





SET/25	01	AJUSTE NOTA 16 E CORREÇÃO COMPRIMENTO CONDUTO E CANAL	CZ	
MAR/25	00	EMISSÃO INICIAL	KX	
DATA	REV.	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB	
PROJETO PCH SÃO TADEU I				
TÍTULO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE)				
ELAB. Karine Cristine Teixeira Xavier Eng. Sanitarista e Ambiental – CREA 074886-7 Consultoria em Meio Ambiente e Recursos Hídricos www.karinexavier.com.br contato@karinexavier.com.br (48) 99905-0607				
DATA	FOLHA	de		Nº DOCUMENTO
SETEMBRO/2025	1	70	2024-12-PCHST-RT-0002-	01

SUMÁRIO

Sumário	2
Lista de figuras	4
Lista de tabelas	5
1. Apresentação	6
2. Introdução	7
3. Objetivo do PAE	9
4. Identificação e contatos do empreendedor, do coordenador do PAE e das entidades constantes do fluxograma de notificação	10
5. Descrição da barragem e estruturas associadas	11
5.1. Localização.....	12
5.2. Acesso à barragem	13
5.3. Caracterização da Usina	14
5.3.1. Hidrologia	17
5.3.2. Vertedouro	21
5.3.3. Reservatório	22
5.3.4. Circuito de Geração	23
5.3.5. Instrumentação	25
5.3.6. Ficha Técnica – Projeto Básico ⁸	27
5.4. Recursos materiais e logísticos na barragem	30
5.4.1. Sistemas de iluminação e alimentação de energia.....	30
5.4.2. Sala de Emergência.....	30
5.4.3. Recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência.....	31
6. DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA	32
6.1. Principais Categorias de Atividades de Monitoramento e Controle.....	32
6.1.1. Monitoramento das Estruturas do Aproveitamento	32
6.1.2. Monitoramento da Estabilidade das Margens	33
6.1.3. Monitoramento Hidrometeorológico e Previsão de Afluências.....	33
6.1.4. Controle Hidráulico e Monitoramento Operacional.....	33
6.1.5. Inspeção e registro de dados monitorados, garantindo a conformidade com os valores limites dos parâmetros de segurança.	33
6.1.6. Outras Atividades de Observação.....	33

6.1.7.	Escala de Situações das Estruturas Civas do Aproveitamento	33
6.2.	Classificação das situações	35
6.2.1.	Caracterização dos níveis de segurança e risco de ruptura para o reservatório	43
6.2.2.	Caracterização dos níveis de segurança dos instrumentos de auscultação	45
6.3.	Ações esperadas	47
7.	Procedimentos de notificação e sistema de alerta	52
7.1.	Notificação.....	52
7.2.	Sistema de Alerta.....	52
7.3.	Fluxograma de Notificação	52
8.	Responsabilidades gerais no PAE	55
8.1.	Responsabilidades do empreendedor.....	55
8.2.	Responsabilidades do Coordenador do PAE	56
8.3.	Responsabilidades e organização da equipe técnica	57
8.4.	Entidades Fiscalizadoras	58
8.5.	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC)	58
9.	Síntese do estudo de Inundação e mapa de Inundação	60
9.1.	Metodologia	60
9.2.	Caracterização da Barragem	60
9.3.	Definição de Cenários de Rompimento.....	61
9.4.	Modelagem e Propagação da Onda de Inundação	61
9.5.	Vale a jusante e identificação de pontos vulneráveis	61
10.	Recomendações	64
11.	Anexos	65
11.1.	Formulários direcionados para o PAE	65
11.1.1.	Formulários Tipo - Declaração de Início de Emergência.....	65
11.1.2.	Formulários Tipo - Declaração de Encerramento de Emergência	66
11.1.1.	Formulários Tipo - Notificação	67
11.2.	Anotação de Responsabilidade Técnica ART.....	68
11.3.	Plano de Respostas a Emergências	69
11.4.	Estudo de Rompimento da Barragem São Tadeu I	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da PCH São Tadeu I.	13
Figura 2. Acesso à PCH São Tadeu I a partir de Cuiabá.	14
Figura 3. Arranjo geral da PCH São Tadeu I.	15
Figura 4. Fotografias da barragem, em sentido horário: crista, talude de jusante, enrocamento de montante e talude de jusante.	16
Figura 5. Fotografias da casa de força e condutos forçados. ¹¹	16
Figura 6. Imagens do sistema de câmeras da PCH São Tadeu I.	17
Figura 7. Mapa da bacia hidrográfica da PCH São Tadeu I.	18
Figura 8. Precipitação média mensal - estação pluviométrica Cuiabá (1556002).	18
Figura 9. Hidrogramas por tempo de retorno - PCH São Tadeu I.	20
Figura 10. Vazões médias mensais - estação fluviométrica PCH São Tadeu I Jusante (66260110).	20
Figura 11. Fotografias do vertedouro e canal de restituição. ¹¹	21
Figura 12. Curva de descarga do vertedouro verificada na RPS 2024 – Barragem São Tadeu I. ³ 22	
Figura 13. Fotografias da tomada d’água e do conduto forçado. ¹¹	24
Figura 14. Fotografias da casa de força e do canal de fuga. ¹¹	24
Figura 15. Tela de monitoramento dos níveis do reservatório de São Tadeu I e registro de chuva (PCH SÃO TADEU I BARRAMENTO - 66260050).	25
Figura 16. Tela de monitoramento dos níveis, vazões e chuva da estação fluviométrica imediatamente a jusante da casa de força (PCH SÃO TADEU I JUSANTE - 66260110).	26
Figura 17. Fluxograma de Procedimentos para Definição da Situação do Aproveitamento.	34
Figura 18. Curva de Referência para Operação do Reservatório de São Tadeu I	44
Figura 19. Fluxograma de notificação.	54
Figura 20. Organograma da São Tadeu Energética S/A.	55
Figura 21. Ações a implementar pelo Coordenador do PAE.	57
Figura 22. Organização esquemática do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.	59
Figura 23. Mapa da mancha de inundação (cenário galgamento) e acessos à barragem e casa de força.	62
Figura 24. Benfeitorias potencialmente atingidas pela mancha de inundação.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tempos de recorrência para chuva de duração de 1 dia na estação pluviométrica Cuiabá (1556002).	19
Tabela 2 - Estações fluviométricas selecionadas.	19
Tabela 3. Vazões máximas médias diárias e picos instantâneos – PCH São Tadeu I (RPS 2024). 19	
Tabela 4. Resumo dos resultados do estudo de amortecimento das cheias milenar e decamilenar – RPS 2024.	22
Tabela 5. Níveis característicos do reservatório.	23
Tabela 6. Cota x Área x Volume. ¹³	23
Tabela 7. Variáveis hidrológicas monitoradas.....	25
Tabela 8. Relação dos recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência.	31
Tabela 9. Caracterização dos níveis de segurança do reservatório de São Tadeu I.....	43
Tabela 10. Valores de Atenção e Alerta para Piezômetros “Standipipe”. ¹⁸	45
Tabela 11. Valores de Carga Piezométrica Normal e Máxima. ¹⁸	46
Tabela 12. Caracterização dos níveis de segurança das leituras dos piezômetros da PCH São Tadeu I.....	46

1. Apresentação

Este Relatório tem por objetivo apresentar o Plano de Ação de Emergência – PAE da PCH São Tadeu I, em atendimento à Resolução Normativa Aneel Nº 1.064, de 2 de maio de 2023, que estabelece em seu Art. 13:

“O Plano de Ação de Emergência – PAE é parte integrante do Plano de Segurança e estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem, em caso de situação de emergência, bem como identificará as entidades a serem notificadas dessa ocorrência.”

Cabe ressaltar que esta é a primeira versão do Plano de Ação de Emergência (PAE) da PCH São Tadeu I. Após a realização do estudo de rompimento da barragem¹, houve a reclassificação do Dano Potencial Associado (DPA), que passou a ser considerado alto. Em decorrência dessa reclassificação, a elaboração do PAE tornou-se obrigatória².

Ainda no contexto da Revisão Periódica de Segurança de Barragem foi elaborado a revisão dos estudos hidrológicos para verificação condições de segurança hidráulica para o reservatório.³

A elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE) seguiu as orientações:

- » Lei nº 12.334/2010 – Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, atualizada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020.
- » Resolução nº 1064/2023 da ANEEL – Estabelece critérios e ações de segurança de barragens associadas a usinas hidrelétricas fiscalizadas pela ANEEL.
- » Normas Técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – Aplicáveis à segurança de barragens e gestão de riscos.
- » Manual de Segurança de Barragens da ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) – Diretrizes para a elaboração do PAE e planos de contingência.
- » Guia ABRAGE. Boas Práticas para Implantação do Plano de Ação de Emergência (PAE) em Barragens de Usinas Hidrelétricas. V1. Agosto de 2024. Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica -ABRAGE.
- » Demais normativas e boas práticas do setor – Referências técnicas complementares adotadas para garantir a efetividade do plano.

¹ Relatório “PCH São Tadeu I. ESTUDO DE ROMPIMENTO (DAM BREAK). Nº 2024-11-PCHST-RT-0001 revisão 0. Junho/2024”.

² § 1º do Art. 13 da Resolução Normativa Aneel Nº 1.064, de 2 de maio de 2023.

³ Relatório “PCH São Tadeu I. REVISÃO DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS. Nº 2024-12-PCHST-RT-0001 revisão 0. Dezembro/2024”.

2.Introdução

O PAE da barragem São Tadeu I está dividido nos cinco seguintes capítulos:

- Apresenta informações gerais sobre o PAE e a caracterização da barragem (item 4 e 5)
- Definição dos critérios para identificação de anomalias ou de condições potenciais de ruptura da barragem, bem como os procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência (item 6)
- Apresentação dos procedimentos de notificação e o sistema de alerta necessários para notificar as entidades intervenientes na gestão de emergências e desencadear o aviso às populações (item 7)
- Inclui a definição da cadeia de decisão e a identificação dos principais intervenientes no processo de gestão da emergência (item 8)
- Caracteriza a cheia induzida pela ruptura da barragem, incluindo os mapas de inundação e o correspondente zoneamento de risco no vale a jusante (item 9).

O PAE contém ainda o Anexo Formulários direcionados para o PAE (item 11.1).

O presente PAE da barragem São Tadeu I deverá ser atualizado anualmente, sendo incluídas as novas informações, e com remoção dos dados tornados desatualizados e/ou incorretos. O Quadro 1 apresenta o controle de atualizações (versões) do PAE da barragem São Tadeu I.

Após as atualizações deverão ser redistribuídas as cópias do PAE para todas as pessoas que participem do PAE e/ou tenham em seu poder uma cópia para uso. O Quadro 2 apresenta a lista das entidades distribuídas cópias do PAE.

**Quadro 1. Controle de atualização do PAE – barragem.
PAE da Barragem São Tadeu I**

Controle de Atualizações				
Controle de Atualizações	Data	Descrição	Elaboração	Aprovado
Versão 1	Março/2025	Emissão Inicial	KX / CZ	

**Quadro 2. Lista das entidades distribuídas cópias do PAE.
Lista das entidades distribuídas cópias do PAE**

Entidade	Versão	Data
ANEEL		
Comissão Municipal de Defesa Civil do Município de Santo Antônio de Leverger (COMDEC)		
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Mato Grosso (CEDEC)		
Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Leverger		

3. Objetivo do PAE

O PAE é um documento formal, onde estão estabelecidas as ações a serem executadas pelo empreendedor em caso de situação de emergência, bem como identificados os agentes a serem notificados dessa ocorrência (Art. 12 da Lei nº 12.334/2010). Os objetivos específicos do PAE são:

- Identificação e análise das possíveis situações de emergência;
- Procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da barragem;
- Procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação;
- Estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência (art. 12 da lei 12.334/2010).
- Definição da 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.⁴

⁴ A menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância que corresponda ao tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos.

4. Identificação e contatos do empreendedor, do coordenador do PAE e das entidades constantes do fluxograma de notificação

Os contatos para notificação de entidades com responsabilidades instituídas, em particular do Empreendedor, do Coordenador do PAE, do Sistema de Defesa Civil são apresentados no Quadro 3 e no Fluxograma de Notificação que consta da Figura 19 (item 7 - Procedimentos de notificação e sistema de alerta). Não há barragens a montante e a jusante da PCH São Tadeu I.

Quadro 3. Lista de contatos do PAE.

Lista de contatos do PAE

Empreendedor:	Nome: São Tadeu Energética S/A Contato: (65) 99289-2006
Coordenador do PAE:	Nome: Luciano de Souza Vanin Contato: (65) 99289-2006
Substituto do Coordenador do PAE:	Nome: Juliano Arminio Lippert Contato: (65) 98114-1521
Entidade Fiscalizadora	ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica Contato: (61) 2192-8600
Autoridades e Sistema de Defesa Civil:	COMDEC - Comissão Municipal de Defesa Civil do Município de Santo Antônio de Leverger Contato: (65) 3341-1346
	Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Leverger Contato: (65) 3341-1346
	CEDEC - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Mato Grosso Contato: (65) 3613- 4469
	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD Contato: 0800-644-0199
Outras Agências	INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Contato: (12) 3208-6000
	CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais Contato: (12) 3205-0200 / 0201
	INMET - Instituto Nacional de Meteorologia Contato: (61) 2102-4887 / 4897

A implementação eficaz de um PAE exige que os documentos-base sejam controlados, com a distribuição de cópias restringidas às entidades com responsabilidades instituídas, garantindo o conhecimento e a utilização de planos sempre atualizados. Assim, deve estar identificada a relação das entidades que receberam cópia do PAE (Quadro 2).

5. Descrição da barragem e estruturas associadas

A seguir são apresentadas as informações gerais da barragem. No Quadro 4 consta as Informações cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB com algumas atualizações indicadas.

Quadro 4. Informações cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB⁵.

Informações	SNISB
Código_SNISB	4594
Nome_da_Barragem	PCH São Tadeu I - São Tadeu I
Nome_Secundário	
Uso_Principal	Hidroelétrica
UF	MT
Município	SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER
Categoria_de_Risco	Baixo
Dano_Potencial_Associado	Alto ⁶
Nome_do_Empreendedor	São Tadeu Energética S.A
Tipo_Empreendedor	Empresas em Geral - Privado
Órgão_Fiscalizador	Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL
Código_Barragem_Fiscalizador	2532
Regulada_pela_PNSB	Sim
Número_da_Autorização	700
Possui_PAE	Em elaboração ⁶
Possui_Plano_de_Segurança	Sim
Possui_Revisão_Perió dica	Em elaboração ⁶
Data_da_Última_Fiscalização	
Barragem_Autuada	Não
Altura_Fundação_m	27,00000
Altura_Terreno_m	27,00000
Capacidade_hm ³	3,66000
Comprimento_Coroamento_m	211,16000
Area_do_Reservatorio_ha	
Tipo_de_Material	Terra-enrocamento
Uso_Complementar	
Classe	
Classe_de_Resíduo	
Curso_Dágua_Barrado	896556

⁵ Disponível em < <https://www.snisb.gov.br/portal-snisb/consultar-barragem> >. Acesso em janeiro/2025.

⁶ Informação atualizada neste PAE (versão de março/2025).

Informações	SNISB
Nome_Curso_dágua	Córrego Aricá
Região_Hidrográfica	Região Hidrográfica do PARAGUAI
Unidade_de_Gestão	CBH da Margem Esquerda do Rio Cuiabá
Domínio	
Data_da_Última_Inspeção	
Tipo_da_Última_Inspeção	
Nível_de_Perigo_Global	
Possui_Eclusa	
Fase_da_Vida	Operação
Fase_da_Vida_Data_Inicio	24-DEC-10
Latitude	-15,75330
Longitude	-55,54560
Compleitude	boa

Para caracterização geral da PCH São Tadeu I foram utilizados os documentos disponibilizados pela Sensatto Energia:

- » Relatórios⁷ e Desenhos do Projeto Executivo
- » Projeto Básico Consolidado
- » Projeto Básico da PCH São Tadeu I⁸
- » Outras referências indicadas no texto.

5.1. LOCALIZAÇÃO

O aproveitamento hidrelétrico São Tadeu I fica localizado no rio Aricá-Mirim, afluente pela margem esquerda do rio Cuiabá, sub-bacia 66, bacia hidrográfica do alto Paraguai, nas coordenadas 15º 45' 12,38" S e 55º 32' 44,56" W, no município de Santo Antônio do Leverger, no Estado de Mato Grosso.

A PCH São Tadeu I tem sua casa de força situada no km 64,4 do rio, sendo o acesso feito a partir de Cuiabá pela rodovia BR-364, em direção à cidade de Rondonópolis, por aproximadamente 60 km. Entra-se à esquerda na altura da Escola Maria Muller, no início da subida da Serra de São Vicente, e segue-se por cerca de 15 km, até a sede da Fazenda São Tadeu, em estrada de terra, totalizando um percurso de aproximadamente 75 km de distância de Cuiabá. A Figura 1 apresenta a localização da PCH São Tadeu I.

⁷ Projeto Executivo da PCH São Tadeu I. Relatório Técnico de Consolidação do Projeto Básico – Avaliação das Alternativas de Arranjo. Nº 010402-427RT-A001 Revisão 01. Março de 2003. Elaborado pela empresa LARROSA & SANTOS.

⁸ Projeto Básico da PCH São Tadeu I. Nº 010401-310RT-0001 Revisão 00. Outubro de 2002. Elaborado pela empresa LARROSA & SANTOS.

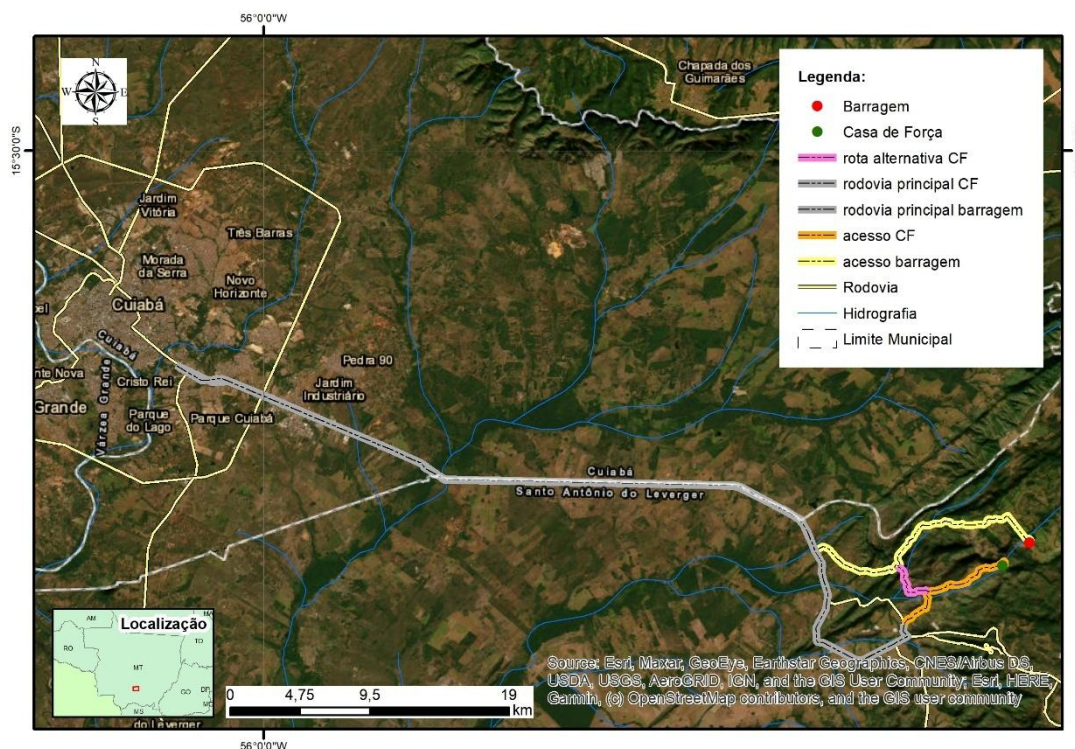


Figura 2. Acesso à PCH São Tadeu I a partir de Cuiabá.

5.3. CARACTERIZAÇÃO DA USINA

A PCH São Tadeu I se constitui em um conjunto de obras, localizado no km 67,3 do rio Arica-Mirim. Possui barragem de terra, situada sobre a calha natural do rio, com cerca de 28 m de altura máxima e aproximadamente de 200 m de comprimento, com crista na elevação 424,00 m (Figura 4). A casa de força fica localizada no km 64,4 do rio, sendo a adução das vazões às turbinas, feita por túnel escavado em rocha de, aproximadamente, 2.500 metros de extensão. Conduto forçados em aço (Figura 5), conectam o túnel à casa de força com 2 unidades geradoras e uma subestação elevadora⁹. A Figura 3 apresenta o arranjo geral da PCH São Tadeu I.

⁹ PCH São Tadeu I. Projeto Executivo. Relatório Técnico de Consolidação do Projeto Básico. Avaliação das Alternativas de Arranjo. Nº 010402-427RT-A001 Revisão 01 - janeiro/2005. Elaborado pela empresa Larrosa & Santos.

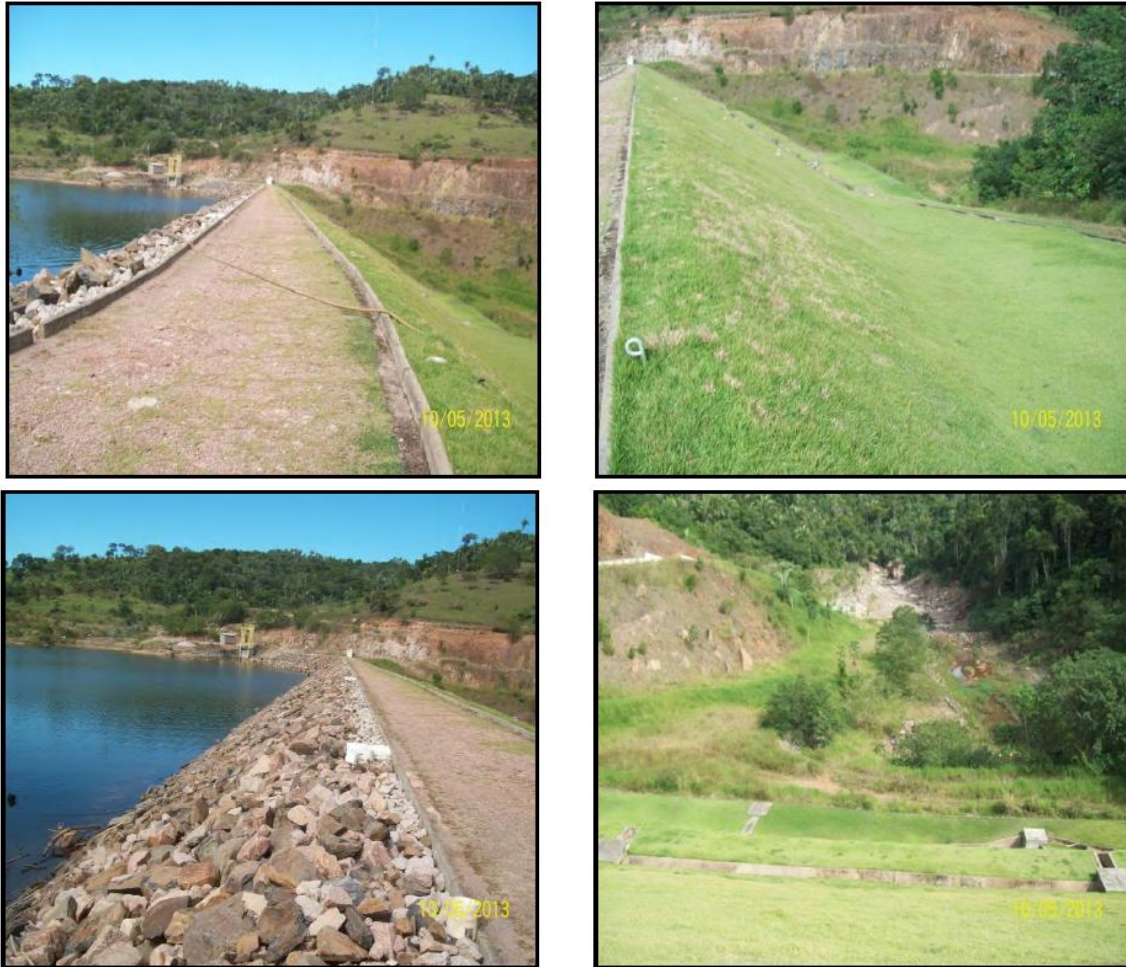


Figura 4. Fotografias da barragem, em sentido horário: crista, talude de jusante, enrocamento de montante e talude de jusante.¹¹



Figura 5. Fotografias da casa de força e condutos forçados.¹¹

¹¹ PCH São Tadeu I. Operação. Relatório de Inspeção de Obras Civis. Nº RVT-005. Revisão 00. Maio/2013. Elaborado por Zandoná Consultoria.

A operação da usina é realizada de forma remota, com monitoramento contínuo (24 horas por dia, 7 dias por semana) da barragem, casa de força e subestação. O empreendimento conta com um sistema EQM de manutenção, que realiza inspeções diárias e semanais para garantir a eficiência e a segurança dos equipamentos. Além disso, a comunicação entre a usina e o COG é constante e ocorre diariamente. Ainda possui um Sistema de Câmeras com infravermelho, eliminando a iluminação para diminuir a incidência de insetos.



Figura 6. Imagens do sistema de câmeras da PCH São Tadeu I.

5.3.1. Hidrologia

A seguir é apresentado um resumo da revisão dos estudos hidrológicos³ da RPS 2024.

A área da bacia hidrográfica¹² da barragem de São Tadeu I é de 318,39 km² e seu perímetro 99,93 km. A Figura 7 apresenta o mapa da bacia.

¹² A área da bacia hidrográfica da PCH São Tadeu I foi calculada utilizando o MDE ANADEM (conforme item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e resultou em 318,39 km², valor aproximadamente 24% superior ao apresentado no Projeto Básico (256 km²). Essa diferença pode ser explicada pelas distintas bases cartográficas empregadas nos diferentes estudos. Além disso, foi realizada uma consulta no SNIRH/ANA para verificar a área de drenagem da estação fluviométrica PCH São Tadeu I Jusante (código 66260110), localizada a jusante da Casa de Força da PCH São Tadeu I, que indicou uma área de 316 km², representando uma diferença inferior a 1%. Diante disso, para o presente estudo, adotou-se a área de drenagem de 318,39 km².

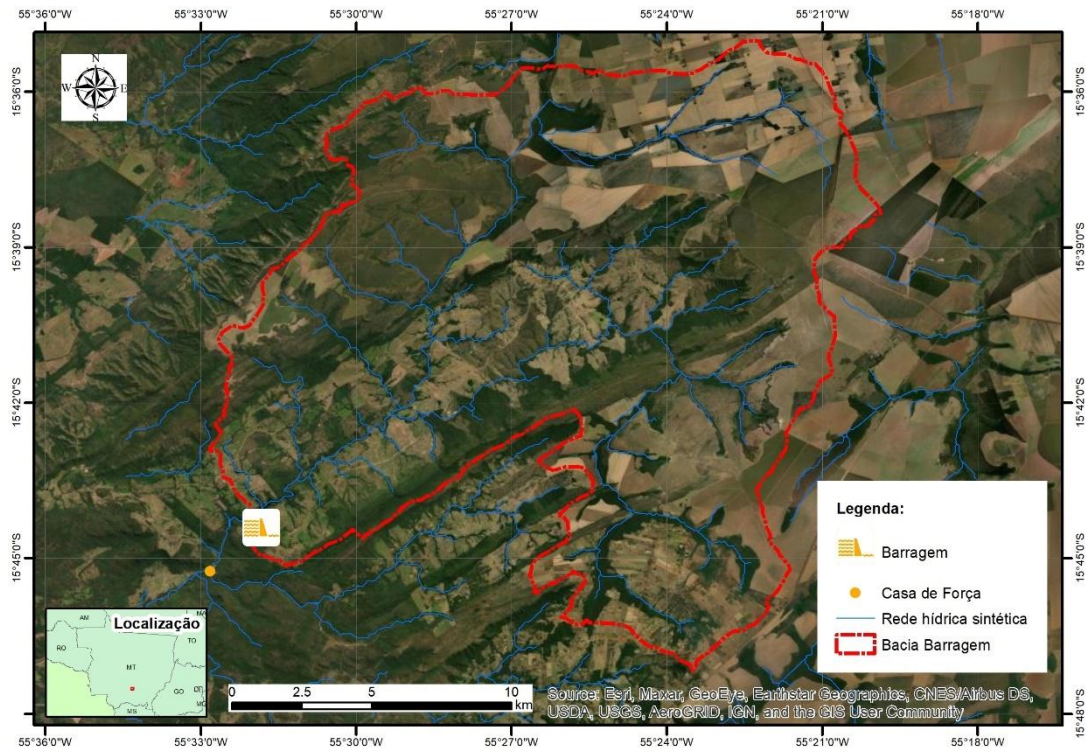


Figura 7. Mapa da bacia hidrográfica da PCH São Tadeu I.

A caracterização do regime pluviométrico da bacia hidrográfica foi feita com a estação pluviométrica Cuiabá (1556002), que possui série de 72 anos de dados completos. A Figura 8 apresenta as precipitações médias mensais na estação pluviométrica Cuiabá (1556002). A precipitação média anual é de 1374 mm. A Tabela 1 apresenta os tempos de recorrência para chuva de duração de 1 dia na estação pluviométrica Cuiabá (1556002).

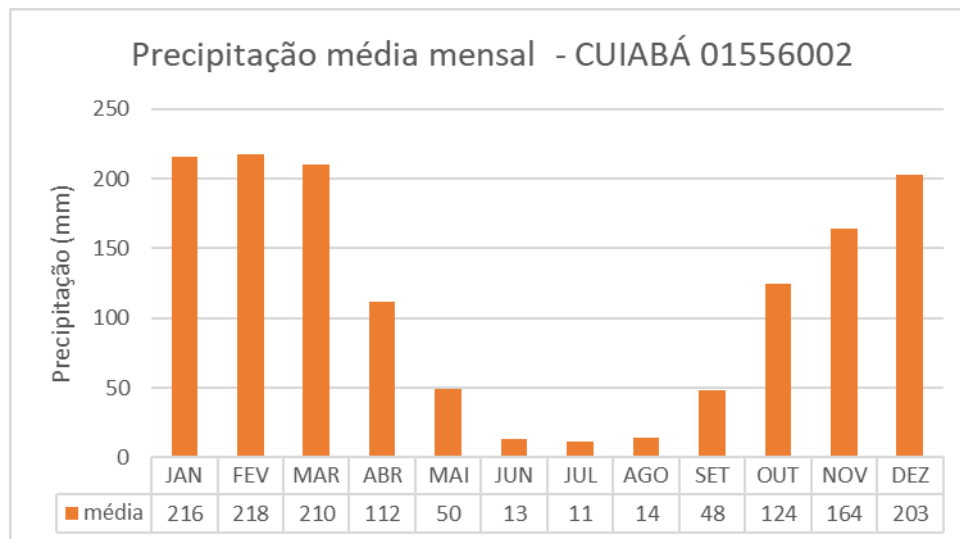


Figura 8. Precipitação média mensal - estação pluviométrica Cuiabá (1556002).

Tabela 1. Tempos de recorrência para chuva de duração de 1 dia na estação pluviométrica Cuiabá (1556002).

Estação	CUIABÁ
Código	1556002
Distribuição estatística	GEV Max(Fx)
TR (anos)	Precipitação (mm)
2	87,05
5	107,31
10	119,08
20	129,27
25	132,29
50	141,03
100	148,90
200	156,02
500	164,42
1000	170,10
10000	185,47

Para a atualização dos estudos hidrológicos, foi mantida a metodologia adotada no Projeto Básico, baseada na regionalização da vazão máxima diária específica por tempo de retorno. Para cada estação fluviométrica listada na Tabela 2, foi realizado um estudo de frequência de cheias.

Tabela 2 - Estações fluviométricas selecionadas.

Código	Nº anos comp.	Nome	Latitude	Longitude	Ad (km²)
66005000	13	ALTO PARAGUAI	-14,50	-56,49	658
66174000	19	UHE MANSO RIO QUILOMBO	-15,21	-55,64	693
66260001	77	CUIABÁ	-15,62	-56,11	23500
66280000	50	BARÃO DE MELGAÇO	-16,19	-55,97	28900
66370000	49	ILHA CAMARGO	-17,06	-56,58	39000
66380000	52	SÃO PEDRO DA CIPA	-16,00	-54,92	3240
66400000	54	SÃO LOURENÇO DE FÁTIMA	-16,31	-54,92	6990
66430000	31	JARUDORE	-16,20	-54,30	3780
66810000	53	SÃO FRANCISCO	-18,39	-57,39	243000
66941000	30	PALMEIRAS	-20,45	-55,43	10900

A Tabela 3 apresenta as vazões máximas diárias e instantâneas na seção da barragem São Tadeu I.

Tabela 3. Vazões máximas médias diárias e picos instantâneos – PCH São Tadeu I (RPS 2024).

PCH São Tadeu I		
Vazões Máximas		
TR (anos)	Média Diária (m³/s)	Pico Instantâneo (m³/s)
10	111,49	164,11
25	133,67	196,78
50	150,18	221,07
100	166,59	245,23
1.000	220,97	325,28

PCH São Tadeu I
Vazões Máximas

TR (anos)	Média Diária (m ³ /s)	Pico Instantâneo (m ³ /s)
10.000	275,40	405,40

A Figura 9 apresenta os hidrogramas das cheias por tempo de retorno na seção da barragem São Tadeu I.

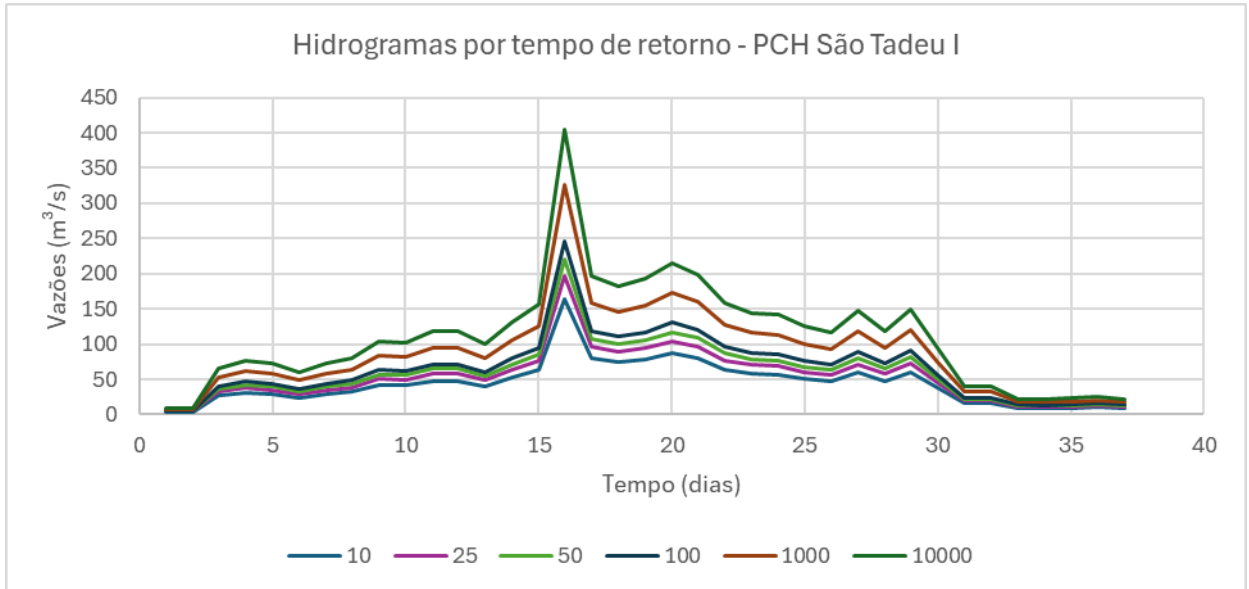


Figura 9. Hidrogramas por tempo de retorno - PCH São Tadeu I.

Com base na série de vazões da estação fluviométrica PCH São Tadeu I Jusante (66260110), foram calculadas as vazões médias mensais para a PCH São Tadeu I (Figura 10). É importante destacar que a série possui uma extensão limitada, abrangendo apenas 9 anos, o que exige cautela em sua utilização.

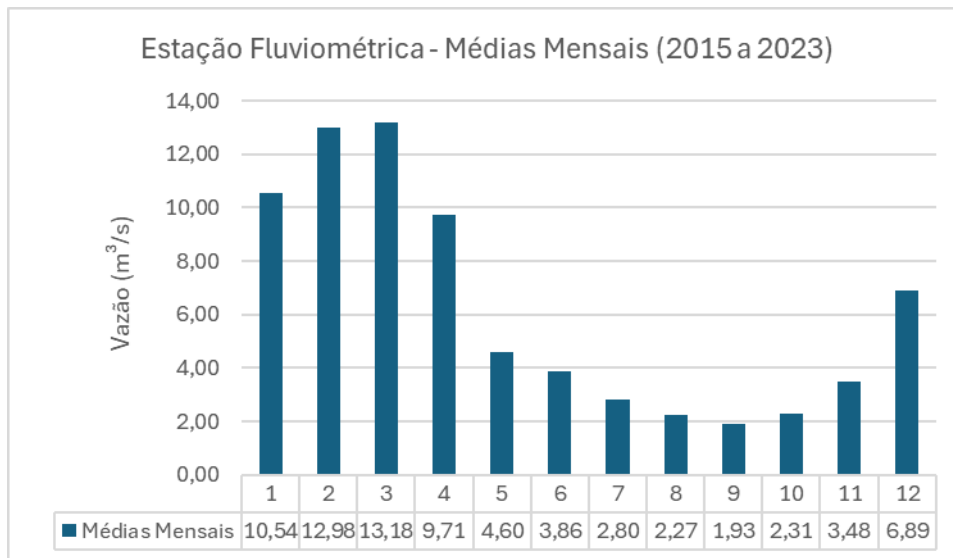


Figura 10. Vazões médias mensais - estação fluviométrica PCH São Tadeu I Jusante (66260110).

5.3.2. Vertedouro

De acordo com a documentação de projeto da PCH São Tadeu I, o vertedouro foi dimensionado para escoar a cheia milenar de 172 m³/s (Projeto Básico), com uma sobre-elevação do reservatório de 1,66 m e permite escoar a cheia decamilenar de 217,0 m³/s (Projeto Básico), com uma sobre-elevação de 1,92 m., ou seja, na passagem da cheia decamilenar, o nível d'água do reservatório irá ficar na elevação 421,92 m, ou seja, 2,08 m abaixo da crista da barragem. Trata-se de uma estrutura de soleira livre com 40 m de comprimento. Essa soleira com perfil vertente, assentada em rocha, direciona as águas vertidas para um canal de restituição, com 240 m de comprimento, totalmente escavado em rocha, que conduz esse fluxo de volta para o rio, bem a jusante do barramento (Figura 11).⁹



Figura 11. Fotografias do vertedouro e canal de restituição.¹¹

Na revisão dos estudos hidrológicos³ da RPS 2024, a curva de descarga do vertedouro foi verificada considerando as recomendações contidas no *Hydraulic Design Criteria – HDC*, publicado pelo *US Corps of Engineers*. A Figura 12 apresenta a curva de descarga do vertedouro de projeto e vazões verificadas.

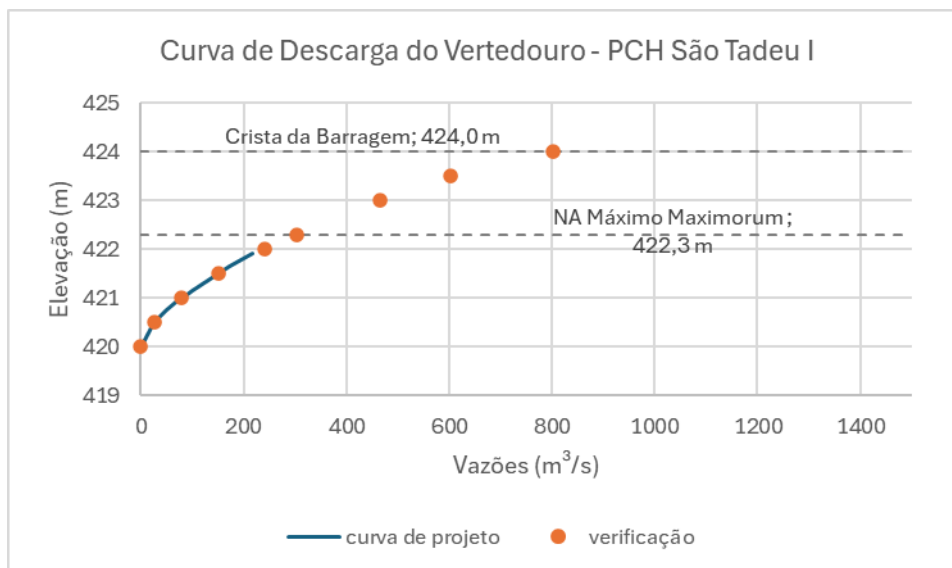


Figura 12. Curva de descarga do vertedouro verificada na RPS 2024 – Barragem São Tadeu I.³

Considerando as vazões máximas da revisão dos estudos hidrológicos³ da RPS 2024 e a curva de descarga do vertedouro verificada, foi feito o estudo de amortecimento das cheias milenar e decamilenar (Tabela 3). A Tabela 4 apresenta o resumo dos resultados do estudo de amortecimento das cheias milenar e decamilenar – RPS 2024.

Tabela 4. Resumo dos resultados do estudo de amortecimento das cheias milenar e decamilenar – RPS 2024.

TR (anos)	Vazão afluente máxima (m³/s)	Vazão defluente máxima (m³/s)	Nível do reservatório máximo atingido (m)	EI, Crista barragem (m)	Borda Livre (m)
1.000	325,30	311,30	422,50	424,00	1,50
10.000	405,40	390,10	422,80	424,00	1,20

De acordo com a revisão dos estudos hidrológico e hidráulica da RPS 2024, o nível do reservatório atinge a elevação 422,50 m para a cheia de tempo de retorno de 1.000 anos (325,30 m³/s) e 422,80 m para a cheia de tempo de retorno de 10.000 anos (405,40 m³/s). A cheia de projeto (milenar) apresentou, portanto, uma borda livre de 1,50 m em relação ao coroamento da barragem (424,00 m). Considerando os Critérios de Projeto de UHEs (Eletrobrás, 2003) a borda livre mínima é atendida para barragens de terra, sendo que no mínimo aceitável seria de 1,0 m.

5.3.3. Reservatório

O reservatório da PCH São Tadeu I possui uma área de 0,46 km² e volume de 3,5 hm³ no NA Máximo Normal. A Tabela 5 apresenta os níveis característicos do reservatório e a Tabela 6 a curva cota x área x volume.

Tabela 5. Níveis característicos do reservatório.¹³

NA de Montante	El. (m)
Mín. Normal	420,00
Máx. Normal	420,00
Max. Maximorum	422,30

Tabela 6. Cota x Área x Volume.¹³

COTA (m)	ÁREA (km ²)	VOLUME (hm ³)
397,00	0,000	0,000
398,50	0,015	0,007
400,00	0,030	0,040
402,50	0,055	0,145
405,00	0,080	0,314
407,50	0,108	0,548
410,00	0,140	0,857
412,50	0,183	1,260
415,00	0,245	1,793
417,50	0,333	2,512
420,00	0,460	3,500
422,50	0,638	4,866
425,00	0,880	6,755
427,50	1,205	9,352
430,00	1,630	12,882

5.3.4. Circuito de Geração

A tomada d'água está situada na margem esquerda, essa estrutura capta as vazões do reservatório para aduzi-las à casa de força. Foi prevista encaixada na rocha, para evitar barramentos laterais. Tem 6,00 m de largura e está assentada na cota 411,00 m, após um canal de adução de 30,00m de comprimento, escavado na cota 413,00 m (Figura 13).

¹³ PCH São Tadeu I. Projeto Básico. Nº 010401-310RT-0001 Revisão 00 - outubro/2002. Elaborado pela empresa Larrosa & Santos.



Figura 13. Fotografias da tomada d'água e do conduto forçado.¹¹

Para aduzir as vazões da tomada d'água até a casa de força há um túnel de adução com cerca de 2.500 m de comprimento, escavado em rocha granítica. Sua seção, em arcoretângulo, tem 2,6m de largura por 3,2m de altura e área de 7,8 m².

A chaminé de equilíbrio é constituída de um túnel vertical com 4 m de diâmetro, e posicionada no nível aproximado do terreno na cota 450,00 m, sendo a interseção do túnel horizontal com inclinação 6‰, de baixa pressão com o trecho do túnel de adução com inclinação de 1‰, de alta pressão.

No trecho final do túnel de adução há um conduto forçado em aço com 450 m de comprimento e diâmetro de 1,75 m, que se bifurca em dois próximo à casa de força, de maneira a poder se conectar às duas turbinas.

A estrutura da casa de força é constituída de um bloco único em concreto armado, com dimensões de 40,10m x 13,00m, fundada em rocha, e abriga as duas turbinas Francis de eixo horizontal de 9 MW cada uma, bem como os demais equipamentos mecânicos, elétricos e seus acessórios. Em sequência à casa de força, tem-se um canal de fuga de 176,00 m de comprimento e 15,00 m de largura, que deságua na calha natural do rio.



Figura 14. Fotografias da casa de força e do canal de fuga.¹¹

5.3.5. Instrumentação

O sistema de auscultação da barragem é composto por piezômetros do tipo “standard pipe”, para avaliação das poropressões no aterro e subpressões na fundação e medidores. Não foram instalados marcos de deslocamentos superficiais, na crista da barragem e nas bermas de jusante e medidores triangulares de vazão, para o monitoramento da saída de água a jusante da barragem, conforme Projeto Executivo¹⁴. Para o acompanhamento das medidas recalques e deslocamentos horizontais do aterro da barragem, durante os períodos de enchimento do reservatório e operação, o monitoramento foi pela equipe de topografia da obra durante 2 anos após o enchimento do reservatório. As medições de vazões são realizadas através de coletas em recipientes com volumes conhecidos e medidos os tempos de enchimento¹⁵.

O monitoramento do reservatório e das vazões defluentes é realizado através de estações hidrológicas automáticas apresentadas na Tabela 7. Os dados são acompanhados no “Sistema HIDRO – Telemetria” (SNIRH – ANA)¹⁶.

Tabela 7. Variáveis hidrológicas monitoradas.

Código	Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de drenagem (km ²)	Variáveis monitoradas
66260050	PCH SÃO TADEU I BARRAMENTO	-15,7417	-55,53	425	256	nível, chuva
66260110	PCH SÃO TADEU I JUSANTE	-15,7536	-15,7536	223,1	316	vazão, nível, chuva

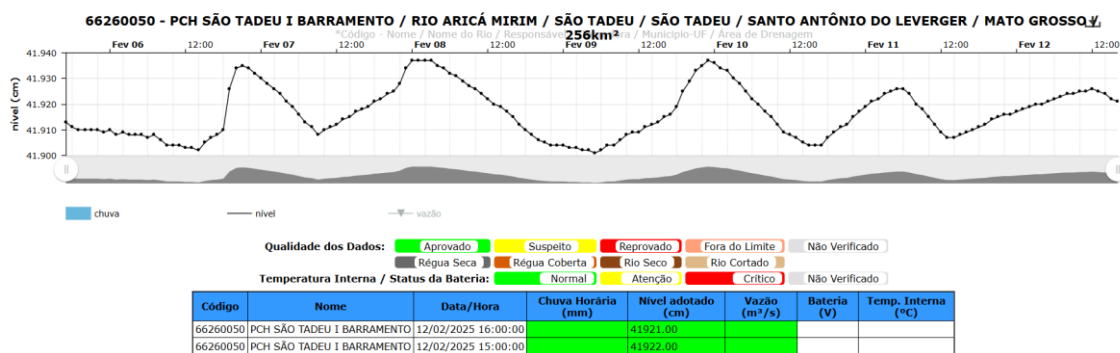


Figura 15. Tela de monitoramento dos níveis do reservatório de São Tadeu I e registro de chuva (PCH SÃO TADEU I BARRAMENTO - 66260050).

¹⁴ Relatório “PCH SÃO TADEU I. PROJETO EXECUTIVO. PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO DE AUSCULTAÇÃO DA BARRAGEM - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA. Nº 010402-422ET-A005. Revisão 01. 20/08/2009.

¹⁵ Informações repassadas pela equipe de segurança de barragem em 26/01/2025, caso necessário pode ser realizadas as medições de referencia através dos marcos IBGE implantados.

¹⁶ Disponível em <<https://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/serieHistorica.aspx>>.

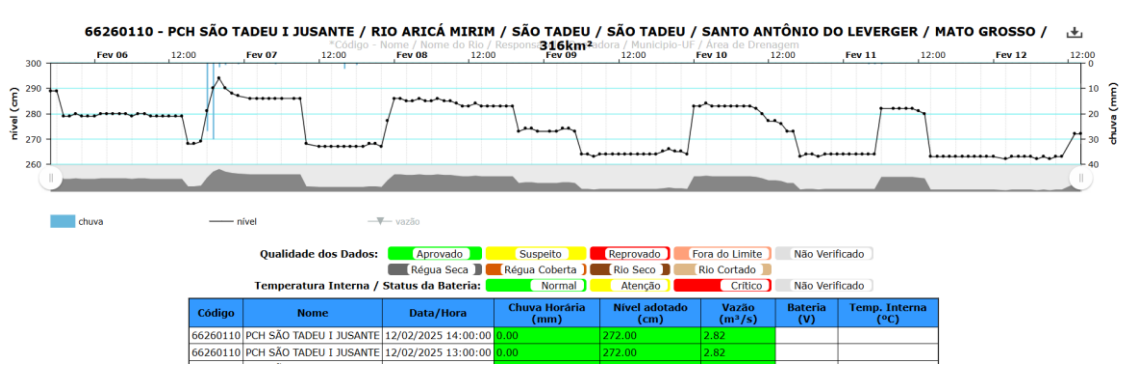


Figura 16. Tela de monitoramento dos níveis, vazões e chuva da estação fluviométrica imediatamente a jusante da casa de força (PCH SÃO TADEU I JUSANTE - 66260110).

5.3.6. Ficha Técnica – Projeto Básico⁸

PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA: PCH São Tadeu I											
EMPRESA: São Tadeu Energética											
ETAPA: PROJETO BÁSICO										DATA: 15/09/2002	
1. LOCALIZAÇÃO											
Rio: Arica-Mirim				Sub-Bacia: 66				Bacia: 6			
Lat.: 15° 45' 12,38" S			Dist. da Foz:		Mun. na Área da Bar.: Santo Antônio do Leverger						
Long.: 55° 32' 44,56" W			67,3 km		Município na Área da Casa de Força: Santo Antônio do Leverger						
2. DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS											
POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DE REFERÊNCIA											
Cod.: 66380000				Nome: São Pedro da Cipa				Rio: São Lourenço		AD: 3674 km ²	
Cod.: 66260001				Nome: Cuiabá				Rio: Cuiabá		AD: 23226 km ²	
Cod.: 66200100				Nome: UHE Casca 3				Rio: Casca		AD: 810 km ²	
Cod.: 66390000				Nome: Jaciara				Rio: Tenente Amaral		AD: 912 km ²	
Área de Drenagem no Barramento: 256 km ²				Vazão Garantida (95%): 3,00 m ³ /s				Vazão Média Mensal Mín.: 1,69 m ³ /s			
(318,39 km ² - RPS 2024)				Prec. Média anual (01555004): 1.586 mm				Vazão Proj. Vert. (TR:1.000 ANOS): 172,0 m ³ /s			
Vazão MLT (PER.: 01/31 a 12/01): 6,31 m ³ /s				(325,28 m ³ /s - RPS 2024)				Vazão Proj. Desvio (período seco) (TR: 10 ANOS): 22,9 m ³ /s			
VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s) – PERÍODO: 01/31 a 12/01											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
8,93	9,92	11,11	8,25	5,61	4,26	3,89	3,67	3,71	4,18	5,14	7,02
3. RESERVATÓRIO											
<u>N.A. DE MONTANTE</u>						<u>VOLUMES</u>					
Mín. Normal:				420,00 m		No N.A. Máximo Normal:				3,66x 10 ⁶ m ³	
Máx. Normal:				420,00 m		Útil:				0,00 m ³	
Máx. Maximorum (TR=10.000 anos):				422,30 m		Abaixo da Soleira do Vert.:				3,66x 10 ⁶ m ³	
<u>N.A. DE JUSANTE</u>						<u>OUTRAS INFORMAÇÕES</u>					
Mínimo:				219,25 m		Vida Útil do Reservatório:				87 anos	
Normal:				219,69 m		Profundidade Média:				7,95 m	
Máx. Excepcional (TR=10.000 anos):				221,72 m		Profundidade Máxima:				23 m	
<u>ÁREAS INUNDADAS</u>						Tempo de Formação do Reserv.: zero dias					
No N.A. Normal:				0,46 ha		Tempo de Residência: 6,71 dias					
No N.A. Mín. Normal:				0,46 ha							

4. DESVIO			
TIPO:	Adufa	Largura:	2,0 m
Vazão de Desvio (máxima diária)		Altura:	4,0 m
(TR: 10 ANOS):	57,5 m ³ /s	Comprimento:	12,0 m
Número de Unidades:	1		
Ensecadeira:	23.000 m ³		
5. BARRAGENS/MUROS			
Tipo:	Enrocamento-Terra	Esc. Comum:	12.000 m ³
Comp. Total Crista:	230,0 m	Aterro Compactado:	4.000 m ³
Altura Máxima:	30,0 m	Enrocamento:	50.000 m ³
Cota da Crista:	425,0 m	Núcleo Argila:	25.000 m ³
6. VERTEDOURO			
Tipo:	Ogiva alta, soleira livre	Esc. Comum:	16.000 m ³
Capacidade (TR=1.000 anos):	172,0 m ³ /s	Esc. em Rocha a Céu Aberto:	2.000 m ³
Cota da Soleira:	420,0 m		
Comprimento Total:	30,0 m		
Concreto Convencional:	9.000 m ³		
7. SISTEMA ADUTOR			
<u>TUNEL DE ADUÇÃO</u>		<u>TOMADA D'ÁGUA</u>	
Área da seção:	7,60 m ²	Tipo:	Convencional, Gravidade
Comprimento:	2.460 m	Comprimento Total:	12,80 m
Esc. em Rocha Subterrânea:	19.000 m ³	Número de Vãos:	1
<u>CONDUTO FORÇADO</u>		Escavação Comum:	1.200 m ³
Diâmetro:	1,75 m	Esc. em Rocha a Céu Aberto:	1.600 m ³
Número de Unidades:	1	Concreto Convencional:	800 m ³
8. CASA DE FORÇA			
Tipo:	Convencional Abrigada	Escavação Comum:	2.000 m ³
Nº de Unidades Geradoras:	2	Esc. em Rocha a Céu Aberto:	25.000 m ³
Larg. da Área de Montagem:	12,30 m	Concreto Convencional:	1.500 m ³
Comprimento Total:	40,10 m		
9. TURBINAS			
Tipo:	Francis Horizontal	Queda Líquida de Projeto:	190 m
Potência Unit. Nominal:	9,278 MW	Rendimento Máximo:	91,5 %
Rotação Síncrona:	900 rpm	Engolimento Máximo/Unidade:	5,47 m ³ /s
10. GERADORES			
Potência Unit. Nominal:	10.000 kVA	Rendimento Máximo:	96 %
Rotação Síncrona:	900 rpm	Fator de Potência:	0,90
Tensão Nominal:	6.900 kVA		

11. CRONOGRAMA - PRINCIPAIS FASES			
Início das Obras até o Desvio:	14 meses	Geração Comercial (1ª Unid.):	20 meses
Desvio até o Fechamento:	5,5 meses	Prazo Total de Execução:	21 meses
Fecham. até geração (1ª Unid.):	0,5 mês		
12. CUSTOS DA USINA (x 10³ R\$)			
Meio Ambiente:	1.089	Custo total s/ JDC:	29.925
Obras Civis:	16.507	Juros Durante a Construção:	2.843
Equipamentos Eletromecânicos:	8.729	Custo Total c/ JDC:	32.767
Custo Direto Total:	26.325	Custo Operacional + Manutenção:	160,5 ano
Custos Indiretos:	3.600	Data de Referência (mês/ano):	Maior/2002
		Taxa de Câmbio (R\$/US\$):	2,48
13. ESTUDOS ENERGÉTICOS			
Queda Bruta Máxima:	200,00 m	Energia Firme:	9,06 MW méd
Queda Nominal (de Projeto):	190 m	Custo Índice:	1.675 R\$/kW
Potência da Usina:	18 MW	I.C.B. (12% aa, 50 anos):	48,36 R\$/MWh
15. VOLUMES TOTAIS			
Escavação Comum:	37.900 m ³	Ensecadeiras :	23.000 m ³
Escav. em Rocha Céu Aberto:	35.900 m ³	Concreto Convencional:	25.500 m ³
Escav. em Rocha Subterrânea:	21.850 m ³		
16. OBSERVAÇÕES			
As informações referentes às características técnicas do Sistema de Transmissão Associado, assim como seus custos, estão sendo apresentadas em separado desta ficha.			

5.4. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM

Para responder de forma eficaz a situações de emergência, é fundamental a disponibilidade de recursos materiais fixos e mobilizáveis, garantindo a rápida resposta inicial até a chegada de equipes especializadas e equipamentos adequados.

Dentre os principais recursos, destacam-se os meios de comunicação confiáveis, como rádios, telefones satelitais e internet redundante, que asseguram a transmissão ágil de informações entre os envolvidos. O fornecimento de energia deve contar com alternativas, como geradores de emergência e sistemas de backup, prevenindo falhas críticas durante a resposta à emergência.

Além disso, é essencial dispor de veículos e equipamentos de transporte para facilitar o deslocamento de equipes e materiais, bem como acesso a suprimentos emergenciais, como EPIs, lanternas, ferramentas, kits de primeiros socorros e materiais para ações emergenciais, como sacos de areia, lonas e bombas de drenagem.

A pronta mobilização desses recursos é fundamental para conter o avanço da emergência e mitigar seus impactos, garantindo tempo hábil para a implementação de medidas adicionais necessárias.

5.4.1. Sistemas de iluminação e alimentação de energia

A barragem conta com um sistema de alimentação de energia elétrica projetado para garantir o funcionamento contínuo dos sistemas vitais. A infraestrutura dispõe de alimentação trifásica em 380V, além de um sistema de 125 Vcc alimentado por banco de baterias com retificador, proporcionando maior segurança em situações de emergência.

A iluminação do empreendimento é planejada estrategicamente, com um sistema de câmeras com infravermelho, eliminando a necessidade de iluminação convencional em determinadas áreas para reduzir a incidência de insetos. A iluminação existente cobre as áreas essenciais da barragem, garantindo condições adequadas para inspeções e eventuais intervenções.

O centro de operações funciona em regime contínuo (7x24), realizando o monitoramento da barragem, casa de força e subestação. Além disso, o sistema de manutenção EQM permite a execução de inspeções diárias e semanais, assegurando a integridade dos equipamentos e da estrutura da barragem.

A comunicação entre a Usina e o Centro de Operação e Gestão (COG) é constante e diária, garantindo o fluxo contínuo de informações e tornando desnecessária a existência de uma sala de emergência específica. O sistema de comutação entre a rede elétrica e o gerador de emergência, quando aplicável, assegura a continuidade operacional em situações adversas.

5.4.2. Sala de Emergência

A usina não dispõe de uma sala de emergência específica, uma vez que seu modelo operacional assegura o monitoramento contínuo (7x24) da barragem, casa de força e subestação a partir do Centro de Operação. Esse centro realiza a supervisão integral do

empreendimento, contando com um sistema EQM para manutenção, que gera inspeções diárias e semanais, garantindo a integridade estrutural e operacional.

A comunicação entre a Usina e o Centro de Operação e Gestão (COG) é constante e diária, eliminando a necessidade de um espaço físico dedicado exclusivamente para gerenciamento de emergências. Em caso de eventos críticos, a estrutura existente permite resposta ágil e eficiente, com total integração entre os responsáveis.

5.4.2.1. Sistema de Comunicação

A usina dispõe de diversos meios de comunicação para garantir a transmissão rápida de informações em qualquer situação:

- » Linha fixa: (65) 3626-5990
- » Celular – Casa de Força: (65) 98113-1297 (WhatsApp)
- » Celular – COG: (65) 9289-2006 (WhatsApp)

Essa estrutura de comunicação garante que qualquer incidente possa ser prontamente reportado e tratado pelos responsáveis, assegurando a segurança e a continuidade das operações da barragem.

5.4.3. Recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência

Para responder de forma eficaz a eventuais situações de emergência, é essencial considerar os recursos materiais mobilizáveis disponíveis na barragem e aqueles que podem ser rapidamente deslocados de locais próximos. A Tabela 8 apresenta a relação dos recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência.

Tabela 8. Relação dos recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência.

Categoria	Descrição
Equipamentos Diversos	Não há equipamentos pesados (gruas, caminhões, retroescavadeiras) disponíveis na obra. Necessário mobilizar de Cuiabá, se necessário.
Meios de Transporte Terrestres	A barragem dispõe de veículos utilitários leves para atendimento das equipes de supervisão e manutenção.
Meios de Transporte Fluviais	Não há meios de transporte fluviais disponíveis no local.
Equipamentos de Segurança	Prevista a implantação dos seguintes recursos: - Grupos eletrogêneos móveis para fornecimento alternativo de energia; - Projetores e material de iluminação de emergência; - Meios portáteis de emissão em alta voz para comunicação em campo; - Meios de comunicação suplementares para redundância nas operações.
Recursos Materiais Renováveis	Será elaborada uma relação detalhada de materiais de manutenção e reparação essenciais para garantir resposta ágil em emergências.
Obtenção de Recursos em Municípios Próximos	Serão identificadas localidades próximas que possam fornecer mão de obra, equipamentos e materiais adicionais em caso de necessidade.

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

A segurança de uma barragem depende do monitoramento contínuo das suas condições estruturais e operacionais, bem como da rápida identificação e resposta a eventuais anomalias. A detecção precoce de situações anômalas permite a adoção de medidas corretivas antes que se tornem eventos críticos, minimizando riscos para a infraestrutura e para as populações a jusante.

Esta seção do Plano de Ação de Emergência (PAE) estabelece os critérios e procedimentos para detecção, avaliação e classificação de situações de emergência, bem como as ações esperadas para cada nível de resposta.

Os eventos que podem comprometer a segurança da barragem são classificados conforme sua gravidade e impacto potencial, variando desde condições normais de operação até situações de emergência crítica. Para cada nível de resposta, são definidos protocolos específicos, contemplando medidas preventivas, mobilização de equipes e comunicação com autoridades competentes.

A implementação adequada desse processo é essencial para garantir a segurança operacional da barragem, prevenindo incidentes e reduzindo possíveis impactos ambientais, sociais e econômicos.

6.1. PRINCIPAIS CATEGORIAS DE ATIVIDADES DE MONITORAMENTO E CONTROLE

As atividades de monitoramento e controle são essenciais para a detecção, avaliação e classificação de situações de emergência em barragens. Essas atividades garantem a identificação precoce de anomalias estruturais e operacionais, permitindo ações preventivas e corretivas. A seguir, são descritas as principais categorias de monitoramento e controle que devem ser consideradas:

6.1.1. Monitoramento das Estruturas do Aproveitamento

Realizado em todas as estruturas componentes da usina hidrelétrica. Inclui um sistema de monitoramento para avaliar variações de parâmetros estruturais e rotinas de inspeções. Identificação de anomalias por meio da análise de movimentações, deslizamentos e vazões de infiltração na barragem. Inspeções visuais divididas em três categorias: rotineiras, programadas e emergenciais.

6.1.2. Monitoramento da Estabilidade das Margens

Observação contínua da erosão das margens do reservatório e seu impacto no assoreamento. Identificação de deslizamentos de solo ou rochas que possam comprometer a estrutura da barragem. Utilização de inspeções visuais e levantamentos topobatimétricos periódicos para análise detalhada, quando necessário.

6.1.3. Monitoramento Hidrometeorológico e Previsão de Afluências

Coleta e análise de dados hidrológicos e meteorológicos para antecipação de cenários críticos. Utilização de redes de estações hidrometeorológicas automáticas para monitoramento em tempo real. Geração de subsídios estratégicos para a operação do reservatório e mitigação de impactos de cheias naturais.

6.1.4. Controle Hidráulico e Monitoramento Operacional

Definição de estados operacionais da barragem para resposta a diferentes níveis de severidade. Processamento e avaliação contínuos dos dados de instrumentação e inspeções. Implementação de ações preventivas e corretivas conforme a necessidade. Atividades de Acompanhamento e Avaliação

6.1.5. Inspeção e registro de dados monitorados, garantindo a conformidade com os valores limites dos parâmetros de segurança.

Análise sistemática das informações coletadas por uma equipe de engenharia multidisciplinar. Suporte técnico para confirmação de indicações e tomada de decisão em eventos críticos.

6.1.6. Outras Atividades de Observação

Monitoramento de mudanças no uso do solo e exploração da cobertura vegetal ao redor do reservatório. Registro de atividades sísmicas naturais ou induzidas e análise da presença de materiais flutuantes. Avaliação contínua da qualidade da água para detecção de alterações ambientais.

Essas atividades são fundamentais para a garantia da segurança da barragem e devem estar contempladas em um plano estruturado de monitoramento, com fluxos de informação definidos para rápida detecção e resposta a situações adversas.

6.1.7. Escala de Situações das Estruturas Civas do Aproveitamento

Como parte do sistema de segurança do aproveitamento, é executado um acompanhamento de todas as estruturas da usina hidrelétrica, através da instrumentação de auscultação e inspeções sistemáticas. Este conjunto de ações permite uma avaliação do comportamento e desempenho das estruturas.

A escala de situações das estruturas civis deverá ser estabelecida considerando a mesma graduação adotada no controle hidráulico do reservatório. Considerando que os 2 monitoramentos são realizados concomitantemente, deve-se adotar a situação mais crítica entre ambos. O fluxograma apresentado na Figura 17, resume o procedimento de definição da situação geral do aproveitamento. Esta situação direciona as ações a serem tomadas conforme o grau de severidade atingido.

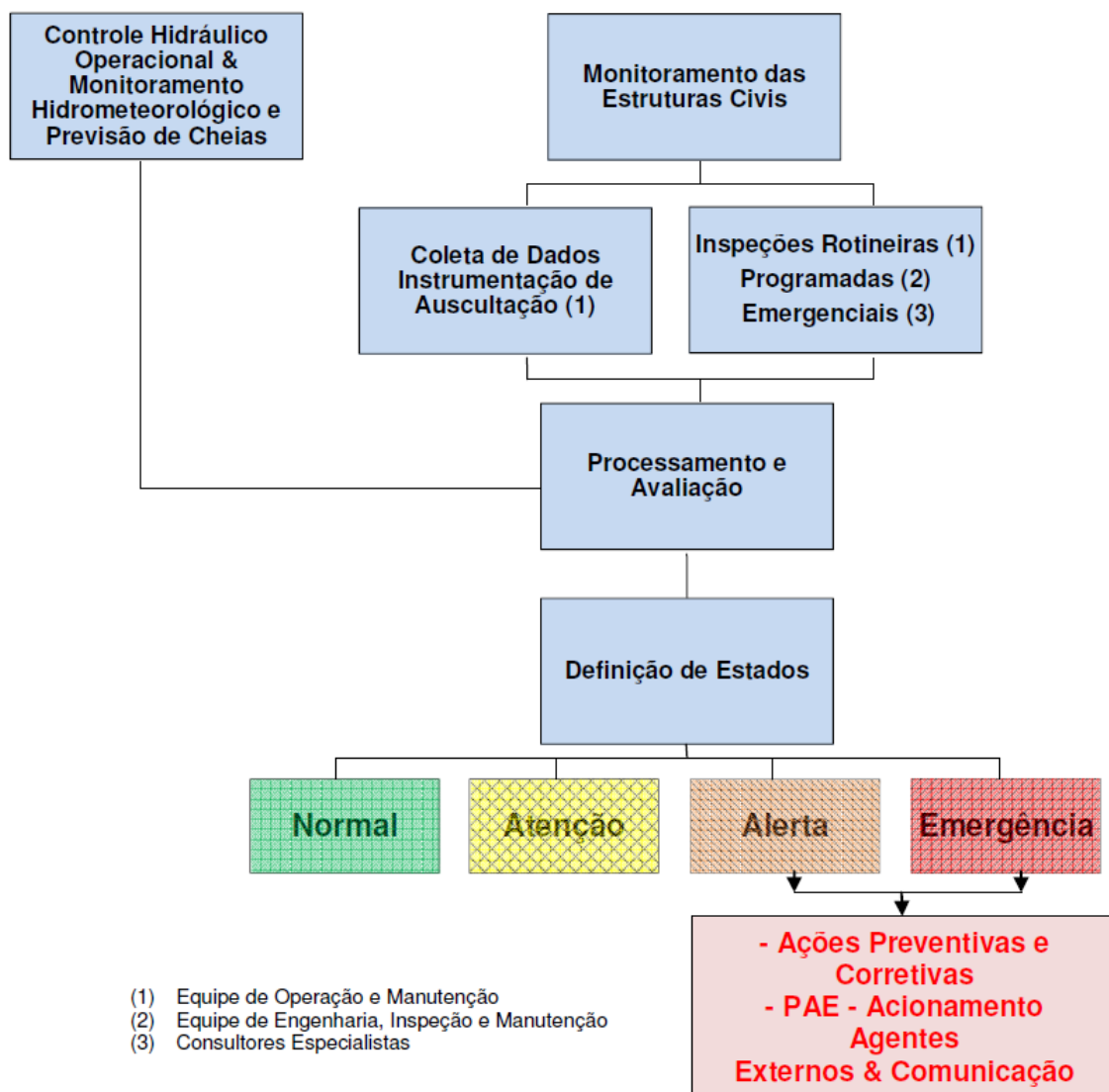


Figura 17. Fluxograma de Procedimentos para Definição da Situação do Aproveitamento.

6.2. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

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

Quadro 5. Níveis de resposta para situações de emergência.

Nível de resposta 0	Normal (verde): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem, mas devam ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;
Nível de resposta 1	Atenção (amarelo): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas;
Nível de resposta 2	Alerta (laranja): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
Nível de resposta 3	Emergência (vermelho): quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem.

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

Os quadros apresentados a seguir organizam critérios técnicos para a classificação de eventos anômalos e definição de ações de resposta, considerando tanto inspeções visuais quanto dados de instrumentação, promovendo uma abordagem padronizada e eficiente na gestão de emergências.

Quadro 6. Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala na barragem.

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Cheias	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento excessivo do nível de água no reservatório • Galgamento • inundação na casa de força (ver Anexo 11.3 – Plano de Respostas a Emergências) 	Estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e vazões afluente (vide Figura 18 e Tabela 9)
Falha de órgãos extravasores ou de equipamento de operação	<ul style="list-style-type: none"> • Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório¹⁷ • Redução da capacidade de vazão • Galgamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde (fora da época de cheias) • Amarelo/Laranja (durante época de cheias ou bacias sujeitas a cheias repentinas) • Vermelho (no caso de ocasionar galgamento da estrutura em análise)
Falha dos sistemas de notificação e alerta	<ul style="list-style-type: none"> • Impossibilidade de notificação • Impossibilidade de alerta 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde/Amarelo (fora da época de cheias) • Amarelo/Laranja (na época de cheias)
Falha da instrumentação	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de dados de observação • Dificuldade em avaliar a situação da barragem 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde/Amarelo
Anomalias relacionadas com o comportamento estrutural, a fundação e os materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Fendilhagem, infiltrações no corpo da barragem e fundação e movimentos diferenciais • Fenômenos de deterioração no concreto • Instabilidade estrutural, risco de ruptura • Conjunto de grandezas que se traduzem em efeitos (variação de deslocamentos horizontais e verticais, movimentos de juntas, vazões e subpressões) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde/amarelo/laranja • Indicadores quantitativos sempre que possível (ver Tabela 12)
Deslizamentos de encostas (ver Anexo 11.3 – Plano de Respostas a Emergências)	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrução dos órgãos extravasores • Geração de ondas anormais a montante (sem galgamento) • Galgamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarelo • Verde/Amarelo • Laranja/Vermelho

¹⁷ Deverá ser elaborado procedimento de esvaziamento do reservatório, caso necessário. O documento “PCH SÃO TADEU I. COMISSONAMENTO / OPERAÇÃO. PLANO DE RESPOSTAS A EMERGÊNCIAS”. Nº STE-PRE-A001. Revisão 00. De Novembro/ 2010, apresenta instruções de esvaziamento pelo túnel de adução, que possui El. 409 m (geratriz inferior).

Ocorrência excepcional ou circunstância anômala	Cenários possíveis	Nível de resposta
Ação criminosa: Sabotagem Ameaça de bomba Ato de guerra	<ul style="list-style-type: none"> • Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório • Perda de borda livre e consequente galgamento • Instabilização de taludes • Perigo de instabilidade ou ruptura 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarelo • Laranja • Vermelho
Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes (ver Anexo 11.3 – Plano de Respostas a Emergências)	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da qualidade da água • Poluição do ar ou do solo 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde
Impactos negativos para o ecossistema	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de afetação da qualidade da água 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde
Incêndios florestais (ver Anexo 11.3 – Plano de Respostas a Emergências)	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de afetar a funcionalidade da barragem • Possibilidade de afetar a segurança da barragem 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde • Amarelo
Fatores de risco na casa de força, sala de emergência e pontos nevrálgicos Acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo (ver Anexo 11.3 – Plano de Respostas a Emergências)	<ul style="list-style-type: none"> • Danos pessoais • Danos materiais • Eventual impossibilidade de operar à distância órgãos de manobra • Eventual impossibilidade de notificação e de alerta 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde (pode afetar a funcionalidade) • Amarelo (pode afetar a segurança)

Quadro 7. Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual na barragem.

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Reservatório	• Derrames de substâncias perigosas ou descarga de materiais poluentes	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de afetação da qualidade da água • Possibilidade de poluição do ar ou do solo 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a origem do derrame/descarga • Determinar a dimensão e natureza da descarga (por exemplo: diesel, fuel, óleo, lixos, etc.) • Avaliar os impactos da descarga • Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental • Estimar o esforço e equipamento necessário para conter os produtos da descarga 	• Verde/Amarelo
	• Impactos negativos para peixes ou vida selvagem	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de afetação da qualidade da água 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceder à remoção dos eventuais animais mortos • Identificar a origem dos impactos • Notificar as entidades que utilizam a água e as autoridades de saúde pública e ambiental 	• Verde/Amarelo
	• Escorregamento de taludes	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de ondas que conduzem a potenciais galgamentos da obra • Obstrução do vertedouro • Obstrução da descarga de fundo/tomada de água 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervenções de estabilização de taludes • Rebaixamento do nível de água no reservatório • Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos 	• Amarelo/Laranja
	• Subida do nível de água acima do NMM devido a	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial galgamento da obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Observação 	• Amarelo/Laranja

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
	cheias superiores à cheia de projeto			
Corpo da barragem	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentos, fissuras e trincas • Erosões • Zonas úmidas e/ou ressurgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de borda livre • Erosão interna • Instabilidade do corpo do aterro • Instabilidade global aterro- fundação 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível de água no reservatório • Obras de reabilitação a definir consoante o tipo e magnitude do problema (por exemplo: alteamento da crista, rebaixamento da soleira, execução de bermas estabilizadoras e de drenagem a jusante, obras de impermeabilização a montante, etc.) • Reforço da observação 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde/amarelo/ • laranja
Ombreiras da barragem	<ul style="list-style-type: none"> • Resurgências nas ombreiras 	<ul style="list-style-type: none"> • Eventual ar- rastamento de materiais finos do trecho superficial da fundação, do aterro, do preenchimento de caixas de falha e/ou de fraturas 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervenções de impermeabilização a montante e/ou de filtragem/drenagem e confinamento a jusante • Observação 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarelo
Galeria de tomada d'água e descarga de fundo (adufas de desvio)	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioração das paredes da galeria • Deterioração do conduto • Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água 	<ul style="list-style-type: none"> • Instabilidade estrutural da galeria • Perda de estanqueidade da galeria • Erosão interna do aterro 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria • Reforço estrutural da galeria • Substituição dos trechos de conduto danificados • Observação 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde/amarelo
Vertedouro	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentos, erosões, fissuras, fendas • Deposição de materiais/obturação 	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações químicas do concreto • Instabilidade estrutural • Modificação das condições de escoamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervenções de reabilitação • Intervenções de limpeza/ reposição das condições de escoamento • Reforço estrutural • Observação 	<ul style="list-style-type: none"> • Verde/amarelo/ laranja

Inspeção visual	Situação	Cenários possíveis de incidentes e/ou acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
	<ul style="list-style-type: none"> Erosões regressivas a jusante da bacia de dissipação 	<ul style="list-style-type: none"> Potencial instabilidade estrutural da bacia Erosão do pé da barragem 	<ul style="list-style-type: none"> Proteção da saída da bacia com enrocamento ou outro tipo de obras Proteção do pé da barragem Observação 	<ul style="list-style-type: none"> Amarelo
Instrumentação	<ul style="list-style-type: none"> Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente da instrumentação 	<ul style="list-style-type: none"> Ocorrência de funcionamentos anômalos do corpo da barragem e/ou fundação, associados às grandezas em observação, sem possibilidade de detecção. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervenções de reabilitação e/ou substituição da instrumentação Reforço da atividade de inspeção de segurança 	<ul style="list-style-type: none"> Verde/amarelo

Quadro 8. Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela exploração do sistema de observação na barragem.

Dispositivos	Grandeza	Situação	Cenários possíveis de incidentes/acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
Piezômetros instalados na fundação	Níveis piezométricos	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento/diminuição importante e inesperada dos níveis piezométricos (comparar com os níveis do reservatório, se ocorrerem variações recentes e a que taxa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação • Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos • Erosão interna • Instabilidade global aterro-fundação 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível do reservatório • Drenagem • Tratamento da fundação • Obras de reabilitação • Intensificação da observação 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarelo/laranja
Piezômetros instalados no aterro	Níveis piezométricos	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento/decaimento importante e inesperado dos níveis piezométricos (comparar com os níveis do reservatório, se ocorrerem variações recentes e a que taxa). Níveis hidrostáticos medidos superiores aos calculados nos estudos de percolação do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem • Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos • Erosão interna • Instabilidade do corpo do aterro • Instabilidade global aterro-fundação 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível do reservatório • Drenagem • Obras de reabilitação (por exemplo, aterros de estabilização, obras de drenagem a jusante e obras de impermeabilização a montante) • Intensificação da observação 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarelo/laranja
Medidores de vazão e poço de bombeamento	Vazão	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento importante das vazões totais (comparar com os níveis do reservatório, se ocorrerem variações recentes e a que taxa). Vazões medidas superiores às calculadas no projeto • Material fino em suspensão carregados pelas águas de percolação 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação • Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem • Funcionamento deficiente dos filtros/ drenos • Colmatção de filtros e 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível do reservatório • Drenagem • Obras de reabilitação (por exemplo, reforço dos órgãos de impermeabilização, implementação de obras de drenagem e de proteção, etc.) • Intensificação da observação 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarelo/laranja

Dispositivos	Grandeza	Situação	Cenários possíveis de incidentes/acidentes	Eventuais medidas de intervenção	Nível de resposta
			drenos • Erosão interna		

6.2.1. Caracterização dos níveis de segurança e risco de ruptura para o reservatório

A Curva de Referência para Operação é a representação gráfica da escala de valores de referência para a delimitação das situações de operação hidráulica do reservatório. Nela estão representadas as 4 (quatro) situações possíveis: Normal, Atenção, Alerta e Emergência, definidas a partir das características hidrológicas da bacia e das características hidráulicas do aproveitamento (níveis característicos, capacidade de descarga dos órgãos de extravasão, relação cota x volume). O eixo horizontal da Curva representa a vazão afluente e o eixo vertical os níveis do reservatório. A Figura 18 apresenta a Curva de Referência para Operação e a Tabela 9 a caracterização dos níveis de segurança do reservatório para a PCH São Tadeu I.

Tabela 9. Caracterização dos níveis de segurança do reservatório de São Tadeu I.

Situação	Nível do Reservatório - NA (m)	Vazão Afluente - Q (m³/s)	Observação
Normal	NA ≤ 421,5	Q ≤ 151,87	Vazão de TR aprox. 10 anos
Atenção	421,5 < NA ≤ 422,0	151,87 < Q ≤ 242,23	Vazão de TR aprox., 100 anos
Alerta	422,0 < NA ≤ 422,3	242,23 < Q ≤ 304,19	Vazão de TR aprox., 1000 anos
Emergência	422,3 < NA ≤ 424,0	304,19 < Q ≤ 803,39	Vazão de TR aprox., 10000 anos
	NA > 424,0	Q > 803,39	Galgamento da barragem

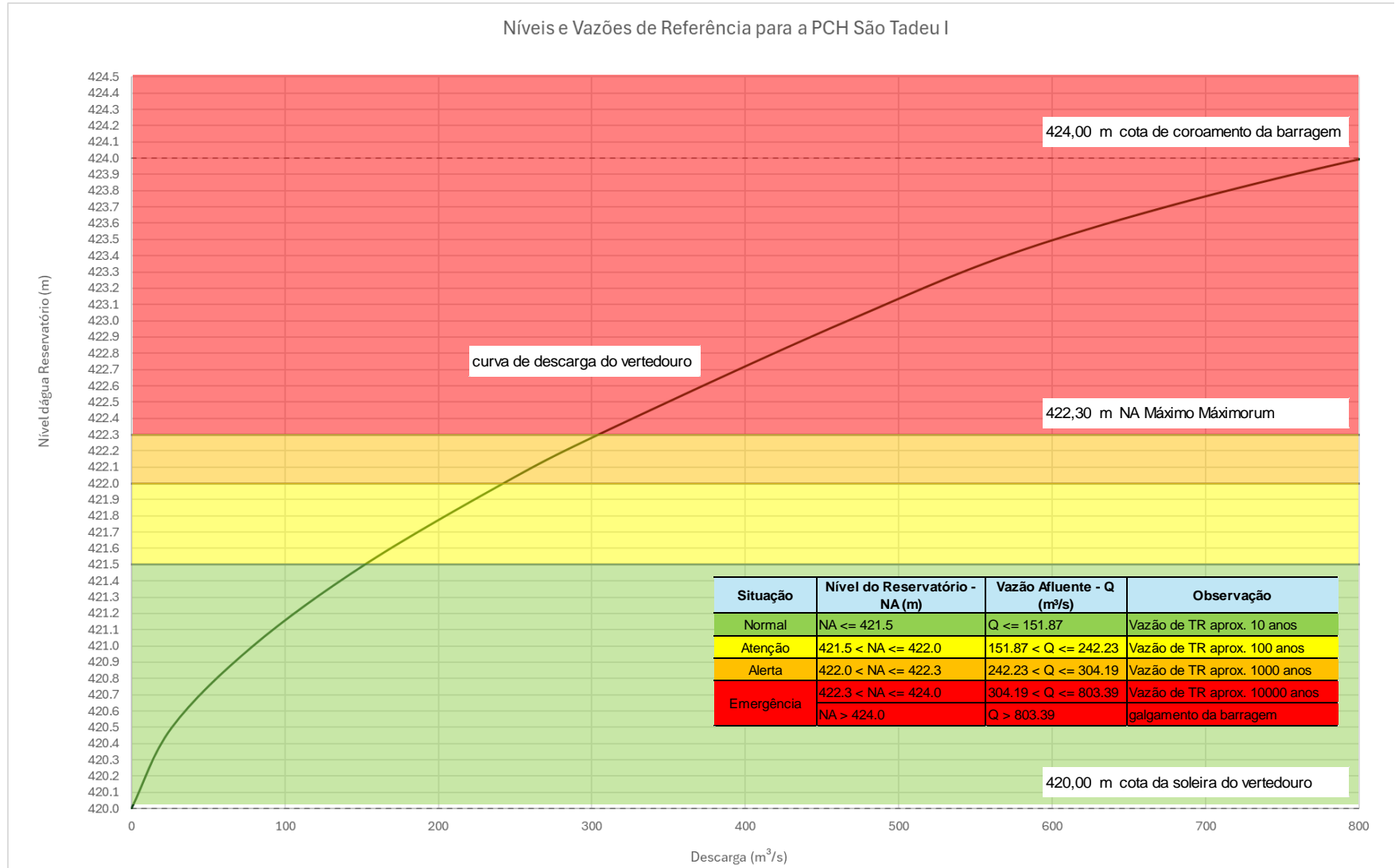


Figura 18. Curva de Referência para Operação do Reservatório de São Tadeu I

6.2.2. Caracterização dos níveis de segurança dos instrumentos de auscultação¹⁸

Os valores de controle das leituras dos instrumentos da barragem de terra e enrocamento foram divididos, sempre que aplicável, em duas categorias: valores de atenção e valores de alerta.

As leituras dos instrumentos, que resultam em valores abaixo dos valores de atenção, significam que o comportamento das estruturas deve estar normal e de acordo com os critérios de projeto, segundo os quais foram dimensionados.

Os valores de alerta indicam os máximos valores aceitáveis para cada instrumento, a partir dos quais deverão ser realizadas análises mais detalhadas de projeto, uma vez que as condições mínimas aceitáveis de segurança podem estar sendo comprometidas. Poderão ser necessárias implementações de medidas corretivas de eventuais problemas para a estrutura em questão.

Tabela 10. Valores de Atenção e Alerta para Piezômetros “Standipipe”.¹⁸

DESCRIÇÃO	ESTACA	COTA DE INSTALAÇÃO	NÍVEIS DE ATENÇÃO	NÍVEIS DE ALERTA	SEÇÃO/DESENHO
PZ 01(OD)	2+16,6	418,50	419,00	420,00	“A” – 422DP-A514
PZ 02(OD)	2+16,60	414,20	420,00	421,00	“A” – 422DP-A514
PZ 03(OD)	2+16,60	414,20	419,00	419,50	“A” – 422DP-A514
PZ 04(OD)	2+16,60	414,00	417,00	418,00	“A” – 422DP-A514
PZ 05(OD)	3+10,00	410,00	412,50	413,50	“B” – 422DP-A514
PZ 06(OD)	3+10,00	407,64*	408,00	408,50	“B” – 422DP-A514
PZ 08(OD)	4+9,30	404,50	409,00	411,50	“C” – 422DP-A514
PZ 08A(OD)	4+9,30	400,00	406,00	407,50	“C” – 422DP-A514
PZ 08B(OD)	4+9,30	398,50	404,60	405,50	“C” – 422DP-A514
PZ 10(OE)	6+17,50	398,00	406,00	408,50	“D” – 422DP-A515
PZ 12(OE)	8+10,00	396,00	403,50	406,00	“E” – 422DP-A516
PZ 13(OE)	9+9,00	411,50	416,50	417,00	“F” – 422DP-A516

OE – Ombreira esquerda; OD – Ombreira direita.

*Informação da cota de instalação *in loco* fornecida pela STE.

Obs.: o piezômetro PZ 12 não foi instalado.

¹⁸ Documento de referência: “PCH SÃO TADEU I. PROJETO EXECUTIVO. NÍVEIS DE ATENÇÃO E ALERTA PARA PIEZÔMETROS E MARCOS SUPERFICIAIS. NOTA TÉCNICA”. 010402-422NT-A030. Revisão 02. Setembro / 2009.

Tabela 11. Valores de Carga Piezométrica Normal e Máxima.^{18 19}

DESCRIÇÃO	ESTACA	COTA DE INSTALAÇÃO	CARGA NORMAL	CARGA MÁXIMA	SEÇÃO/DESENHO
PZ 07(OD)	4+9,30	408,60	415,30	419,50	“C” – 422DP-A514
PZ 09(OE)	6+17,50	402,50	414,00	418,30	“D” – 422DP-A515
PZ 11(OE)	8+10,00	401,00	413,20	418,50	“E” – 422DP-A516

OE – Ombreira esquerda; OD – Ombreira direita.

Tabela 12. Caracterização dos níveis de segurança das leituras dos piezômetros da PCH São Tadeu I.

DESCRIÇÃO	Normal (verde)	Atenção (amarelo)	Alerta (laranja)	Emergência (vermelho)
PZ 01(OD)	Nível<419	419<=Nível<419,5	419,5<=Nível<420	Nível>=420
PZ 02(OD)	Nível<420	420<=Nível<420,5	420,5<=Nível<421	Nível>=421
PZ 03(OD)	Nível<419	419<=Nível<419,25	419,25<=Nível<419,5	Nível>=419,5
PZ 04(OD)	Nível<417	417<=Nível<417,5	417,5<=Nível<418	Nível>=418
PZ 05(OD)	Nível<412,5	412,5<=Nível<413	413<=Nível<413,5	Nível>=413,5
PZ 06(OD)	Nível<408	408<=Nível<408,25	408,25<=Nível<408,5	Nível>=408,5
PZ 08(OD)	Nível<409	409<=Nível<410,25	410,25<=Nível<411,5	Nível>=411,5
PZ 08A(OD)	Nível<406	406<=Nível<406,75	406,75<=Nível<407,5	Nível>=407,5
PZ 08B(OD)	Nível<404,6	404,6<=Nível<405,05	405,05<=Nível<405,5	Nível>=405,5
PZ 10(OE)	Nível<406	406<=Nível<407,25	407,25<=Nível<408,5	Nível>=408,5
PZ 12(OE)	Nível<403,5	403,5<=Nível<404,75	404,75<=Nível<406	Nível>=406
PZ 13(OE)	Nível<416,5	416,5<=Nível<416,75	416,75<=Nível<417	Nível>=417

¹⁹ Para os piezômetros situados a montante do filtro vertical (PZs 7, 9 e 11), foi adotado o critério de determinação de valores de carga piezométrica Normal e Máxima, levando em consideração a rede de fluxo teórica no maciço de aterro compactado de montante. Esses valores foram estimados para NA Normal e NA Max Max (TR 10.000 anos), obtendo a carga que deve ser observada no piezômetro. São valores, diferentemente da atenção e da alerta, indicativos e não condicionam a estabilidade; por isso optou-se por outra denominação.

6.3. AÇÕES ESPERADAS

Após a detecção de qualquer anomalia ou ocorrência, a primeira ação a empreender pelo Coordenador do PAE é a classificação do nível de resposta. Posteriormente, consoante a classificação estabelecida, este deverá seguir as ações pré-definidas para cada nível de resposta. No caso mais simples, as ações de resposta estão concentradas no Coordenador do PAE. As ações para incêndios, inundações, derrames químicos e deslizamentos/desmoronamentos consultas o Plano de Respostas a Emergências no Anexo 11.3.

Quadro 9. Nível de resposta Verde. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE.

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência Declara manutenção do nível de resposta Verde	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação do nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de manterem a normal operação mas “intensificarem o monitoramento ou a observação” Notifica Empreendedor Quando justificável, promove contato com as entidades externas com responsabilidades instituídas	Após identificar nível de resposta	Notificação interna
Intensifica o monitoramento das afluições ou a observação da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem Registra todas as observações e ações Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considera- dos necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: • controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-o de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas • eventualmente promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência
Alerta Quando aplicável, aciona o sinal de alerta à população na ZAS ²⁰	Durante a situação de alerta	Alerta
Verifica: • i) se as medidas implementadas resultam (ou se a situação deixa de constituir ameaça), declarando o encerramento da emergência e elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

²⁰ O sistema de alerta à população na ZAS será definido após o levantamento e cadastramento dos potenciais atingidos.

Ação	Quando	Tipo de ação
<ul style="list-style-type: none"> ii) se a situação evolui para o nível de resposta Amarelo 		

Quadro 10. Nível de resposta Amarelo. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE.

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente Declara nível de resposta Amarelo	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação nível de resposta
<p>Notifica os recursos internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> no caso de cheias ou deslizamento iminente de encostas: notificação de estado de vigilância permanente – 24h/dia; nos casos restantes: notificação no sentido de “intensificarem o monitoramento ou a observação” <p>Notifica o Empreendedor</p> <p>Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas</p> <ul style="list-style-type: none"> Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluências – 24h/dia 	Após identificar nível de resposta	Notificação interna e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
<p>Implementa o monitoramento contínuo das afluências ou a observação mais intensa da barragem</p> <p>Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante</p> <p>Registra todas as observações e ações</p> <p>Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e alerta</p> <p>Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários</p>	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
<p>Implementa medidas preventivas e corretivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> controla o nível de água no reservatório de modo a evitar o deslizamento ou baixa-o de forma a minimizar os danos decorrentes, no caso de deslizamento de encostas promove a deslocação de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do incidente e propor medidas (condicionar a operação do reservatório, intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de outras ocorrências (sismos, falha de órgãos extravasores ou Sistemas de notificação e alerta, anomalia do comportamento estrutural, ação criminosa ou fatores de risco) não aplica qualquer medida no caso de falha na instrumentação (não aplicável a este nível de resposta) 	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência

Ação	Quando	Tipo de ação
Notificação entre entidades: • Entidade Fiscalizadora Mantém o contato com as entidades alertadas durante a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente Alerta: Quando aplicável, aciona o sinal de aviso para população na ZAS ²⁰	Durante a situação de alerta	Notificação e Alerta
Verifica: • i) se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Verde (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência) • ii) se a situação evolui para o nível de resposta Laranja	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

Quadro 11. Nível de resposta Laranja. Exemplo de ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE.

Ação	Quando	Tipo de ação
Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente Declara nível de resposta Laranja	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação nível de resposta
Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente – 24h/dia Notifica Empreendedor Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas • Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia	Após identificar nível de resposta	Notificação interna dos recursos e externa das entidades com responsabilidades instituídas para apoio à gestão da emergência
Procede à evacuação de todo o pessoal que estiver trabalhando no aproveitamento não necessário para a gestão da emergência Condiciona o acesso à zona da barragem Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante Registra todas as observações e ações Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos Sistemas de notificação e de alerta Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários	Após identificar nível de resposta e ao longo de toda a situação de alerta	Monitoramento da situação
Implementa medidas preventivas e corretivas: • procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso da ocorrência de cheias ou de deslizamento de encostas • promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem para avaliar a natureza e extensão do	Durante a situação de alerta	Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência

Ação	Quando	Tipo de ação
<p>acidente e propor medidas (condicionar a exploração ou esvaziar o reservatório, intervenções de reforço da barragem, manutenção ou substituição de equipamento), no caso de sismos, anomalia do comportamento estrutural, ação criminosa ou atos de guerra</p> <p>Notificação entre entidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Entidade Fiscalizadora em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (polícia militar e os Corpos de bombeiros) CENAD <p>Mantém o contato <i>durante</i> a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente</p> <p>Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos <i>briefings</i> promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação para a Comunicação Social e para o Público</p> <p>Alerta:</p> <p>Aciona o sinal de descarga ou de aviso para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação da população na ZAS²⁰</p>	Durante a situação de alerta	Alerta e Aviso
<p>Verifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Amarelo (elaborando o relatório de encerramento de eventos de emergência) ii) se a situação evolui para nível de resposta Vermelho 	Após aplicação das medidas	Reclassificação do nível de resposta

Quadro 12. Nível de resposta Vermelho. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE.

Ação	Quando	Tipo de ação
<p>Promove a avaliação da natureza e extensão do acidente</p> <p>Declara nível de resposta Vermelho</p>	Após detecção da anomalia ou ocorrência	Classificação nível de resposta
<p>Notifica os recursos internos de gestão da emergência no Centro de Operação e Gestão (COG)</p> <p>Notifica o Empreendedor</p> <p>Promove contato com entidades externas com responsabilidades instituídas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Entidade Fiscalizadora para informação com base no monitoramento contínuo das afluições – 24h/dia 	Após identificar nível de resposta	Notificação interna dos recursos e externa das entidades com responsabilidades instituídas para

Ação	Quando	Tipo de ação
<p>Procede à evacuação de todo o pessoal que trabalha no aproveitamento a não ser o estritamente fundamental para a gestão da emergência</p> <p>Veda o acesso à zona da barragem</p> <p>Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem</p> <p>Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante</p> <p>Registra todas as observações e ações</p> <p>Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: dos sistemas de comunicação, das comportas, dos grupos de emergência, dos sistemas de notificação e de alerta</p> <p>Mobiliza os meios de apoio humanos (os estritamente fundamentais), bem como os recursos materiais e logísticos considerados necessários</p>		<p>apoio à gestão da emergência</p>
<p>Implementa medidas preventivas e corretivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • procede à abertura total e simultânea de todos os órgãos extravasores e mantém descargas até ao limite máximo fisicamente possível, no caso de: • Cheias • Deslizamento de encostas • reduz o armazenamento ou esvazia o reservatório, no caso de: • Sismos ou anomalia do comportamento estrutural • Ação criminosa ou atos de guerra 	<p>Durante a situação de alerta</p>	<p>Implementação de medidas preventivas e corretivas em função do tipo de ocorrência</p>
<p>Notificação entre entidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entidade Fiscalizadora • em âmbito municipal, as Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (secretarias municipais de saúde, serviços de águas e esgoto) • em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (polícia militar e os Corpos de bombeiros) • CENAD <p>Mantém o contato <i>durante</i> a ocorrência com informações regulares e sempre que os níveis de água no reservatório e os volumes descarregados se alterem significativamente</p> <p>Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão da situação, participa nos <i>briefings</i> promovidos pelos serviços de Defesa Civil e com estas coordena estratégia para disseminação de informação para a Comunicação Social e para o Público</p> <p>Alerta:</p> <p>Aciona o sinal de evacuação da população na ZAS²⁰</p>	<p>Durante a situação de alerta</p>	<p>Alerta e Aviso</p>
<p>Verifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • i) se as medidas implementadas resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta Laranja • ii) se ocorre a ruptura e elabora o relatório de encerramento de eventos de emergência 	<p>Após aplicação das medidas</p>	<p>Reclassificação do nível de resposta</p>

7. Procedimentos de notificação e sistema de alerta

Os procedimentos de notificação e sistema de alerta tem por objetivo:

- » Definir quem notifica e quem é notificado;
- » Identificar os nomes dos intervenientes e das organizações responsáveis no processo e os respectivos números de telefone e recursos alternativos de comunicação;
- » Definir os meios de comunicação entre o Coordenador do PAE (responsável pelo desencadear do alerta) e as entidades a alertar;
- » Definir os dispositivos de alerta sonoros que têm por função informar a população na ZAS da iminência ou ocorrência de um acidente na barragem.

7.1. NOTIFICAÇÃO

Conforme mencionado anteriormente, a comunicação entre a Usina e o Centro de Operação e Gestão (COG) é constante e diária, garantindo o fluxo contínuo de informações. O centro de operações funciona em regime contínuo (7x24), realizando o monitoramento da barragem, casa de força e subestação.

A usina dispõe de diversos meios de comunicação para garantir a transmissão rápida de informações em qualquer situação:

- » Linha fixa: (65) 3626-5990
- » Celular – Casa de Força: (65) 98113-1297 (WhatsApp)
- » Celular – COG: (65) 9289-2006 (WhatsApp)

Essa estrutura de comunicação garante que qualquer incidente possa ser prontamente reportado e tratado pelos responsáveis, assegurando a segurança e a continuidade das operações da barragem.

O Anexo 11.1 apresenta três formulários direcionados para o PAE: formulários de declaração de início e de encerramento de emergência e o de mensagem de notificação.

7.2. SISTEMA DE ALERTA

O sistema de alerta para evacuação da população na ZAS ainda não foi definido e será realizado em uma etapa posterior na implementação do PAE.

Os alertas internos serão realizados pelos meios de comunicação da usina e da mesma forma às autoridades competentes.

7.3. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

A Figura 19 apresenta o fluxograma de notificação do PAE, que estabelece a comunicação entre os responsáveis pela operação e segurança da barragem, além das entidades

externas envolvidas na gestão de emergências, de acordo com os níveis de resposta. No nível de resposta verde (NORMAL), a operação é monitorada internamente pela equipe do COG, com comunicação direta via telefone fixo e celular. No nível de resposta amarelo (ATENÇÃO), a equipe interna é acionada, incluindo o coordenador do PAE e seu substituto, além do empreendedor responsável pela barragem. No nível de resposta laranja (ALERTA), ocorre a comunicação com entidades fiscalizadoras e órgãos técnicos especializados, como a ANEEL, responsável pela fiscalização do empreendimento, o INPE, que fornece dados espaciais, o CEMADEN, que monitora riscos de desastres naturais, e o INMET, que disponibiliza previsões meteorológicas, a Defesa Civil poderá ser acionada para conhecimento e prontidão. No nível de resposta vermelho (EMERGÊNCIA), são acionados os órgãos de Defesa Civil em nível municipal e estadual, incluindo a COMDEC do município de Santo Antônio do Leverger, a Prefeitura Municipal, a CEDEC do Mato Grosso, e o CENAD, que coordena a resposta a emergências em nível nacional. Em caso de risco iminente, também ocorre o acionamento do sistema de alerta para a Zona de Autossalvamento (ZAS)²⁰, para garantir a mobilização da população exposta.

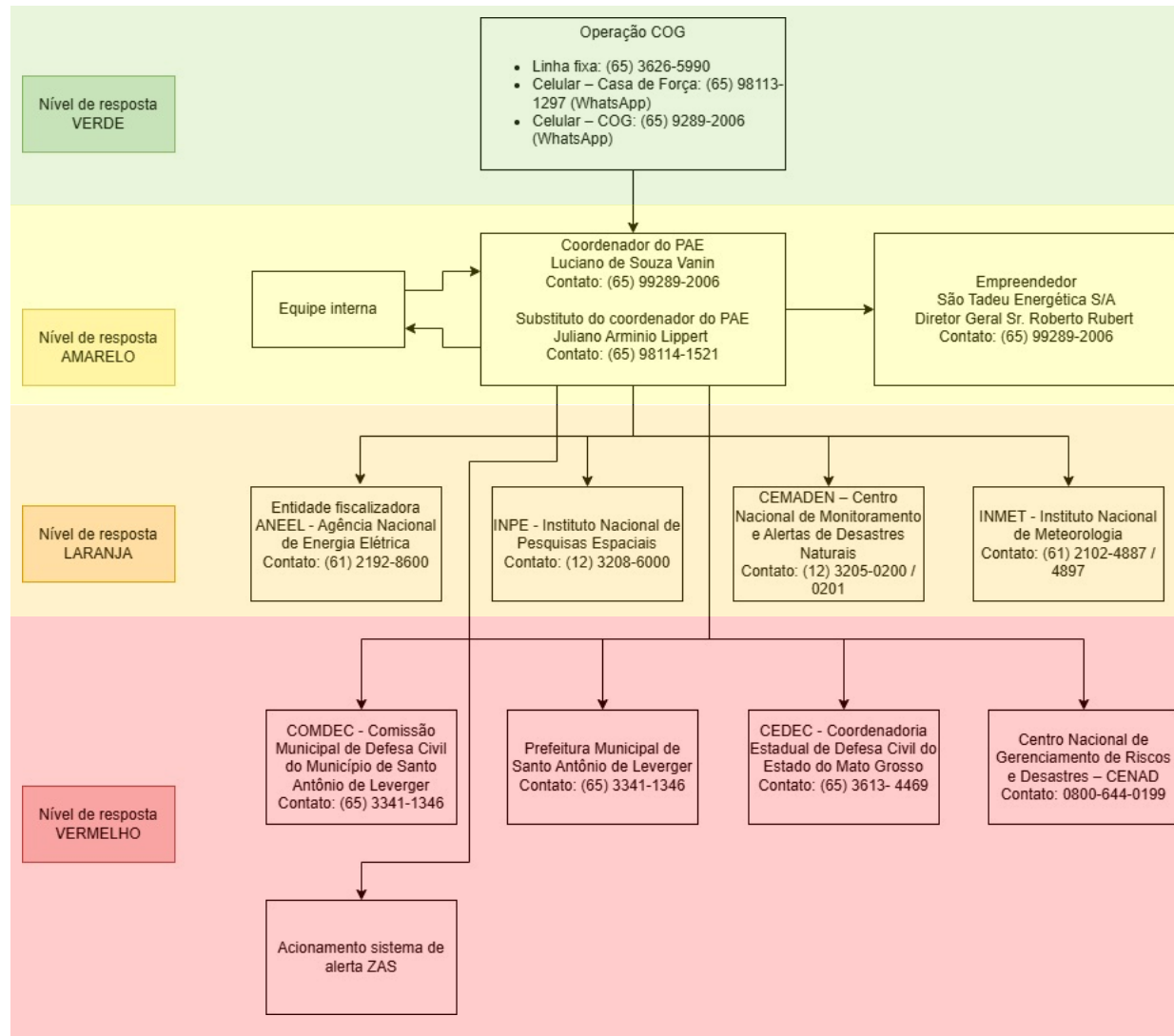


Figura 19. Fluxograma de notificação.

8. Responsabilidades gerais no PAE

O item Responsabilidades Gerais do PAE define as atribuições de cada entidade e indivíduo envolvido na implementação e execução do Plano de Ação de Emergência. Essas responsabilidades abrangem desde a gestão e monitoramento da barragem, passando pela tomada de decisão em situações críticas, até a coordenação de respostas emergenciais junto às autoridades competentes. O cumprimento dessas funções é essencial para garantir a segurança da estrutura, minimizar riscos à população e ao meio ambiente e assegurar que os procedimentos de notificação e resposta sejam executados de maneira eficiente. Dessa forma, este item detalha os papéis do Empreendedor, Coordenador do PAE, Equipe Técnica, Entidades Fiscalizadoras e Sistema de Proteção e Defesa Civil, destacando a importância da cooperação entre os envolvidos para a eficácia do plano.

8.1. RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

A Figura 20 apresenta o organograma da São Tadeu Energética S/A.

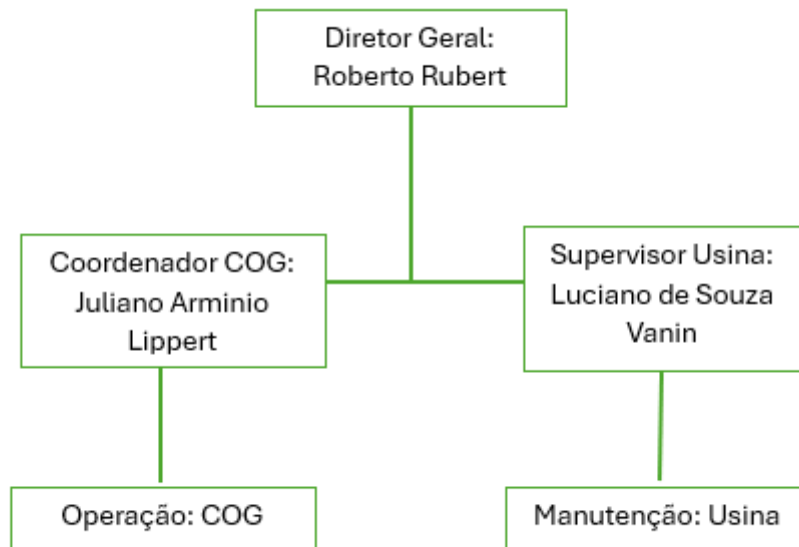


Figura 20. Organograma da São Tadeu Energética S/A.

O Diretor Geral Sr. Roberto Rubert é o responsável pelas ações em Segurança de Barragens de suas estruturas, devendo designar formalmente um coordenador para executar as ações descritas no PAE. É também responsável por:

- » providenciar a elaboração e atualizar o PAE;
- » promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- » participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e organismos de defesa civil.

8.2. RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

O Coordenador Responsável designado pelo Diretor Geral Sr. Roberto Rubert, conforme definido e registrado nos documentos deste PAE é o Sr. Luciano de Souza Vanin - contato (65) 99289-2006. Também está registrado o nome do substituto: Sr. Juliano Arminio Lippert - contato: (65) 98114-1521.

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

- detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão;
- 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 zona de autossalvamento;
- notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;
- emitir declaração de encerramento da emergência;
- providenciar a elaboração do relatório de fechamento de eventos de emergência.

Em particular, o Coordenador do PAE é responsável por assegurar as quatro etapas de ações após a detecção de uma circunstância excepcional ou de uma situação anômala:

- » Detecção e classificação;
- » Comunicação, notificação e alerta;
- » Ações de resposta (monitorar a situação, observar a barragem, implementar medidas preventivas e corretivas);
- » Encerramento.

As ações que o Coordenador do PAE deve implementar em cada etapa do PAE encontram-se resumidas graficamente pelo fluxograma que consta da Figura 21.

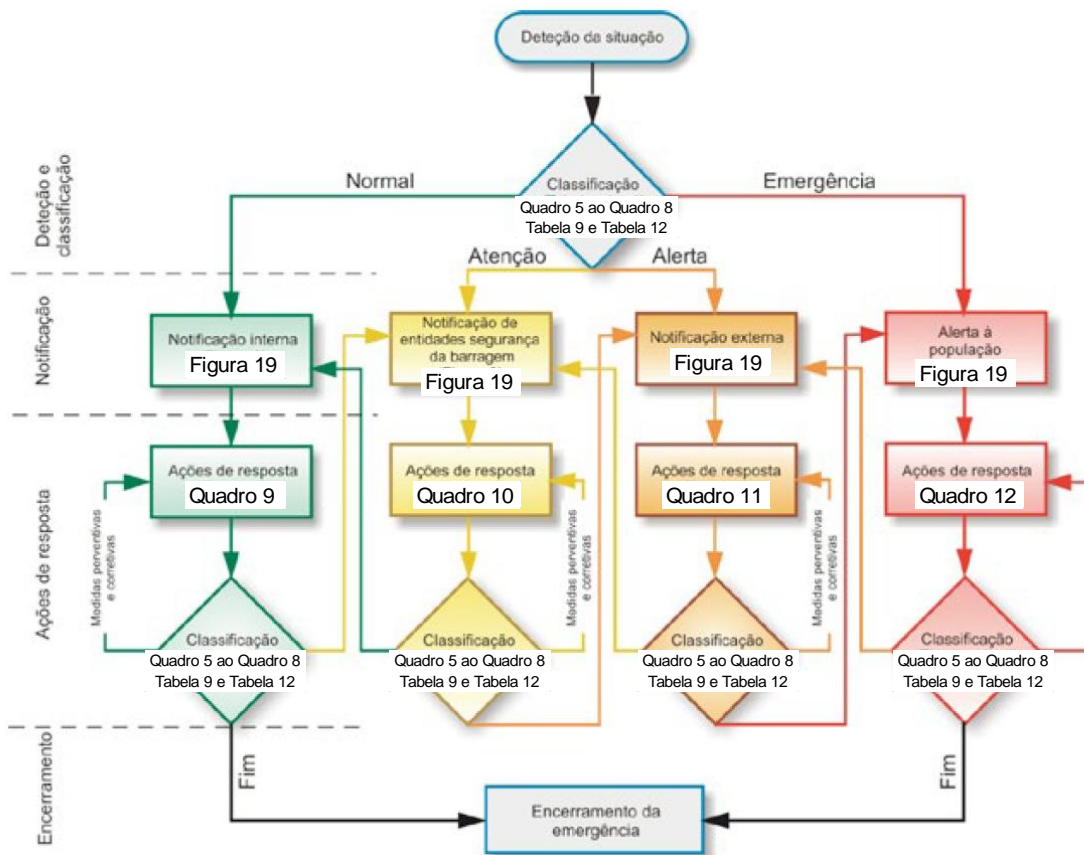


Figura 21. Ações a implementar pelo Coordenador do PAE.

8.3. RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA

A equipe interna é responsável pelo monitoramento contínuo da barragem, assegurando a operação segura por meio da execução de protocolos operacionais e da rápida notificação de eventos anormais. Com a operação realizada remotamente, os profissionais supervisionam, em tempo real, os dados provenientes de sensores e sistemas de telemetria, analisando variáveis críticas que possam comprometer a segurança da barragem. Esse monitoramento contínuo permite a detecção precoce de anomalias, garantindo uma resposta ágil e eficiente para mitigar riscos e impactos.

Além disso, a equipe mantém comunicação constante com entidades fiscalizadoras, como a ANEEL, e com órgãos especializados, como o INMET, INPE e CEMADEN, que fornecem informações meteorológicas, hidrológicas e de monitoramento de desastres naturais, auxiliando na tomada de decisões estratégicas. Em cenários de emergência mais críticos, a equipe também se articula com as Defesas Civas municipal e estadual, bem como com o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), coordenando ações de resposta e medidas de evacuação na Zona de Autossalvamento (ZAS). Dessa forma, a organização da equipe técnica do PAE visa garantir uma resposta rápida e eficiente, minimizando riscos à população e danos ambientais.

8.4. ENTIDADES FISCALIZADORAS

As Entidades Fiscalizadoras possuem um papel fundamental na regulação, fiscalização e acompanhamento da segurança de barragens, garantindo o cumprimento das normativas vigentes e a adoção de medidas preventivas e corretivas pelos empreendedores. Suas responsabilidades incluem:

- » Fiscalização do Empreendimento: Monitoram a implementação e execução do Plano de Ação de Emergência (PAE), verificando se o empreendedor cumpre as exigências legais e técnicas estabelecidas pelos órgãos reguladores.
- » Avaliação da Segurança da Barragem: Realizam inspeções periódicas, analisam relatórios técnicos e acompanham dados operacionais e estruturais da barragem, assegurando sua estabilidade e funcionamento adequado.
- » Recebimento e Análise de Notificações: São responsáveis por receber e avaliar os alertas enviados pelo empreendedor, especialmente em casos de anomalias estruturais ou riscos iminentes, orientando sobre as ações necessárias.
- » Exigência de Ações Preventivas e Corretivas: Podem determinar medidas adicionais de segurança, solicitar adequações no projeto ou na operação da barragem e exigir a adoção de planos de mitigação de riscos.
- » Coordenação com Outros Órgãos: Trabalham em conjunto com o Sistema de Proteção e Defesa Civil, entidades ambientais e demais órgãos técnicos, garantindo uma resposta eficiente em situações de emergência.
- » Apoio na Comunicação com a População: Podem atuar na disseminação de informações sobre a segurança da barragem, contribuindo para a conscientização da comunidade e orientando sobre procedimentos de evacuação em casos críticos.

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

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) – Figura 22–, entidade que atua na redução de desastres em todo o território nacional, é o responsável pelo alerta da população fora da zona de autossalvamento e pela evacuação da mesma no vale a jusante.



Figura 22. Organização esquemática do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

No caso da barragem de São Tadeu I, o COMDEC do Município de Santo Antônio de Leverger deve alertar as populações a jusante da zona de autossalvamento da barragem.

O CEDEC do Estado de Mato Grosso deve mobilizar os seus meios e recursos (corpos de bombeiros, polícia, etc.) já que tem responsabilidade na evacuação da população. Na zona de autossalvamento, as populações devem conhecer os pontos de refúgio e para eles se dirigirem de forma autônoma, pois considera-se que não há tempo para a atuação eficaz do Sistema de Proteção e Defesa Civil.

9. Síntese do estudo de Inundação e mapa de Inundação

O Estudo de Rompimento (Dam Break) da PCH São Tadeu I²¹, localizada no rio Aricá-Mirim, em Santo Antônio do Leverger/MT, teve como objetivo avaliar os impactos da ruptura da barragem. O estudo seguiu a Resolução Normativa Aneel Nº 1.064/2023 e incluiu as manchas de inundação a jusante da estrutura.

Este foi o primeiro estudo de rompimento realizado para a PCH São Tadeu I, utilizando base topográfica proveniente de dados secundários. Essa abordagem permitiu uma avaliação inicial das manchas de inundação, fornecendo uma visão preliminar dos impactos potenciais de uma eventual ruptura da barragem. Apesar das limitações inerentes ao uso de dados secundários, os resultados obtidos são fundamentais para o planejamento de ações preventivas e para futuras análises mais detalhadas.

9.1. METODOLOGIA

O estudo foi realizado por meio das seguintes etapas:

- Análise da documentação técnica (geometria da barragem, estudos hidrológicos e hidráulicos);
- Cálculo das dimensões da brecha e tempo de formação, considerando o histórico da barragem;
- Definição do hidrograma de rompimento, a partir de dados observados em estação fluviométrica;
- Modelagem hidrodinâmica utilizando o software HEC-RAS, com base em um Modelo Digital de Elevação (ANADEM);
- Simulação de cenários de ruptura e mapeamento das zonas de autossalvamento e secundária.

9.2. CARACTERIZAÇÃO DA BARRAGEM

A barragem da PCH São Tadeu I possui uma altura máxima de 28 metros e um comprimento de 200 metros. Trata-se de uma barragem de terra construída sobre a calha natural do rio Aricá-Mirim. O vertedouro da barragem é uma estrutura de soleira livre, com 40 metros de comprimento, projetada para escoar as vazões excedentes do reservatório. Este reservatório tem uma área de 0,46 km² e um volume de 3,5 hm³ no nível máximo normal.

²¹ O Relatório "PCH SÃO TADEU I. ESTUDO DE ROMPIMENTO (DAM BREAK). Nº 2024-11-PCHST-RT-0001. Revisão 0. Junho/2024" encontra-se no Anexo 11.4.

9.3. DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS DE ROMPIMENTO

Foram simulados quatro cenários principais:

Cenário	Vazão	Modo de Falha
1	Cheia de projeto	Sem falha
2	Cheia de projeto	Rompimento por galgamento
3	Vazão média de longo termo	Sem falha
4	Vazão média de longo termo	Rompimento por piping

9.4. MODELAGEM E PROPAGAÇÃO DA ONDA DE INUNDAÇÃO

A modelagem da onda de inundação teve o objetivo de prever a propagação dos fluxos resultantes da ruptura da barragem, estimando a extensão e a intensidade dos impactos a jusante. Esse processo envolveu a definição das dimensões da brecha, a simulação do hidrograma de rompimento e a identificação das áreas potencialmente afetadas. A análise permitiu uma avaliação preliminar das zonas de risco, identificando as áreas potencialmente afetadas pela inundação. Essas zonas serão detalhadas em estudos complementares para embasar a implementação do Plano de Ação de Emergência (PAE), garantindo a definição de medidas mais precisas de mitigação e resposta emergencial. Os parâmetros utilizados foram:

- » Dimensões da brecha: Calculadas com base nas características geotécnicas da barragem;
- » Propagação do hidrograma: Modelagem das cheias resultantes ao longo do vale do rio Aricá-Mirim;
- » Zonas de Inundação:
 - Zona de Autossalvamento (ZAS): Trecho onde não há tempo suficiente para intervenção das autoridades;
 - Zona Secundária: Região afetada, mas com tempo para evacuação.

9.5. VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS

No mapa da Figura 23 apresenta o mapa de inundação (cenário galgamento) e os acessos à barragem e casa força. A mancha de inundação está representada pela área em azul claro, indicando as regiões que podem ser alagadas no caso de um rompimento da barragem da PCH São Tadeu I. A inundação ocorre ao longo do rio Aricá-Mirim, seguindo o curso natural da água e se espalhando pelos terrenos adjacentes. Infraestruturas próximas ao rio podem ser afetadas, incluindo trechos da rodovia principal e acessos internos da usina, como os caminhos que levam à casa de força e à barragem. No cenário de rompimento, somente fica acessível o acesso à barragem. O caminho e a rota alternativa à casa de força podem ficar comprometidos em caso de rompimento. Além disso, áreas rurais e vegetação próximas ao rio também podem ser impactadas, dependendo do relevo e da ocupação do solo.

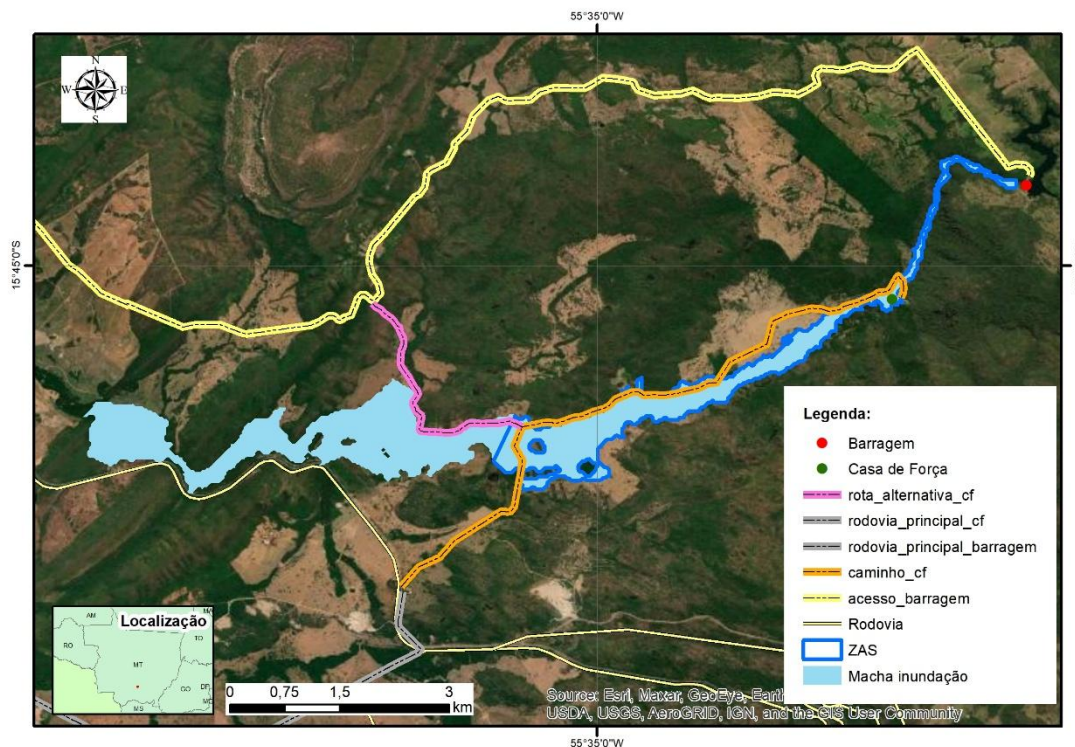


Figura 23. Mapa da mancha de inundação (cenário galgamento) e acessos à barragem e casa de força.

A partir da mancha de inundação foram identificados no Google Earth benfeitorias dentro e próximas ao limite da área de inundação na ZAS. A Figura 24 apresenta as benfeitorias potencialmente atingidas pela mancha de inundação.

O vale a jusante da barragem atingido pela mancha de inundação apresenta uma diversidade de benfeitorias impactadas, distribuídas ao longo da área alagada. As infraestruturas afetadas incluem pontes e estradas, que podem ser interrompidas, especialmente nos pontos onde as vias cruzam cursos d'água, comprometendo o acesso às propriedades rurais. Além disso, há a presença de casas e outras construções, sendo que algumas dessas edificações estão localizadas em áreas habitadas, indicando possíveis residências atingidas, enquanto outras podem corresponder a moradias em zonas rurais. O impacto se estende também a galpões e estruturas rurais, que podem incluir depósitos de insumos, armazéns agrícolas e instalações voltadas ao suporte da atividade agropecuária. Outro aspecto relevante é a presença de áreas de criação animal, que integram propriedades destinadas à pecuária, onde a inundação pode representar risco para os rebanhos e demandar ações emergenciais para a evacuação dos animais.

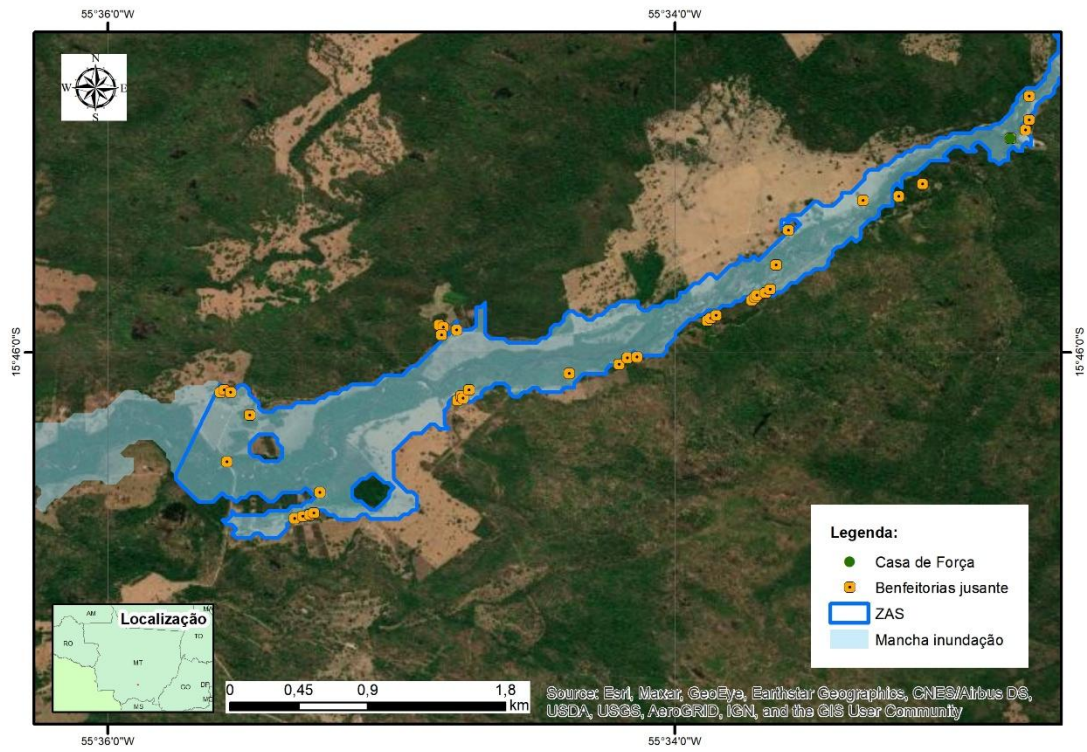


Figura 24. Benefitorias potencialmente atingidas pela mancha de inundação.

10. Recomendações

O Plano de Ação de Emergência (PAE) da PCH São Tadeu I foi elaborado considerando o Estudo de Rompimento da Barragem¹. Esse estudo utilizou um modelo digital de elevação gratuito para a identificação preliminar das áreas potencialmente afetadas em caso de ruptura, servindo como referência inicial para a análise de impacto.

As ações de detecção, avaliação e classificação das situações de emergência da barragem foram definidas considerando as condições operacionais do reservatório, as características da estrutura e os limites dos instrumentos de auscultação, garantindo um monitoramento contínuo e a rápida resposta a eventuais anomalias.

Para aprimorar a efetividade do PAE e fortalecer as medidas preventivas, recomenda-se que, até a próxima Revisão Periódica de Segurança de Barragens, sejam realizadas as seguintes atividades:

- Levantamento topográfico atualizado da área a jusante, conforme a norma NBR 17188:2024, intitulada "Barragens: Diretrizes para Estudos de Rompimento", para maior precisão na modelagem dos impactos de um eventual rompimento.
- Revisão do Estudo de Rompimento, incorporando os novos dados topográficos para aprimorar a definição das manchas de inundação e das zonas de risco.
- Cadastramento da população residente na Zona de Autossalvamento (ZAS), garantindo um controle mais preciso das pessoas potencialmente afetadas.
- Elaboração do Plano de Comunicação e do Plano de Evacuação, detalhando estratégias para a orientação e retirada segura da população na ZAS em caso de emergência.
- Definição e implementação do Sistema de Alerta à População, garantindo que os moradores da ZAS sejam avisados de forma rápida e eficaz em situações críticas.
- Realização de treinamentos internos para capacitação da equipe responsável pela operação da barragem e pela execução do PAE, garantindo que todos conheçam seus papéis e responsabilidades em cenários de emergência.
- Promoção de treinamentos externos e ações educativas junto à população e às Defesas Civis municipais e estaduais, assegurando que as comunidades potencialmente afetadas saibam como agir em caso de alerta.
- Execução periódica de simulados de emergência, envolvendo tanto a equipe técnica da barragem quanto os órgãos de proteção e a população da ZAS, para testar a efetividade dos protocolos de evacuação e aprimorar as respostas às situações de risco.

A implementação dessas ações contribuirá para o aprimoramento da segurança da barragem, a redução de riscos para a população a jusante e o fortalecimento da resposta emergencial, garantindo maior eficiência na execução do PAE e promovendo uma cultura de prevenção e segurança entre todos os envolvidos.

11. Anexos

11.1. FORMULÁRIOS DIRECIONADOS PARA O PAE

11.1.1. Formulários Tipo - 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 responsabilidades 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)

FIM DE MENSAGEM|

11.1.2. Formulários Tipo - 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 Encerramento da Emergência, na Situação de _____, para a Barragem _____ 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)

FIM DE MENSAGEM

11.1.1. Formulários Tipo - 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:

Verde Amarelo Laranja Vermelho

Esta mensagem mensagem está sendo enviada simultaneamente :

Empreendedor: _____

Entidade Fiscalizadora: _____

CEDEC - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de _____

COMDEC – Comissão Municipal de defesa Civil de _____

Barragens a montante: _____

Barragem a jusante: _____

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.) _____

Medidas adotadas:

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

Esta é uma mensagem de (Declaração/Alteração) do Nível de Segurança, feita por _____, Coordenador do PAE da Barragem _____.

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

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

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

FIM DA MENSAGEM

11.2. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART

11.3. PLANO DE RESPOSTAS A EMERGÊNCIAS

Referência: PCH SÃO TADEU I. COMISSONAMENTO / OPERAÇÃO. PLANO DE RESPOSTAS A EMERGÊNCIAS”. Nº STE-PRE-A001. Revisão 00. De Novembro/ 2010

11.4. ESTUDO DE ROMPIMENTO DA BARRAGEM SÃO TADEU I

Referência: PCH SÃO TADEU I. ESTUDO DE ROMPIMENTO (DAM BREAK). Nº 2024-11-PCHST-RT-0001. Revisão 0. Junho/2024.