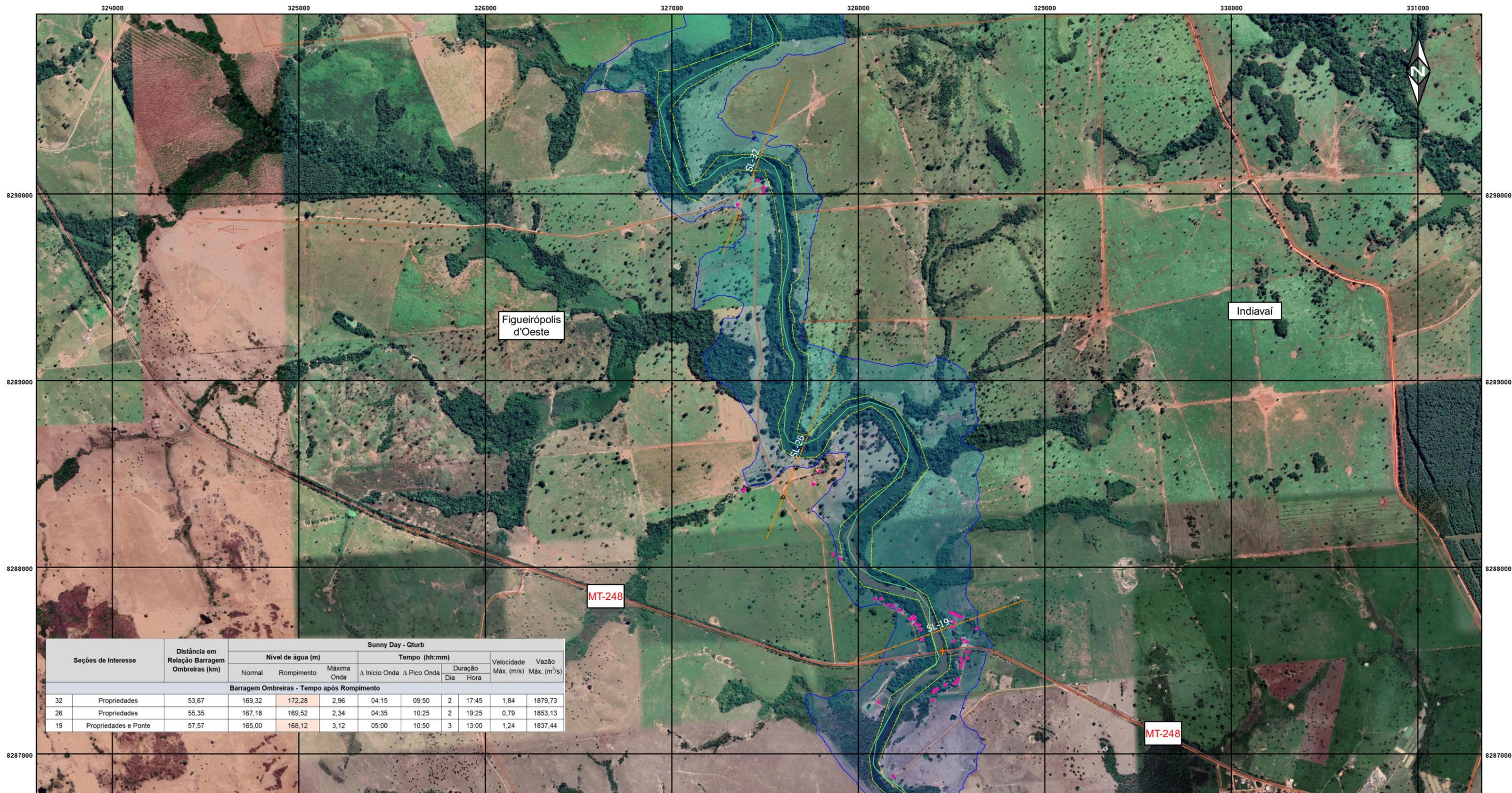
Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	Sunny Day - Qturb								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Nível de água (m)		Tempo (hh:mm)				Duração Dia	Hora		
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda					
41	Propriedades	50,97	173,80	176,49	2,69	03:45	09:25	1	22:15	4,12	1892,13

Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS



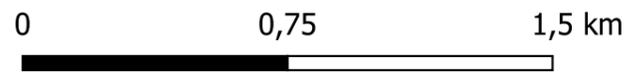
Cliente: 	Elaborado: 			
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP	Prancha: 10/12	
Título: Mapa Inundação - QTurbinada Natural e Dam Break	Data: Nov/22	Escala: 1:20.000 Sirgas 2000 - 21s	Número: OMB-C-MPI-001-00-22 Folha: 09/11 (A3)	



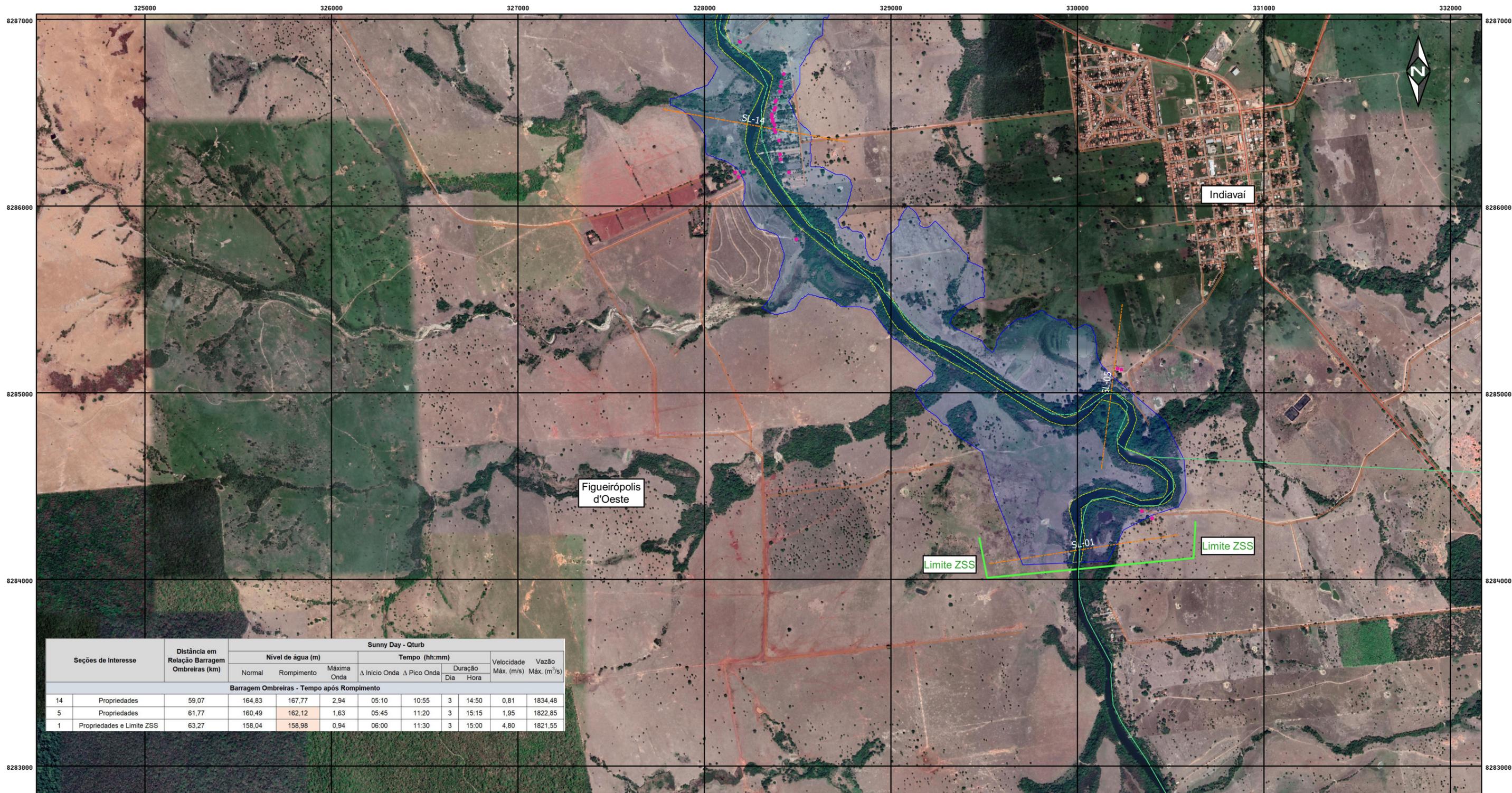
Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	Sunny Day - Qturb									
		Nível de água (m)		Tempo (hh:mm)						Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração				
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
32	Propriedades	53,67	169,32	172,28	2,96	04:15	09:50	2	17:45	1,84	1879,73
26	Propriedades	55,35	167,18	169,52	2,34	04:35	10:25	2	19:25	0,79	1853,13
19	Propriedades e Ponte	57,57	165,00	168,12	3,12	05:00	10:50	3	13:00	1,24	1837,44

Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS



Cliente:	Elaborado:			
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP	Prancha: 11/12	
Título: Mapa Inundação - QTurbina Natural e Dam Break	Data: Nov/22	Escala: 1:20.000	Número: OMB-C-MPI-001-00-22	
		Sirgas 2000 - 21s	Folha: 10/11 (A3)	



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	Sunny Day - Qturb										
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)		
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração Dia	hora				
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento												
14	Propriedades	59,07	164,83	167,77	2,94	05:10	10:55	3	14:50	0,81	1834,48	
5	Propriedades	61,77	160,49	162,12	1,63	05:45	11:20	3	15:15	1,95	1822,85	
1	Propriedades e Limite ZSS	63,27	158,04	158,98	0,94	06:00	11:30	3	15:00	4,80	1821,55	

Legenda:

0 0,75 1,5 km

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- - - Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

Cliente:



Elaborado:



Projeto:

Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras

Resp. Técnico:

Eng. Henrique Y Vieira
CREA/PR: 61.964/D

Projeto:

PMP

Prancha:

12/12

Título:

Mapa Inundação - QTurbina Natural e Dam Break

Data:
Nov/22

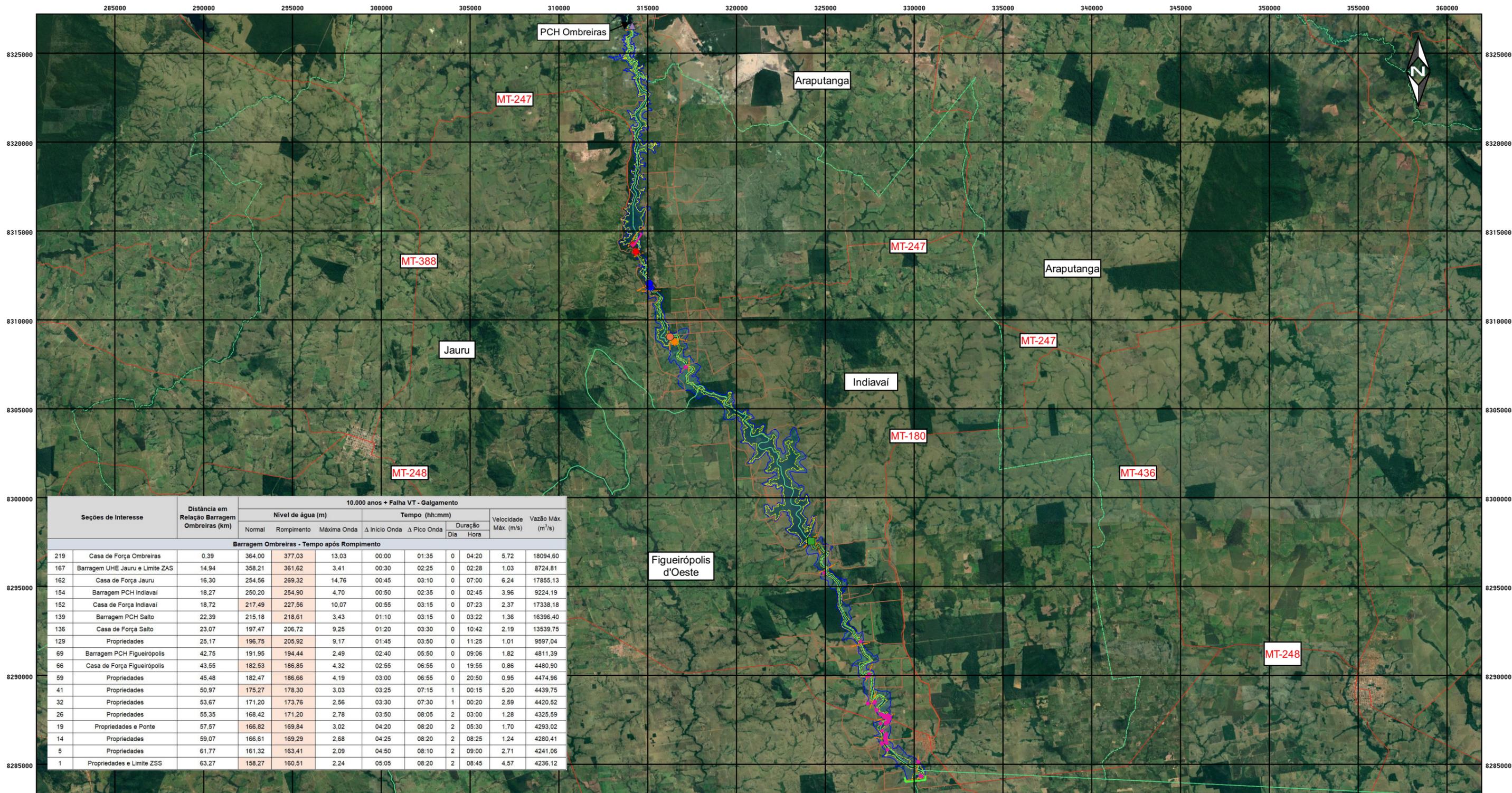
Escala:
1:20.000

Número:

OMB-C-MPI-001-00-22

Sirgas 2000 - 21s

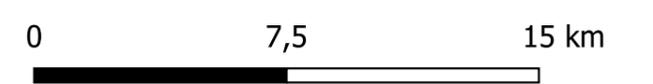
Folha: 11/11 (A3)



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento									
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)		
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração Dia			Hora	
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
219	Casa de Força Ombreiras	0,39	364,00	377,03	13,03	00:00	01:35	0	04:20	5,72	18094,60
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	358,21	361,62	3,41	00:30	02:25	0	02:28	1,03	8724,81
162	Casa de Força Jauru	16,30	254,56	269,32	14,76	00:45	03:10	0	07:00	6,24	17855,13
154	Barragem PCH Indiavaí	18,27	250,20	254,90	4,70	00:50	02:35	0	02:45	3,96	9224,19
152	Casa de Força Indiavaí	18,72	217,49	227,56	10,07	00:55	03:15	0	07:23	2,37	17338,18
139	Barragem PCH Salto	22,39	215,18	218,61	3,43	01:10	03:15	0	03:22	1,36	16396,40
136	Casa de Força Salto	23,07	197,47	206,72	9,25	01:20	03:30	0	10:42	2,19	13539,75
129	Propriedades	25,17	196,75	205,92	9,17	01:45	03:50	0	11:25	1,01	9597,04
69	Barragem PCH Figueirópolis	42,75	191,95	194,44	2,49	02:40	05:50	0	09:06	1,82	4811,39
66	Casa de Força Figueirópolis	43,55	182,53	186,85	4,32	02:55	06:55	0	19:55	0,86	4480,90
59	Propriedades	45,48	182,47	186,66	4,19	03:00	06:55	0	20:50	0,95	4474,96
41	Propriedades	50,97	175,27	178,30	3,03	03:25	07:15	1	00:15	5,20	4439,75
32	Propriedades	53,67	171,20	173,76	2,56	03:30	07:30	1	00:20	2,59	4420,52
26	Propriedades	55,35	168,42	171,20	2,78	03:50	08:05	2	03:00	1,28	4325,59
19	Propriedades e Ponte	57,57	166,82	169,84	3,02	04:20	08:20	2	05:30	1,70	4293,02
14	Propriedades	59,07	166,61	169,29	2,68	04:25	08:20	2	08:25	1,24	4280,41
5	Propriedades	61,77	161,32	163,41	2,09	04:50	08:10	2	09:00	2,71	4241,06
1	Propriedades e Limite ZSS	63,27	158,27	160,51	2,24	05:05	08:20	2	08:45	4,57	4236,12

Legenda:

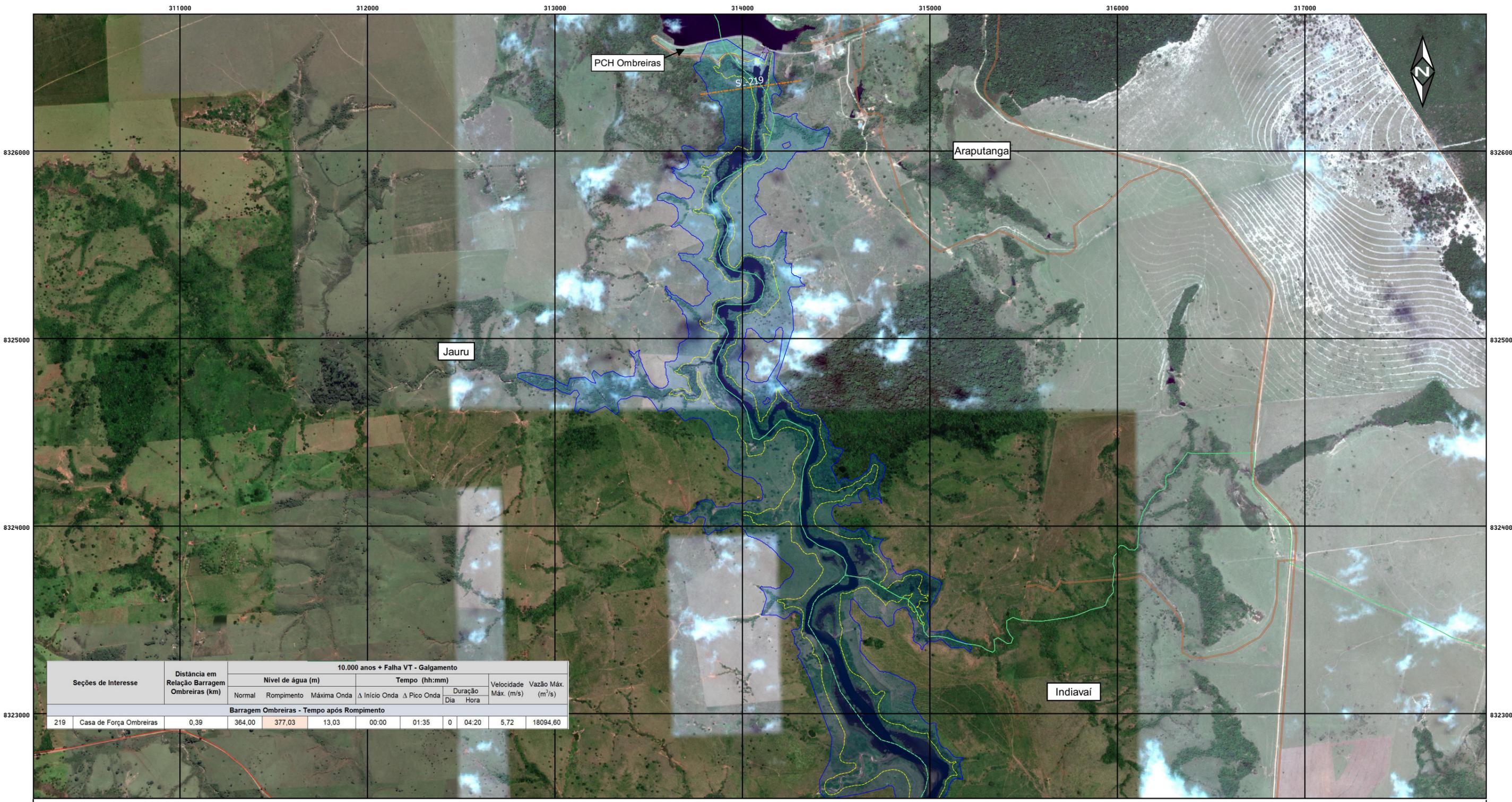
- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS



Ciente:

Elaborado:

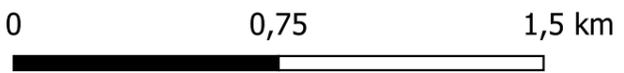
Projeto:	Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico:	Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto:	PMP	Prancha:	01/12
Título:	Mapa Inundação Geral - TR 10.000 anos Natural e Dam Break	Data:	Junho/22	Escala:	1:210.000	Número:	OMB-C-MPI-002-00-22
				Sirgas 2000 - 21s		Folha:	1/1 (A3)



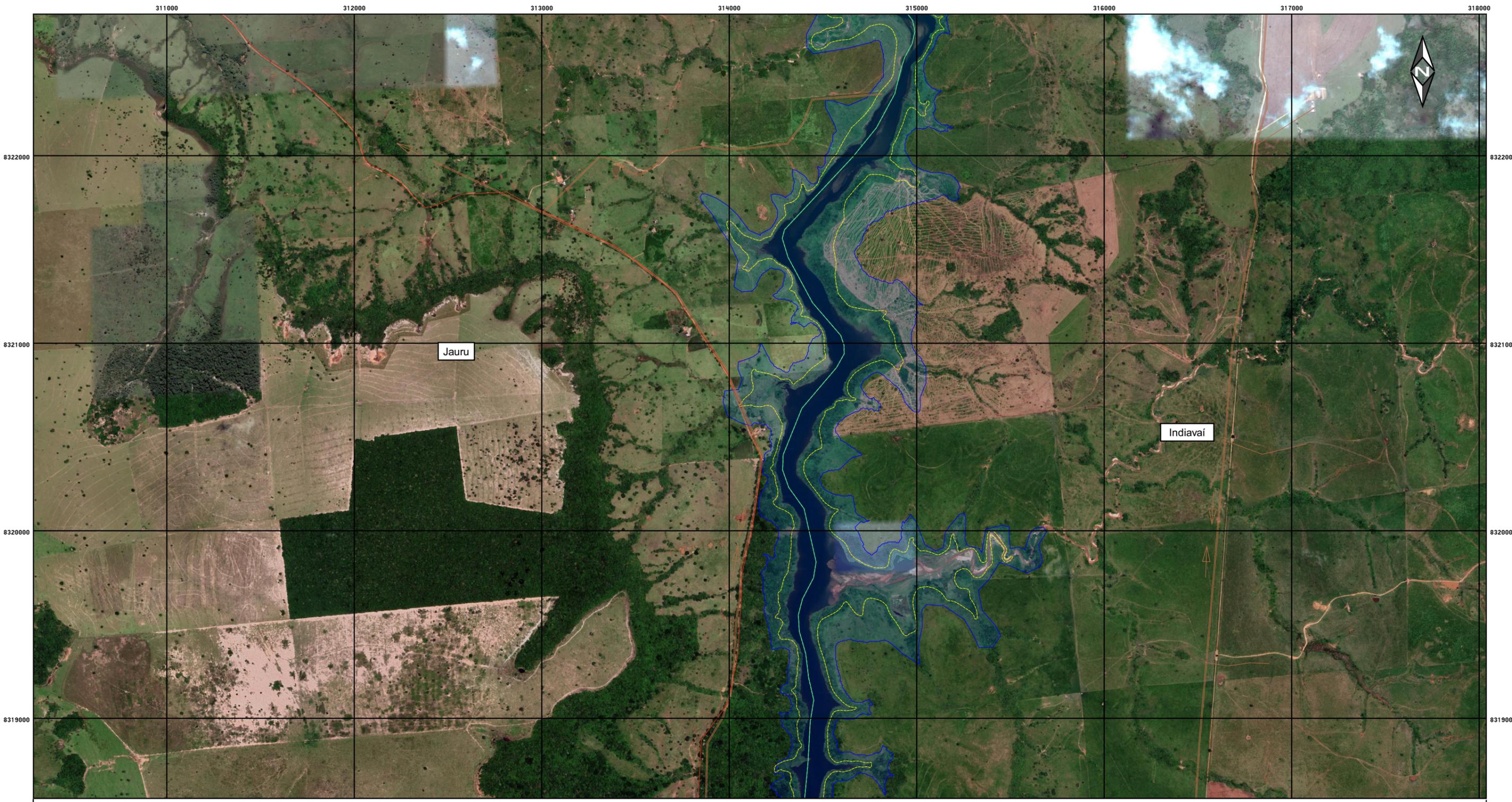
Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Duração			
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ	Dia	Hora		
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
219	Casa de Força Ombreiras	0,39	364,00	377,03	13,03	00:00	01:35	0	04:20	5,72	18094,60

Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS



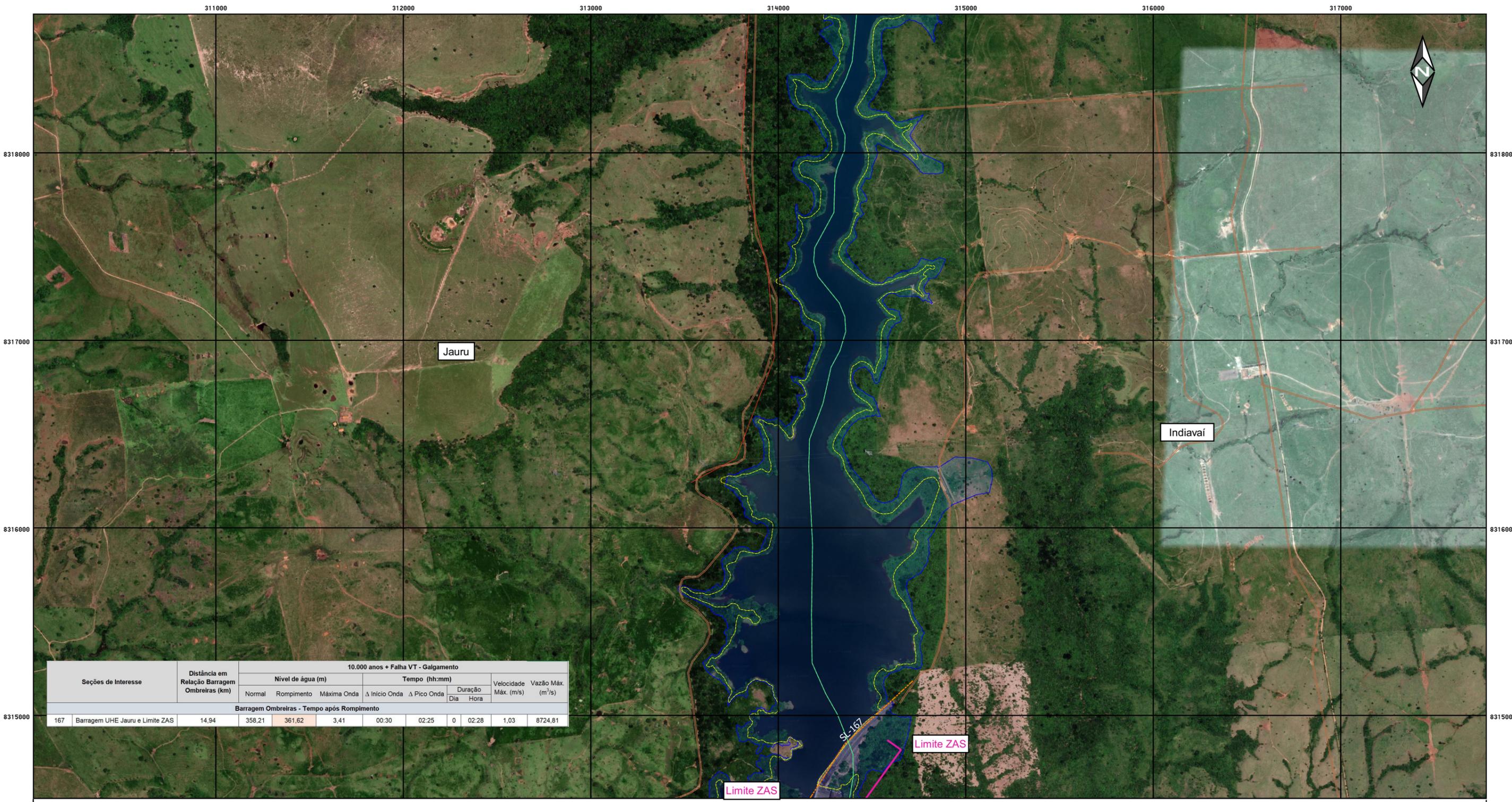
Cliente: 		Elaborado: 			
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras		Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D		Projeto: PMP	Prancha: 02/12
Título: Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break		Data: Nov/22	Escala: 1:20.000	Número: OMB-C-MPI-002-00-22	
		Sirgas 2000 - 21s	Folha: 1/11 (A3)		



Legenda:

▲ PCH Ombreiras	0	0,75	1,5 km
◆ UHE Jauru			
★ Casa de Força UHE Jauru	— Rodovia Estadual		
● PCH Indiavaí	— Estradas Municipais		
★ Casa de Força PCH Indiavaí	+ Ponte		
● PCH Salto	— Mapa Natural		
★ Casa de Força PCH Salto	— Mapa Rompimento		
■ PCH Figueirópolis	— Seções Interesse		
★ Casa de Força PCH Figueirópolis	• Edificações		
— Rodovia Federal	— Limite ZAS		
	— Limite ZSS		

Cliente:		Elaborado:	
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP	Prancha: 03/12
Título: Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break	Data: Nov/22	Escala: 1:20.000	Número: OMB-C-MPI-002-00-22
		Sirgas 2000 - 21s	Folha: 3/11 (A3)



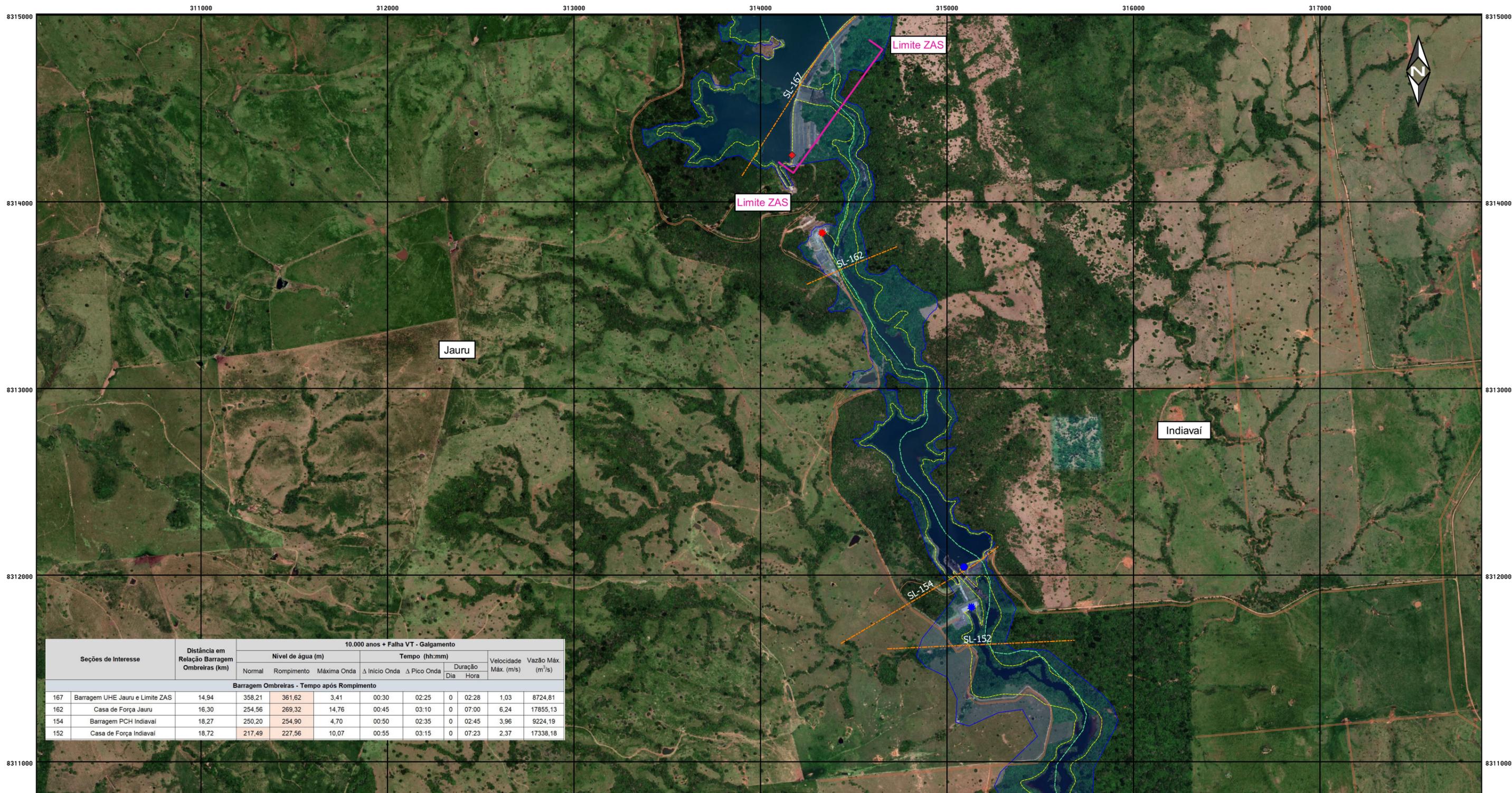
Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,75 1,5 km

Ciente:  Elaborado: 

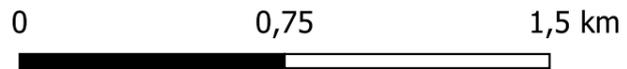
Projeto:	Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico:	Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto:	PMP	Prancha:	04/12
Título:	Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break	Data:	Nov/22	Escala:	1:20.000	Número:	OMB-C-MPI-002-00-22
				Sirgas 2000 - 21s		Folha:	3/11 (A3)



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento									
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)	
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração Dia	Hora			
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	358,21	361,62	3,41	00:30	02:25	0	02:28	1,03	8724,81
162	Casa de Força Jauru	16,30	254,56	269,32	14,76	00:45	03:10	0	07:00	6,24	17855,13
154	Barragem PCH Indiavaí	18,27	250,20	254,90	4,70	00:50	02:35	0	02:45	3,96	9224,19
152	Casa de Força Indiavaí	18,72	217,49	227,56	10,07	00:55	03:15	0	07:23	2,37	17338,18

Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS



Cliente:



Elaborado:



Projeto:

Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras

Resp. Técnico:

Eng. Henrique Y Vieira
CREA/PR: 61.964/D

Projeto:

PMP

Prancha:

05/12

Título:

Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break

Data:
Nov/22

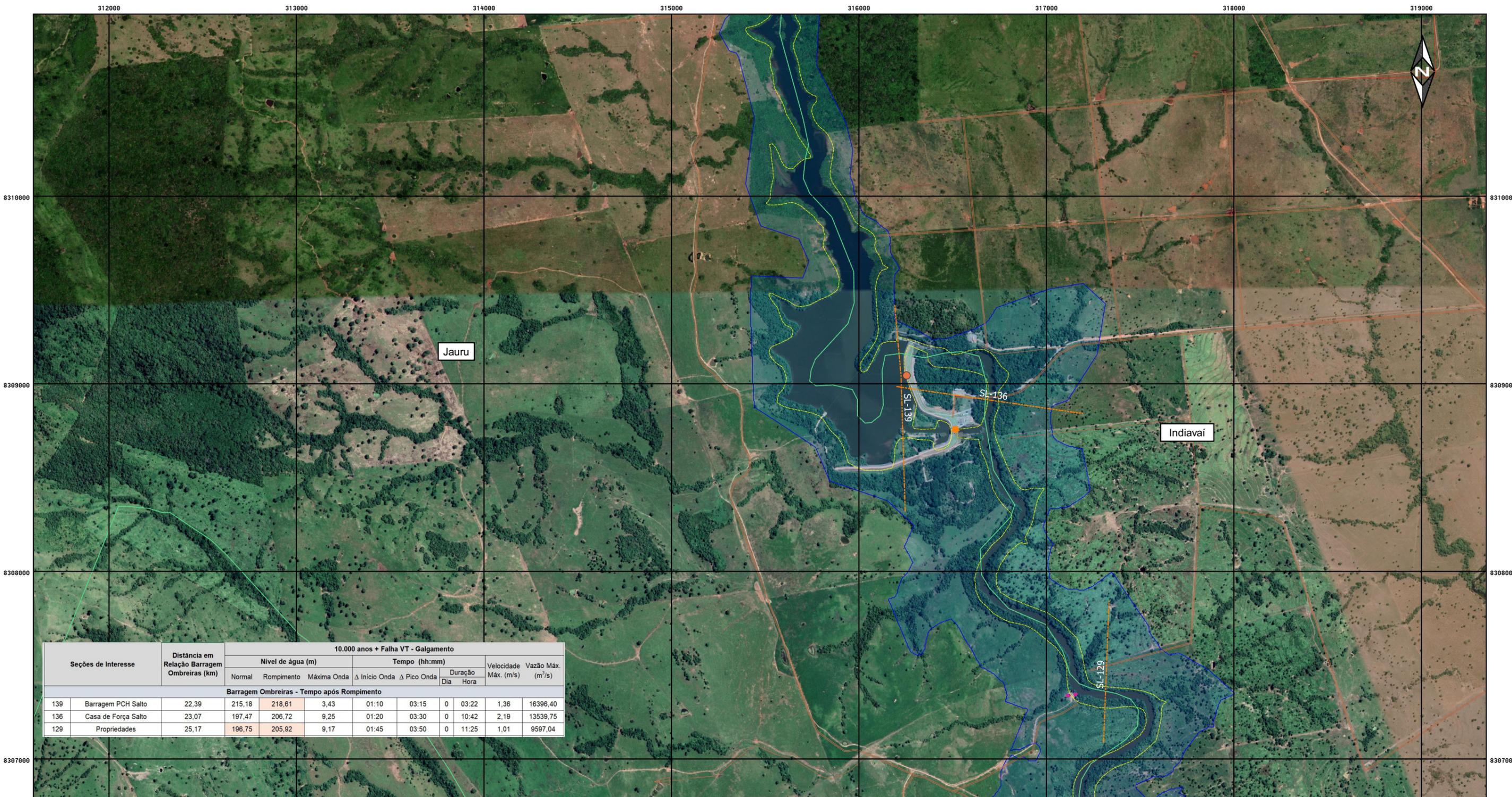
Escala:
1:20.000

Número:

OMB-C-MPI-002-00-22

Sirgas 2000 - 21s

Folha: 4/11 (A3)



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Duração Dia	Duração Hora		
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	0				
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
139	Barragem PCH Salto	22,39	215,18	218,61	3,43	01:10	03:15	0	03:22	1,36	16396,40
136	Casa de Força Salto	23,07	197,47	206,72	9,25	01:20	03:30	0	10:42	2,19	13539,75
129	Propriedades	25,17	196,75	205,92	9,17	01:45	03:50	0	11:25	1,01	9597,04

Legenda:

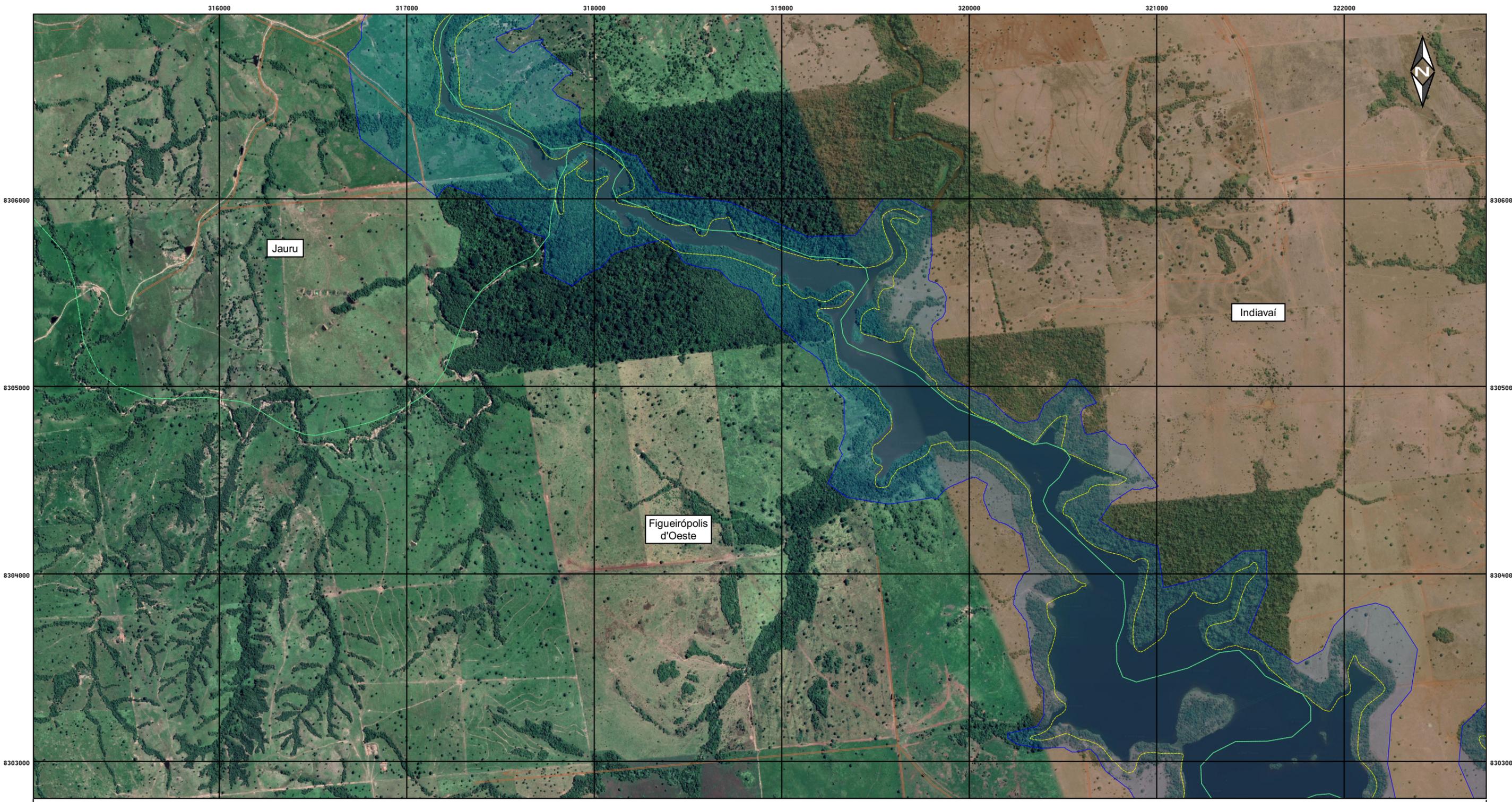
- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,75 1,5 km

Ciente: 

Elaborado: 

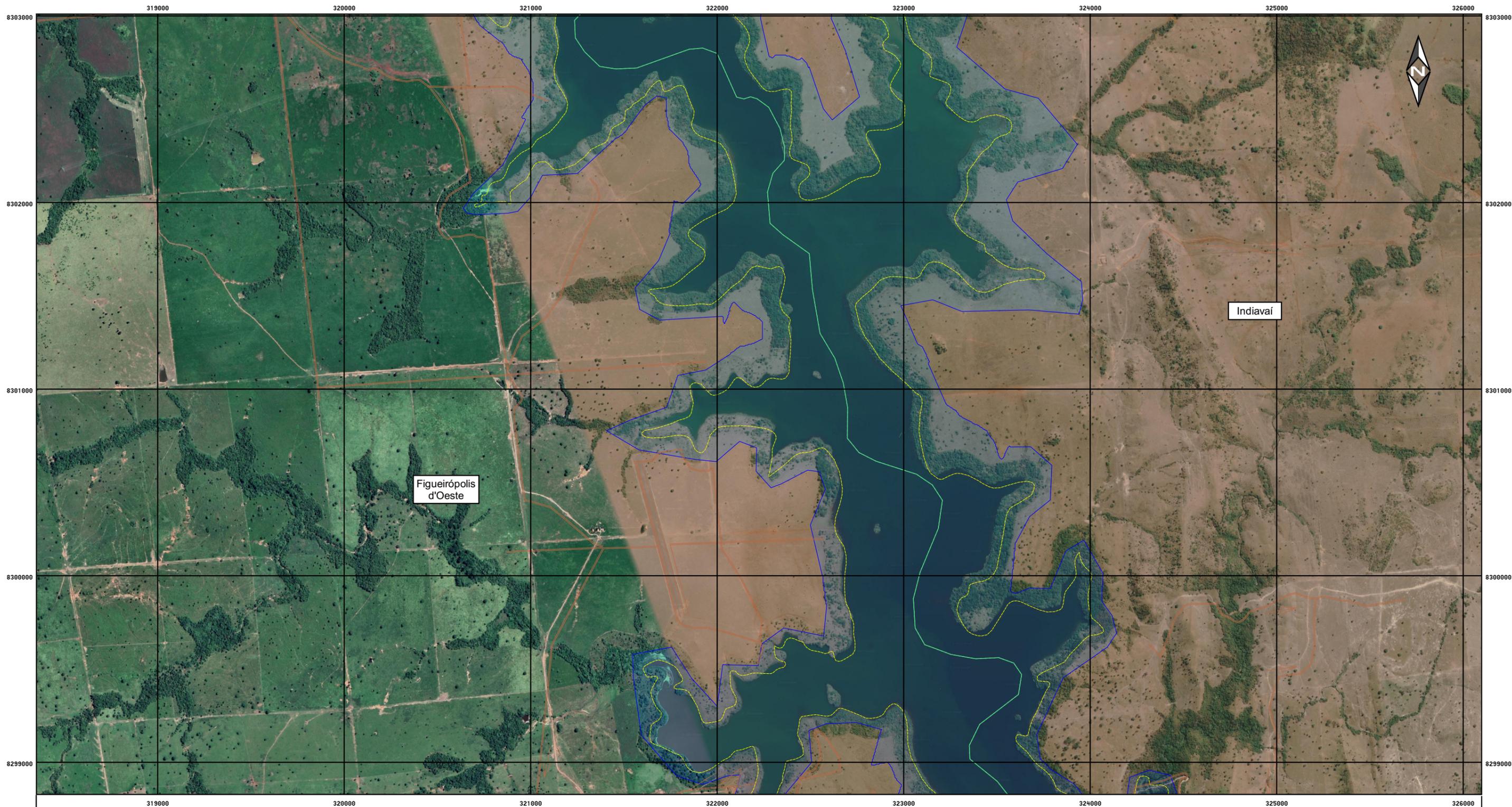
Projeto:	Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico:	Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto:	PMP	Prancha:	06/12
Título:	Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break	Data:	Nov/22	Escala:	1:20.000	Número:	OMB-C-MPI-002-00-22
				Sirgas 2000 - 21s		Folha:	5/11 (A3)



Legenda:

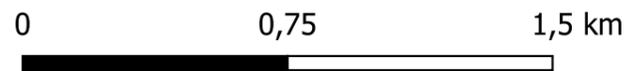
▲ PCH Ombreiras	0	0,75	1,5 km
◆ UHE Jauru			
★ Casa de Força UHE Jauru	— Rodovia Estadual		
● PCH Indiavaí	— Estradas Municipais		
★ Casa de Força PCH Indiavaí	+ Ponte		
● PCH Salto	— Mapa Natural		
★ Casa de Força PCH Salto	— Mapa Rompimento		
■ PCH Figueirópolis	— Seções Interesse		
★ Casa de Força PCH Figueirópolis	• Edificações		
— Rodovia Federal	— Limite ZAS		
	— Limite ZSS		

Cliente:		Elaborado:			
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras		Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D		Projeto: PMP	Prancha: 07/12
Título: Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break		Data: Nov/22	Escala: 1:20.000 Sirgas 2000 - 21s	Número: OMB-C-MPI-002-00-22 Folha: 6/11 (A3)	



Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS



Ciente:



Elaborado:



Projeto:

Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras

Resp. Técnico:

Eng. Henrique Y Vieira
CREA/PR: 61.964/D

Projeto:

PMP

Prancha:

08/12

Título:

Mapa Inundação - TR 10.000 anos
Natural e Dam Break

Data:
Nov/22

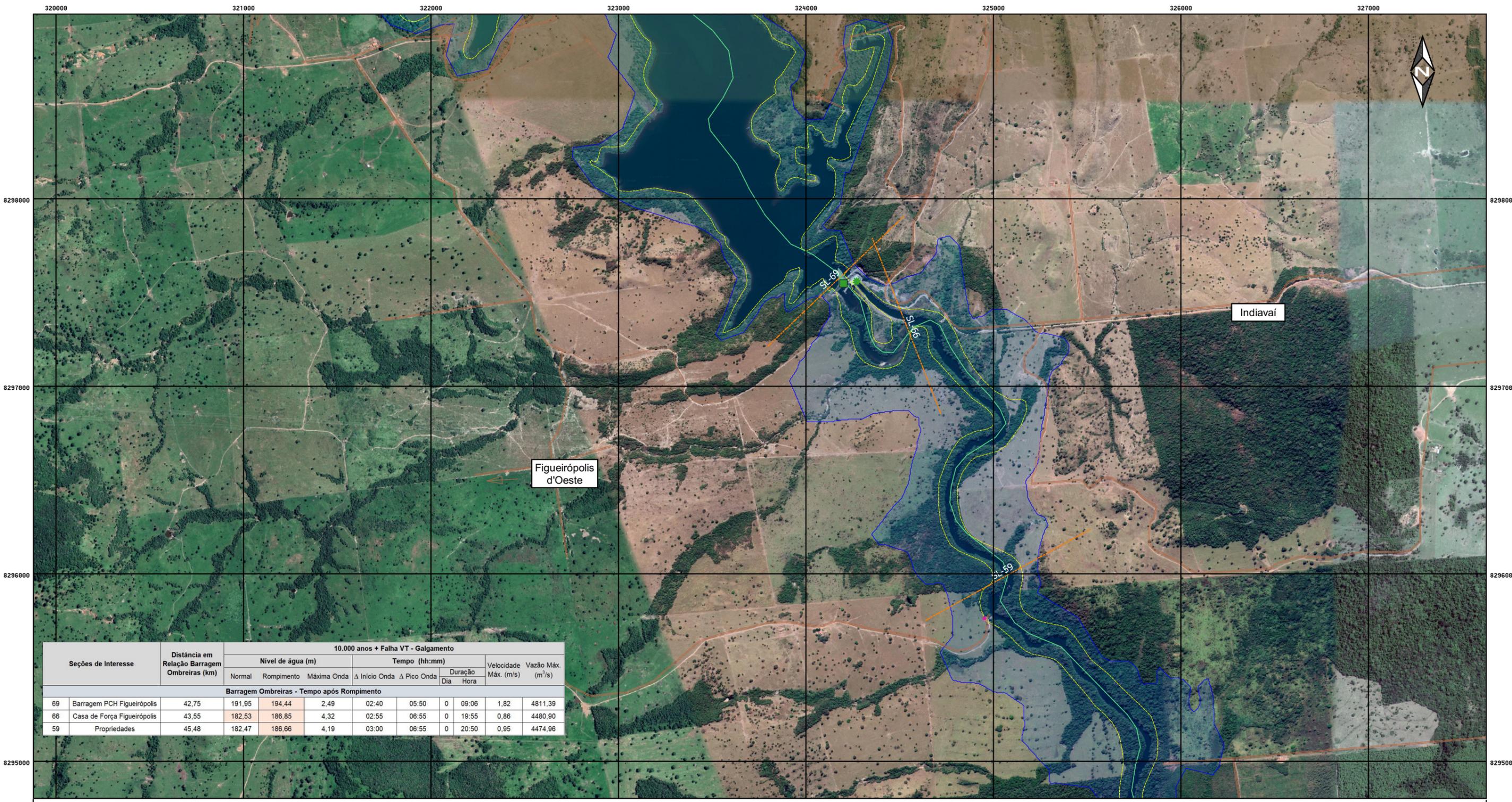
Escala:
1:20.000

Número:

OMB-C-MPI-002-00-22

Sirgas 2000 - 21s

Folha: 07/11 (A3)



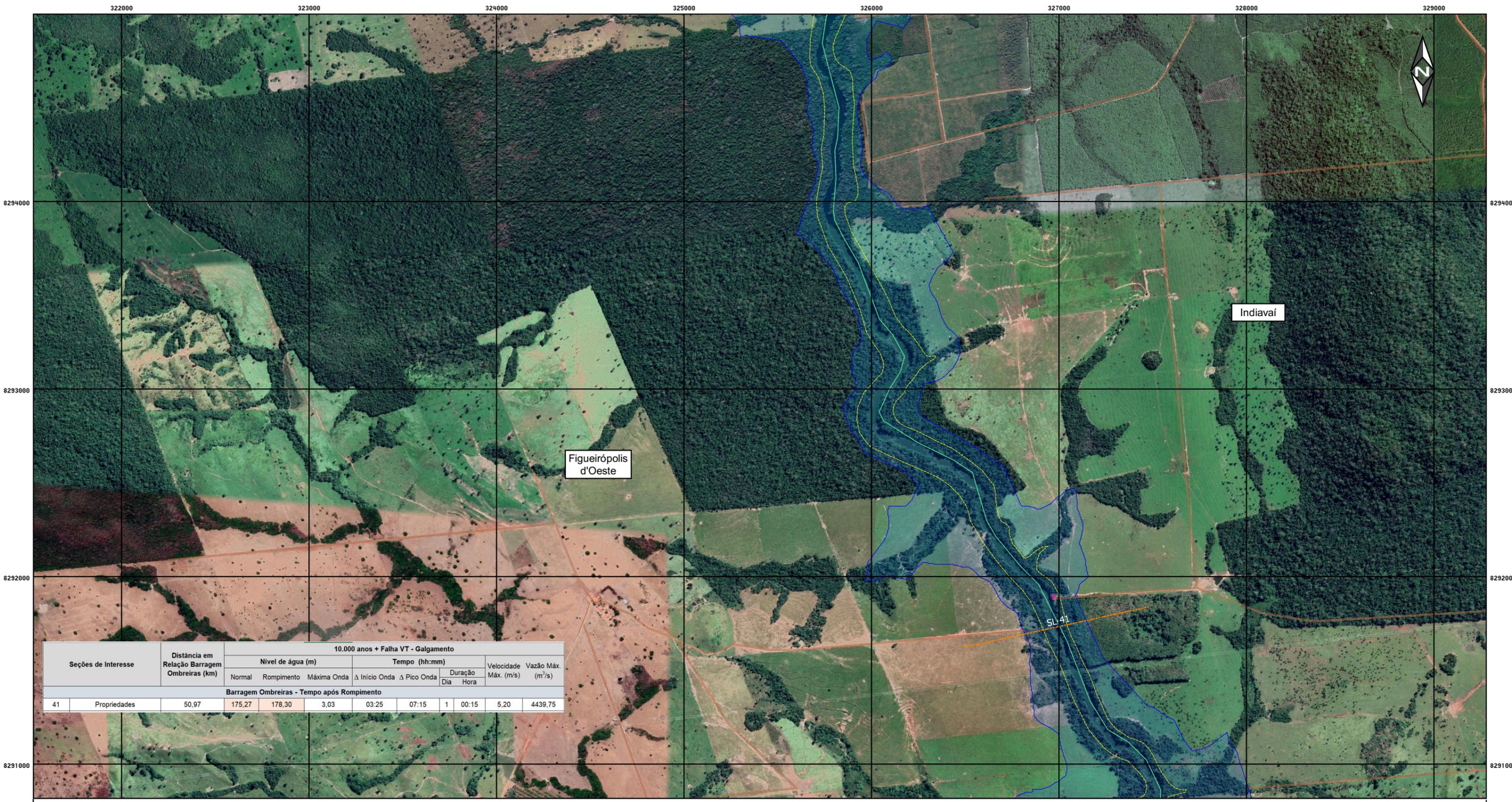
Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Duração			
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Dia	Hora			
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
69	Barragem PCH Figueirópolis	42,75	191,95	194,44	2,49	02:40	05:50	0	09:06	1,82	4811,39
66	Casa de Força Figueirópolis	43,55	182,53	186,85	4,32	02:55	06:55	0	19:55	0,86	4480,90
59	Propriedades	45,48	182,47	186,66	4,19	03:00	06:55	0	20:50	0,95	4474,96

Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS

0 0,75 1,5 km

Cliente: 	Elaborado: 			
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP	Prancha: 09/12	
Título: Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break	Data: Nov/22	Escala: 1:20.000 Sirgas 2000 - 21s	Número: OMB-C-MPI-002-00-22 Folha: 08/11 (A3)	

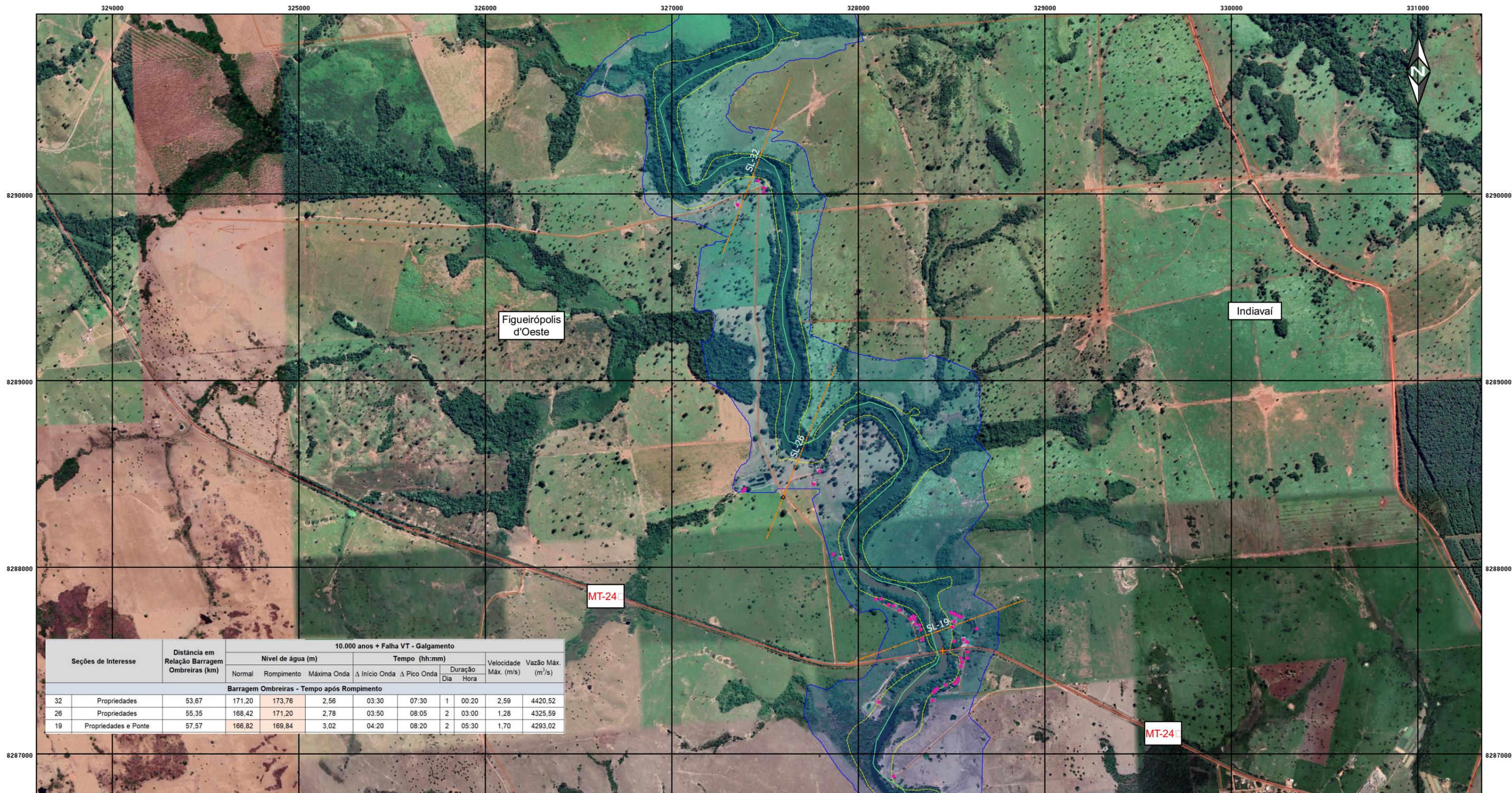


Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Duração			
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Dia	Hora			
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
41	Propriedades	50,97	175,27	178,30	3,03	03:25	07:15	1	00:15	5,20	4439,75

Legenda:

▲ PCH Ombreiras	0	0,75	1,5 km
◆ UHE Jauru			
★ Casa de Força UHE Jauru	— Rodovia Estadual		
● PCH Indiavaí	— Estradas Municipais		
★ Casa de Força PCH Indiavaí	+ Ponte		
● PCH Salto	— Mapa Natural		
★ Casa de Força PCH Salto	— Mapa Rompimento		
■ PCH Figueirópolis	— Seções Interesse		
★ Casa de Força PCH Figueirópolis	• Edificações		
— Rodovia Federal	— Limite ZAS		
	— Limite ZSS		

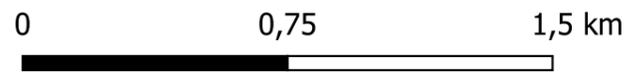
Cliente:			Elaborado:				
Projeto:	Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras			Resp. Técnico:	Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP	Prancha: 10/12
Título:	Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break			Data:	Nov/22	Escala:	1:20.000
						Sirgas 2000 - 21s	Número: OMB-C-MPI-002-00-22 Folha: 09/11 (A3)



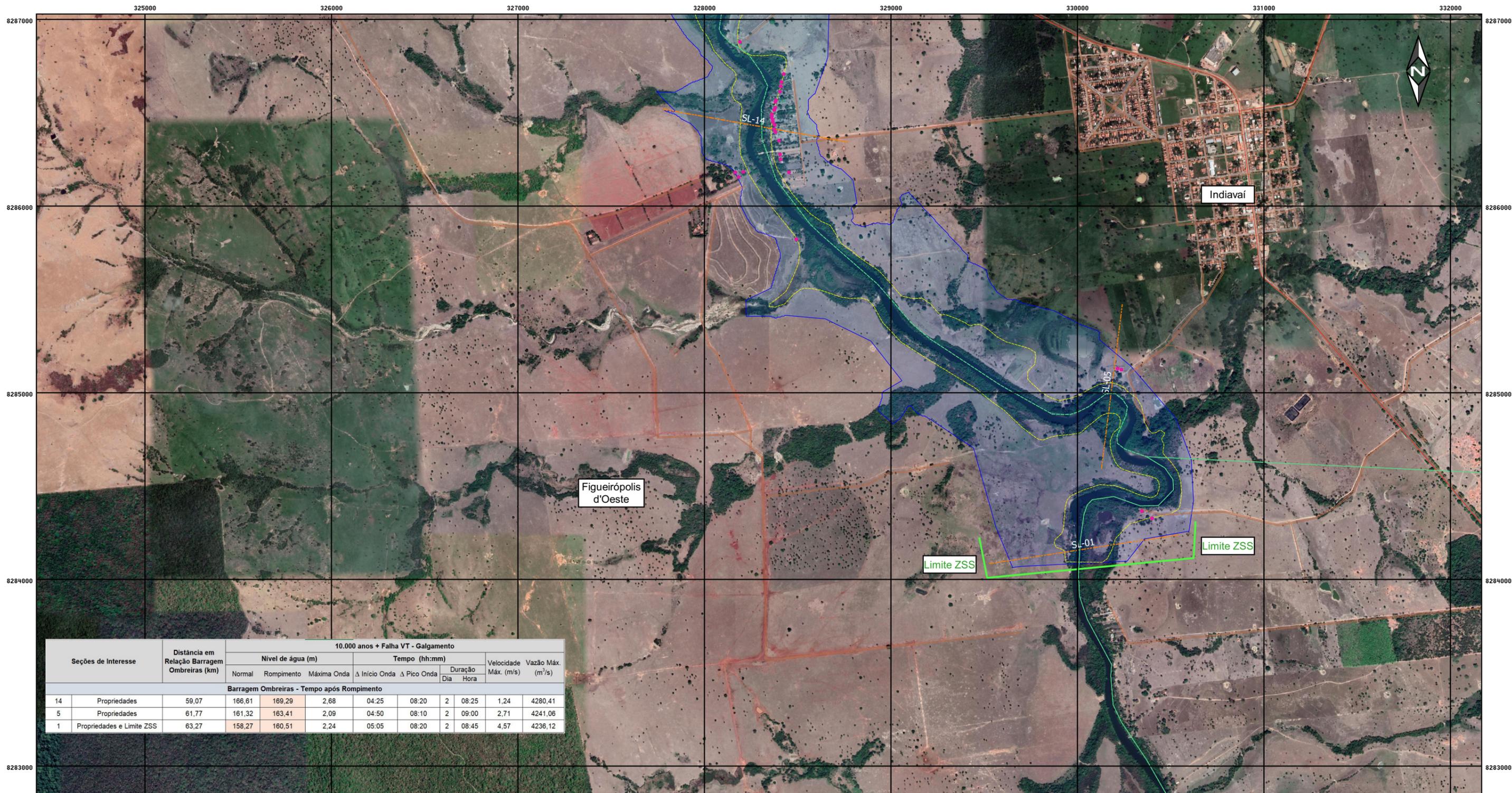
Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Duração			
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Dia	Hora			
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
32	Propriedades	53,67	171,20	173,76	2,56	03:30	07:30	1	00:20	2,59	4420,52
26	Propriedades	55,35	168,42	171,20	2,78	03:50	08:05	2	03:00	1,28	4325,59
19	Propriedades e Ponte	57,57	166,82	169,84	3,02	04:20	08:20	2	05:30	1,70	4293,02

Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS



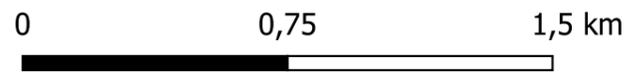
Cliente: 	Elaborado: 			
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras	Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP	Prancha: 11/12	
Título: Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break	Data: Nov/22	Escala: 1:20.000	Número: OMB-C-MPI-002-00-22	
		Sirgas 2000 - 21s	Folha: 10/11 (A3)	



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Duração			
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Dia	Hora			
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
14	Propriedades	59,07	166,61	169,29	2,68	04:25	08:20	2	08:25	1,24	4280,41
5	Propriedades	61,77	161,32	163,41	2,09	04:50	08:10	2	09:00	2,71	4241,06
1	Propriedades e Limite ZSS	63,27	158,27	160,51	2,24	05:05	08:20	2	08:45	4,57	4236,12

Legenda:

- ▲ PCH Ombreiras
- ◆ UHE Jauru
- ★ Casa de Força UHE Jauru
- PCH Indiavaí
- ★ Casa de Força PCH Indiavaí
- PCH Salto
- ★ Casa de Força PCH Salto
- PCH Figueirópolis
- ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Estradas Municipais
- ⊕ Ponte
- Mapa Natural
- Mapa Rompimento
- Seções Interesse
- Edificações
- Limite ZAS
- Limite ZSS



Cliente:



Elaborado:



Projeto:

Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras

Resp. Técnico:

Eng. Henrique Y Vieira
CREA/PR: 61.964/D

Projeto:

PMP

Prancha:

12/12

Título:

Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break

Data:
Nov/22

Escala:
1:20.000

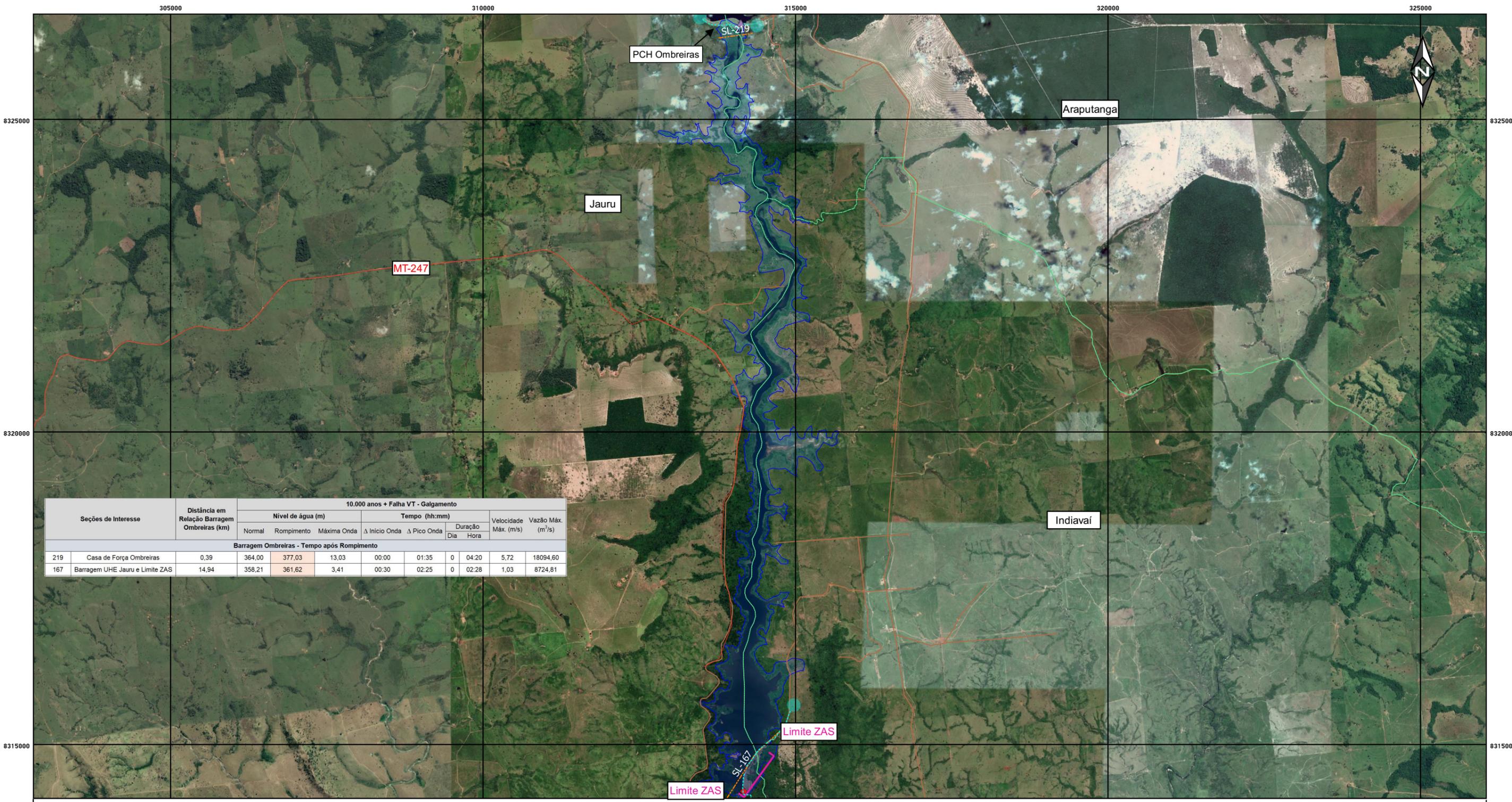
Número:

OMB-C-MPI-002-00-22

Sirgas 2000 - 21s

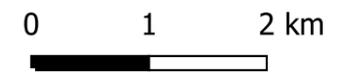
Folha: 11/11 (A3)

ANEXO VI – ZONA DE AUTO SALVAMENTO



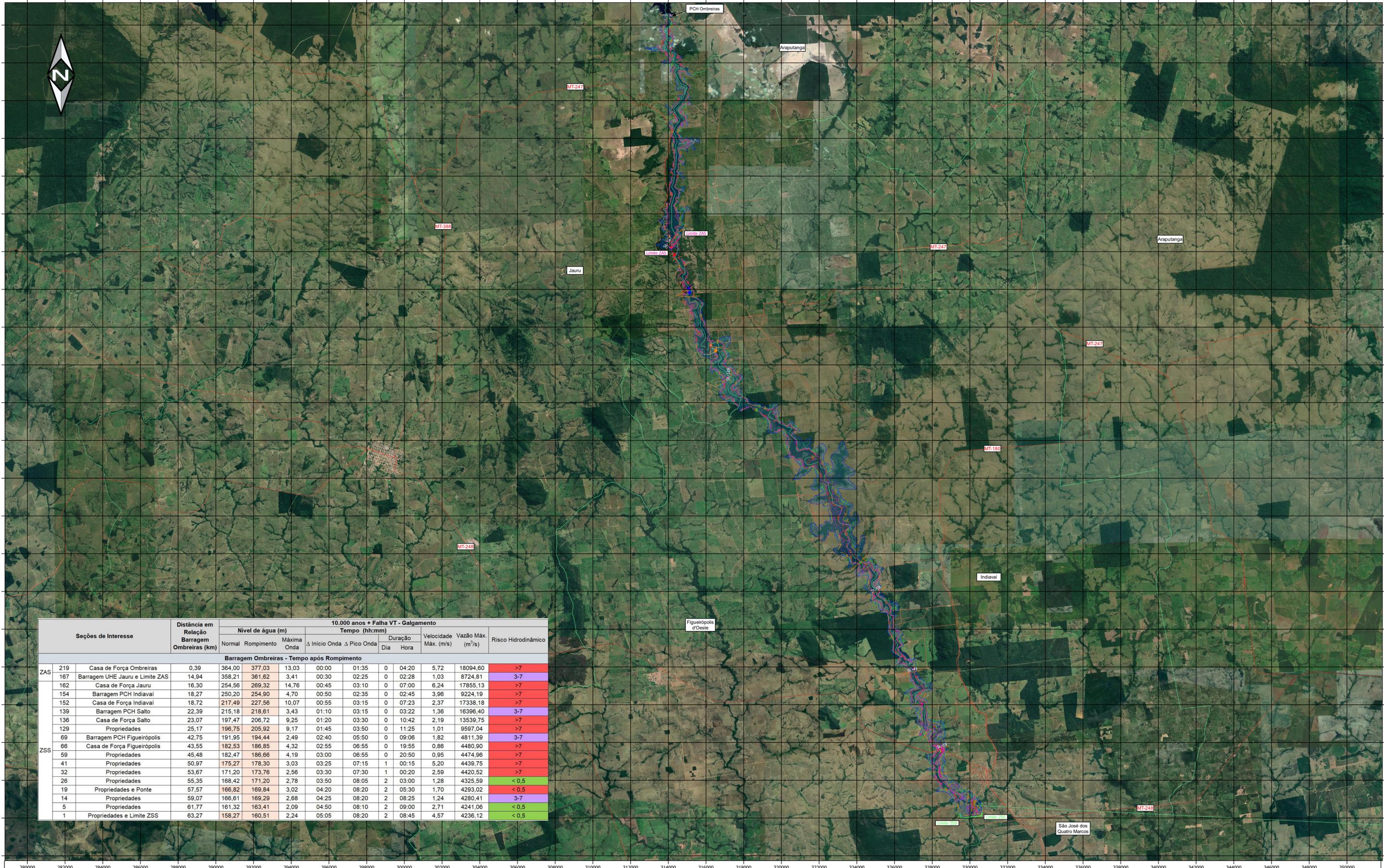
Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento								Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)
		Nível de água (m)			Tempo (hh:mm)			Duração Dia	Hora		
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Δ Pico Onda				
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento											
219	Casa de Força Ombreiras	0,39	364,00	377,03	13,03	00:00	01:35	0	04:20	5,72	18094,60
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	358,21	361,62	3,41	00:30	02:25	0	02:28	1,03	8724,81

- Legenda:
- ▲ PCH Ombreiras
 - ◆ UHE Jauru
 - ★ Casa de Força UHE Jauru
 - PCH Indiavaí
 - ★ Casa de Força PCH Indiavaí
 - PCH Salto
 - ★ Casa de Força PCH Salto
 - PCH Figueirópolis
 - ★ Casa de Força PCH Figueirópolis
 - Rodovia Federal
 - Rodovia Estadual
 - Estradas Municipais
 - + Ponte
 - Mapa Rompimento
 - Seções Interesse
 - Edificações
 - Limite ZAS
 - Rota de Fuga
 - Ponto de Encontro



Cliente:			Elaborado:				
Projeto:	Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras			Resp. Técnico:	Eng. Henrique Y Vieira	Projeto:	Prancha:
				CREA/PR:	61.964/D	PMP	01/01
Título:	Zona de Autossalvamento Geral - TR 10.000 anos Natural e Dam Break			Data:	Nov/22	Escala:	Número:
						1:60.000	OMB-C-ZAS-001-00-22
						Sirgas 2000 - 21s	Folha: 1/1 (A3)

ANEXO VII – RISCO HIDRODINÂMICO



Seções de Interesse	Distância em Relação Barragem Ombreiras (km)	10.000 anos + Falha VT - Galgamento										Risco Hidrodinâmico	
		Nível de água (m)		Tempo (hh:mm)				Velocidade Máx. (m/s)	Vazão Máx. (m³/s)				
		Normal	Rompimento	Máxima Onda	Δ Início Onda	Δ Pico Onda	Duração Dia						hora
Barragem Ombreiras - Tempo após Rompimento													
ZAS	219	Casa de Força Ombreiras	0,39	364,00	377,03	13,03	00:00	01:35	0	04:20	5,72	18094,60	>7
	167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	14,94	358,21	361,62	3,41	00:30	02:25	0	02:28	1,03	8724,81	3-7
	162	Casa de Força Jauru	16,30	254,56	269,32	14,76	00:45	03:10	0	07:00	6,24	17855,13	>7
	154	Barragem PCH Indiavaí	18,27	250,20	254,90	4,70	00:50	02:35	0	02:45	3,96	9224,19	>7
	152	Casa de Força Indiavaí	18,72	217,49	227,56	10,07	00:55	03:15	0	07:23	2,37	17338,18	>7
	139	Barragem PCH Salto	22,39	215,18	218,61	3,43	01:10	03:15	0	03:22	1,36	16396,40	3-7
	136	Casa de Força Salto	23,07	197,47	206,72	9,25	01:20	03:30	0	10:42	2,19	13539,75	>7
	129	Propriedades	25,17	196,75	205,92	9,17	01:45	03:50	0	11:25	1,01	9597,04	>7
	69	Barragem PCH Figueirópolis	42,75	191,95	194,44	2,49	02:40	05:50	0	09:06	1,82	4811,39	3-7
ZSS	66	Casa de Força Figueirópolis	43,55	182,53	186,85	4,32	02:55	06:55	0	19:55	0,86	4480,90	>7
	59	Propriedades	45,48	182,47	186,66	4,19	03:00	06:55	0	20:50	0,95	4474,96	>7
	41	Propriedades	50,97	175,27	178,30	3,03	03:25	07:15	1	00:15	5,20	4439,75	>7
	32	Propriedades	53,67	171,20	173,76	2,56	03:30	07:30	1	00:20	2,59	4420,52	>7
	26	Propriedades	55,35	168,42	171,20	2,78	03:50	08:05	2	03:00	1,28	4325,59	< 0,5
	19	Propriedades e Ponte	57,57	166,82	169,84	3,02	04:20	08:20	2	05:30	1,70	4293,02	< 0,5
	14	Propriedades	59,07	166,61	169,29	2,68	04:25	08:20	2	08:25	1,24	4280,41	3-7
	5	Propriedades	61,77	161,32	163,41	2,09	04:50	08:10	2	09:00	2,71	4241,06	< 0,5
	1	Propriedades e Limite ZSS	63,27	158,27	160,51	2,24	05:05	08:20	2	08:45	4,57	4236,12	< 0,5

- Legenda:
- ▲ PCH Ombreiras
 - ◆ UHE Jauru
 - Casa de Força UHE Jauru
 - PCH Indiavaí
 - Casa de Força PCH Indiavaí
 - PCH Salto
 - Casa de Força PCH Salto
 - PCH Figueirópolis
 - Casa de Força PCH Figueirópolis
 - Rodovia Estadual
 - Estradas Municipais
 - Pontes
 - Mapa Rompimento
 - Seções Interesse
 - Edificações
 - Limite ZAS
 - Limite ZSS
 - Rodovia Federal

Risco Hidrodinâmico (m³/s)	Consequências
< 0,5	Crianças e deficientes são arrastados
0,5 - 1	Adultos são arrastados
1 - 3	Danos de submersão em edifícios e estruturas em casas fracas
3 - 7	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
> 7	Colapso de certos edifícios



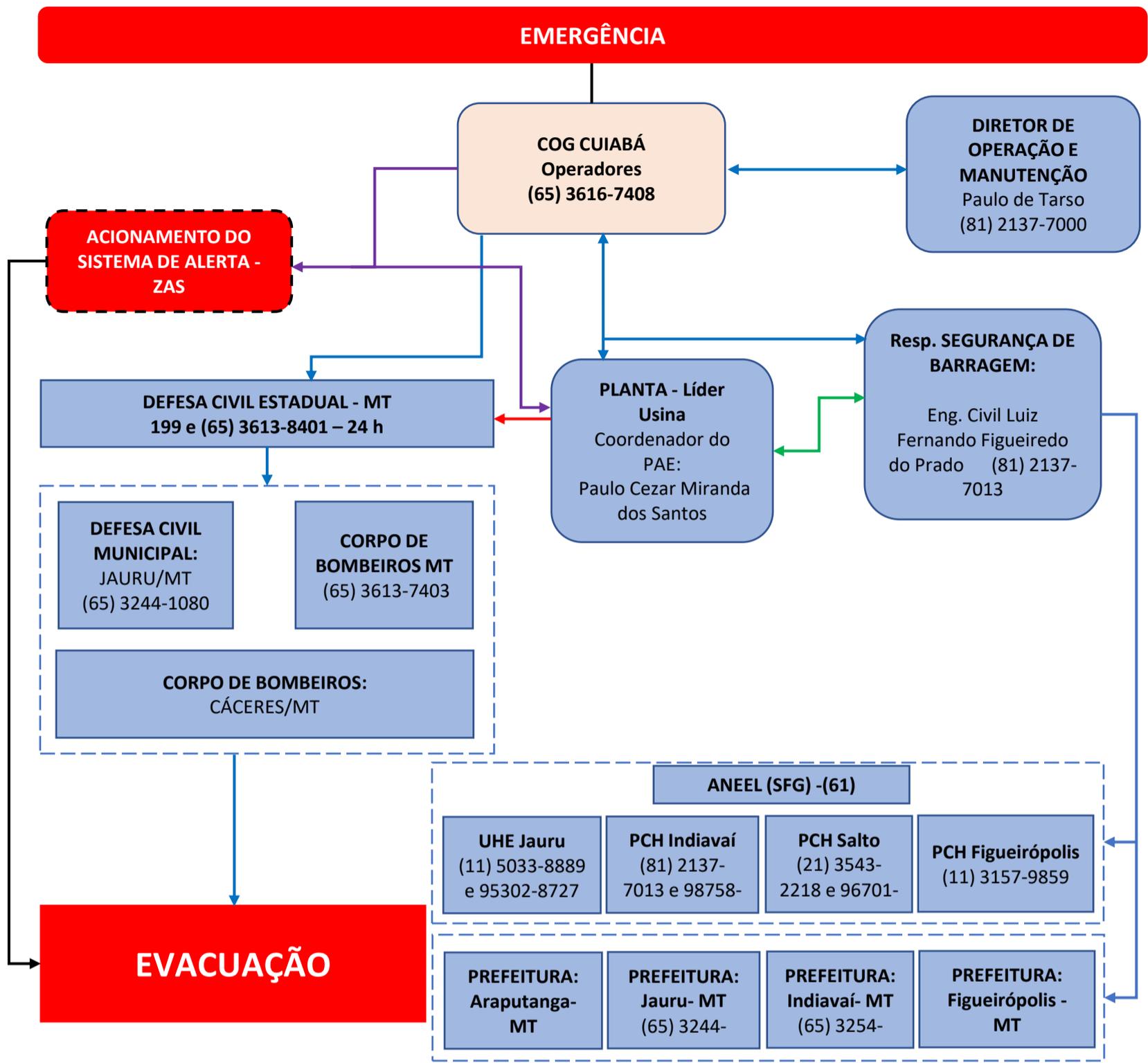
Ciente: **BRENNAND** Elaborado: **PROSENGE** projetos e engenharia

Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61964/D Projeto: PMP Prancha: 01/01

Título: Mapa de Inundação Geral - TR 10.000 anos Risco Hidrodinâmico - Dam Break Data: Junho/22 Escala: 1:30.000 Número: OMB-C-RHI-001-00-22

Sirgas 2000 - 22S Folha: 1/1 - A1

ANEXO VIII – FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO



LEGENDA:

- ← Fluxo normal de informações.
- ← Fluxo de informação caso haja falha no sistema de comunicação do COG.
- ← Fluxo de informação partirá do líder da usina em horário comercial e do COG fora do horário comercial, feriados e finais de semana.
- ← Fluxo caso necessário. O primeiro contato será realizado pelo COG.

ANEXO IX – APRESENTAÇÃO PAE



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

APRESENTAÇÃO





BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENGE
projetos e engenharia

RESPONSÁVEIS

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Nome do Empreendedor: Ombreiras Energética S/A

PCH: Ombreiras

CNPJ: 04.760.363/0002-67

Endereço: Estrada de Farinópolis s/n, km 85 Zona Rural – Araputanga MT

Fone: (65) 3235-1474

Representantes Legais: Pedro Pontual Marletti e Ricardo Jeronimo Pereira Rego Junior

Fone: (81) 2137-7000

E-mail: pedro.pontual@brennandenergia.com.br e ricardo.rego@brennandenergia.com.br

Responsável Técnico da Segurança da Barragem: Eng. Civil Luiz Fernando Figueiredo do Prado

CREA: PE 047637

Telefone: (81) 2137-7013

E-mail: luiz.prado@brennandenergia.com.br

IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO RPS, PSB E PAE

Empresa: PROSENGE PROJETOS E ENGENHARIA.

Endereço: Rua Lauro Linhares 2123 – Sala 204 Bloco B – Trindade Shopping – Florianópolis SC

Telefone: (048) 3206-8509

E-mail: henrique@prosenge.com



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

1. CARACTERÍSTICAS DA PCH Ombreiras

- ✓ Potência Instalada 26 MW – 2 máquinas Kaplan S Montante
- ✓ NA Normal Montante – 392,00 m;
- ✓ NA Máximo Maximorum Montante – 392,70 m (>TR 10.000 anos);
- ✓ Vertedouro Comportas Segmento – 2 unidades com capacidade 953,00 m³/s;
- ✓ Barragem Enrocamento c/ núcleo argila – H_{máx} = 44,50 m;
- ✓ Cota Proteção Barramento – 394,50m;
- ✓ Instrumentação Barragem – Piezômetro Casagrande e medidor de vazão



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENGE
projetos e engenharia

1. CARACTERÍSTICAS DA PCH Ombreiras

Ficha Resumo



FICHA TECNICA PCH OMBREIRAS



IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	
Nome:	PCH Ombreiras
Municípios:	Araputanga - MT
Proprietário:	Ombreiras Energética S/A.

DATAS	
Conclusão Barramento:	2005
Início Operação:	2005
Manutenção Barragem:	-----

BACIA HIDROGRÁFICA	
Curso d'Água:	Rio Jauru
Bacia (ANEEL):	Paraná- 6
Sub-Bacia (ANEEL):	Alto Rio Paraguai - 66

RESERVATÓRIO		
Área Drenagem - (km²):	2207.00	
Área NA Normal - (km²):	2.91	
Volume NA Normal (hm³):	49.36	
Vazão Sanitária (m³/s):	-	
Vazão Média - QMLT(m³/s):	76.00	
Níveis de Água (m):	Máx. Max.:	392.70
	Normal:	392.00
	Mínimo:	391.00

BARRAGEM	
Tipo:	Terra e Enrocamento
Comprimento (m):	629.00
Altura Máxima (m):	44.50
Largura Crista (m):	6.00
Elevação da Crista (m):	394.50
Borda Livre NA Máx Max (m)	1.80
Fundação:	gnaise

CASCATA	
Usina Montante:	PCH Antônio Brennand
Usina Jusante:	UHE Jauru

ÓRGÃOS EXTRAVASORES - VERTEDOURO	
Tipo:	Superfície com Controle
Comprimento (m):	20.00
Número Comportas	2 Segmento
Dimensões Vão (LxA - m):	7,00 x 10,22
Cota da Soleira (m):	383.00
Capacidade (m³/s):	953.00 TR 10.000 anos
Fundação:	gnaise

TOMADA D'ÁGUA		
Tipo:	Gravidade	
Comprimento (m):	17.32	
Comportas	Número:	2
	Altura (m):	3.20
	Largura (m):	3.80

CONDUTOS FORÇADO	
Unidades:	2
Diâmetro (m):	3.80
Comprimento Total (m):	85.50

CASA DE FORÇA		
Tipo:	Semiabrigada	
Potência Instalada (MW)	26.00	
Unidades Geradoras:	2 Kaplan S Montante	
Vazão Máxima (m³/s):	96.00	
Queda Bruta (m)	31.92	
Nível de água jusante (m):	Máx. Max.:	364.00
	Normal:	360.08
	Mínimo:	359.58

TURBINA	
Potência Nominal [MW]	13,50 (2 Unid.)
Vazão Nominal [m³/s]	48.00
Rotação Nominal [rpm]	300

GERADOR	
Potência Nominal [kVA]	14,500
Rotação Nominal [rpm]	300
Fator de Potência	0.90



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

1. CARACTERÍSTICAS DA PCH Ombreiras





BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

2. O PORQUÊ DA LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

BARRAGENS → Obras associadas a um elevado potencial de risco → Ruptura

Consequências de rompimento:

- Perda de vidas humanas
- Danos ao meio ambiente
- Catástrofes para as estruturas
- Elevados custos econômicos

As causas:

- Falhas de projeto
- Falhas de execução
- **Falta de manutenção**

Segurança de Barragens:

- Inspeção Civil
- Auscultação da Instrumentação
- Manutenção das estruturas
- Planejamento de ações preventivas e corretivas.

Tipos de Rompimento:

- Galgamento: podem ocorrer devido os estudos hidrológico e dimensionamento com graves deficiências.
- Erosão Interna da barragem (Piping): procedimentos incorretos de projeto, dimensionamento do filtro e de construção.

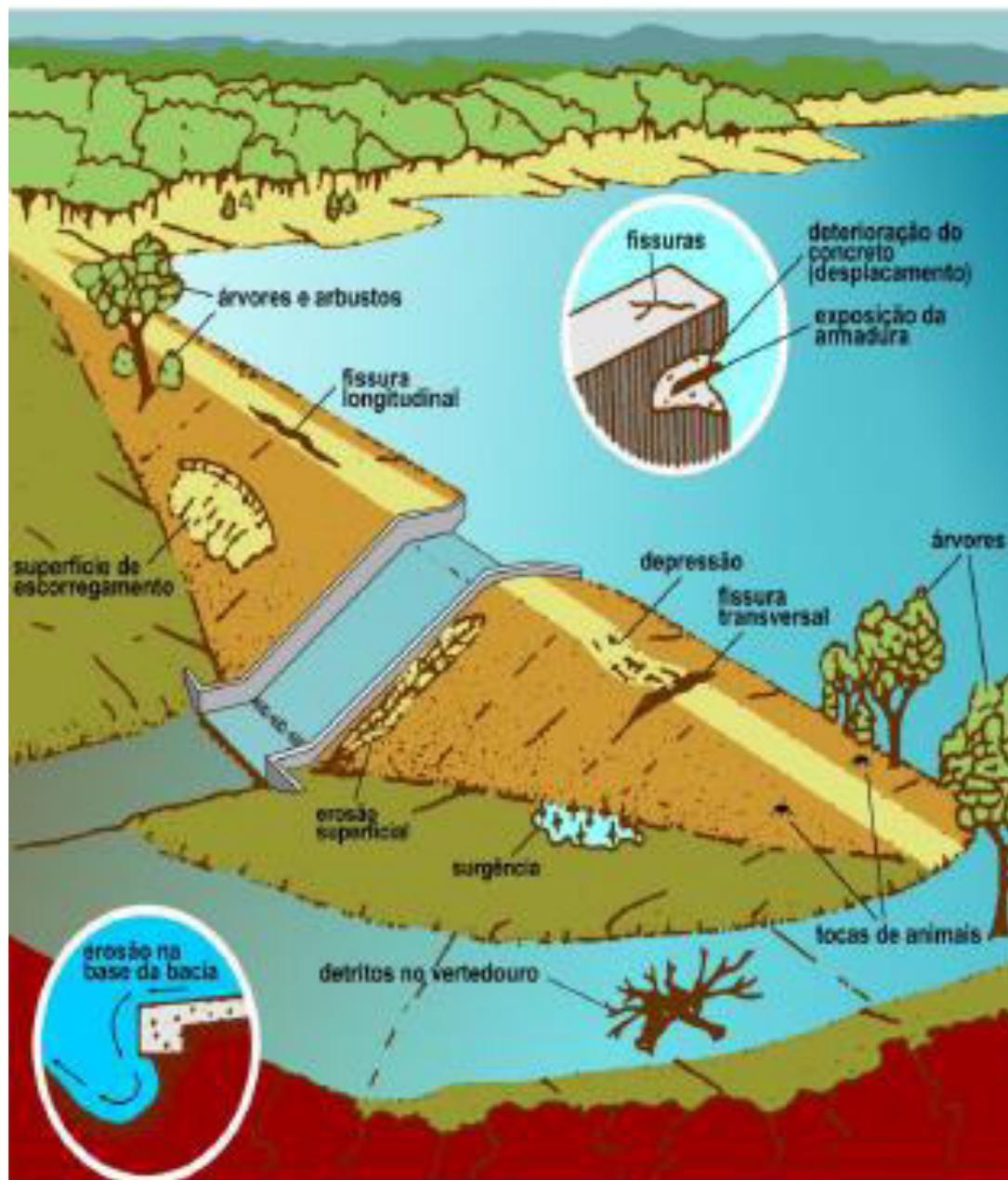


BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

3. TIPOS DE PATOLOGIAS EM BARRAGENS





BRENNAND
energia

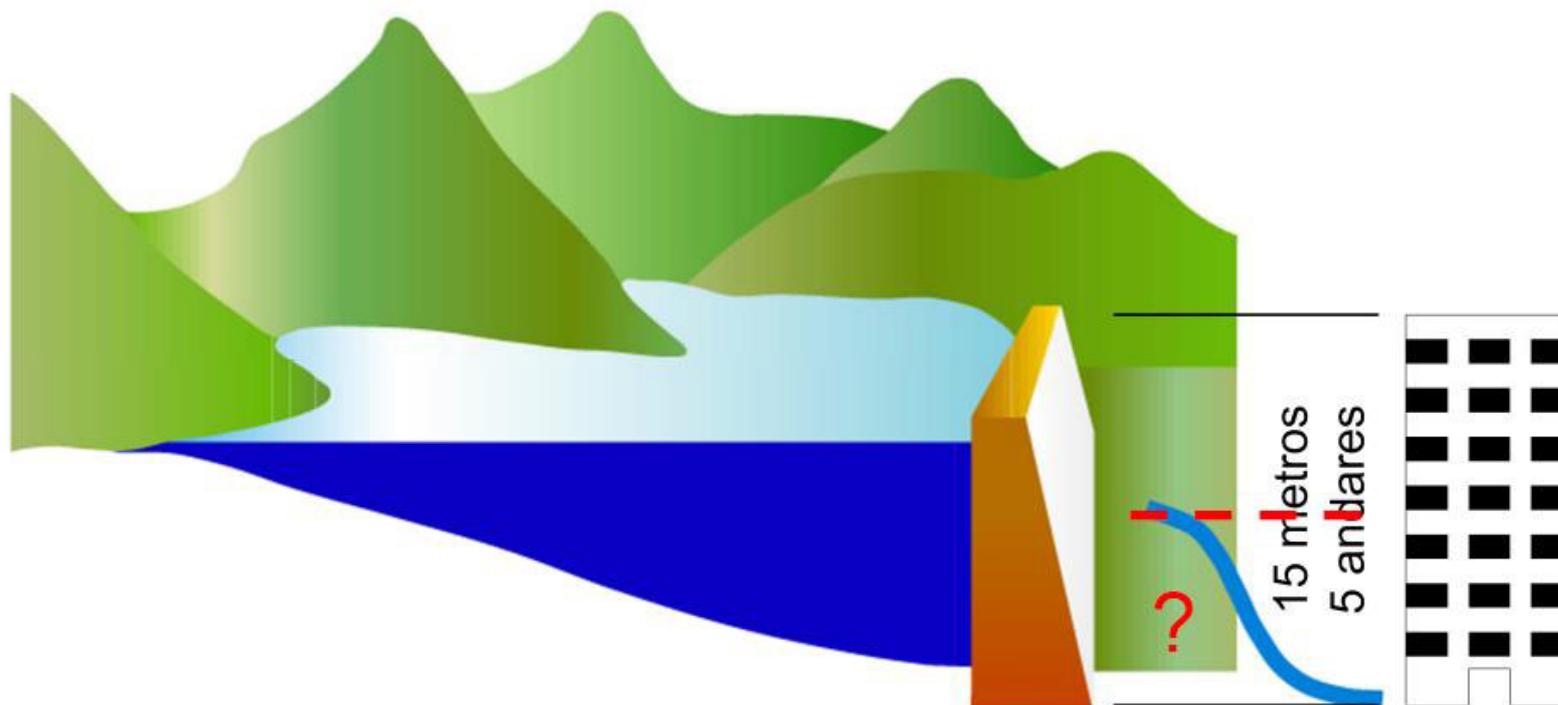
PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

4. LEI Nº 12.334/2010 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

I – Altura da Barragem ≥ 15 m (quinze metros) → **PCH Ombreiras: h = 44,50 m**



PCH Ombreiras → Necessário Plano de Segurança da Barragem



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

4. LEI Nº 12.334/2010 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

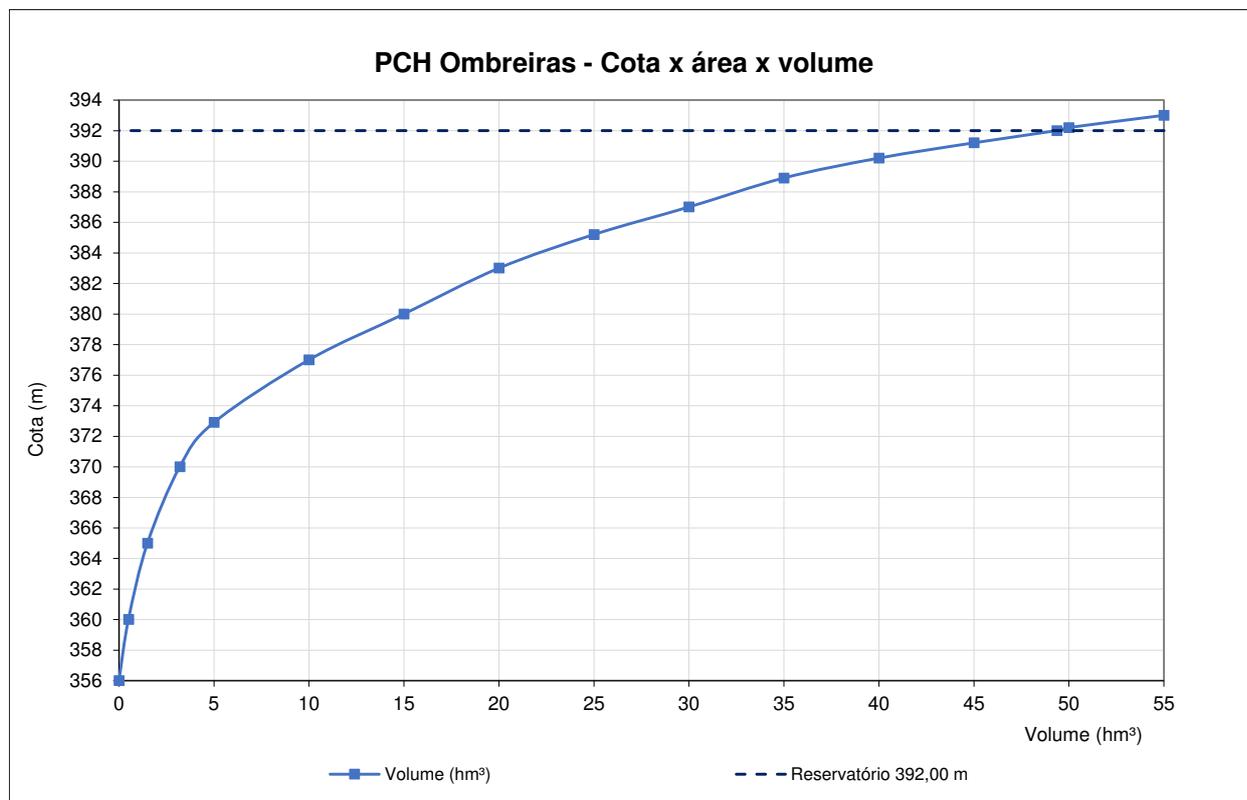
II – Volume reservatório

≥

3.000.000 m³ (3 hm³)

↓
PCH Ombreiras

↓
44,50 hm³



PCH Ombreiras → Necessário Plano de Segurança da Barragem



BRENNAND
energia

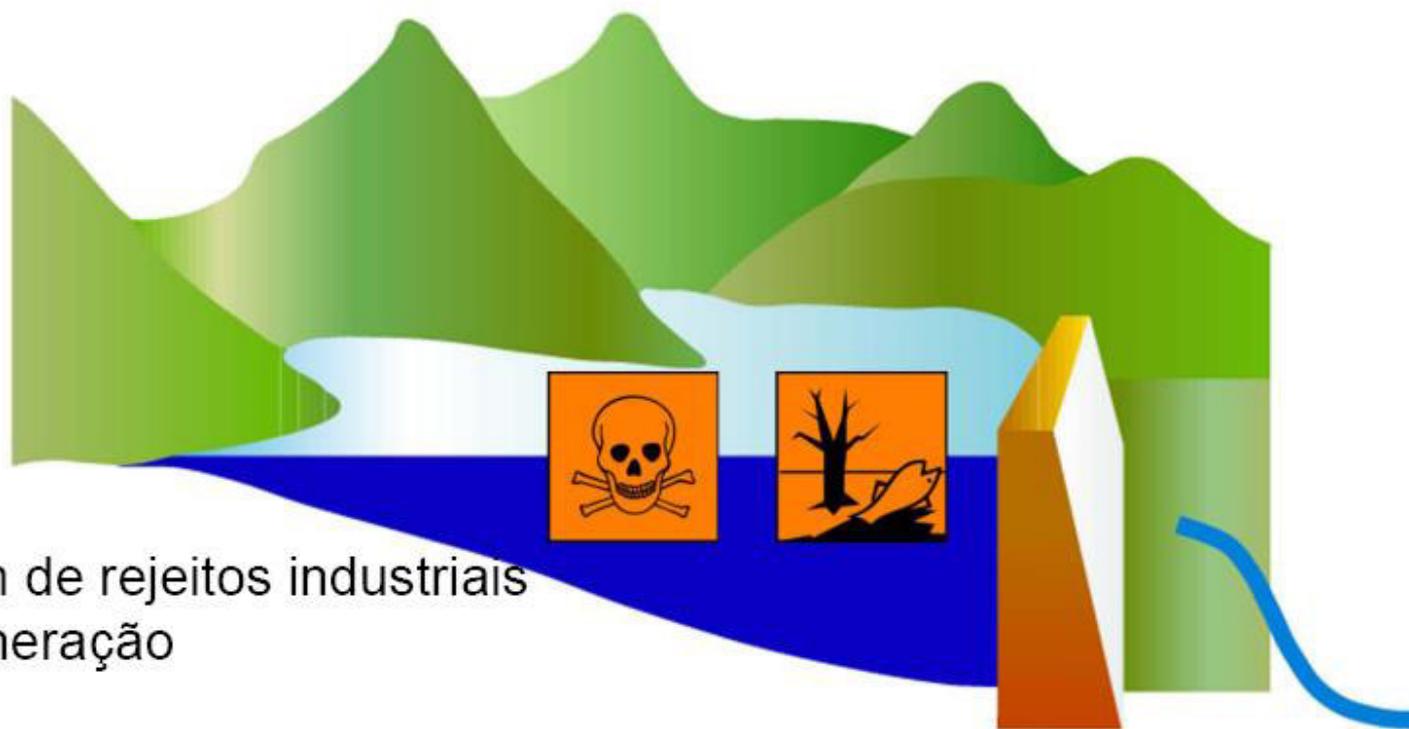
PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

4. LEI Nº 12.334/2010 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

III – Reservatório → Resíduos perigosos (NBR 10004:2004 e CONAMA 23/96)



Barragem de rejeitos industriais
ou de mineração



BRENNAND
energia

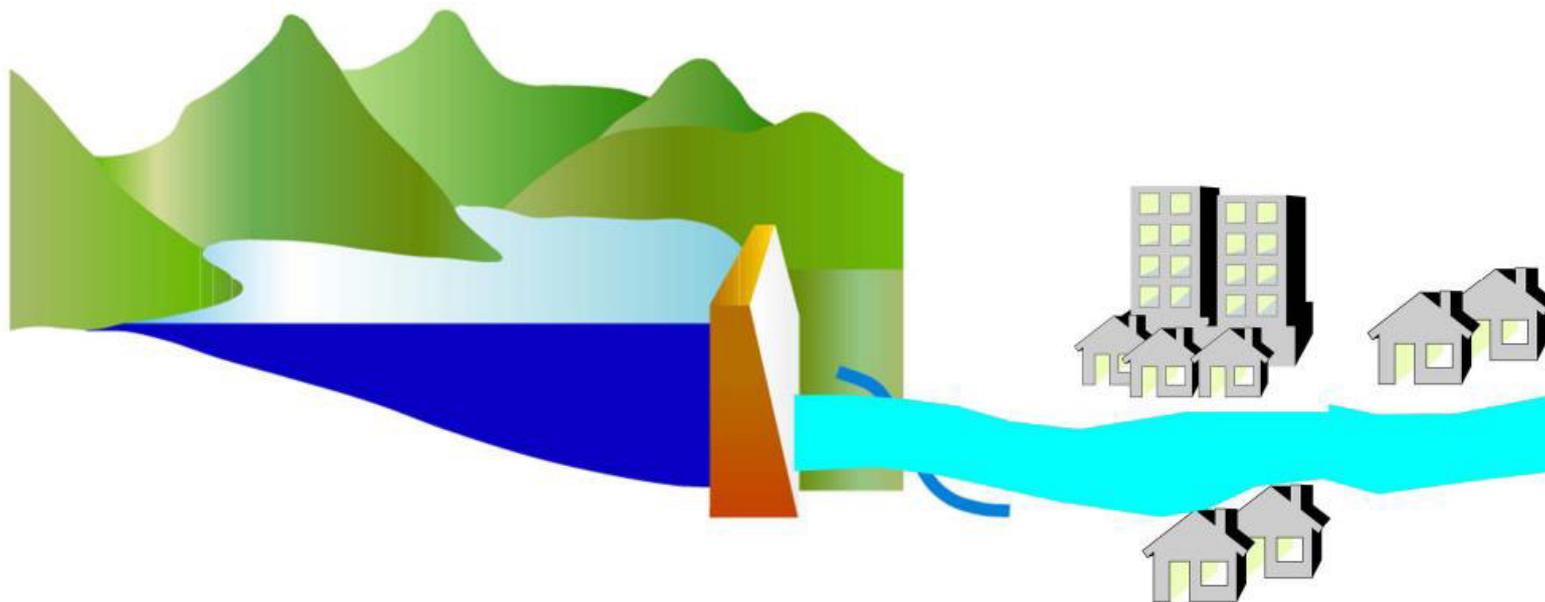
PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

4. LEI Nº 12.334/2010 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Aplicação da Lei:

IV – Dano potencial associado → Termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas → **PCH Ombreiras tem população a jusante** → É necessário Plano de Ação de Emergência (PAE)



4. LEI Nº 12.334/2010 – POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Plano de Segurança da Barragem, deverá conter para a PCH Ombreiras:

- *Identificação do empreendedor;*
- *Dados técnicos empreendimento → necessários para a operação e manutenção da barragem;*
- *Estrutura organizacional e qualificação técnica → equipe de segurança da barragem;*
- *Manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem;*
- *Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem*
- *Área a ser resguardada;*
- *Plano de Ação de Emergência → Dano potencial associado alto;*
- *Relatórios das inspeções de segurança;*
- *Revisões periódicas de segurança.*



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

5. MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO CIVIL

INSPEÇÕES CIVIL

- ✓ **ROTINEIRAS – MENSAIS (OPERADORES) → Listas de Verificações Simplificada e leituras Instrumentação;**
- ✓ **REGULARES – ANUAL (ESPECIALISTAS) → Listas de Verificações – Detalhada e Recomendações Técnicas;**
- ✓ **ESPECIAIS – EMERGÊNCIAS (ESPECIALISTAS) → Listas de Verificações – Detalhada e Recomendações Técnicas**

Contato com Responsável Técnico da Barragem



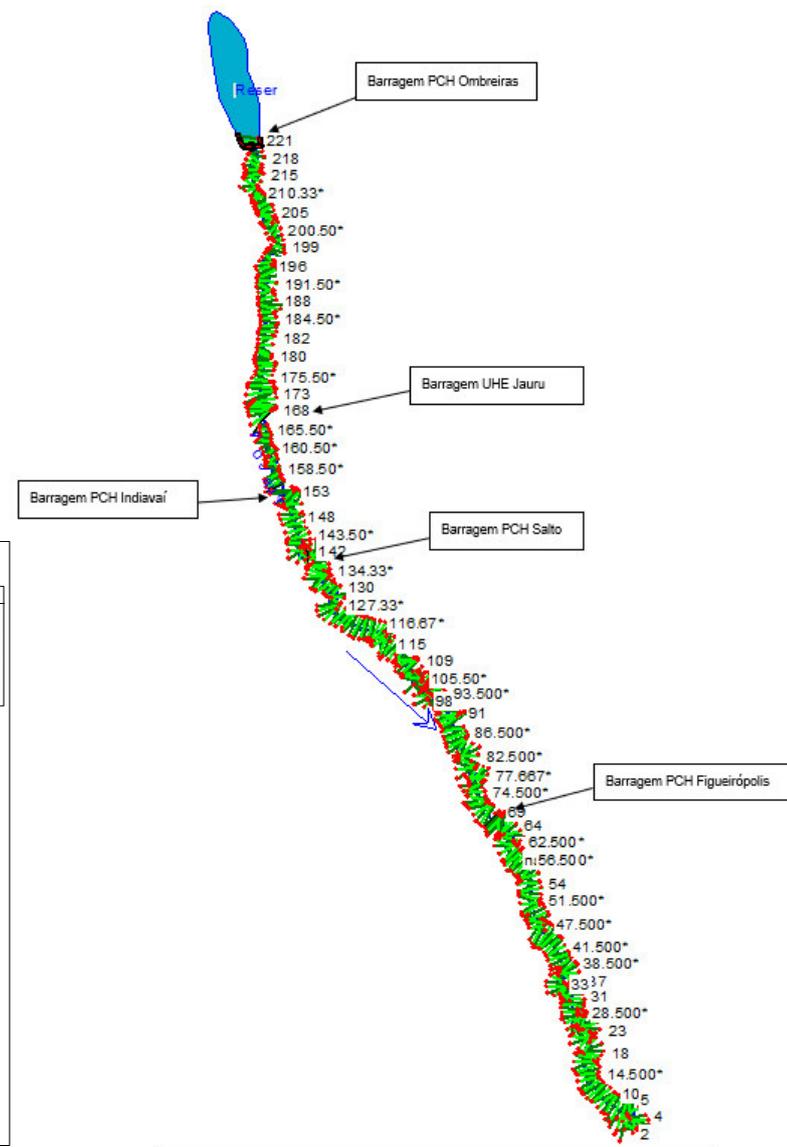
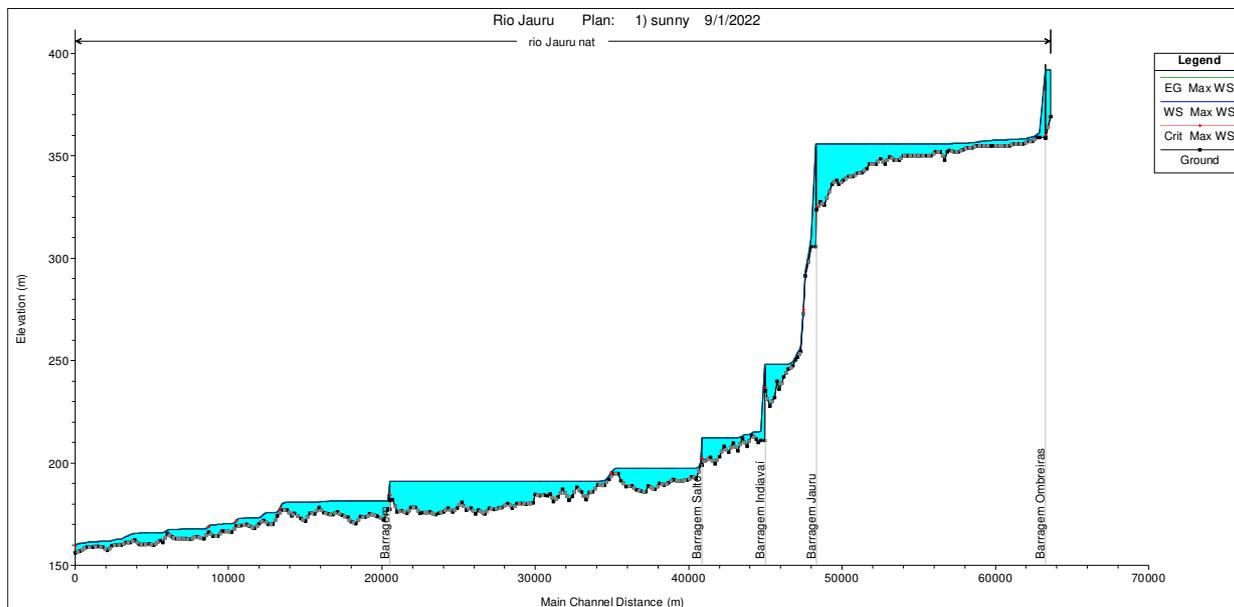
PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

BRENNAND
energia

6. ESTUDO ROMPIMENTO DA BARRAGEM

1. Programa Computacional

HEC-RAS 5.0.5 (desenvolvido por
U.S. Army Corps of Engineers)





BRENNAND
energia

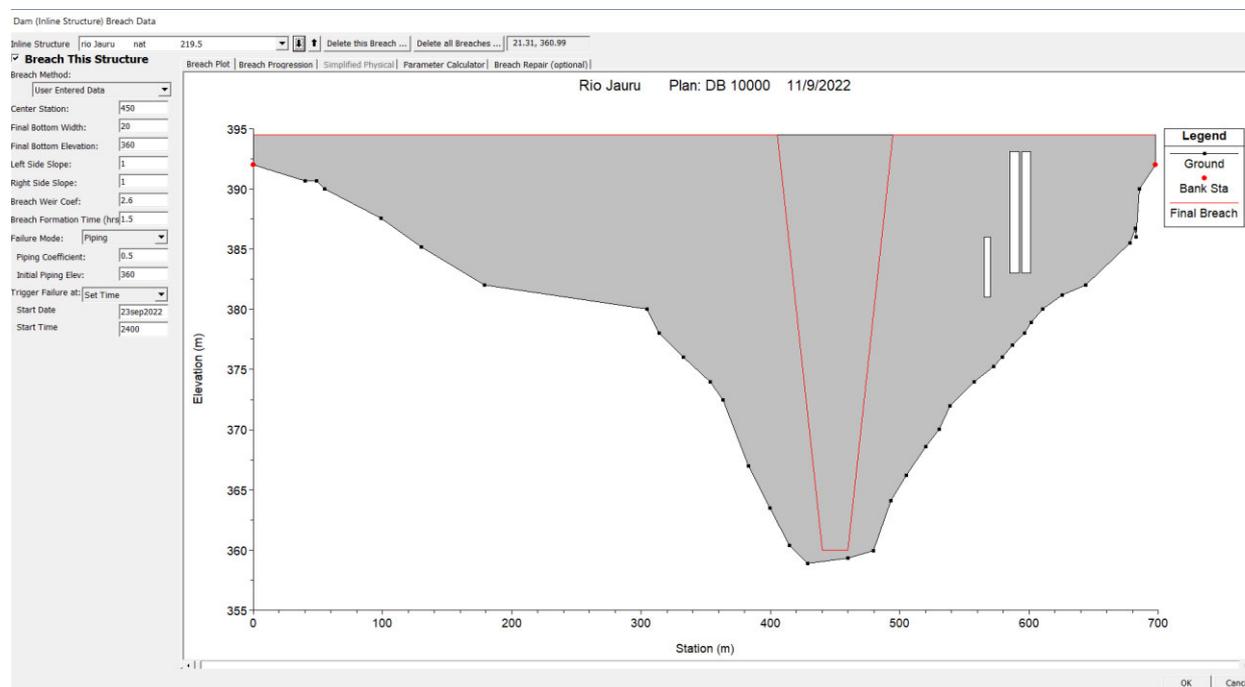
PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

6. ESTUDO ROMPIMENTO DA BARRAGEM

2. Dados de entrada

- ✓ Geografia da Barragem;





BRENNAND
energia

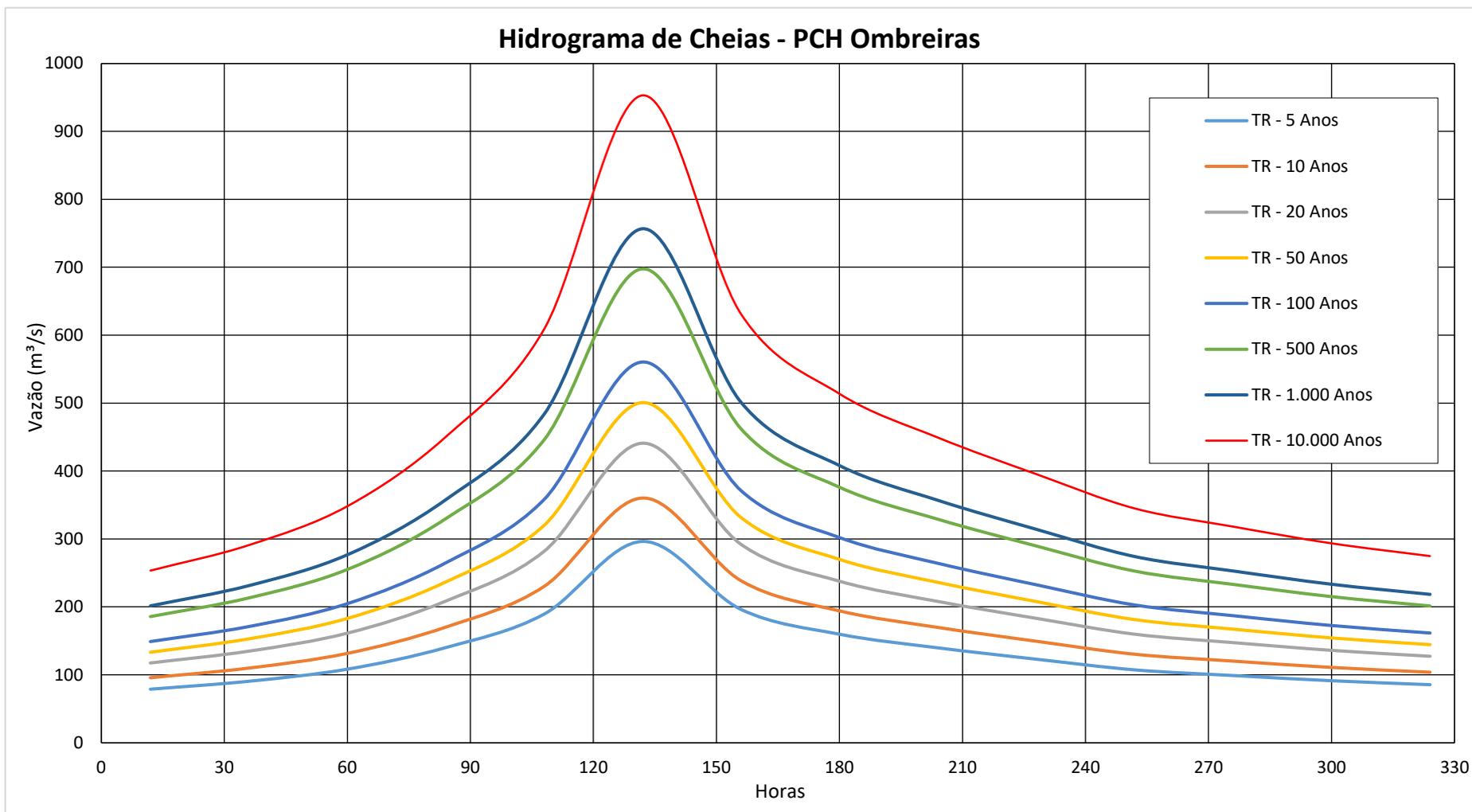
PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

6. ESTUDO ROMPIMENTO DA BARRAGEM

2. Dados de entrada

✓ Hidrograma de Cheias – PCH Ombreiras;





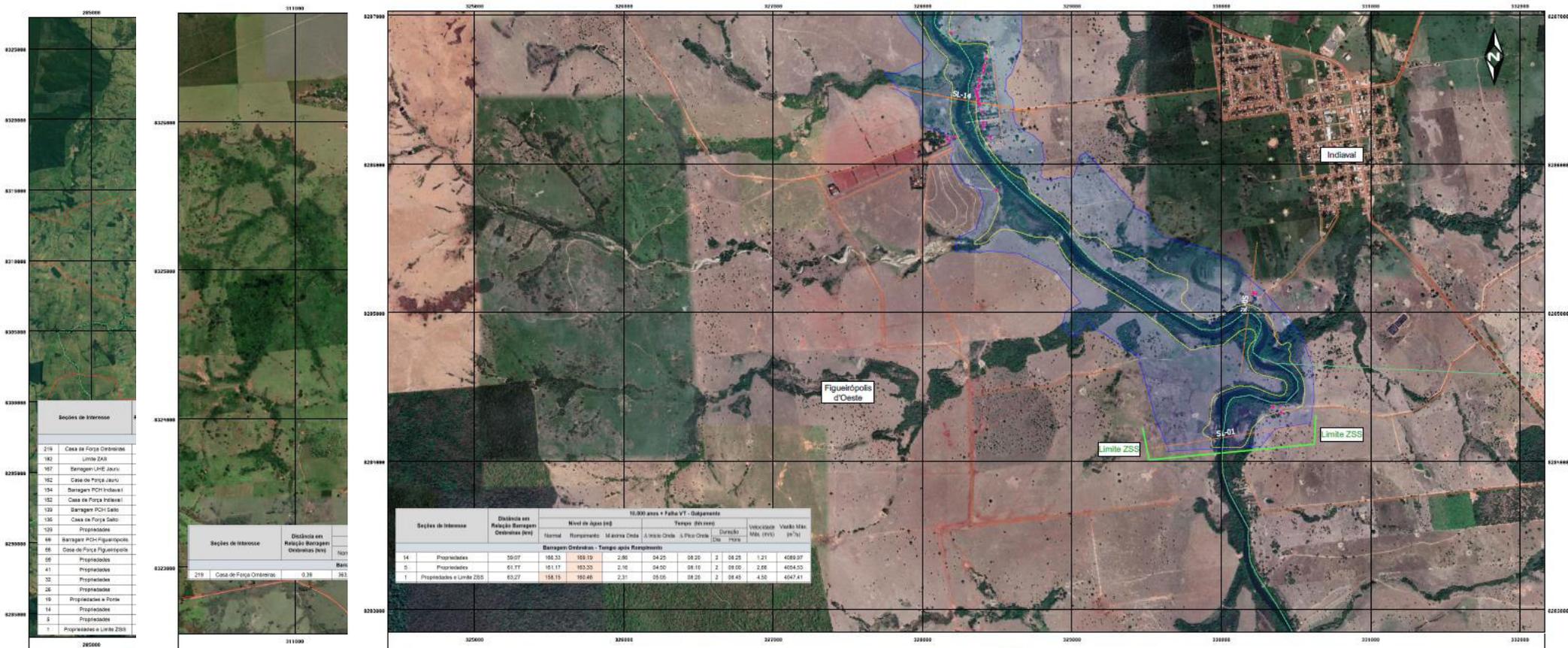
PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS



BRENNAND
energia

6. ESTUDO ROMPIMENTO DA BARRAGEM

3. Resultados das Simulações



- Legenda:**
- ▲ PCH Ombreiras
 - ◆ UHE Jauru
 - Casa de Força UHE Jauru
 - PCH Indiavaí
 - Casa de Força PCH India
 - PCH Salto
 - Casa de Força PCH Salto
 - PCH Figueirópolis
 - Casa de Força PCH Figueirópolis
 - Rodovia Fedt

- Legenda:**
- ▲ PCH Ombreiras
 - ◆ UHE Jauru
 - Casa de Força UHE Jauru
 - PCH Indiavaí
 - Casa de Força PCH India
 - PCH Salto
 - Casa de Força PCH Salto
 - PCH Figueirópolis
 - Casa de Força PCH Figueirópolis
 - Rodovia Federal

- Legenda:**
- ▲ PCH Ombreiras
 - ◆ UHE Jauru
 - Casa de Força UHE Jauru
 - PCH Indiavaí
 - Casa de Força PCH India
 - PCH Salto
 - Casa de Força PCH Salto
 - PCH Figueirópolis
 - Casa de Força PCH Figueirópolis
 - Rodovia Federal
 - Rodovia Estadual
 - Estradas Municipais
 - Ponte
 - Mapa Natural
 - Mapa Rompimento
 - Seções Interesse
 - Edificações
 - Limite ZAS
 - Limite ZSS

Cliente:		Elaborado:	
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras		Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP
Título: Mapa Inundação - TR 10.000 anos Natural e Dam Break		Data: Nov/22	Escala: 1:20.000
		Sirgas 2000 - 21s	Número: OMB-C-MPI-002-00-22 Folha: 11/11 (A3)



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS



6. ESTUDO ROMPIMENTO DA BARRAGEM

4. Zona de Autossalvamento

No estudo de rompimento da barragem da PCH Ombreiras o local do limite da ZAS se encontra a 14,94 km de distância da barragem para a pior condição de estudo que é o rompimento com a cheia de 10.000 anos.

Dentro da ZAS existe somente (01) própria Casa de Força da PCH Ombreiras e Barragem UHE Jauru no vale a jusante que poderão ser afetadas pela onda de cheia que resultante da ruptura da barragem. Na Tabela apresenta-se a sua localização e principais características.

BARRAGEM Ombreiras					
Infraestrutura e Edificações na ZAS					
Denominação	Descrição	Coordenada geográfica Latitude	Coordenada geográfica Longitude	Distância do barramento (Km)	Cota DB (m) - TR 10.000 anos
219	Casa de Força Ombreiras	15° 07' 55,03"	52° 43' 48,34"	0,39	377,03
167	Barragem UHE Jauru e Limite ZAS	15°14'11.87"S	58°43'44.74"O	14,94	361,62

BARRAGEM OMBREIRAS			
Infraestrutura e Edificações - DB 10.000			
Zona	Município	Margem Rio	Quantidade Propriedades Atingidas
Autossalvamento	Jauru	Direita	0
	Araputanga	Esquerda	0
	Indiavaí	Esquerda	0
Total ZAS			0
Segurança Secundária	Jauru	Direita	2
	Figueirópolis d'Oeste	Direita	27
	Indiavaí	Esquerda	48
Total ZSS			77
Total ZAS e ZSS			77



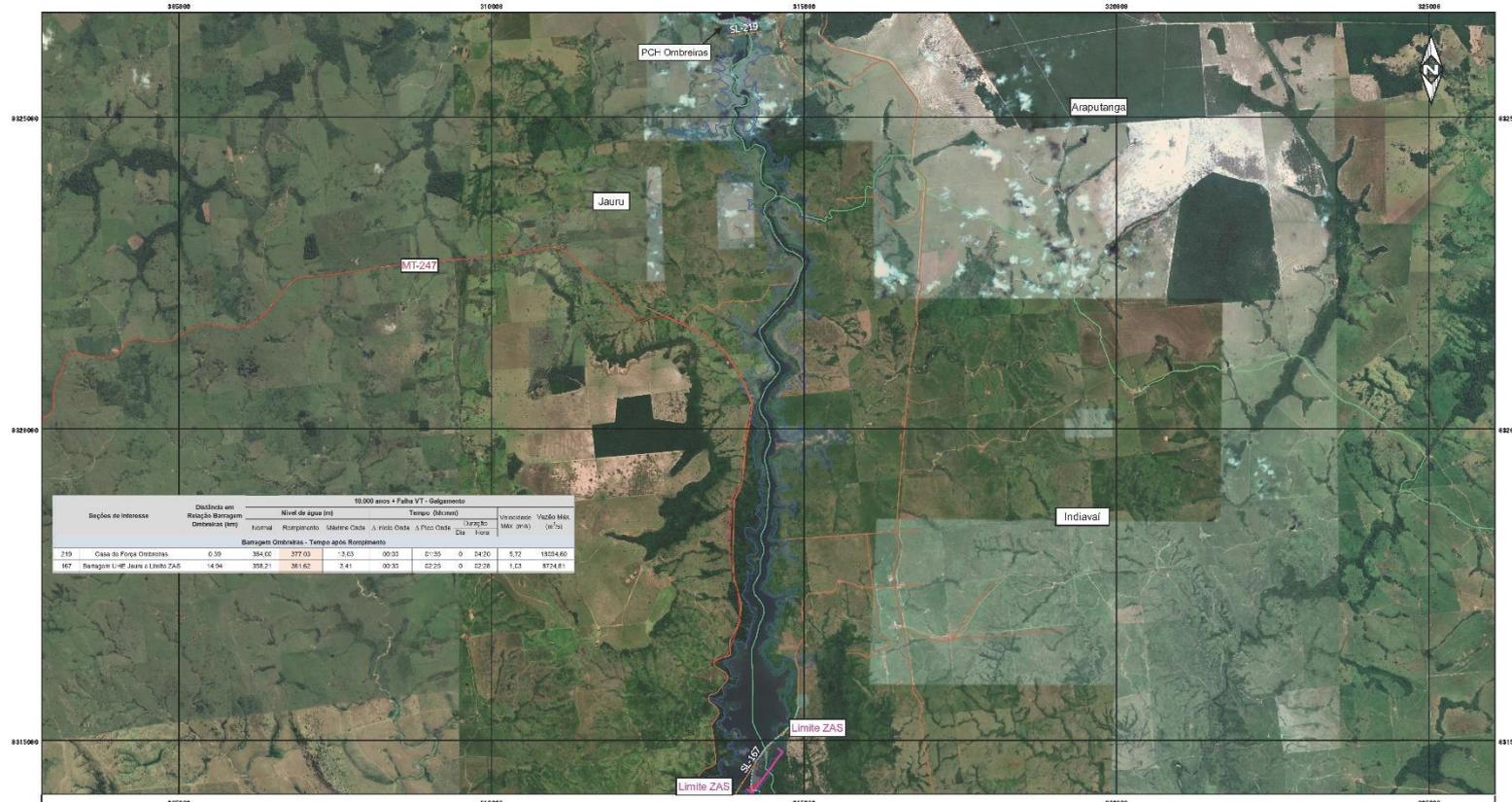
PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS



BRENNAND
energia

6. ESTUDO ROMPIMENTO DA BARRAGEM

4. Zona de Autossalvamento



Seções de Interesse	10.000 anos - Falha V1 - Colapso									
	Distância em relação à Barragem Ombreiras (km)	Nível de água (m)	Tempo (h:min)	Inundação Máx (m)	Veloc. Máx (m/s)	Volume (m³)	Área (ha)	População		
219 Casa de Força Ombreiras	0,39	354,00	377,03	-3,03	00:33	01:35	0	5420	5,92	18204,60
167 Barragem UHE Jauru e Livão ZAS	-4,94	308,21	381,62	3,41	00:33	02:25	0	0228	1,63	8724,81

Legenda:

▲ PCH Ombreiras	— Rodovia Estadual
◆ UHE Jauru	— Estradas Municipais
● Casa de Força UHE Jauru	+ Ponte
● PCH Indiavaí	■ Mapa Rompimento
● Casa de Força PCH Indiavaí	— Seções Interesse
● PCH Salto	● Edificações
● Casa de Força PCH Salto	— Limite ZAS
● PCH Figueirópolis	— Rota de Fuga
● Casa de Força PCH Figueirópolis	■ Ponto de Encontro
— Rodovia Federal	

Cliente:		Elaborado:	
Projeto: Estudo de Rompimento da Barragem PCH Ombreiras		Resp. Técnico: Eng. Henrique Y Vieira CREA/PR: 61.964/D	Projeto: PMP
Título: Zona de Autossalvamento Geral - TR 10.000 anos Natural e Dam Break		Data: Nov/22	Escala: 1:60.000
		Número: OMB-C-ZAS-001-00-22	Prancha: 01/01
		Sirgas 2000 - 21s	Folha: 1/1 (A3)



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

6. ESTUDO ROMPIMENTO DA BARRAGEM

4. Zona de Autossalvamento – Atingidos





BRENNAND
energia

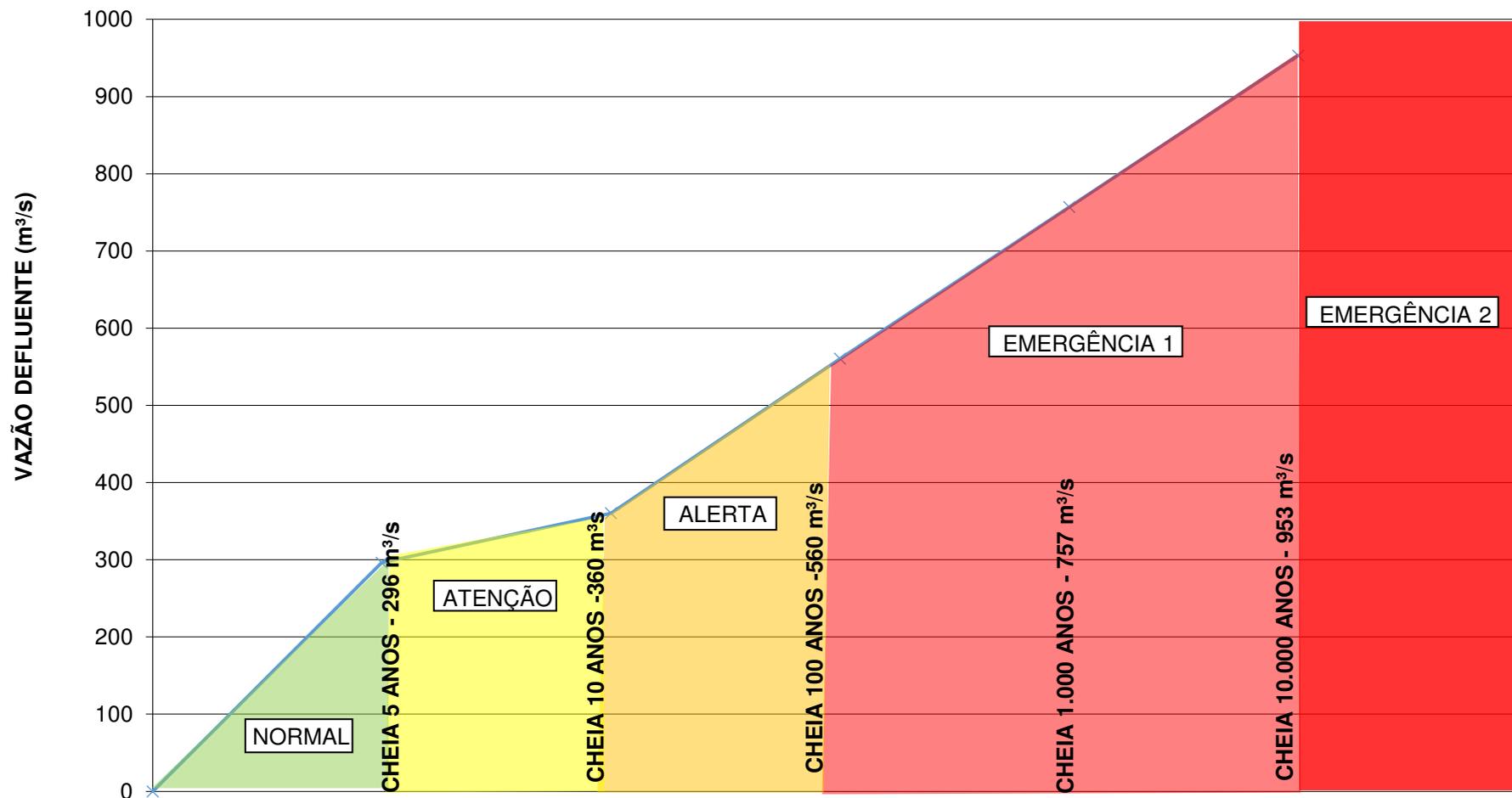
PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

7. NÍVEIS DE SEGURANÇA

7.1 Condição Hidrológica

PCH OMBREIRAS - CURVA REFERENCIAL DA BARRAGEM





BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

7. NÍVEIS DE SEGURANÇA

7.1 Condição Hidrológica e Estrutural

Nível de Segurança	Condições e Situações
Nível Normal (VERDE) a) Operação normal das estruturas de descarga	a) cheia até 296 m³/s (TR até 5 anos) – Realizar o monitoramento das precipitações e vertimento das usinas de montante.
Nível Atenção (AMARELO) a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS	a) cheia de 296 até 360 m³/s (TR entre 5 e 10 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com possibilidade de alagamento em localidades do município.
Nível Alerta (LARANJA) a) Localidades com possibilidade de alagamento na ZAS b) Início Infiltração na Barragem com qualquer condição hidrológica ou problema de operação nas comportas em qualquer condição de cheia	a) cheia de 360 até 560 m³/s (TR entre 10 e 100 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município; b) manutenção imediata para reduzir a infiltração ou no sistema de operação do vertedouro.
Nível Emergência 1 (VERMELHO CLARO) a) Localidades com alagamento municípios de jusante, abrir comportas do vertedouro de modo aumentar capacidade de descarga b) Infiltração sem controle ou nível do reservatório chegando no NA Máx Max com vertedouro sem condições de operação	a) cheia de 560 até 953 m³/s (TR entre 100 e 10.000 anos) – Aviso aos agentes externos da condição de enchente com alagamento em localidades do município; b) Infiltração sem controle com carreamento de material da barragem, abrir vertedouro de maneira a baixar o nível do reservatório ou na eminência do galgamento abrir trincheira na ombreira direita, retirar pessoal das propriedades das seções Casa de Forças.
Nível Emergência 2 (VERMELHO ESCURO) b) Ruptura está prestes a ocorrer, ocorrendo ou acabou de ocorrer com qualquer condição hidrológica.	Rompimento da Barragem com formação da onda de cheia com qualquer condição hidrológica → Retirada dos atingidos de jusante

a) nível de alerta devido as condições hidrológicas;

b) nível de alerta devido as condições de instrumentação, barragem ou sistema de operação do vertedouro.

EMERGÊNCIA 2 – A ruptura do barramento pode ocorrer em qualquer condição hidrológica formação de brecha ou em eventos extremos. O alerta aos órgãos responsáveis deve ser emitido assim que constatada a impossibilidade de reverter o problema possibilitando a retirada de todos os atingidos a jusante do barramento.

IMPORTANTE – A observação em campo de surgências de água na barragem, deve ser imediatamente informado ao supervisor e responsável técnico pelo segurança da barragem. Caso a barragem esteja em risco de colapso o reservatório deve ser rebaixado ao nível mínimo possível através das comportas do vertedouro e das máquinas o que reduz substancialmente o impacto da onda de cheia em um eventual rompimento.



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

7. NÍVEIS DE SEGURANÇA

7.2 Condição Estrutural – Plano de Segurança da Barragem



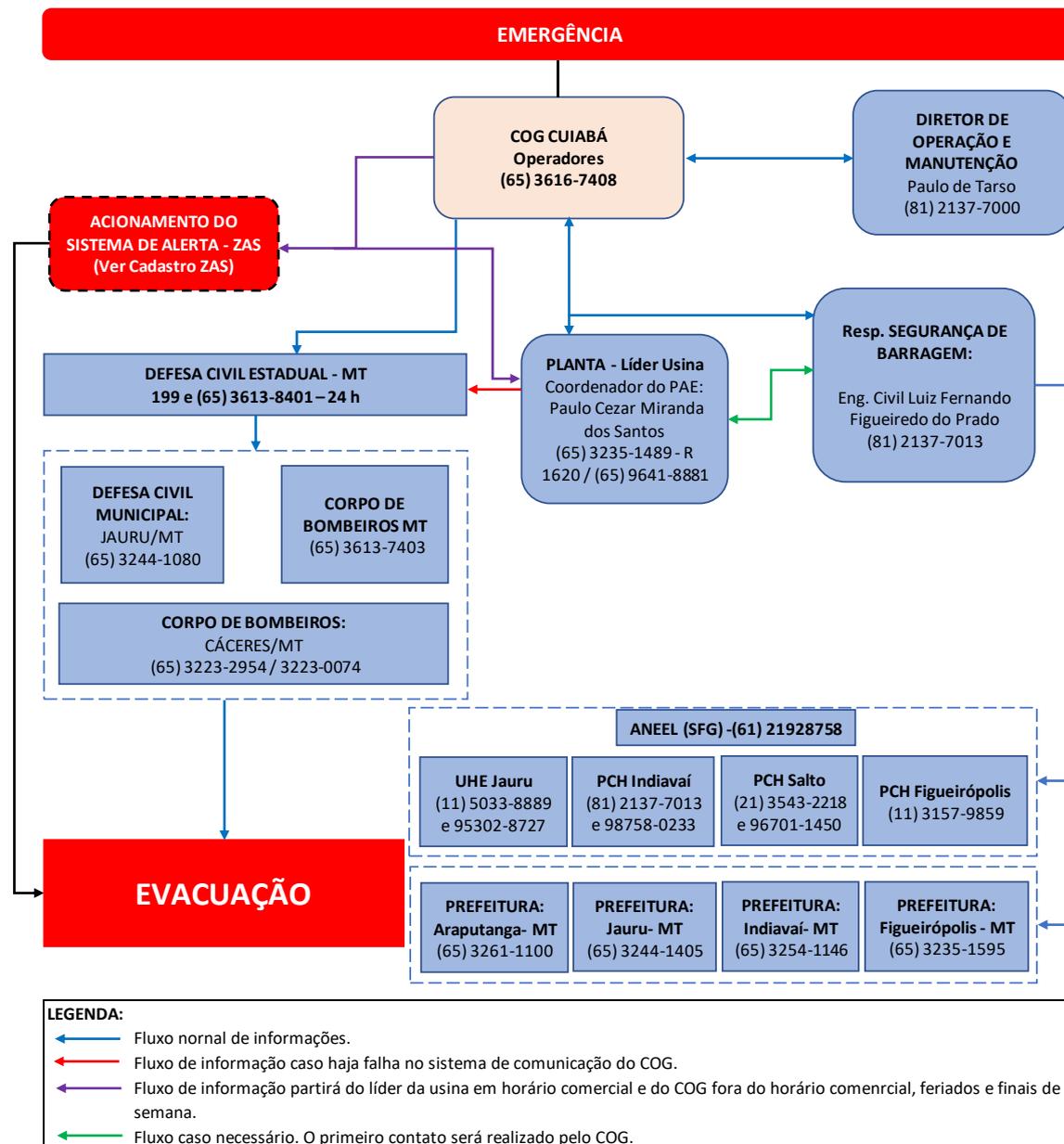


BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

8. FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO





BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

9. PRÓXIMAS ETAPAS

1. PROTOCOLO PAE AGENTES EXTERNOS

Entidade	Nº de cópias (Digital)
Entidade Fiscalizadora (ANEEL)	1
Secretaria De Estado De Defesa Civil Do Estado - MT	1
Corpo De Bombeiros Militar Do Estado – MT	1
Defesa Civil Municipal – Jauru - MT	1
Corpo de Bombeiros – Cáceres - MT	1
Prefeituras envolvidas – Araputanga, Jauru, Indiavaí e Figueirópolis do Oeste - MT	1

1	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
2	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
3	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____
4	Nome: _____ Data: ____/____/____ Empresa / Instituição: _____ Protocolo: _____



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

9. PRÓXIMAS ETAPAS

3. DEFINIÇÃO E IMPLANTAÇÃO ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO - Zona de Autossalvamento – ZAS



Sentido de deslocamento: para direita



Sentido de deslocamento: para esquerda





BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

9. PRÓXIMAS ETAPAS

4. DEFINIÇÃO SISTEMA DE ALERTA COM AGENTES- Zona de Autossalvamento – ZAS

➤ Sistema alerta principal por SMS para os telefones cadastrados na ZAS;



➤ Sistema secundário com carro de som no trecho ZAS;



➤ Sistema terciário a partir de anúncio em rádio FM da região.



OBRIGADO!

Patrícia Becker - Engenheira Civil

E-mail: patricia@prosenge.com

Telefone: (48) 3206-8509 e 98407-2613

www.prosenge.com

Rua Lauro Linhares 2123 sala 204 Bloco B, Trindade Shopping - Florianópolis SC - Cep:
88036-003

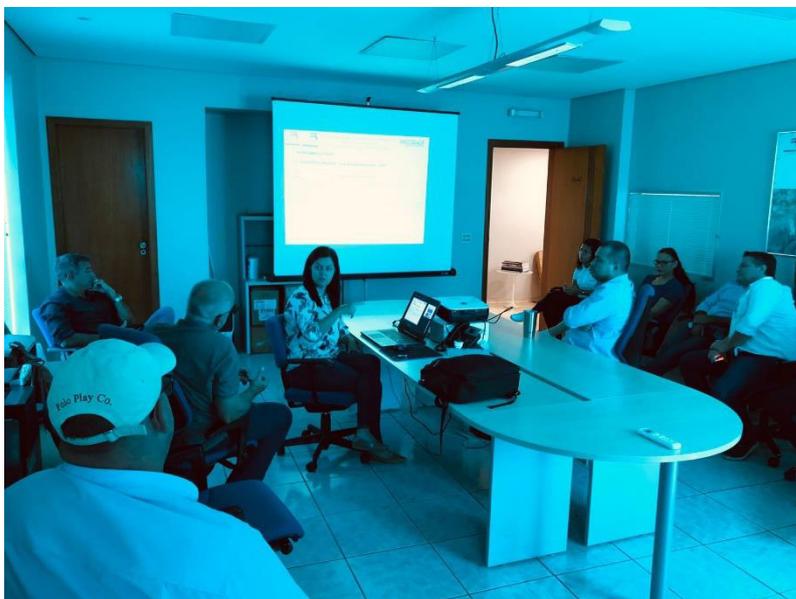


BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

Treinamento Equipe Interna Segurança da Barragem - COG

PROSENCE
projetos e engenharia



APRESENTAÇÃO – SEGURANÇA DE BARRAGENS – UHE JUBA I, PCHs GRAÇA BRENNAND, PAMPEANA, OMBREIRAS E UNAÍ BAIXO

PLANO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - COG

MUNICÍPIO	DATA
Cuiabá - MT	02/02/2023

LISTA DE PRESEÇA: EQUIPE INTERNA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

NR	NOME	CARGO/FUNÇÃO	EMPRESA/ENTIDADE	ASSINATURA
1	Renato G. Noqueira	Engenheiro Ambiental	BRENNAND	[Assinatura]
2	Fabio Luis de A. Dias	Operador COG	Brennand Energia	[Assinatura]
3	Renato G. Noqueira	Eng. Pontesista	Brennand Energia	[Assinatura]
4	Elizabeth Bussan	Operador COG	BRENNAND	[Assinatura]
5	Rodrigo P. Melo	Operador COG	Brennand	[Assinatura]
6	ALTAMIR NATALI	II	II	[Assinatura]
7	Alessandro Galvino	Coordenador	Brennand	[Assinatura]
8	Antonio J. Marinho	Operador COG	II	[Assinatura]
9	Wanderlândia de A. M.	Operador COG	BRENNAND	[Assinatura]
10	MARLON ALVARO	Operador SISTEMA	BRENNAND	[Assinatura]
11	João Paulo Miranda	Engenheiro Eletricista	Brennand	[Assinatura]
12	Diego O. dos Santos	Supervisor Aprendiz	Brennand	[Assinatura]
13	Luiz de S. Silva	Operador COG	Brennand	[Assinatura]
14	Manoel S. Junior	Operador COG	Brennand	[Assinatura]
15	Fabio C. Souza	Gerente Logística	Brennand	[Assinatura]
16				
17				
18				
19				

Patricia Becker
Coordenador Segurança da Barragem
Eng. Civil Patricia Becker
Crea SC: S1 057323-9

PROSENCE
projetos e engenharia



BRENNAND
energia

PCH OMBREIRAS PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIAS

PROSENCE
projetos e engenharia

Treinamento Equipe Interna Segurança da Barragem – Equipe Usina



BRENNAND
energia

APRESENTAÇÃO – SEGURANÇA DE BARRAGENS – PCH OMBREIRAS

PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM E PLANO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA	
PCH OMBREIRAS	
MUNICÍPIO	DATA
Anaputanga - MT	31/01/2023
LISTA DE PRESEÇA: EQUIPE INTERNA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM	

NR	NOME	CARGO/FUNÇÃO	EMPRESA/ENTIDADE	ASSINATURA
1	Natalino F. Medeiros	Eng. Sênior Usina	Brennand	Natalino
2	Juanes	MECÂNICO	BRENNAND	Juanes
3	Silvio Miguel	Eng. Instalação II	Brennand	Silvio
4	Helio Mafiano	Eng. Instalação	BRENNAND	Helio
5	Emy Souza	Eng. Instalação II	BRENNAND	Emy
6	Valtair Juarez	Serviço gerais	ASC	Valtair
7	Tony R. de S. M.	Serviço gerais	ASC	Tony
8	Equiel S. dos Reis	Serviço gerais	ASC	Equiel
9	Paulo Cesar M. Santos	Ger. OSM	Brennand	Paulo
10	Ailton Eusebio Brito	ELETRICISTA	BRENNAND	Ailton
11	Adriano A. Souza	MECÂNICO	Brennand	Adriano
12	Paulo Cesar M. Santos	Ger. OSM	Brennand	Paulo
13	Keagy Zanana Romão			Keagy
14	João B. Lopes Correia	visitante	AS B.	João
15	Uslmir B. De Souza	ADMINISTRATIVO	BRENNAND	Uslmir
16				
17				
18				
19				
20				

Patrícia Becker
Coordenador Segurança da Barragem
Eng. Civil Patrícia Becker
Crea SC: S1 057323-9

PROSENCE
projetos e engenharia

ANEXO X – FORMULÁRIOS

DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA URGENTE

Situação: _____

Empreendedor: _____

Barragem: _____

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

_____.

_____ (local) _____, de _____ de _____.

(Nome e assinatura)

(cargo e RG)

DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA URGENTE

SITUAÇÃO: _____

Empreendedor: _____

BARRAGEM: _____

Eu, _____ (nome e cargo)

_____, na condição de coordenador do PAE da Barragem _____ e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Encerramento da Emergência, na Situação de _____

_____, a partir das horas e minutos do dia ____/____/_____, em função da recuperação das condições adequadas de Segurança da Barragem e eliminação do Risco de Ruptura.

OBS:

_____.

_____ (local) _____, _____ de _____ de _____.

(Nome e assinatura)

(cargo e RG)

MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

Mensagem resultante da aplicação do *Plano de Ação de Emergência - PAE* da

Barragem _____ em ____/____/____.

Município: _____ Rio: _____ Bacia Hidrográfica _____

A partir das ____:____h de ____/____/____, está sendo ativado o nível de resposta:

Azul - Normal Verde - Atenção Amarelo – Alerta Emergência -Vermelho

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente:

Empreendedor:

Entidade Fiscalizadora: Agência Nacional de Energia Elétrica

SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL DO ESTADO - MT

SECRETARIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL E CORPO DE BOMBEIROS – JAURU E
CÁCERES-MT

Barragens a montante: PCH Antônio Brennand

Barragens a jusante: UHE Jauru e PCHs Indiavaí, Salto e Figueirópolis

Descrição da situação (causas, evolução)

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

ANEXO XI – ART



1. Responsável Técnico

HENRIQUE YABRUDI VIEIRA

Título Profissional: Engenheiro Civil

RNP: 1701406276

Registro: 057323-9-SC

Empresa Contratada: PROSENGE PROJETOS E ENGENHARIA LTDA

Registro: 133378-1-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: Ombreiras Energética S/A

Endereço: Estrada de Farinópolis

Complemento: km 85

Cidade: ARAPUTANGA

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 62.650,00

Contrato: Celebrado em:

Honorários:

Vinculado à ART:

Ação Institucional:

Tipo de Contratante:

CPF/CNPJ: 04.760.363/0002-67

Nº: s/n

Bairro: Zona Rural

UF: MT

CEP: 78260-000

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Ombreiras Energética S/A

Endereço: Estrada Farinópolis

Complemento: km 85

Cidade: ARAPUTANGA

Data de Início: 01/04/2022

Data de Término: 16/12/2022

Finalidade:

Bairro: Zona Rural

UF: MT

Coordenadas Geográficas: -15.130453

-58.73052

CPF/CNPJ: 04.760.363/0002-67

Nº: s/n

CEP: 78260-000

Código:

4. Atividade Técnica

Inspeção	Análise	Desenvolvimento	Parecer
Segurança de Barragem Regular			
	Dimensão do Trabalho:	44,50	Metro(s)
Avaliação	Elaboração	Desenvolvimento	Detalhamento
Plano de Segurança de Barragem			
	Dimensão do Trabalho:	100,00	Hora(s)
Avaliação	Elaboração	Dimensionamento	Detalhamento
Plano de Ação de Emergencial - PAE para Barragem			
	Dimensão do Trabalho:	150,00	Hora(s)
Avaliação	Elaboração	Desenvolvimento	Parecer
Revisão Periódica de Segurança de Barragem			
	Dimensão do Trabalho:	150,00	Hora(s)

5. Observações

Serviço Consultoria desenvolvido em escritório Prosenge-Revisão Periódica de Segurança (ISR, RPS, PSB e PAE) PCH Ombreiras 26 MW rio Jauru-MT das Estruturas civis e Barragem terra/enrocamento 44,5m.

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

- . A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
- Situação do pagamento da taxa da ART em 07/12/2022: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 233,94 | Data Vencimento: 19/12/2022 | Registrada em:
- Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
- . A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
- . A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- . Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 07 de Dezembro de 2022

HENRIQUE YABRUDI VIEIRA

881.719.819-68

Contratante: Ombreiras Energética S/A

04.760.363/0002-67





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-RJ

**ART de Obra ou Serviço
2020220318995**

INICIAL

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro

1. Responsável Técnico

RONALDO ADRIANO CORREA

Título profissional:
ENGENHEIRO CIVIL

RNP: **2005832472**

Registro: **1995121664**

Empresa contratada:
GEODINAMICA ENGENHARIA LTDA

Registro: **2012200519**

2. Dados do contrato

Contratante: **OMBREIRAS ENERGÉTICA S/A**

CPF/CNPJ: **04760363000267**

RUA DE FARINÓPOLIS

Complemento: -

Bairro: **ZONA RURAL**

Nº: **SEM Nº**

Cidade: **ARAPUTANGA**

UF: **MT**

CEP: **78260000**

Contrato: **GD-PC-343-BND-RPS-20** Celebrado em: **01/08/2022** Tipo de Contratante: **PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO**

Valor do Contrato: **R\$ 21.549,71**

3. Dados da Obra/Serviço

RUA DE FARINÓPOLIS

Complemento: -

Bairro: **ZONA RURAL**

Nº: **SEM Nº**

Cidade: **ARAPUTANGA**

UF: **MT**

CEP: **78260000**

Data de Início: **15/08/2022** Previsão de término: **15/03/2023**

Finalidade: **INFRAESTRUTURA**

Proprietário: **OMBREIRAS ENERGÉTICA S/A**

CPF/CNPJ: **04760363000267**

4. Atividade técnica

12 CONSULTORIA
24 ESTUDO
73 OUTROS
15 BARRAGEM

Quantidade Unidade Pavimento
1,00 un -

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ESTUDOS GEOTÉCNICOS DA REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA (RELATÓRIO RPS 2022, PSB E PAE) DA PCH OMBREIRAS, POTÊNCIA INSTALADA DE 26,0 MW NO RIO JAURU - MT E ALT. MÁX. DA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO H=44,50 M.

6. Declarações

Cláusula compromissória: qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-RJ, nos termos do respectivo regulamento por arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.
Acessibilidade: Declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, as atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

RIO DE JANEIRO, 30 de DEZEMBRO de 2022

Ronaldo Adriano Correa

RONALDO ADRIANO CORREA - 05165280764

OMBREIRAS ENERGÉTICA S/A - 04760363000267

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea-RJ: www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade.

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.crea-rj.org.br
Tel: (21) 2179-2007

atendimento@crea-rj.org.br
Rua Buenos Aires, 40 - Rio de Janeiro - RJ





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-RJ

**ART de Obra ou Serviço
2020220318995**

INICIAL

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro

1. Responsável Técnico

RONALDO ADRIANO CORREA

Título profissional:
ENGENHEIRO CIVIL

RNP: **2005832472**

Registro: **1995121664**

Empresa contratada:
GEODINAMICA ENGENHARIA LTDA

Registro: **2012200519**

2. Dados do contrato

Contratante: **OMBREIRAS ENERGÉTICA S/A**

CPF/CNPJ: **04760363000267**

RUA DE FARINÓPOLIS

Complemento: -

Bairro: **ZONA RURAL**

Nº: **SEM Nº**

Cidade: **ARAPUTANGA**

UF: **MT**

CEP: **78260000**

Contrato: **GD-PC-343-BND-RPS-20** Celebrado em: **01/08/2022** Tipo de Contratante: **PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO**

Valor do Contrato: **R\$ 21.549,71**

3. Dados da Obra/Serviço

RUA DE FARINÓPOLIS

Complemento: -

Bairro: **ZONA RURAL**

Nº: **SEM Nº**

Cidade: **ARAPUTANGA**

UF: **MT**

CEP: **78260000**

Data de Início: **15/08/2022** Previsão de término: **15/03/2023**

Finalidade: **INFRAESTRUTURA**

Proprietário: **OMBREIRAS ENERGÉTICA S/A**

CPF/CNPJ: **04760363000267**

4. Atividade técnica

12 CONSULTORIA
24 ESTUDO
73 OUTROS
15 BARRAGEM

Quantidade	Unidade	Pavimento
1,00	un	-

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ESTUDOS GEOTÉCNICOS DA REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA (RELATÓRIO RPS 2022, PSB E PAE) DA PCH OMBREIRAS, POTÊNCIA INSTALADA DE 26,0 MW NO RIO JAURU - MT E ALT. MÁX. DA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO H=44,50 M.

6. Declarações

Cláusula compromissória: qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-RJ, nos termos do respectivo regulamento por arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.
Acessibilidade: Declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, as atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

RIO DE JANEIRO, 30 de DEZEMBRO de 2022

Ronaldo Adriano Correa

RONALDO ADRIANO CORREA - 05165280764

OMBREIRAS ENERGÉTICA S/A - 04760363000267

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea-RJ: www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade.

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.crea-rj.org.br
Tel: (21) 2179-2007

atendimento@crea-rj.org.br
Rua Buenos Aires, 40 - Rio de Janeiro - RJ

