



BARRAGEM REGULADORA
BILLINGS-PEDRAS

PLANO DE AÇÃO DE
EMERGÊNCIA – PAE

VOLUME VI

SÃO BERNARDO DO CAMPO -
SP.



		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 2	
				Revisão: 6	

BARRAGEM REGULADORA BILLINGS-PEDRAS

Plano de Ação Emergência – PAE

Coordenador do PAE: Adriano Nascimento da Cunha
 Responsável técnico: Carlos Eduardo Melo de Sousa
 CREA: 506242613– SP
 E-mail: carlos.eduardo@emae.com.br

Responsável legal: Karla Maciel Dolabella
 E-mail: presidencia@emae.com.br

Entidade fiscalizadora: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

Documento N.º 01

Revisão: 6

Responsáveis
pela
elaboração: Cecília S.dos S. Neta.
 José Donizete Dutra de Farias
 Leila Pereira da Cruz
 E-mail: cecilia.neta@epalengenharia.com.br
jose.farias@epalengenharia.com.br
leila.cruz@epalengenharia.com.br

ÓRGÃO FISCALIZADOR



		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 3	
				Revisão: 6	

BARRAGEM REGULADORA BILLINGS-PEDRAS

Plano de Segurança da Barragem

Volume VI – Plano de Ação de Emergência

CONTROLE DE REVISÃO					
Atualização	Data	Descrição	Elaborado	Verificação	Aprovação
Revisão 0	15/02/2019	Inclusão dos Mapas de Inundação	Concremat	EMA E	
Revisão 1	20/03/2020	Conteúdos Diversos	Concremat	EMA E	
Revisão 2	01/04/2021	Revisão Geral	Concremat	EMA E	
Revisão 3	01/04/2022	Revisão Geral	Concremat	EMA E	
Revisão 4	04/03/2024	Revisão de Reestruturação Geral	EPAL	EMA E	
Revisão 5	24/05/2024	Revisão Geral	EPAL	EMA E	
Revisão 6	15/01/2025	Revisão Geral de Informações	EPAL	EMA E	

Tabela 1 – Descrição das Revisões.

São Bernardo do Campo, SP.
Janeiro/2025.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 4	
				Revisão: 6	

RESUMO

Este documento tem como objetivo apresentar o VOLUME VI – Plano de Ação de Emergência (PAE) do Plano de Segurança de Barragem da Barragem Reguladora Billings-Pedras. O PAE está em conformidade com a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei Federal nº 12.334/2010 e alterada pela Lei Federal nº 14.066/2020, além de atender à Resolução Normativa nº 1.064/2023 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Este documento define os procedimentos a serem adotados em situações de emergência que possam ameaçar as estruturas da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

São Bernardo do Campo, SP.
Janeiro/2025

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE Departamento de Operação - GS Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 5	
				Revisão: 6	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ações a serem implementadas pelo Coordenador do PAE.	17
Figura 2 - Principais Cotas do Reservatório – Rio das Pedras.	20
Figura 3 - Principais Cotas do Reservatório – Billings.	20
Figura 4 - Barragem de Terra – Reforço no muro de Ala Direito.....	21
Figura 5 – Barragem – Planta.....	21
Figura 6 – Barragem de Terra – Seção típica do Talude de Jusante.	22
Figura 7 – Barragem – Corte.	22
Figura 8 – Barragem de Terra – Perfil longitudinal sub - dreno 2/2.....	23
Figura 9 – Barragem - Localização das seções transversais da Barragem Reguladora Billings-Pedras.	24
Figura 10 - Ilustração da localização da Barragem Reguladora Billings-Pedras.	25
Figura 11 – Localização das seções transversais da Barragem Reguladora Billings-Pedras.....	26
Figura 12 - Seção transversal K-K utilizada para estudo de formação de brecha da Barragem Reguladora Billings-Pedras.	27
Figura 13 - Seção transversal B-B utilizada para estudo de formação de brecha da Barragem Reguladora Billings-Pedras.	27
Figura 14 - Seção transversal D-D utilizada para estudo de formação de brecha da Barragem Reguladora Billings-Pedras.	28
Figura 15 - Seção transversal E-E utilizada para estudo de formação de brecha da Barragem Reguladora Billings-Pedras	28
Figura 16 Característica da Brecha para a Barragem Reguladora Billings-Pedras – Hipótese 1.	29
Figura 17 Característica da Brecha para a Barragem Reguladora Billings-Pedras – Hipótese 2.	30
Figura 18 Característica da Brecha para a Barragem Reguladora Billings-Pedras – Hipótese 3.	30
Figura 19 – Chances de Tremores de gravidade leve e moderada.....	35
Figura 20 – Potencial Espacial Para Tremores De Terra Prejudiciais Quantificados Como Leves.....	36
Figura 21 – Localização da ZAS da Barragem Reguladora Billings-Pedras (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).	60
Figura 22 – Mapa da Distribuição da ZAS, por tipo de respostas (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).	60
Figura 23 – Tipo de Questionário (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).	61
Figura 24 – Questionário por tipo (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).	62
Figura 25 – Pessoas na ZAS, por tipo (População por tipo de dificuldade de mobilização).	62
Figura 26 – Total de pessoas na ZAS, por tipo (População por tipo de dificuldade de mobilização)..	63

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Revisão: 6	

Figura 27 – Mapa de calor da população (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).	64
Figura 28 – Mapa de calor da população (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).	64
Figura 29 – Concentração do público Flutuante (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).	65
Figura 30 – Concentração da população com dificuldade de mobilização (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).	65

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 7	
				Revisão: 6	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das Revisões.	3
Tabela 2 - Contatos do Empreendedor, Coordenação do PAE e Entidades Externas.	15
Tabela 3 – Dados e Características da Barragem Reguladora Billings-Pedras.....	19
Tabela 4 – Parâmetros de ruptura da Barragem Reguladora Billings-Pedras.....	31
Tabela 5 – Resultados das análises de sensibilidade do tempo de evolução da brecha.	31
Tabela 6 – Resultados das análises de sensibilidade do tempo de evolução da brecha.	31
Tabela 7 – Resultados das análises de sensibilidade do expoente de evolução da brecha.....	32
Tabela 8 – Resultados das análises de sensibilidade do expoente de evolução da brecha.....	32
Tabela 9 – Resultados das análises de sensibilidade do expoente de evolução da brecha.....	33
Tabela 10 – Quantidade de instrumentos na Barragem.....	37
Tabela 11– Identificação e análise das possíveis situações de emergências, procedimentos técnicos e responsáveis pela ação ou circunstâncias anômalas.	42
Tabela 12 – Dados Gerais – Recursos Humanos e Equipe de Monitoramento de Crise.	44
Tabela 13 - Níveis de resposta e risco de ruptura.	46
Tabela 14 – Síntese dos resultados de cadastramento da ZAS da Barragem Reguladora Billings-Pedras (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).....	59
Figura 15 - Modelo de placa sinalizadora para ponto de encontro.....	67
Figura 16 - Modelo de placa sinalizadora para áreas de risco em rodovias.....	67
Tabela 17 – Fornecedores de materiais / equipamentos.	69
Tabela 18 – Lista de materiais, ferramentas, equipamentos e meios de transportes disponíveis.	69
Tabela 19 – Relação de autoridades que devem receber o PAE.....	73
Tabela 20 - Registro de reuniões da Barragem Reguladora Billings-Pedras.	73

Relatório nº: GEC-544/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 8	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	------------	---------------

Sumário

1. APRESENTAÇÃO E OBJETIVO DO PAE	10
1.1. Apresentação	11
1.2. Objetivo do PAE	11
1.3. Comprovante de entrega e recebimento do PAE	12
2. IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO	14
3. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS, INCLUINDO ACESSOS À BARRAGEM E CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS, BEM COMO DAS POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	18
3.1. Informações Gerais	18
3.2. Desenhos e Dados Característicos	21
3.3. Estruturas Associadas	25
3.4. Características Hidrológicas	25
3.5. Características Geológicas	33
3.6. Características Sísmicas	34
3.7. Fornecimento de Energia	36
3.8. Instrumentação	36
3.9. Reservatório	37
3.10. Estruturas Extravasoras	37
3.11. Possíveis Situações de Emergência	37
3.12. Eventos Prováveis	40
4. RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM PARA RESPOSTA AO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO	42
5. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA EM POTENCIAL CONFORME NÍVEL DE RESPOSTA	44
5.1. Nível de Resposta Normal – Verde	44
5.2. Nível de Resposta Atenção – Amarelo	44
5.3. Nível de Resposta Alerta – Laranja	45
5.4. Nível de Resposta Emergência – Vermelho	45

Relatório nº: GEC-544/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 9	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	------------	---------------

5.5. PROCEDIMENTOS PARA IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO E DE PRESERVAÇÃO E CORREÇÃO ÀS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS	45
6. PLANO DE COMUNICAÇÃO, COM DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA, COM ALCANCE MÍNIMO EM TODAS AS ZAS	46
7. RESPONSABILIDADES NO PAE	54
7.1. Empreendedor	54
7.2. Responsabilidades do Empreendedor	54
7.3. Coordenador do PAE	54
7.4. Responsabilidades do Coordenador do PAE:	54
7.5. Comitê de Monitoramento de Crises	55
7.6. Responsabilidades do Comitê de Monitoramento de Crise – CMC:	55
7.7. Equipe Técnica e Segurança de Barragens	56
7.7.1. Operação da Barragem	56
7.7.2. Departamento de Engenharia	56
7.7.3. Responsabilidades da Equipe Técnica de Segurança de Barragens	56
7.7.4. Defesas Cíveis	57
7.7.5. Responsabilidades do Sistema de Proteção e Defesa Civil	57
8. SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO COM OS RESPECTIVOS CENÁRIOS, MAPAS E AVALIAÇÃO DO RISCO HIDRODINÂMICO, INDICAÇÃO DA ZAS E ZSS	57
8.1. SISTEMA DE MONITORAMENTO DA BARRAGEM INTEGRADA AOS PROCEDIMENTOS EMERGENCIAIS	66
8.2. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO, COM A RESPECTIVA SINALIZAÇÃO	66
9. PLANO DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO DO PAE, COM PROGRAMAÇÃO DE EXERCÍCIOS SIMULADOS PERIÓDICOS	67
10. MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SEREM UTILIZADOS EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA EM POTENCIAL	68
11. FORMULÁRIOS DE DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA, DE DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA E DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO	70
12. RELAÇÃO DAS ENTIDADES PÚBLICAS E PRIVADAS QUE RECEBERAM CÓPIA DO PAE COM OS RESPECTIVOS PROTOCOLOS DE RECEBIMENTO	73
13. MEDIDAS ESPECÍFICAS, EM ARTICULAÇÃO COM O PODER PÚBLICO PARA RESGATAR ATINGIDOS, PESSOAS E ANIMAIS, PARA MITIGAR IMPACTOS AMBIENTAIS, PARA ASSEGURAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL E PARA RESGATAR E SALVAGUARDAR O PATRIMÔNIO CULTURAL	73

Relatório nº: GEC-544/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 10	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

14. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE	73
15. MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERADO O PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO.....	74
16. REFERÊNCIAS	75

1. APRESENTAÇÃO E OBJETIVO DO PAE

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 11	
				Revisão: 6	

1.1. Apresentação

O Plano de Ação de Emergência (PAE) faz parte da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) estabelecido pela Lei n.º 12.334/2010 que foi alterado pela Lei n.º 14.066/2020. Este documento formal foi devidamente elaborado, considerando às circunstâncias de operação e condições de Segurança da Barragem, devendo ser atualizado sempre que necessário.

O presente Plano apresenta os procedimentos de resposta às situações emergenciais que eventualmente possam ocorrer nas instalações das Barragens, além de definir atribuições e responsabilidades aos envolvidos, proporcionando assim condições necessárias para o pronto atendimento às emergências, através do desencadeamento de ações rápidas e seguras, em função da Categoria de Risco (CRI) e do Dano Potencial Associado (DPA).

1.2. Objetivo do PAE

Este é um documento formal que tem por objetivo estabelecer procedimentos técnicos e administrativos a serem adotados em situações de emergências em potencial da barragem, visando mitigar o efeito provocado pela onda de cheia por defluências induzidas ou pela onda provocada por eventual ruptura da Barragem Reguladora Billings-Pedras. Tal Plano deverá ser utilizado quando uma emergência tem o potencial de afetar os empregados, os bens das instalações, a produção e a população a jusante, garantindo uma resposta rápida e eficaz a esta situação. Este plano estabelece de forma clara e objetiva atribuições e responsabilidades aos envolvidos.

Para que este objetivo possa ser alcançado, foram estabelecidos os seguintes pressupostos:

- Identificação dos perigos que possam resultar em acidentes (hipóteses acidentais);
- Definições claras e objetivas de atribuições e responsabilidades;
- Preservação do patrimônio da empresa, da continuidade operacional e da integridade física de pessoas;
- Treinamento de pessoal habilitado para operar os equipamentos necessários ao controle das emergências;
- Minimização das consequências e impactos associados;
- Estabelecimento de diretrizes básicas necessárias para atuações emergenciais;
- Disponibilização de recursos para o controle das emergências.

O PAE deverá contemplar, pelo menos:

- Identificação e análise de possíveis situações de emergência;

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 12	
				Revisão: 6	

- 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 execução da ação;
- Estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situações de emergência (Art. 12 da Lei n.º 12.334/2010, alterado pela Lei n.º 14.066/2020). No PAE deverá, igualmente, estar definida a Zona de Autossalvamento (ZAS), ou seja, a região a jusante da Barragem em que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. Conforme guia de orientação do Volume 4 da ANA referente ao PAE, orienta que a ZAS deve adotar a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância correspondente ao tempo de chegada da onda de inundação igual a 30 minutos. Parte superior do formulário.

1.3. Comprovante de entrega e recebimento do PAE

Comprovante anexo ao PAE.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE Departamento de Operação - GS Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 13	
				Revisão: 6	



TERMO DE RECEBIMENTO DO PAE DA BARRAGEM REGULADORA BILLINGS-PEDRAS

Declaramos, para os devidos fins, que recebemos da **Empresa Metropolitana de Águas e Energia – EMAE**, pessoa jurídica de direito e economia mista, inscrita no CNPJ sob o n.º 02.302.101/0001-42, com sede na Avenida Jornalista Roberto Marinho, n.º 85 cidade de São Paulo–SP, os documentos abaixo listados, referentes ao **Plano de Ação de Emergência da Barragem Reguladora Billings-Pedras** conforme o que determina a legislação aplicável, em especial a Lei n.º 12.334/2010, alterada pela Lei n.º 14.066/2020, e a Resolução ANEEL n.º 1.064/2023. Os documentos entregues, nomeadamente, são:

- Plano de Ação de Emergência da Barragem Reguladora Billings-Pedras;
- Mapas de inundação proveniente da ruptura hipotética da Barragem Reguladora Billings-Pedras;

_____, ____ de _____ de _____.

**Empresa Metropolitana de Águas e
Energia – EMAE**
Carlos Eduardo Melo de Sousa

Entidade/Empresa Recebedora
Nome e cargo do representante da
entidade recebedora

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

OPERAÇÃO DA BARRAGEM – LOCAL		
Sala de operação da Barragem Reguladora Billings-Pedras	Plantão 24 h	(11) 4131-1801
Emerson Laube Silva	Coordenador da Operação	(13.3372.3384 R.210 (11) 9.9798-0545
Carlos Eduardo Melo de Sousa	Substituto do Coordenador do PAE	(11) 2763-6386 (11) 9.8018-5006
Adriano Nascimento da Cunha	Encarregado de Operação Coordenador do PAE	(11) 9.7664-9600

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA		
João Ribeiro da Costa Neto	Gerente de Engenharia	(11) 2763-6363 (11) 9.5065-8481
Tatiane Sarti de Queiróz	Coordenadora Eng. Civil	(11) 2763-6377 (11) 9.3279-1122

DEPARTAMENTO MEIO AMBIENTE		
Admilson Barbosa	Gerente – Departamento do Meio Ambiente	(11) 2763-6683 (11) 9.9927-5549

CENTRO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA – COS		
Sala de controle COS	Plantão 24 h	(11) 5613-2290/ 2291
Bárbara Melo Diniz	Gerente de Operação	(11) 2763-6533 (11) 9.9692-6363
Emerson Laube Silva	Coordenador da Operação	13.3372.3384 R.210 (11) 9.9798-0545

ADMINISTRAÇÃO E COMITÊ DE CRISE – EMPREENDEDOR EMAE		
Karla Maciel Dolabella	Presidente	(11) 2763-6600
Genésio Betiol Junior	Diretor de Geração da EMAE	(11) 2763-6351 (11) 9.6408-0613
Bárbara Melo Diniz	Assistente Executivo da Diretoria de Geração de Energia Coordenador do Comitê de Crise	(11) 2763-6533 (11) 9.9692-6363

DEFESAS CIVIS		
Defesa Civil Estadual	Plantão 24 h	(11) 2193-8888
Defesa Civil de Cubatão	Plantão 24 h	(13) 3361-6177
Defesa Civil de São Bernardo do Campo	Plantão 24 h	(11) 2630-7005 / 7006
Defesa Civil de Santos	Plantão 24 h	(13) 3208-1000

ADMINISTRAÇÕES PÚBLICAS

Prefeitura Municipal de São Bernardo do Campo	Pref. Marcelo Lima	(11) 2630-4000
Prefeitura Municipal de São Vicente	Pref. Kayo Amado	(13) 3563-9373
Prefeitura Municipal de Guarujá	Pref. Farid Madi	(13) 3308-7000
Prefeitura Municipal de Praia Grande	Pref. Alberto Pereira Mourão	(13) 3496-2000
Prefeitura Municipal de Cubatão	Pref. César da Silva Nascimento	(13) 3362-4000
Prefeitura Municipal de Santos	Pref. Rogério Santos	(13) 3201-5000
Gabinete do Governador de São Paulo	Gov. Tarcísio de Freitas	(11) 2193-8520

ÓRGÃOS DE APOIO

Inst. Nacional de Meteorologia (INMET).	(61) 2102-4602
Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP – FCTH).	(11) 4637-4668
Inst. Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).	(12) 3208-7118
Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN).	(12) 3205-0200/0201
Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD).	(61) 2034-4601

USINAS À JUSANTE

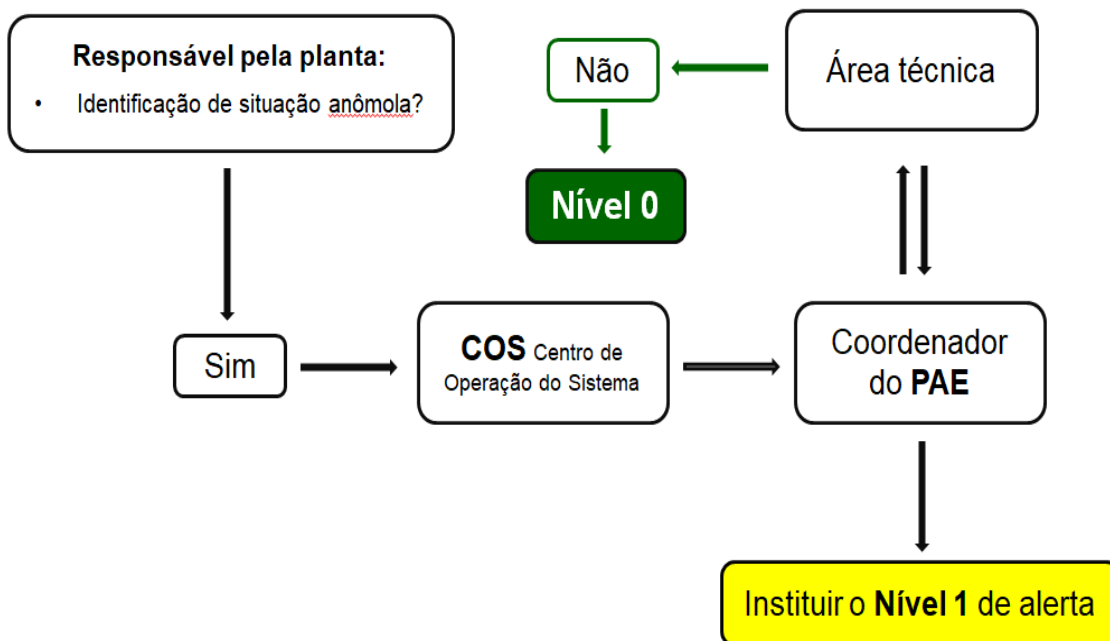
Sala de Controle Rio das Pedras	Plantão 24 h	(11) 5613-2290/ (11) 5613-2291
Barragem do Córrego da Cascata	Sala de controle	(11) 5613-2290/ (11) 5613-2291

ÓRGÃOS FISCALIZADORES

ANEEL	(61) 2192-8805/8626
ARSESP	0800 770 6884

Tabela 2 - Contatos do Empreendedor, Coordenação do PAE e Entidades Externas.

Fluxograma de Notificações:



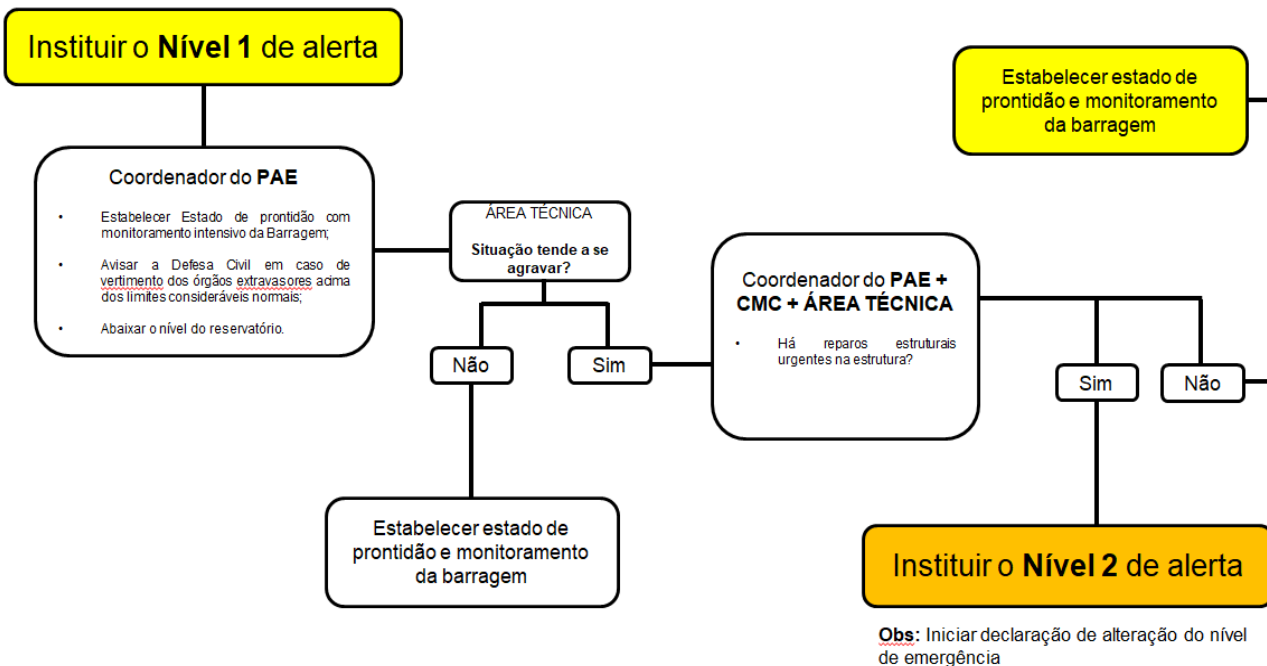
SIGLAS:

PAE: Plano de Ação de Emergência

COS: Centro de Operação do Sistema

CMC: Comitê de Monitoramento de Crise

ZAS: Zona de Autossalvamento



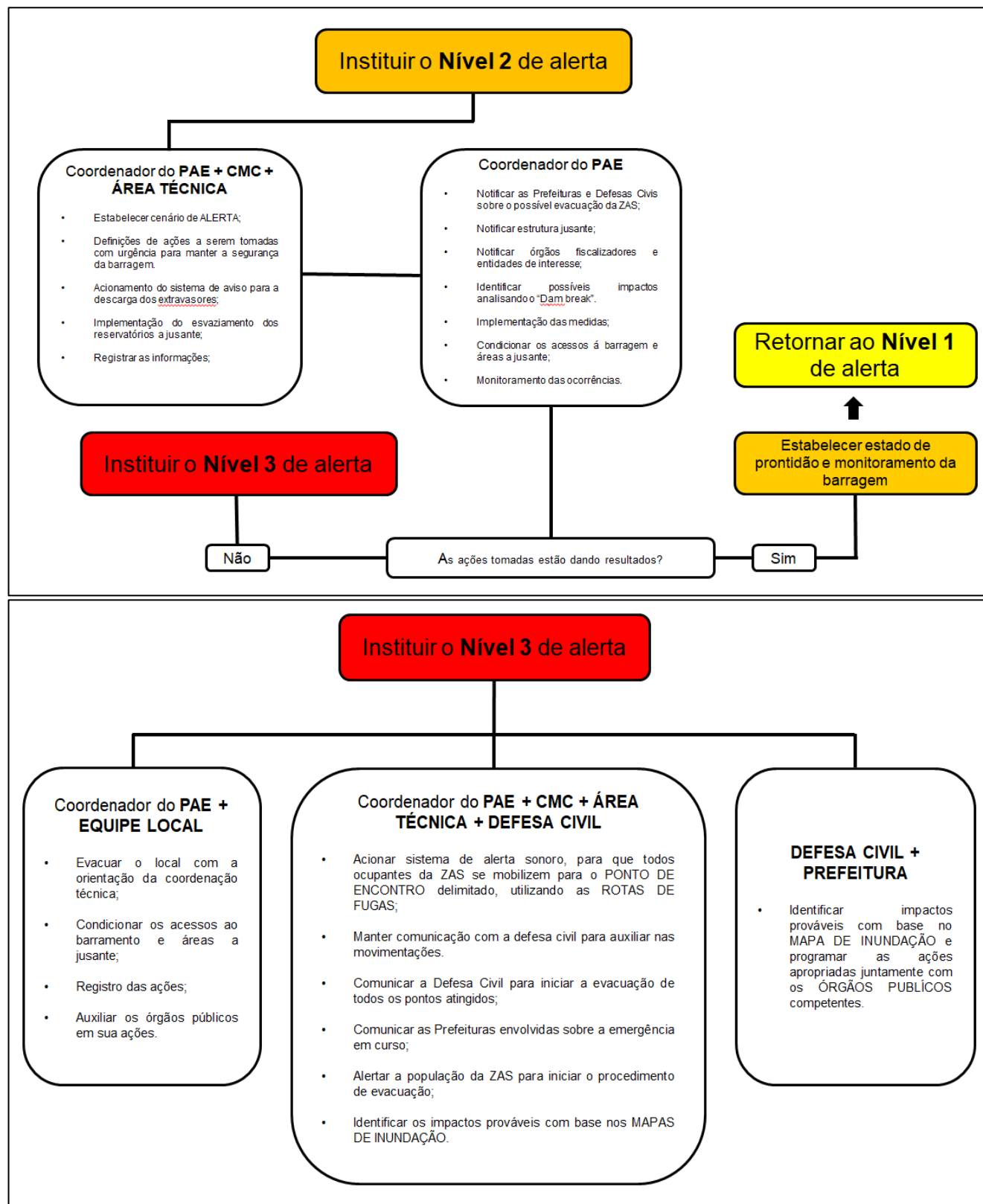


Figura 1- Ações a serem implementadas pelo Coordenador do PAE.

Relatório nº: GEC-544/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 18	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

3. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS, INCLUINDO ACESSOS À BARRAGEM E CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS, BEM COMO DAS POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

3.1. Informações Gerais

A Barragem Reguladora Billings-Pedras está localizada no Reservatório Billings compartimento de Pedreira e sua principal finalidade é a manutenção NA no Reservatório Rio das Pedras para geração de energia elétrica na Usina Henry Borden em Cubatão, através do descarregamento de águas lançadas no Canal de Ligação Billings-Pedras e compondo uma das propriedades da EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. de CNPJ: 02.302.101/0001-42 que atua como Sociedade de Economia Mista com localização na Av. Jornalista Roberto Marinho, número 85, 16º e 17º andar, Cidade Monções, CEP: 04576-010 - São Paulo/SP.

DENOMINAÇÃO OFICIAL	BARRAGEM REGULADORA BILLINGS-PEDRAS
Empreendedor	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.
Identificador ANEEL da Usina	1084
Identificador ANEEL do Agente	393
Classificação da Barragem em Função do Risco	B
Coordenadas	Latitude: 23° 49' 01" S – "Longitude: 46° 31' 21" O
Rio/Curso d'água	Tietê
Unidade da Federação	SP
Município	São Bernardo do Campo
Sub-bacia	62- Tietê
Bacia	6- Paraná
Barragem a montante	Barragem do Rio Grande
Barragem a Jusante	Barragem Rio das Pedras
Período de construção	1936
Tipo estrutural	Concreto-gravidade.
Cota de coroamento da Crista	750,00 m – Datum EPUSP
Comprimento da crista	375,00 m (230,00 m terra) e (145,00 m concreto.)
Altura máxima	31,00 m
Sistema extravasor	Vertedor de Superfície

CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM	
Finalidade	Controle de Cheias e Aproveitamento Hidrelétrico
Início da Operação	1936
Área da Bacia Hidrográfica	377,00 Km²
Tipo de Construção	Terra, Aterro hidráulico e Concreto-gravidade.
Comprimento total	375,00 m (230,00 m terra) e (145,00 m concreto.)
Altura Máxima	31,00 m

Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC-544/2024Data de emissão:
15/01/2025Pág.:
19Revisão:
6

Elevação Máxima	750,00 m (crista)
Volume Útil	29.061,000 m ³ (cota 728,50m)
N.A Máximo	746,50 m
N.A Máximo Maximorum	747,00 m
N.A Mínimo	728,00 m

CARACTERÍSTICAS DO VERTEDOURO DE SUPERFÍCIE / COMPORTA TIPO VAGÃO	
Tipo	Comporta tipo vagão
Área total	20,00 m ²
Altura do vão	5,00 m
Largura do vão	4,00 m
Vazão máxima	398 m ³ /s (3x132, 50 m ³ /s). NA 746,50 m
Cota da soleira	725,00 m
Cota de topo	730,00 m
Acionamento	Elétrico / Manual (somente para fechamento)
Fonte de alimentação normal	Circuito HB – 102 de 13,2 kV
Fonte de alimentação alternativa	Circuito RGR – 104 de 13,2 kV
Fonte de alimentação de emergência	Moto-gerador

Tabela 3 – Dados e Características da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO

RESERVATÓRIO RIO DAS PEDRAS – APRESENTAÇÃO DAS PRINCIPAIS COTAS

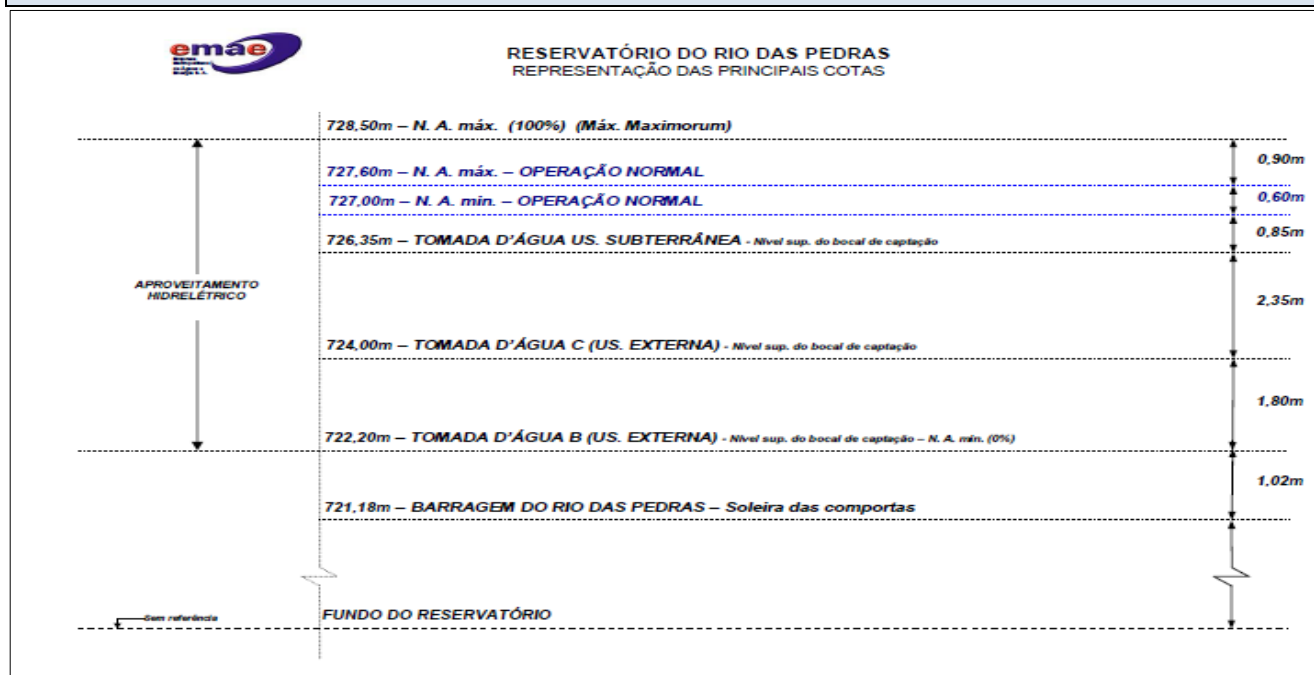


Figura 2 - Principais Cotas do Reservatório – Rio das Pedras.

CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO

RESERVATÓRIO BILLINGS – APRESENTAÇÃO DAS PRINCIPAIS COTAS

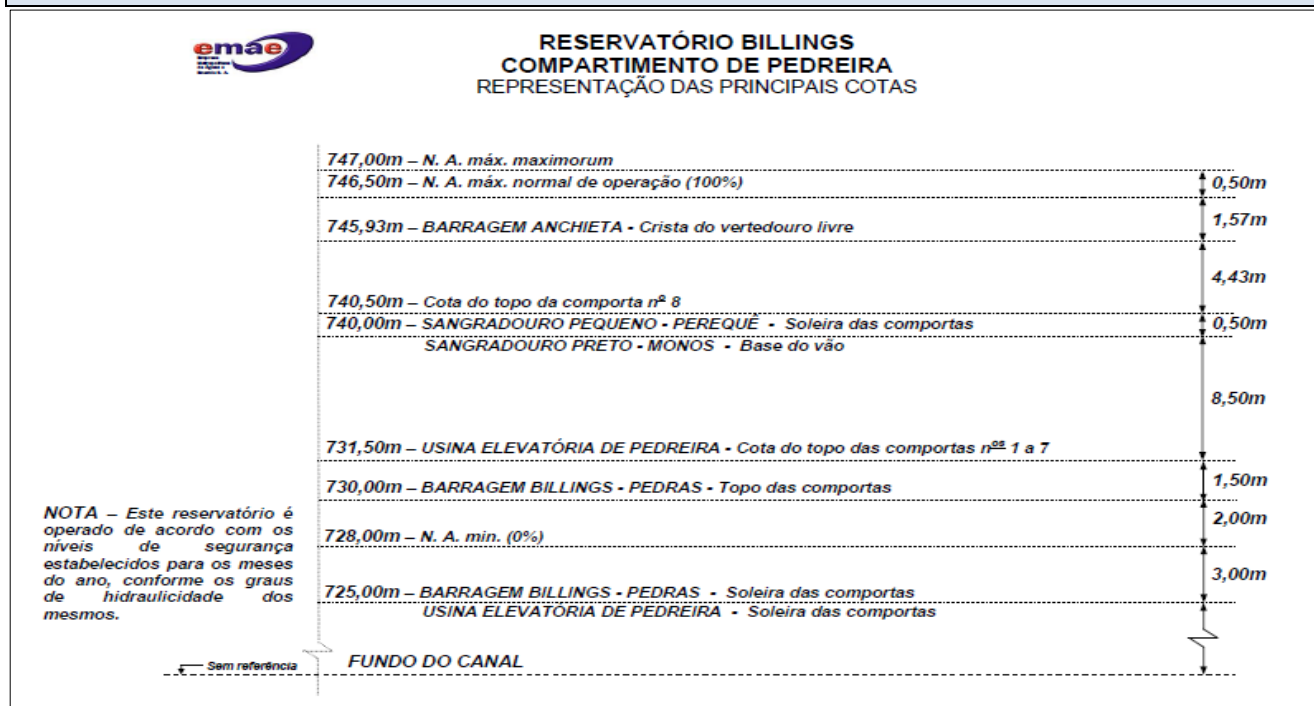
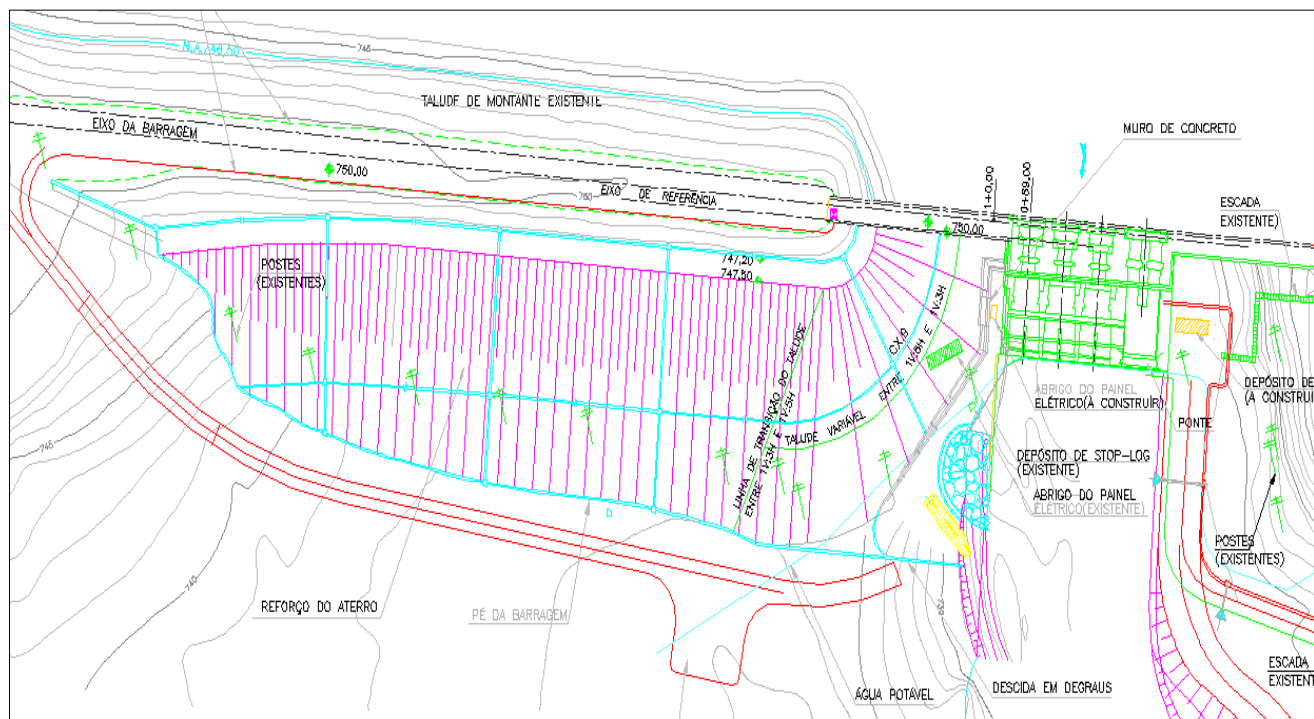


Figura 3 - Principais Cotas do Reservatório – Billings.

3.2. Desenhos e Dados Característicos



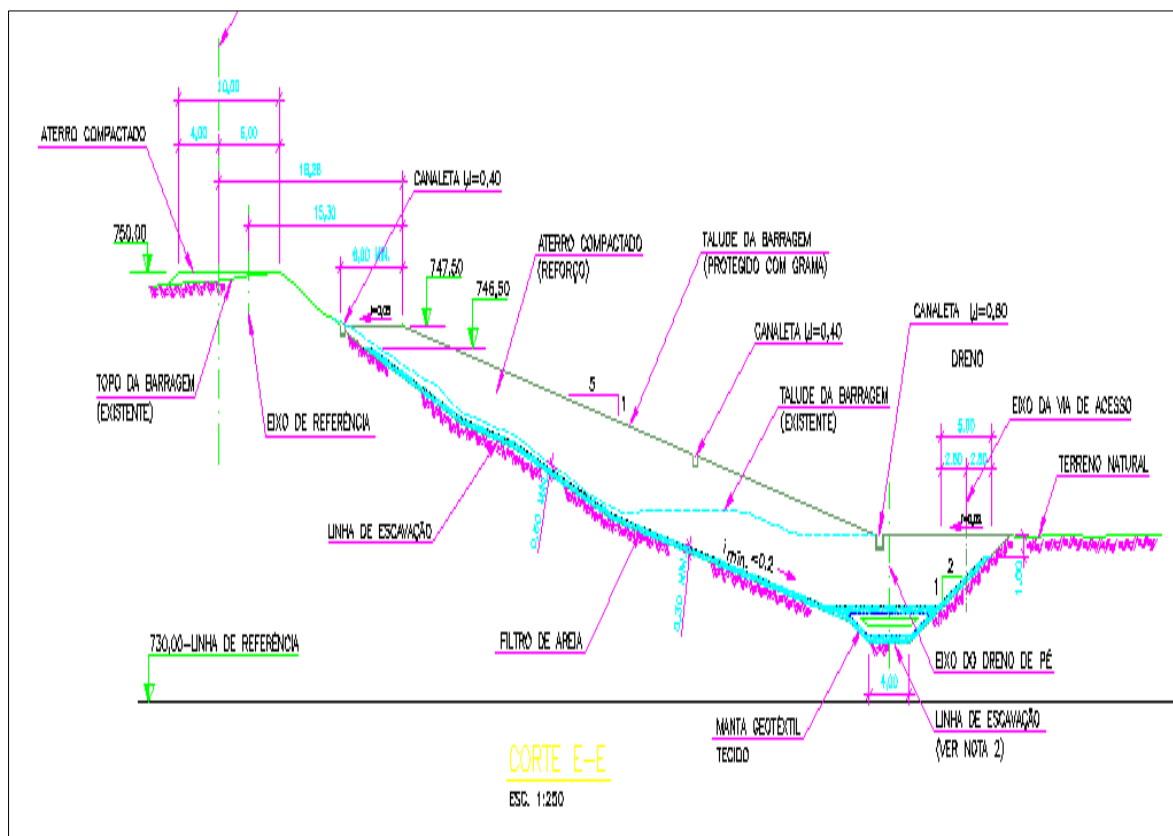


Figura 6 – Barragem de Terra – Seção típica do Talude de Jusante.

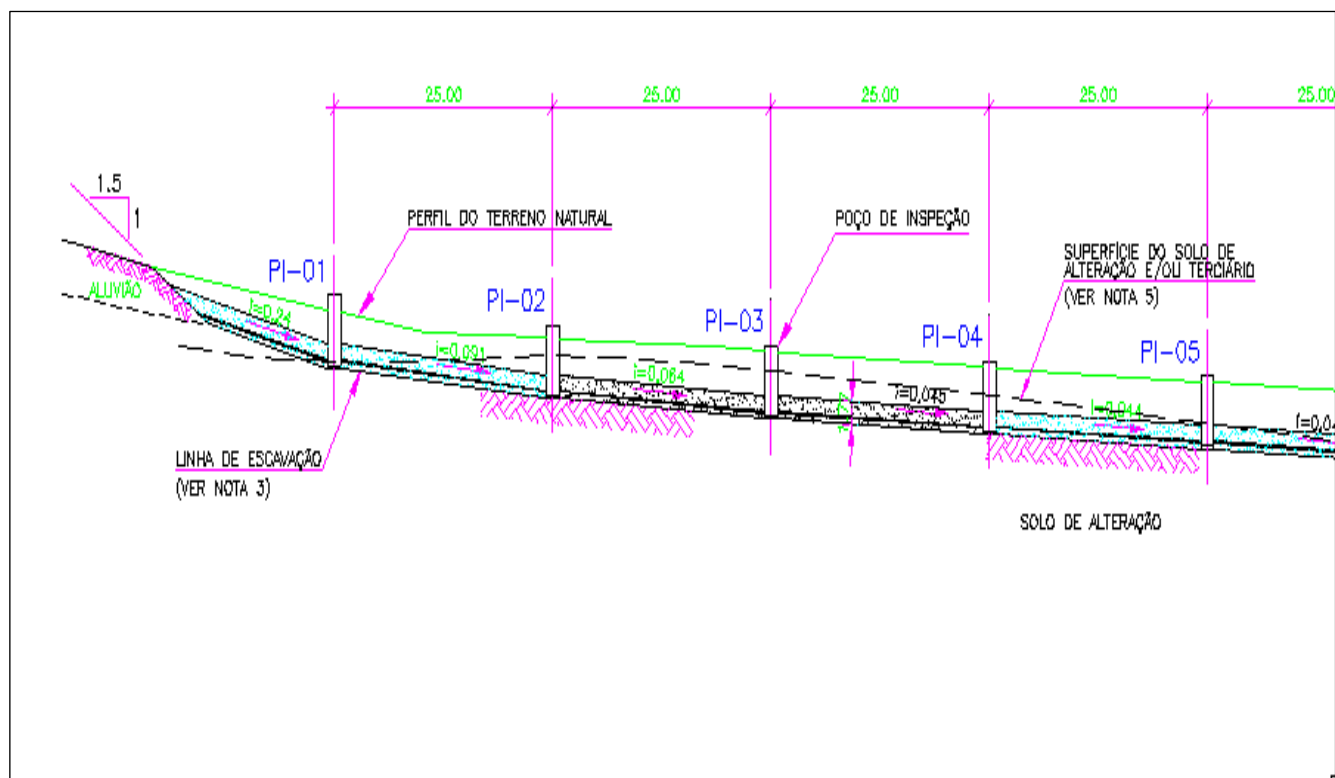


Figura 7 – Barragem – Corte.

Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC-544/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
23

Revisão:
6

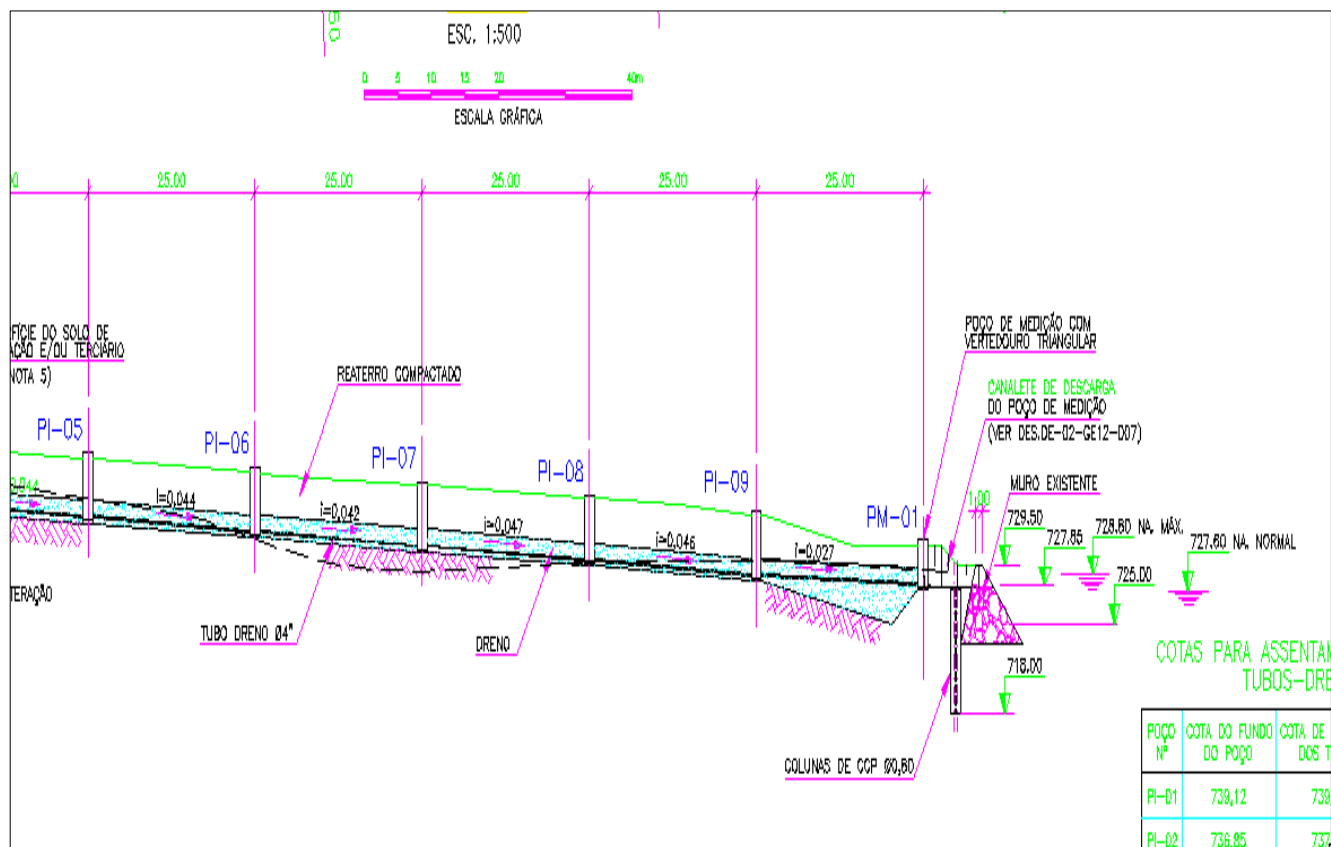


Figura 8 – Barragem de Terra – Perfil longitudinal sub - dreno 2/2.

Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC-544/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
24

Revisão:
6

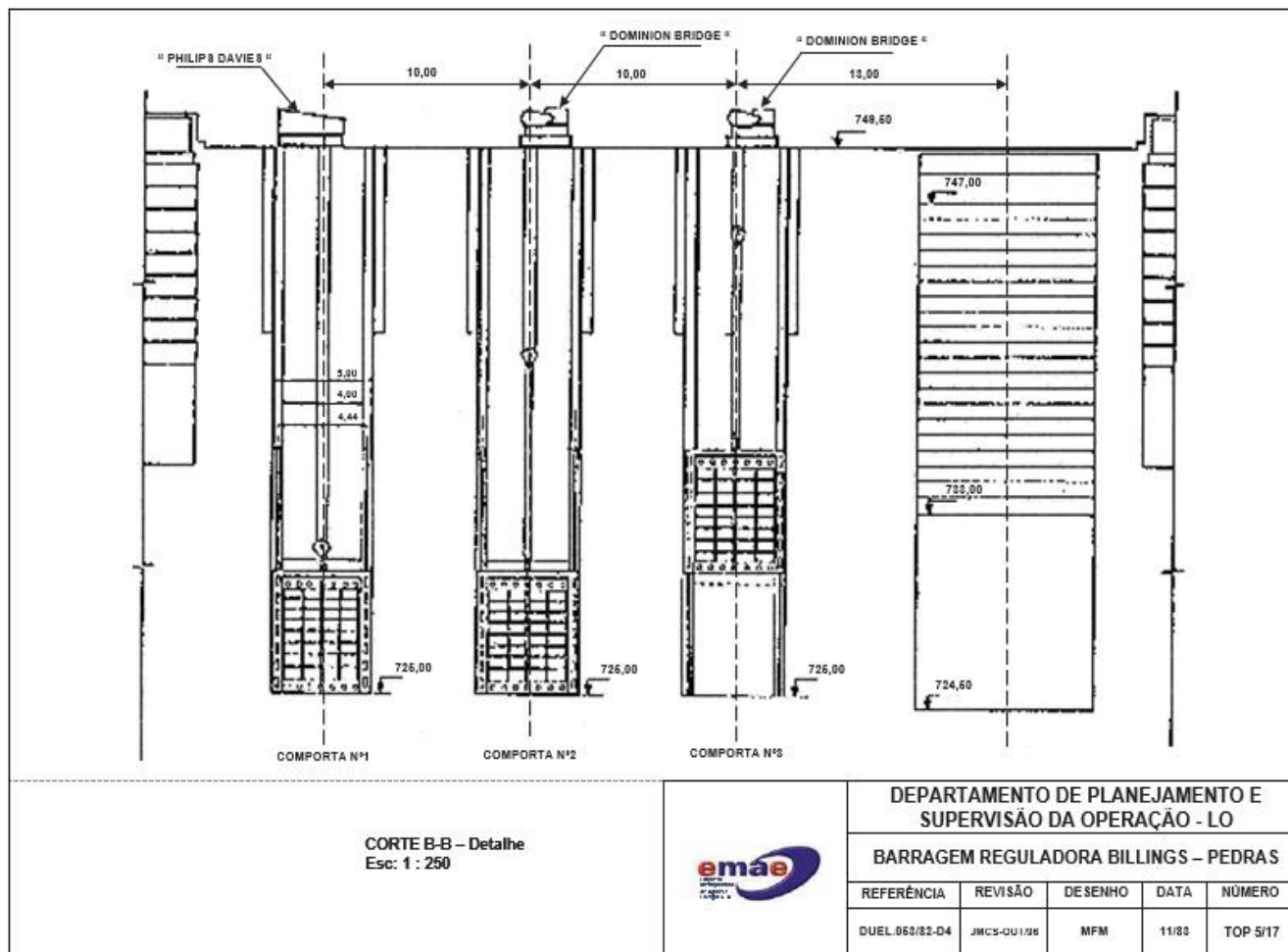


Figura 9 – Barragem - Localização das seções transversais da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

3.3. Estruturas Associadas

A Barragem Reguladora Billings-Pedras possui o valor de descarga considerado para vazão máxima refere-se a uma abertura de 2,00 m em cada comporta, não havendo referências para aberturas superiores.

As águas descarregadas pelos vãos das comportas são lançadas no Canal de Ligação Billings-Pedras, acumulando-se no Reservatório do Rio das Pedras.

O Dique 7 não possui dispositivo de descarga, tendo sido construído para reter as águas para formação do Reservatório Billings.

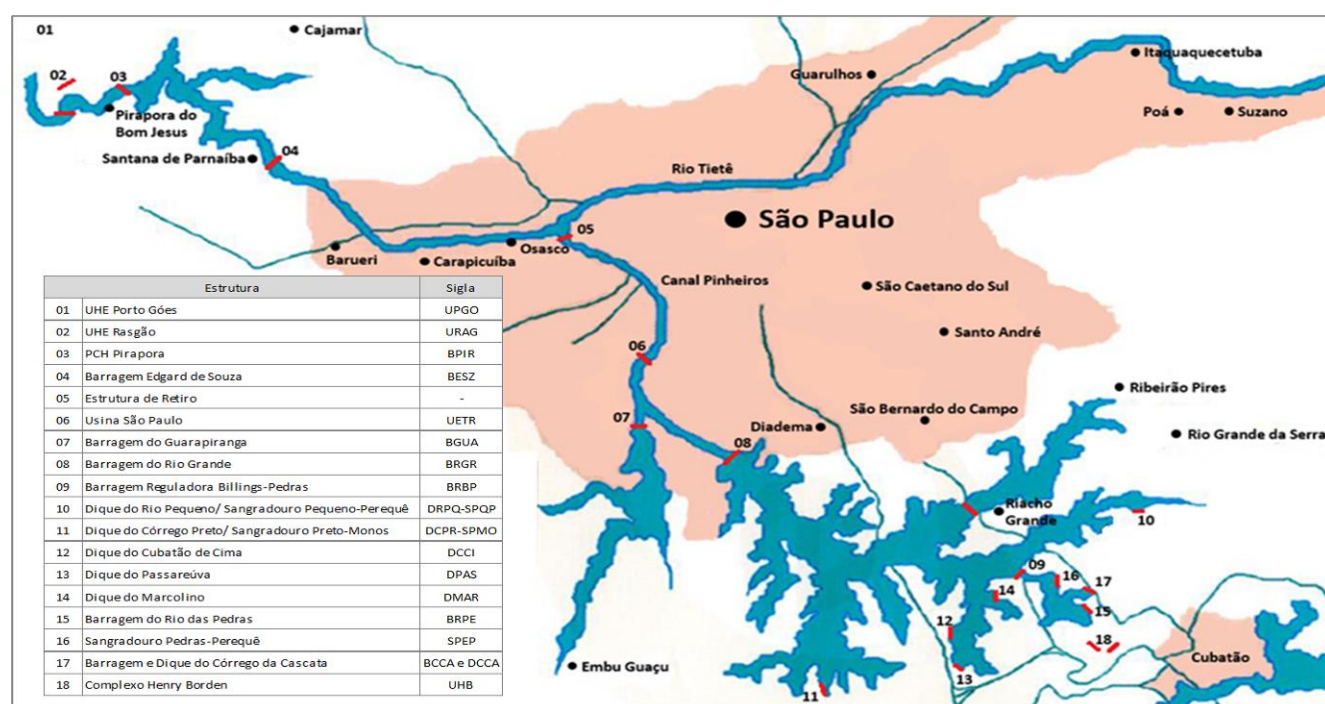


Figura 10 - Ilustração da localização da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

3.4. Características Hidrológicas

Neste tópico são apresentadas as informações sobre as definições das vazões máximas para diversas recorrências, e a definição de hidrograma de cheia visando poder posteriormente verificar a capacidade de descarga do Vertedor da Barragem.

A Barragem Reguladora Billings-Pedras é uma estrutura de 350 m de comprimento. A estrutura de terra e do tipo aterro compactado e possui comprimento de 250 m, e a de concreto 100 m. A altura máxima da Barragem é de aproximadamente 25 m e a crista está na cota 751,15 m (R.N. IGG). A seguir pode-se analisar o arranjo geral com a localização das seções transversais (Figura 11), “Planta de localização dos piezômetros e medidores de N.A.” nos 16 do Relatório Técnico

“Análise de Estabilidade e estudos para a definição de novos limites de alerta e de emergência” elaborado pela Hydrogeo Engenharia S/C Ltda. em 2002. Cada seção estudada para a formulação da hipótese de brecha pode ser analisada.

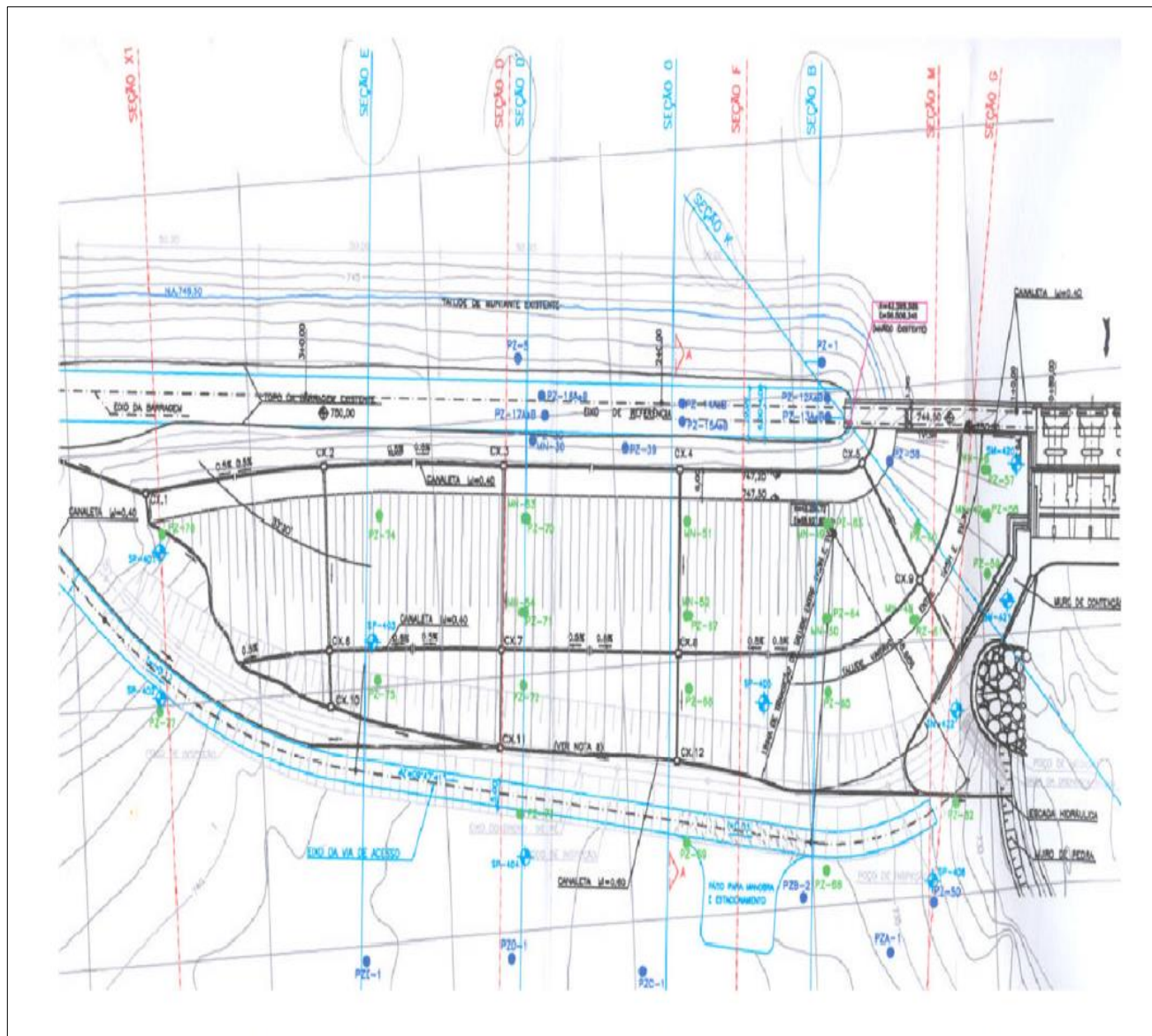


Figura 11 – Localização das seções transversais da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO E GESTÃO DE EMERGÊNCIAS NO RESERVATÓRIO BILLINGS
RELATÓRIO FINAL

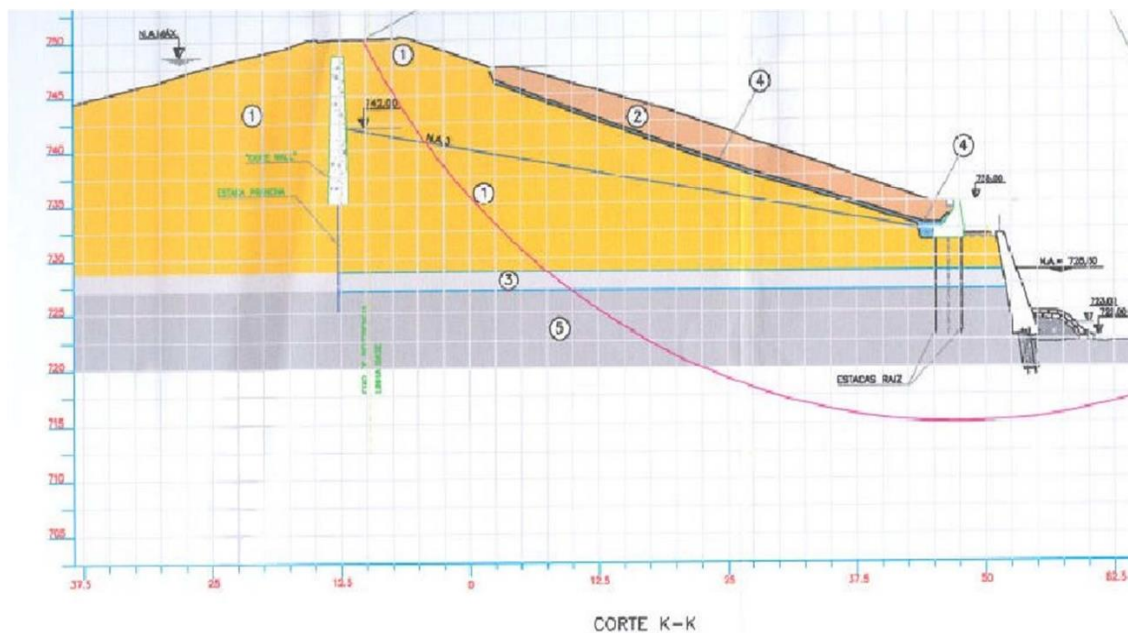


Figura 12 - Seção transversal K-K utilizada para estudo de formação de brecha da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

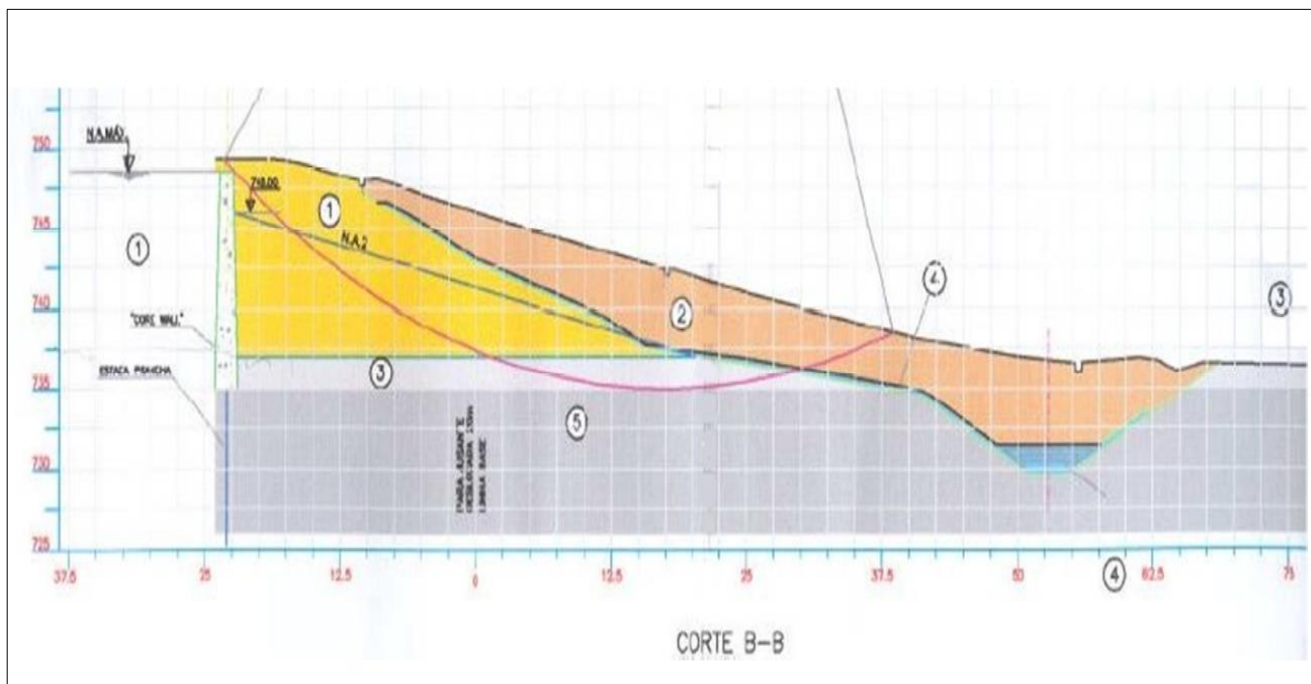


Figura 13 - Seção transversal B-B utilizada para estudo de formação de brecha da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

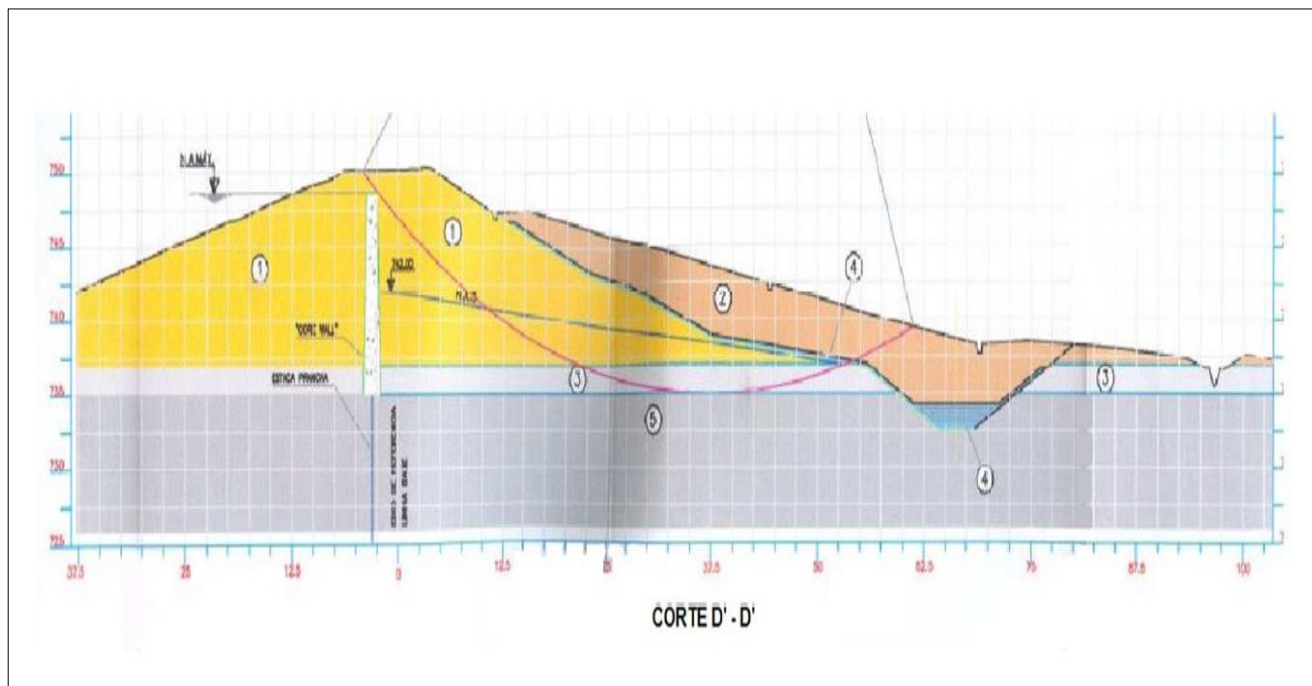


Figura 14 - Seção transversal D-D utilizada para estudo de formação de brecha da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO E GESTÃO DE EMERGÊNCIAS NO RESERVATÓRIO BILLINGS
RELATÓRIO FINAL

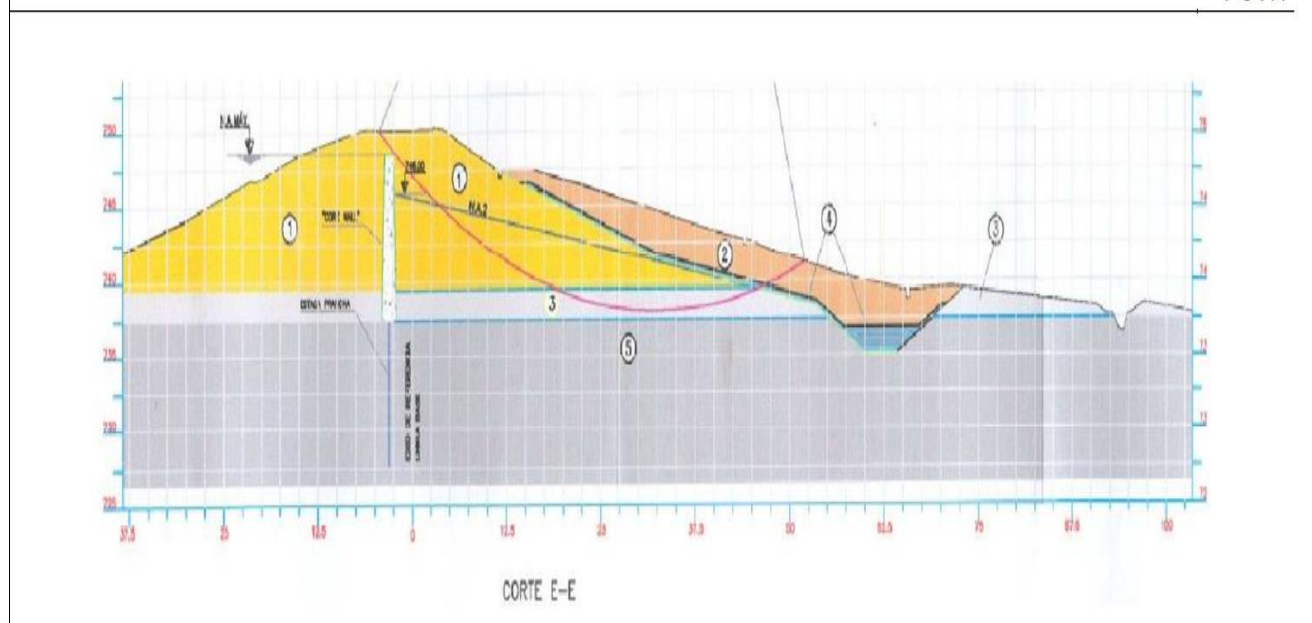


Figura 15 - Seção transversal E-E utilizada para estudo de formação de brecha da Barragem Reguladora Billings-Pedras

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 29	
				Revisão: 6	

Com a análise das seções transversais foi possível formular 3 diferentes hipóteses, sendo que cada uma delas considera diferentes seções.

Hipótese 1 (Figura 16):

- Altura máxima da brecha: 22,50 m
- Largura da base da brecha: 00,00 m
- Largura média da brecha: 23,50 m

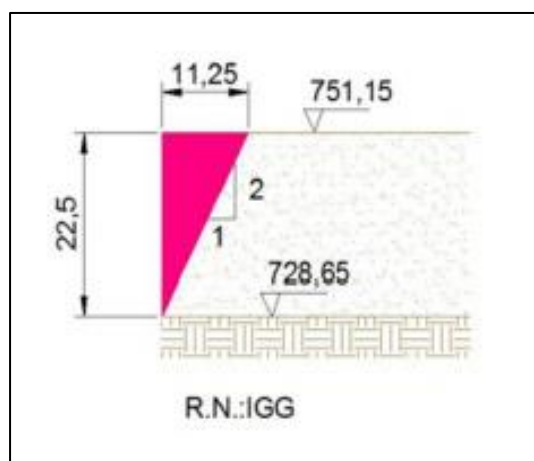


Figura 16 Característica da Brecha para a Barragem Reguladora Billings-Pedras – Hipótese 1.

Esta estimativa foi realizada ao considerar a seção transversal K. A altura da brecha se da pela diferença entre a cota da crista e a cota do terreno natural.

- Hipótese 2 (Figura 17):
- Altura máxima da brecha: 15,00 m
- Largura da base da brecha: 84,00 m
- Largura média da brecha: 99,00 m

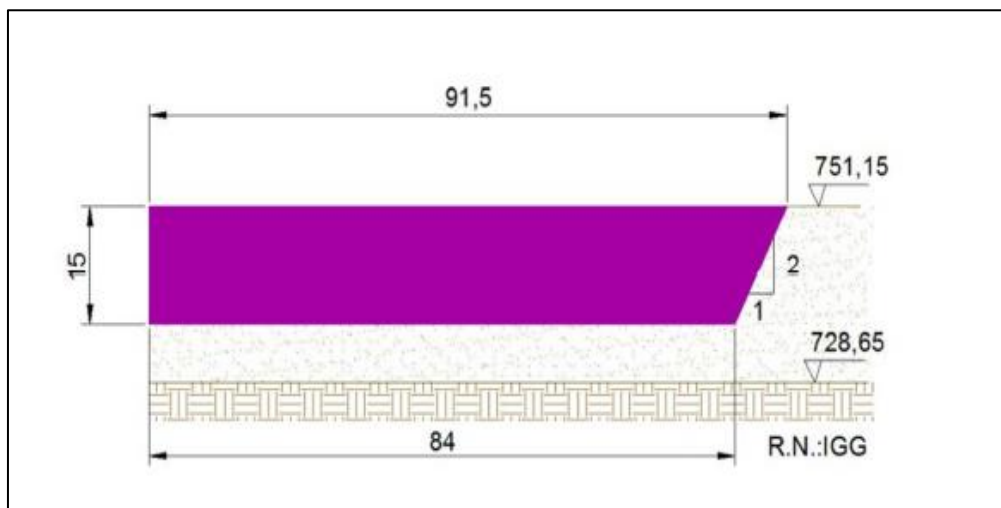


Figura 17 Característica da Brecha para a Barragem Reguladora Billings-Pedras – Hipótese 2.

- Hipótese 3 (Figura 18):
- Altura máxima da brecha: 12,50 m
- Largura da base da brecha: 125,00 m
- Largura média da brecha: 136,50 m

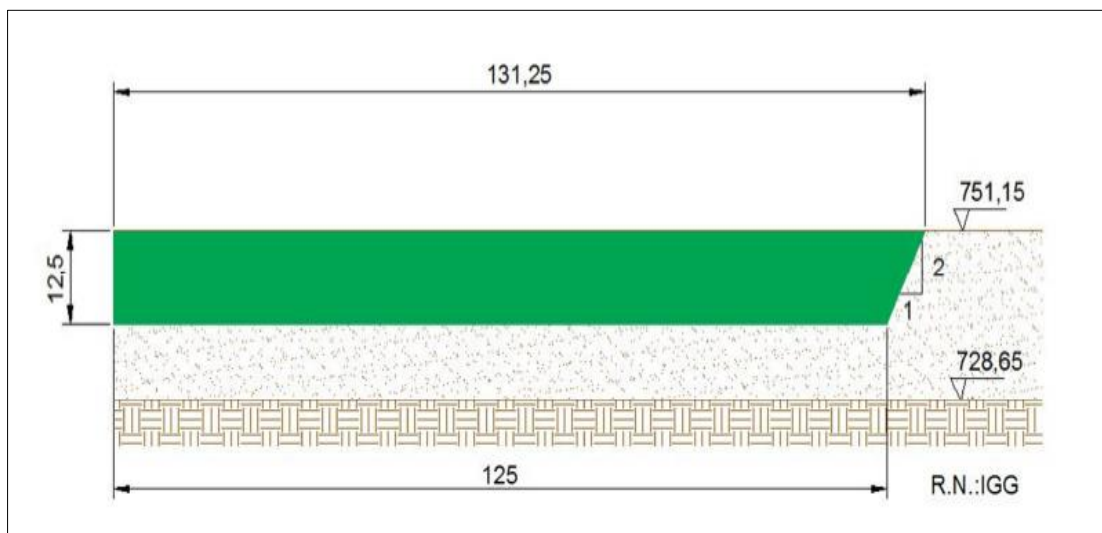


Figura 18 Característica da Brecha para a Barragem Reguladora Billings-Pedras – Hipótese 3.

Para a Barragem Reguladora Billings-Pedras foram estabelecidas 3 hipóteses de ruptura, que consideram diferentes seções transversais e suas características estão apresentadas abaixo:

	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Altura máxima da brecha (m)	22,5	15,0	12,5
Largura máxima da base da brecha (m)	0,0	84,0	125,0

Tabela 4 – Parâmetros de ruptura da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

Na sequência, pode-se visualizar a análise de sensibilidade do tempo de evolução da brecha, conforme resultados abaixo:

Hipótese 1		Hipótese 2		Hipótese 3	
Tempo (h)	Q (m³/s)	Tempo (h)	Q (m³/s)	Tempo (h)	Q (m³/s)
0,5	2148,76	1,1	10136,62	1,1	11283,29
1,0	2154,30	2,0	10062,61	2,0	11185,42
2,0	2164,27	4,0	9911,97	4,0	10991,24
4,0	2184,24	6,0	9774,62	6,0	10808,49
6,0	2203,87	8,0	9644,73	8,0	10637,87
8,0	2223,43	10,0	9523,04	10,0	10477,73
		12,0	9408,53	12,0	10327,08
				14,0	10187,10

Tabela 5 – Resultados das análises de sensibilidade do tempo de evolução da brecha.

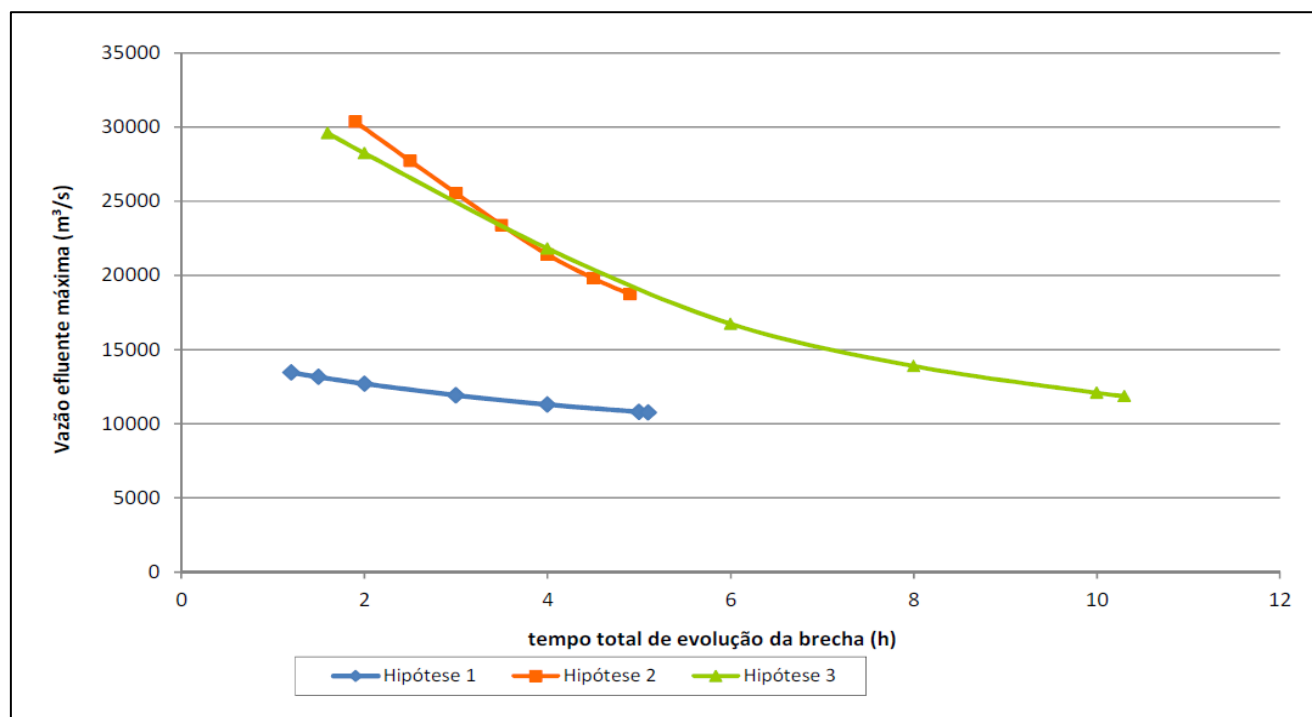


Tabela 6 – Resultados das análises de sensibilidade do tempo de evolução da brecha.

Com os resultados obtidos, apresenta-se a vazões de efluentes máximas mais elevadas, e, portanto, apresenta o cenário mais crítico. Com isso a brecha pode atingir 12,5m de altura e 125m de

largura na base, gerando vazões da ordem de 10.200 m³/s para um tempo de evolução de brecha de 14 horas e 11.300m³/s para 1,1 horas. Desta maneira, o tempo de evolução de brecha a ser considerado no estudo e de 1,1 horas.

Foram realizadas as análises de sensibilidade do expoente de evolução da brecha para Barragem Reguladora Billings-Pedras e os resultados seguem abaixo:

Expoente de Evolução da Brecha	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
	Q (m³/s)		
0,7	2149,89	10068,15	11195,09
1,0	2152,23	10106,78	11246,45
1,5	2154,30	10144,56	11293,74
2,0	2155,57	10166,46	11322,48
2,5	2156,37	10181,24	11340,79
3,0	2156,91	10191,44	11353,53

Tabela 7 – Resultados das análises de sensibilidade do expoente de evolução da brecha.

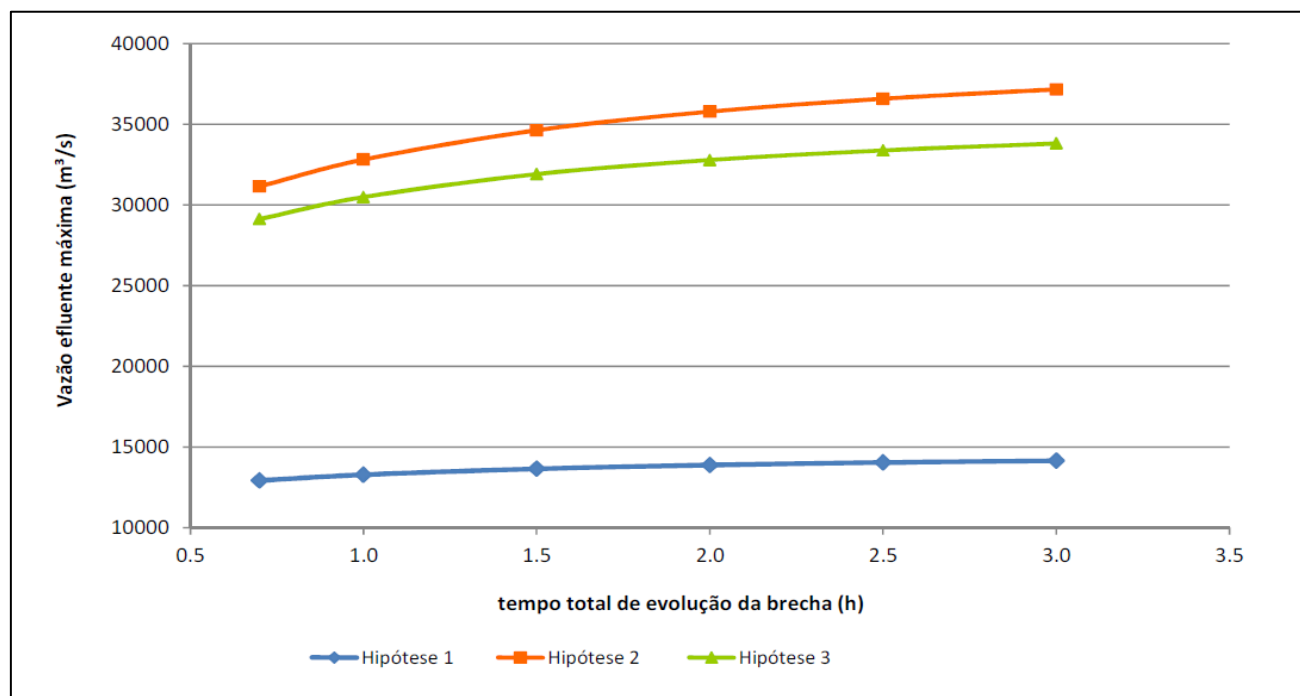


Tabela 8 – Resultados das análises de sensibilidade do expoente de evolução da brecha.

As conclusões sobre os resultados gerados a partir da variação do expoente de evolução de brecha serão apresentadas posteriormente, em conjunto com as demais estruturas no item 6.2.13 deste relatório.

Com os resultados obtidos para as estruturas, a faixa de variação recomendada para expoente de evolução da brecha esta entre 1 e 4, admitindo 1 para uma evolução linear da brecha ao longo do tempo e 2 a uma evolução quadrática.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 33	
				Revisão: 6	

Pode-se notar que o comportamento da variação da vazão efluente máxima em todos os casos possui o mesmo comportamento, com variação do expoente entre os valores 0,7 e 3,0. As curvas apresentadas na análise realizada possuem maiores variações de vazão entre o expoente de evolução de brecha entre a 0,7 e 1,5 e certa atenuação a partir deste último. Sendo assim, pode-se atribuir ao expoente 1,5 o ponto de inflexão das curvas apresentadas, adotando este expoente de evolução da brecha nas estruturas analisadas no presente estudo.

Desta forma os parâmetros de ruptura foram definidos, como mostrado no resumo da Tabela 9.

A tabela apresenta: a altura máxima, a largura da base da brecha, o tempo total de evolução e expoente e evolução.

Estruturas	Altura máxima da brecha (m)	Largura máxima da base da brecha (m)	Tempo Total de evolução da brecha (h)	Expoente de evolução da brecha
Barragem do Rio Grande	16,0	35,0	2,80	1,5
Dique do Marcolino	17,0	200,0	1,50	1,5
Sangradouro Pequeno-Perequê	11,0	174,0	1,00	1,5
Sangradouro Preto-Monos	11,0	356,0	1,50	1,5
Dique Cubatão de Cima	7,0	243,0	1,00	1,5
Dique do Passareúva	16,0	248,0	1,60	1,5
Barragem Reguladora Billings-Pedras	12,5	125,0	1,10	1,5
Sangradouro Pedras-Perequê	6,5	6,5	1,80	1,5
Barragem Córrego da Cascata	16,0	35,0	0,76	1,5
Dique Córrego da Cascata	16,8	20,0	4,00	1,5
Barragem Guarapiranga	19,0	300,0	1,90	1,5

Tabela 9 – Resultados das análises de sensibilidade do expoente de evolução da brecha.

Todas as informações descritas acima foram retiradas do Relatório Final: RF-1076_R0_Volume II (Estudos de avaliação e gestão de emergências no Reservatório Billings) da empresa FCTH.

3.5. Características Geológicas

Na compartimentação de domínios tectônicos do mapa do Estado de São Paulo, na escala 1:750.000 (PERROTTA et al., 2005), a área de estudo está localizada no Terreno Embu onde predominam rochas metamórficas do Neoproterozóico (rochas magmáticas peraluminosas sin a tardi-orogênicas; rochas magmáticas meta-aluminosas sin-orogênicas; ortognaisses metaluminosos e depósitos terrígenos de origem incerta) e pequenos núcleos do Arqueano (remanescentes de ortognaisses).

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 34	
				Revisão: 6	

Considerando a subdivisão geomorfológica do Estado de São Paulo, a área de está localizada na Província do Planalto Atlântico, na Zona do Planalto Paulistano e na Subzona Morrarias do Embú. Geomorfologicamente o Planalto Atlântico caracteriza uma região de terras altas compostas essencialmente por rochas metamórficas pré-cambrianas e cambro-ordovicianas, cortadas por intrusões básicas e alcalinas que possuem idades variando do Mesozoico ao Neógeno, e pelas coberturas sedimentares de São Paulo.

3.6. Características Sísmicas

Quanto ao perigo sísmico, risco e critérios de projeto para o continente Sul-Americano, este foi objeto de detalhado estudo elaborado através da utilização dos métodos do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), cujos resultados foram publicados no trabalho intitulado Seismic Hazard, Risk, and Design for South América.

O objetivo daquele trabalho foi fornecer informações para cientistas, engenheiros e órgãos públicos, sendo úteis na tomada de decisões sobre estratégias a respeito do perigo de terremotos e estratégias de mitigação de riscos, iniciando discussões sobre a criação de normas técnicas para projeto de estruturas.

Com base nos modelos GSHAP (1999) e USGS de 2010, disponíveis publicamente, estes indicam que grande parte da costa oeste da América do Sul enfrenta um risco sísmico maior do que o anteriormente reconhecido, mas o tremor do solo diminui mais rapidamente com a distância quando comparados aos resultados de modelos anteriores.

De um modo geral, esses riscos costeiros são mais elevados na Venezuela, Colômbia, Equador, Peru e Chile, quando comparados aos observados na região oeste da Argentina e da Bolívia, apesar de também apresentarem riscos relativamente altos. Este modelo também incorpora a sismicidade observada nas regiões interiores do Brasil, Paraguai, Bolívia e partes da Colômbia, causando maior risco próximo a eventos passados, e incorpora um conjunto melhor de falhas e taxas de atividade que ajudam a refinar o risco.

Como mais de 160 milhões de pessoas (ou cerca de um terço das pessoas que vivem na América do Sul) residem em áreas que podem estar sujeitas a fortes tremores de solo, torna-se indispensável a avaliação de tal risco. Neste sentido, apresentamos nas Figuras 19 e 20 o potencial espacial para tremores de terra prejudiciais quantificados como leves ($\text{MMI} > \text{VI}$), moderados ($\text{MMI} > \text{VII}$) e consideráveis ($\text{MMI} > \text{VIII}$) durante um século.

Esses mapas ilustram o maior potencial ao longo da costa oeste, onde grandes terremotos prejudiciais ocorrem a cada década ou mais. O perigo também é significativo na costa norte da

América do Sul. Em particular, países como Venezuela, Colômbia, Equador e Peru enfrentam risco sísmico, enquanto o Chile apresenta alto risco sísmico, mas a vulnerabilidade do estoque construído é menor em comparação com os países do norte.

Como no Brasil o potencial de risco associado a abalos sísmicos é muito baixo, faz-se uso de dados e informações secundárias, bem como de estudos elaborados por especialistas, como forma de quantificar o perigo e mitigar esses riscos, seja no processo de implementação de dados em procedimentos padrões de projetos, seja no monitoramento desses riscos, através de modelos e mapas disponibilizados.

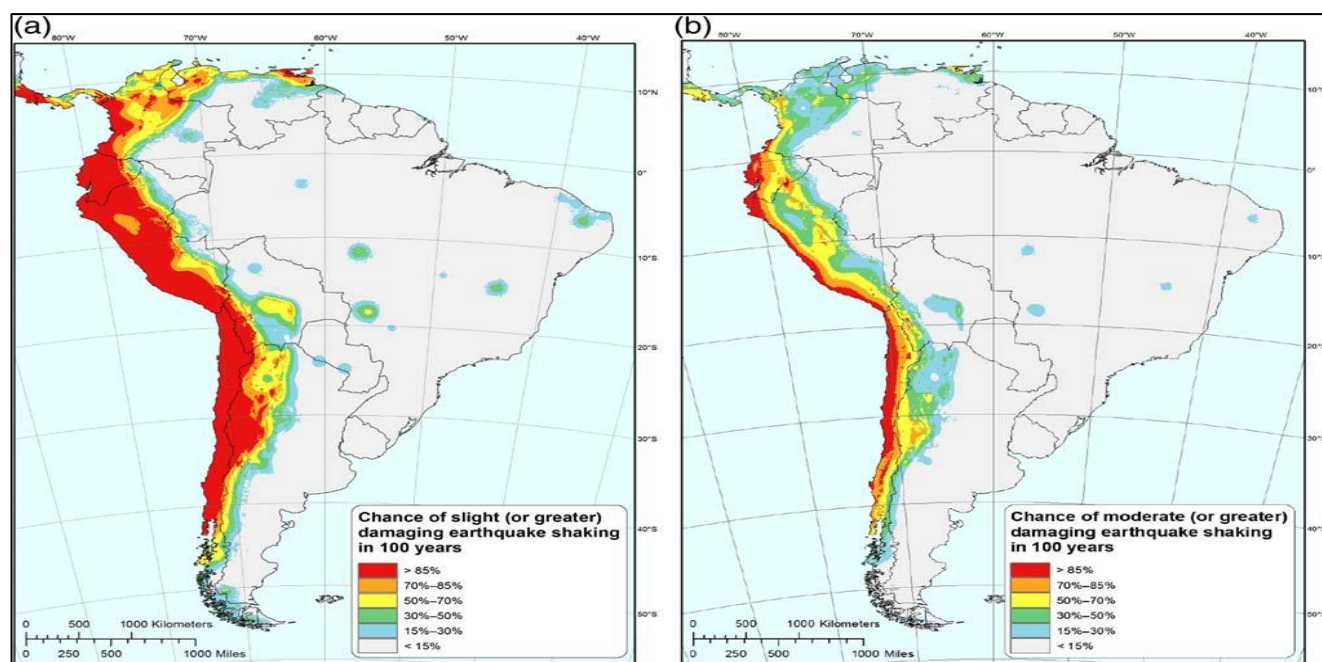


Figura 19 – Chances de Tremores de gravidade leve e moderada.

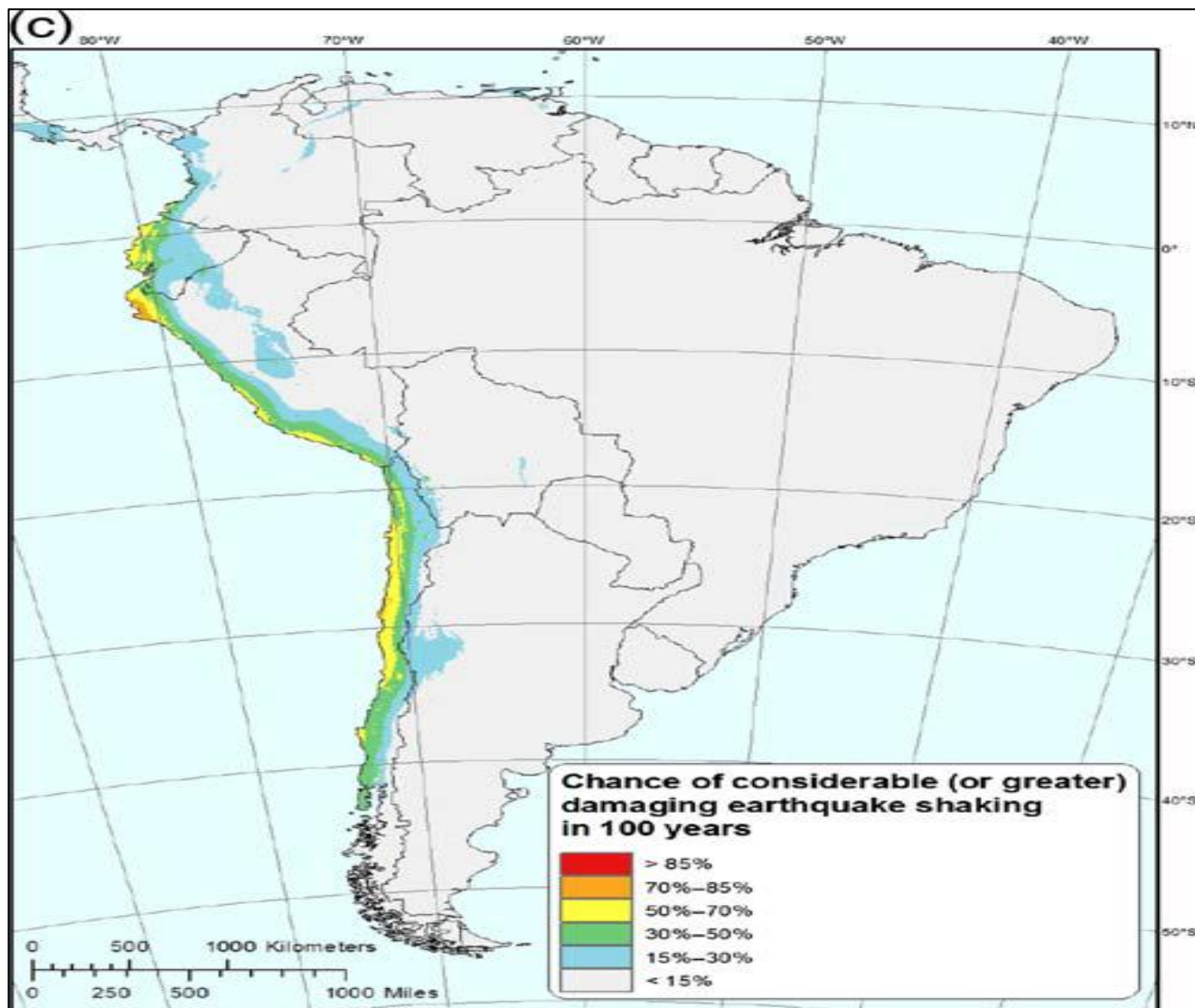


Figura 20 – Potencial Espacial Para Tremores De Terra Prejudiciais Quantificados Como Leves.

3.7. Fornecimento de Energia

A Barragem Reguladora Billings Pedras recebe alimentação elétrica do Circuito IMG 103 – 13,8KV/220 v da ENEL.

Equipamentos elétricos em boas condições de conservação (Transformador – ENEL, chave faca-fusível (BF), etc.). Porém, observamos que até o momento o poste do transformador está bem deteriorado, apresentando desgaste natural do tempo. O local possui gerador auxiliar de emergência.

3.8. Instrumentação

O monitoramento da estrutura é efetuado por 67 piezômetros que medem as poro pressões e subpressões na fundação da barragem, 10 medidores de nível de água para monitoramento dos níveis do lençol freático, 8 extensômetros de haste e 9 medidores triortogonais para medir

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Revisão: 6	

deslocamentos da estrutura, 1 caixa medidora e 3 bicas para controle de vazão. A estrutura também possui dispositivos para medição da precipitação e do nível do reservatório. Os instrumentos são lidos semanalmente.

INSTRUMENTOS	
Piezômetros	67
Medidor de nível de água	10
Extensômetros de haste	8
Medidores triortogonais	9
Caixa medidora	1
Bicas para controle de vazão	3

Tabela 10 – Quantidade de instrumentos na Barragem.

3.9. Reservatório

Ver Tabela 3.1, item CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO.

3.10. Estruturas Extravasoras

Os extravasores contam com três comportas tipo vagão. O valor de descarga considerado para vazão máxima refere-se a uma abertura de 2,00 m em cada comporta, não havendo referências para aberturas superiores.

3.11. Possíveis Situações de Emergência

O Reservatório Billings tem grandes dimensões, mas com bacia de drenagem proporcionalmente pequena. O Reservatório do Rio das Pedras é pequeno, com bacia de contribuição igualmente pequena. Ambos operam interligados pela Barragem Reguladora Billings-Pedras.

Por isso, em circunstâncias normais, a manutenção de níveis é muito dependente da reversão do Rio Pinheiros, realizada na Usina Elevatória de Pedreira.

Tal característica, mais a operação conservadora do Reservatório Billings, que opera com níveis-meta mensais, oferece grande segurança para o controle de nível até o máximo Maximorum, 746,5 m. Assim, os episódios de sangramento são esparsos, tendo os últimos ocorridos apenas em 1996 e 2010, em caráter pontual.

Usualmente, o controle de nível dos Reservatórios é feito apenas regulando as descargas para o Reservatório do Rio das Pedras, através da Barragem Reguladora Billings Pedras ($Q_{max} = 398 \text{ m}^3/\text{s}$), onde as vazões são aproveitadas para geração de energia elétrica em Henry Borden ($Q = 152 \text{ m}^3/\text{s}$).

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 38	
				Revisão: 6	

Caso necessário, as vazões excedentes podem ser descarregadas na Barragem do Rio das Pedras ($Q_{\max} = 113 \text{ m}^3/\text{s}$ com restrição $80 \text{ m}^3/\text{s}$ no poço de amortecimento ao lado da UHB Subterrânea);

As descargas pela Barragem do Rio das Pedras são muito visíveis para observadores situados na Baixada Santista e costumam gerar alarmes e reclamações por parte da população de Cubatão, desencadeando questionamentos por parte do Ministério Público e Prefeitura. Na realidade, as descargas da ordem de $100 \text{ m}^3/\text{s}$ são insignificantes quando se agrega ao curso normal do Rio Cubatão, logo após os canais de fuga da Usina Henry Borden.

No Reservatório Billings, o único ponto de descarga é o Sangradouro Pequeno Perequê, ($Q_{\max} = 226 \text{ m}^3/\text{s}$). Devido à baixa utilização, a operação no Pequeno Perequê possui muitas restrições, sendo a principal os danos impostos à vegetação nas laterais da calha natural do Rio Perequê, que ocorrem mesmo com vazões baixas, da ordem de $30 \text{ m}^3/\text{s}$. Ambas as descargas registradas (2006 e 2010), embora com pequenas vazões, de até $40 \text{ m}^3/\text{s}$ geraram fortes reclamações da população de Cubatão, bem como a abertura de procedimentos por parte do Ministério Público devido aos danos à vegetação no Parque Estadual da Serra do Mar.

Enquanto os danos causados pelas descargas à vegetação são reais, as reclamações da população da Baixada Santista envolvendo mortes por afogamento no Parque do Rio Perequê e alagamentos nas residências situadas na região são infundadas.

Outros dispositivos de descarga no Reservatório Billings, como o Sangradouro Preto Monos, e o Sangradouro Pedras Perequê no Reservatório do Rio das Pedras não podem ser operados por impossibilidades técnicas.

Os problemas relacionados a níveis excepcionais no reservatório Billings ($> 746,50$) em sua maioria dizem respeito a alagamentos pontuais nas margens, pois existem ocupações irregulares que tendem a se estender abaixo da cota de desapropriação. Para esses casos, os riscos de danos pessoais são mínimos, enquanto a subida do N.A. é lenta e limitada a algumas dezenas de centímetros, possibilitando os autossalvamento das pessoas.

Originalmente foi construído pelo processo de aterro hidráulico, possuindo uma parede de concreto no núcleo até a cota 746,5 m.

Após o incidente de 1996 foram realizadas obras de reforço, compreendendo berma de equilíbrio separada do maciço original por filtro de areia, um sub dreno no pé do talude e reforços no enrocamento e muro de ala, incluindo colunas CCP reforçando o tardo do muro.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 39	
				Revisão: 6	

O maciço de concreto foi projetado para receber uma casa de força com unidades geradoras a jusante. Esse projeto nunca foi implantado.

Nos anos 1970, foi imposta restrição à vazão máxima descarregada pelas comportas devido às vibrações provocadas pelo fluxo d'água. A causa das vibrações foi associada a uma viga de seção retangular existente na saída do fluxo d'água e ao baixo peso da estrutura, uma vez que a casa de força prevista não foi concluída.

Por esses motivos, é esperado que os eventuais problemas estruturais devido à deterioração sejam de evolução lenta, permitindo que os reparos dos eventuais problemas sejam feitos dentro do nível de resposta Atenção – Amarelo.

Por outro lado, a Barragem está sujeita a eventos operacionais excepcionais como:

No tocante a problemas ambientais

- Desprendimento e mobilização de grandes manchas de lodo, com potencial para causar problemas operacionais nas Barragens a jusante e problemas ambientais;
- Passagem de excesso de entulhos flutuantes, com potencial para causar problemas operacionais nas Barragens a jusante e problemas ambientais;
- O entulho flutuante pode causar travamento mecânico das comportas;
- O entulho e vegetação flutuantes podem formar camadas muito espessas na superfície do reservatório e com o vento, pode haver esforço adicional indesejado contra o paramento da Barragem, apesar do fetch pequeno;
- A atmosfera agressiva (esgoto na água) pode causar imprevistos na movimentação de comportas, por ataque aos sistemas de comando e controle, independente da manutenção periódica desses componentes.

No tocante às cheias e sismos

- Devido à baixa permeabilidade da bacia a montante, as cheias tendem a ser intensas (aumentando a vazão de pico e encurtamento do tempo do hidrograma);
- Devido à baixa permeabilidade da bacia a montante e à canalização dos rios, as cheias tendem a chegar muito rapidamente à barragem (diminuição do tempo de concentração);
- Tais efeitos, mais a urbanização a jusante, criam áreas alagáveis mesmo com descargas controladas, dentro dos limites operacionais da barragem;

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 40	
				Revisão: 6	

- A capacidade de veiculação de cheias com o reservatório acima do NA máxima maximorum pode ser estimada conforme abaixo:
- Apesar do histórico favorável, cheias excepcionais e sismos podem ocasionar danos estruturais graves na Barragem. Nesses casos, prevê-se que serão de ordem súbita e que, em casos extremos, poderão conduzir ao colapso da Barragem.

No tocante ao acesso e comunicações

- Cheias excepcionais causam interrupções no tráfego que podem impedir o deslocamento dos técnicos até a Barragem;
- O sistema de telefonia fixa e móvel é confiável, desde que não haja ruptura da Barragem.
- Então, é possível antever que as situações associadas aos níveis de resposta mais elevados sejam súbitas, da ordem de poucas horas, exigindo:
- Muita rapidez na definição e aplicação dos reparos;
- Atuar em favor da segurança no sistema de avisos externos e na remoção das pessoas a jusante. Nesse sentido, deve-se adotar a estratégia de colocar os órgãos de Defesa Civil em prontidão, sempre que necessário;
- Transporte aéreo para os técnicos até a Barragem, no caso de interrupção das vias de acesso na Capital;
- Flexibilidade nas ações de avaliações e definições dos níveis de resposta; em caso de incomunicabilidade ou ausência (Coordenador do PAE, por exemplo) outro colaborador deve assumir suas funções imediatamente.

3.12. Eventos Prováveis

A tabela apresenta as principais situações de emergência vislumbradas para a estrutura, os procedimentos técnicos para correção, e o responsável pela correção, bem como o nível de resposta associado. O nível de resposta é indicativo, ou seja, pode ser alterado de forma prudente para maior ou menor, dependendo da avaliação no ato.

OCORRÊNCIA EXCEPCIONAL	CONSEQUÊNCIAS	PROCEDIMENTO	RESPONSÁVEL	NÍVEL RESPOSTA
O nível de resposta constante na tabela é indicativo. Pode ser alterado para maior ou menor, dependendo de avaliação.				
Instrumentação	Falta de dados de observação	Restabelecer	Depto. Engenharia	NORMAL Verde
	Resultados anômalos da instrumentação de auscultação	Analisar	Depto. Engenharia	

Relatório nº: GEC-544/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 41	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

Invasão ou bloqueio de acesso por grupos organizados		Risco de operações indevidas; perda de livre acesso; atos terroristas.	Acionar polícia local imediatamente	Operação- local	ATENÇÃO Amarelo
			Dependendo da gravidade: acionar comando da PM	Coordenador do Comitê de Crise e/ou Presidência da Empresa	
Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	Trincas (não documentadas)	Trincas estáveis, documentadas e monitoradas.	Observar Avaliar demandas oriundas da operação da barragem	Depto. Engenharia Operação da barragem - observar e relatar	NORMAL Verde
		Trincas superficiais			
		Presença de trincas transversais e longitudinais profundas que não se estabilizam, passantes ou não de montante para jusante, com ou sem percolação de água.	Avaliar imediatamente Realizar inspeção inicial com recursos próprios Realizar inspeção extraordinária com recursos externos se necessário Estabelecer procedimentos para correção	Depto. Engenharia	ATENÇÃO Amarelo
	Surgências (áreas encharcadas ou água surgindo)	Surgência de água próxima à barragem, nos taludes ou ombreiras: –Não documentada e/ou não monitorada; –Com carreamento de materiais de origem desconhecida; –Aumento das infiltrações com o tempo; –Água saindo com pressão			
	Vazamentos	Vazamentos não documentados e considerados controláveis.			
		Vazamentos incontroláveis com erosão interna em andamento.	Monitorar continuamente	Depto. Engenharia	ALERTA Laranja
	Galgamento ou cheia excepcional	Cheia - possibilidade exceder NA Normal (746,50) – sem ruptura	Monitorar continuamente Operar barragens da cascata conforme situação Colocar sistema de Defesa Civil em prontidão	COS	ATENÇÃO Amarelo
Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	Galgamento ou cheia excepcional	Cheia sem galgamento- NA do reservatório ultrapassa NA Normal (746,5 m); risco de alagamentos no perímetro do reservatório.	Monitorar continuamente Operar barragens da cascata conforme situação Acionar órgãos externos para evacuação das áreas alagadas a jusante	COS	ALERTA Laranja

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE		
		Departamento de Operação - GS		
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB		
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC-544/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 42	Revisão: 6	

		Cheias crescentes	Monitorar continuamente Operar barragens da cascata conforme situação Manter órgãos externos informados para evacuação das áreas alagadas a jusante	COS	EMERGÊNCIA Vermelho
Falha dos sistemas de alerta e de aviso	Durante estado Normal 0	Durante situação verde	Restabelecer comunicação	Depto. Produção	NORMAL Verde
	Durante Atenção 1, Alerta 2 e Emergência 3	Impossibilidade de comunicação interna ou externa	Se necessário, atuar independentemente de orientação superior. Utilizar telefones particulares Se necessário, deslocar até Município próximo, solicitar apoio à defesa Civil.	Depto. Produção	EMERGÊNCIA Vermelho
Impedimento não previsto em comporta	Período seco	Impossibilidade de descarga à plena vazão; galgamento improvável.	Operação normal	COS	NORMAL Verde
	Período chuvoso	Impossibilidade de descarga à plena vazão; propicia galgamento.	Monitorar continuamente Operar barragens da cascata conforme situação	COS	ATENÇÃO Amarelo
Ruptura ou ruptura iminente da barragem		Tombamento da estrutura Abertura de brecha na estrutura com descarga incontrolável de água Colapso completo da estrutura.	Acionar órgãos externos	Alta Administração ou Coordenador do Comitê de Crise	EMERGÊNCIA Vermelho

Tabela 11– Identificação e análise das possíveis situações de emergências, procedimentos técnicos e responsáveis pela ação ou circunstâncias anômalas.

4. RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM PARA RESPOSTA AO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO

	PRESIDÊNCIA E DIRETORIA
Presidência – P	Wesley Fernandes Bastos - PE Paula Silveira Vettore – PJ
Diretoria de Geração - G	Genésio Betiol Junior - G Carlos Eduardo Melo de Sousa - GSB João Ribeiro da Costa Neto - GE Márcio Martins – GS
Diretoria Administrativa – A	Valéria Silva Campos - A

Relatório nº: GEC-544/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 43	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

	Admilson Clayton Barbosa - AP Flávio Elias Mesquita Lima – AHD
Diretoria Financeira - F	Pedro Jonavicius - FFS

OPERAÇÃO DA BARRAGEM – LOCAL		
Sala de operação da Barragem Reguladora Billings-Pedras	Plantão 24 h	(11) 5613-2290/2291
Emerson Laube da Silva	Coordenador da Operação	13.3372.3384 R.210 (11) 9.9798-0545
Adriano Nascimento da Cunha	Encarregado de Operação Coordenador do PAE	(11) 2763-6533 (11) 9.7664-9600

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA		
João Ribeiro da Costa Neto	Gerente Engenharia	(11) 2763-6363 (11) 9.5065-8481
Tatiane Sarti de Queiróz	Coordenadora Eng. Civil	(11) 2763-6377 (11) 9.3279-1122

DEPARTAMENTO DO MEIO AMBIENTE		
Admilson Barbosa	Gerente - Departamento Meio Ambiente	(11) 2763-6683 (11) 9.9927-5549

CENTRO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA – COS		
Sala de controle COS	Plantão 24 h	(11) 5613-2290/ 2291
Bárbara Melo Diniz	Gerente de Operação	(11) 2763-6533 (11) 9.9692-6363
Emerson Laube da Silva	Coordenador da Operação	(11) 2763-6399 (11) 9.9798-0545

ADMINISTRAÇÃO E COMITÊ DE CRISE		
Karla Maciel Dolabella	Diretora Presidente	(11) 2763-6600
Genésio Betiol Junior	Diretor de Geração da EMAE	(11) 2763-6351 (11) 9.9505-8458
Bárbara Melo Diniz	Assistente Executivo da Diretoria de Geração de Energia Coordenadora do Comitê de Crise	(11) 2763-6533 (11) 9.9692-6363

DEFESAS CIVIS		
Defesa Civil Estadual	Plantão 24 h	(11) 2193-8000
Defesa Civil de São Bernardo do Campo	Plantão 24 h	(11) 2630-7005
Defesa Civil de Cubatão	Plantão 24 h	(11) 3362-6363
Defesa Civil de São Vicente	Plantão 24 h	(13) 3569-2274 (13) 3467-7708
Defesa Civil de Santos	Plantão 24 h	(13) 9.9713-5115
Defesa Civil de Guarujá	Plantão 24 h	(13) 3308-5310

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 44	
				Revisão: 6	

		(13) 3355-4936
Defesa Civil de Praia Grande	Plantão 24 h	(13) 3496-2000

ADMINISTRAÇÕES PÚBLICAS		
Prefeitura Municipal de São Paulo	Pref. Ricardo Nunes	(11) 3113-8000
Prefeitura Municipal de São Bernardo do Campo	Pref. Marcelo Lima	(11) 2630-4000
Prefeitura Municipal de Cubatão	Pref. César da Silva Nascimento	(13) 3362-4000
Gabinete do Governador de São Paulo	Gov. Tarcísio de Freitas	(11) 2193-8520

USINAS À JUSANTE		
Sala de Controle	Plantão 24 h	(11) 5613-2290/2291
Sala de Controle Barragem do Rio das Pedras	Plantão 24 h	(11) 5613-2290/2291

ÓRGÃOS DE APOIO	
Inst. Nacional de Meteorologia (INMET).	(61) 2102-4602
Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP – FCTH).	(11) 4637-4668
Inst. Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).	(12) 3208-7118
Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN).	(12) 3205-0200/0201
Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD).	(61) 2034-4601

ÓRGÃOS FISCALIZADORES	
ANEEL	(61) 2192-8805/8626
ARSESP	0800 770 6884

Tabela 12 – Dados Gerais – Recursos Humanos e Equipe de Monitoramento de Crise.

5. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA EM POTENCIAL CONFORME NÍVEL DE RESPOSTA

5.1. Nível de Resposta Normal – Verde

As comunicações podem ser verbais ou via correio eletrônico. O uso de aplicativos de mensagens instantâneas permite que sejam enviados fotos e vídeos para uma triagem e avaliação inicial.

5.2. Nível de Resposta Atenção – Amarelo

As comunicações devem ser formalizadas por carta, e-mail ou ainda com o uso de aplicativos de mensagens instantâneas. Neste caso, as áreas envolvidas deverão manter os registros até o final da ocorrência, quando deverão ser transferidos para outras mídias.

5.3. Nível de Resposta Alerta – Laranja

As comunicações devem ser formalizadas por carta, e-mail ou ainda com o uso de aplicativos de mensagens instantâneas. Nesse caso, as áreas envolvidas deverão manter os registros até o final da ocorrência, quando deverão ser transferidos para outras mídias.

A partir da instalação da Sala de Emergência, o Coordenador do PAE deverá providenciar o registro por escrito de todas as ocorrências e decisões.

5.4. Nível de Resposta Emergência – Vermelho

Pressupõe-se que os representantes das áreas da empresa estejam reunidos permanentemente na sala de emergência.

O Coordenador do PAE deverá providenciar o registro por escrito de todas as ocorrências e decisões.

5.5. PROCEDIMENTOS PARA IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO E DE PRESERVAÇÃO E CORREÇÃO ÀS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS

NÍVEL DE RESPOSTA	SITUAÇÕES (PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS)
NORMAL (Nível 0 – Verde)	Quando não houver anomalias ou as que existirem não comprometerem a Segurança da Barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo: - Probabilidade de acidente. - Corresponde a ações de monitoramento rotineiro, previstas no PSB; - É situações estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo para poderem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante; - Podem ser controladas pelo Empreendedor.
ATENÇÃO (Nível 1 – Amarelo)	Quando as anomalias não comprometerem a Segurança da Barragem no curto prazo, mas exigirem monitoramento, controle ou reparo ao decurso do tempo: - Probabilidade de acidente baixa; - Plano de Segurança da Barragem – revisão do monitoramento rotineiro e realização de estudos e/ou ações corretivas de anomalias programadas ao longo do tempo e que não comprometem a segurança estrutural no curto prazo; - A situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; - Existe a convicção de ser possível controlar a situação.
ALERTA INTERNO (Nível 2 – Laranja)	Quando as anomalias representem risco à Segurança da Barragem, no curto prazo, exigindo providências para manutenção das condições de segurança: - Obriga um estado de prontidão na Barragem onde serão necessárias as medidas preventivas e corretivas previstas e os recursos disponíveis para evitar um acidente; - Probabilidade de acidente moderada; - Espera-se que ações a serem tomadas evitem a ruptura, mas pode sair do controle; - Eventual rebaixamento do reservatório (depende da avaliação técnica) - envolvendo coordenação com os demais empreendedores de barragens da cascata; - O fluxo de notificações é apenas interno, a menos que sejam necessárias descargas preventivas ou o rebaixamento do reservatório;

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Revisão: 6	

- Existe a possibilidade de a situação se agravar, com potenciais efeitos perigosos no vale à jusante; - Deve ser avaliada a necessidade de acionamento do PAE.		
EMERGÊNCIA (RUPTURA) (Nível 3 – Vermelho)	OCORRÊNCIA EXCEPCIONAL	SITUAÇÕES
	Galgamento das estruturas	– A água do reservatório está vertendo sobre a crista da Barragem
	Surgência	– Surgências (afioramento de água) no corpo ou no pé da Barragem
	<i>Sinkhole</i> ou Subsidência	– Subsidências aumentando rapidamente
	Movimentação de Taludes	– Escorregamentos rápidos ou repentinos dos taludes da Barragem
	Terremotos ou Sismos	– Terremoto ou sismo que resultou em uma descarga incontrolável de água do reservatório
	Tombamentos de blocos de concreto	– Blocos de concreto da barragem ou estruturas associadas ou tombadas.
	Brechas	– Brecha aberta ou em formação no corpo da barragem ou ombreiras
	Ameaças à segurança	– Bomba detonada que possa resultar em danos a Barragens ou estruturas associadas
	Sabotagem ou Vandalismo	– Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água

Tabela 13 - Níveis de resposta e risco de ruptura.

6. PLANO DE COMUNICAÇÃO, COM DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA, COM ALCANCE MÍNIMO EM TODAS AS ZAS

Nível de Resposta Verde 0 – Normal

Operação da Barragem – local

- Mantém cópia do último relatório de inspeção semestral identificam em campo as anomalias listadas no relatório de inspeção semestral;
- Percorre a Barragem após episódios excepcionais de chuvas e/ou cheias e/ou terremotos ou sismos à procura por anormalidades;
- Ao percorrer a Barragem no dia a dia, ficar atento a novos problemas.

O Coordenador do PAE/ Coordenador da área deve notificar:

- Engenharia – obrigatório;
- Depto. De Produção;
- Depto. Meio Ambiente se for constatado problema ambiental;

- COS se for constatado problema com comportas ou cheias.

Caso não se consiga comunicação com o Coordenador do PAE o Operador Plantonista ou Encarregado da Barragem devem avaliar a gravidade e urgência do problema, segundo seus próprios critérios e bom senso.

Caso a avaliação indique problema sério, não aguardar contato com o Coordenador da área, avisar Engenharia. **Na dúvida, avisar.**

Coordenador do PAE

Na ausência do Coordenador do PAE, o Encarregado da área de produção assume as funções.

- Mantém cópia do último relatório de inspeção semestral; identificam em campo as anomalias listadas no relatório de inspeção semestral;
- Recebe e avalia as comunicações sobre problemas na Barragem;
- Documenta as ocorrências;
- Eleva o nível de segurança, sempre em conjunto com um Gerente de Departamento ou Coordenador.

Departamento de Engenharia

- Realiza as inspeções semestrais e divulga os resultados, encaminhando cópia para todas as instâncias do Departamento de Produção acima listadas;
- Avalia e atualiza os Planos de Emergência;
- Atende às notificações provenientes da Operação da Barragem – local Coordenação do PAE ou Depto. De Produção;
- Realiza inspeções informais para avaliar as notificações; se necessário toma as medidas necessárias para corrigir o problema;
- Eleva o estado para Nível de Alerta 2 – Amarelo ou maior, sempre em conjunto com o Coordenador do PAE; na ausência do Coordenador do PAE, a alteração de estado deve ser feita em conjunto com um Gerente ou Coordenador.

Departamento de Meio Ambiente

- Atende às notificações provenientes da Operação da Barragem – local Coordenação do PAE ou Depto. De Produção;
- Realiza inspeções extraordinárias para avaliar as notificações; toma as medidas necessárias para corrigir o problema;
- Divulga resultados para todas as instâncias do Depto de Produção acima listadas;

- Eleva o estado para Nível de Alerta 2 – Amarelo ou maior, sempre em conjunto com Coordenador do PAE; na ausência do Coordenador do PAE, a alteração de estado deve ser feita em conjunto com um Gerente ou Coordenador.

COS – Centro de Operação do Sistema

- Avalia as notificações provenientes da Operação da Barragem local ou outros órgãos;
- Adota as medidas necessárias para corrigir o problema;
- Divulga resultados para todas as instâncias do Depto. De Produção acima listada;
- Se necessário comunica Engenharia e/ou Meio Ambiente.

Alta Administração e Comitê de Monitoramento de Crise

- Comitê de Crise acompanha os relatórios de inspeção semestrais; toma ciência dos relatórios de inspeção extraordinária;

Nível de Resposta Amarelo 1 – Atenção

Operação da Barragem – local

- Acompanha a evolução da anomalia;
- Auxilia na mobilização de recursos para correção dos problemas;
- Mantém operação da Barragem Reguladora Billings-Pedras informada;
- Mantém os membros da lista de aviso informados da situação;
- Acompanha as inspeções extraordinárias, se preciso.

Coordenador do PAE

Na ausência do Coordenador do PAE, os Gerentes da Área Técnica designarão um substituto em comum acordo.

- Documenta as ocorrências;
- Mantém os membros da lista de aviso informados da situação;
- Acompanha as inspeções extraordinárias, se preciso;
- Aciona Comitê de Crise e órgãos externos, mediante avaliação;
- Eleva o nível de segurança, sempre em conjunto com um Gerente de Departamento ou Coordenador.

Departamento de Engenharia

Se o problema for de ordem civil:

- Acompanha a evolução da anomalia; propõe soluções;
- Realiza inspeções extraordinárias para acompanhamento;
- Se necessário, realiza segunda inspeção com especialistas externos;
- Acompanha reparos e soluções da parte civil;
- Mantém os demais órgãos informados;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com o Coordenador do PAE; na ausência do Coordenador do PAE, a alteração deve ser feita em conjunto com um Gerente ou Coordenador.

Departamento de Meio Ambiente

Se o problema envolver meio ambiente:

- Acompanha a evolução da anomalia; propõe e encaminham soluções;
- Realiza inspeções extraordinárias para acompanhamento;
- Se necessário, aciona especialistas externos;
- Solicita comunicação aos órgãos externos, se necessário;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com o Coordenador do PAE, na ausência deste, a alteração deve ser feita em conjunto com um Gerente ou Coordenador.

COS – Centro de Operação do Sistema

- Acompanha a evolução da anomalia;
- Auxilia na resolução da anomalia;
- Planeja, executa e acompanha as medidas de operação hidráulica necessárias;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com o Coordenador do PAE; na ausência deste, a alteração deve ser feita em conjunto com um Gerente ou Coordenador.

Alta Administração e Comitê de Monitoramento de Crise

- Acompanham a situação;
- Auxiliam na mobilização de recursos técnicos e materiais para resolução do problema.

Nível de Resposta Laranja 2 – Alerta

Deve ser montada uma “sala de emergência” na sala de operação da Barragem. Na sala de emergência, devem permanecer representantes de todas as áreas envolvidas. Pressupõe-se que as áreas da empresa envolvidas estejam em comunicação constante.

Operação da Barragem – local

- Acompanha a evolução da anomalia;
- Auxilia na mobilização de recursos para correção dos problemas;
- Mantém operação da Barragem Reguladora Billings-Pedras informada;
- Mantém os membros da lista de aviso informados da situação;
- Acompanha as inspeções extraordinárias, se preciso;
- Instala sala de emergência na operação da Barragem;
- Mantém técnico na sala de emergência instalada;
- Alerta pessoal não essencial e residente na usina, estabelecendo prontidão para evacuação; conforme avaliação dos técnicos da sala de emergência aciona evacuação da vila residencial da Usina;
- Desliga Usinas, e fecha circuito de adução da Barragem;
- Alerta operação solicitando evacuação;
- Mantém os membros da lista de aviso informados da situação até que esses cheguem à sala de emergência.

Coordenador do PAE

Na ausência do Coordenador do PAE, os Gerentes da Área Técnica designarão um substituto em comum acordo.

- Documenta as ocorrências;
- Atua como distribuidor de informação entre as partes envolvidas;
- Ativa os PAE's das usinas a jusante;
- Se necessário realizar comunicação com entidades externas (caso descargas excepcionais);
- Eleva o nível de segurança, sempre em conjunto com um Gerente de Departamento ou Coordenador.

Departamento de Engenharia

- Avalia situação em caráter permanente;
- Realiza inspeções extraordinárias para acompanhamento;
- Realiza segunda inspeção com especialistas externos o mais breve possível;
- Auxilia na mobilização de recursos para correção dos problemas;
- Coordena recuperação das partes civis;
- Mantém técnico na sala de emergência instalada;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com o Coordenador do PAE. Na ausência do Coordenador do PAE, a alteração deve ser feita em conjunto com um Gerente ou Coordenador.

Departamento de Meio Ambiente

- Mantém representante na sala de emergência;
- Acompanha a evolução da anomalia; propõe e encaminha soluções;
- Realiza inspeções extraordinárias para acompanhamento;
- Se necessário, aciona especialistas externos;
- Solicita comunicação aos órgãos externos, se necessário;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com o Coordenador do PAE, na ausência deste, a alteração deve ser feita em conjunto com um Gerente ou Coordenador.

COS – Centro de Operação do Sistema

- Acompanha a evolução da anomalia e atua para minimizar problemas;
- Comunicação constante com sala de emergência e Coordenador do Comitê de Crise;
- Estabelece cenários de curto e médio prazo e prepara as medidas de operação hidráulica necessárias;
- Executa e acompanha as medidas de operação hidráulica;
- Mantém representante na sala de emergência em tempo integral;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com o Coordenador do PAE, em caso de ausência, a alteração deve ser feita em conjunto com um Gerente ou Coordenador.

Alta Administração e Comitê de Monitoramento de Crise

- O Comitê de Crise é mobilizado pelo Coordenador;
- Disponibiliza transporte aéreo se necessário;

- Envia representante para a sala de emergência em tempo integral;
- Atua para mobilizar recursos em curto prazo;
- Coloca órgãos externos em prontidão se necessário.

Nível de Resposta Vermelho 3 – Emergência

A sala de emergência deve estar montada na Barragem.

Na sala de emergência, devem permanecer representantes de todas as áreas envolvidas. Pressupõe-se que as áreas da empresa envolvidas estejam em comunicação constante.

Operação da Barragem – local

- Comunicação constante com Operação, COS, Produção e Comitê de Crise;
- Mantém técnico na sala de emergência instalada;
- Mantém os membros da lista de aviso informados da situação, até que os mesmos cheguem à sala de emergência.

Coordenador do PAE

Na ausência do Coordenador do PAE, os gerentes da área técnica designarão um substituto em comum acordo.

- Evacuam áreas de jusante. Barragem Reguladora Billings-Pedras;
- Documenta as ocorrências;
- Avalia situação em caráter permanente.
- Realiza comunicação com entidades externas. Se necessário, a comunicação inicial pode ser feita pela Administração da Empresa.
- Auxilia na mobilização de recursos para correção dos problemas;
- Auxilia na execução do PAE;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com um Gerente e com o Coordenador do Comitê de Crise; na ausência de um deles, a alteração deve ser feita em conjunto com um segundo Gerente ou Coordenador.

Departamento de Engenharia

- Avalia situação em caráter permanente;
- Auxilia na mobilização de recursos para correção dos problemas;
- Coordena recuperação das partes civis;
- Mantém técnico na sala de emergência instalada;

- Auxilia na execução do PAE;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com um Gerente e com o Coordenador do Comitê de Crise; na ausência de um deles, a alteração deve ser feita em conjunto com um segundo Gerente ou Coordenador.

Departamento de Meio Ambiente

- Avalia situação em caráter permanente;
- Auxilia na mobilização de recursos para correção dos problemas;
- Coordena recuperação das partes civis;
- Mantém técnico na sala de emergência instalada;
- Auxilia na execução do PAE;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com um Gerente e com o Coordenador do Comitê de Crise; na ausência de um deles, a alteração deve ser feita em conjunto com um segundo Gerente ou Coordenador.

COS – Centro de Operação do Sistema

- Acompanha a evolução da anomalia;
- Comunicação constante com Sala de emergência e Coordenador do Comitê de Crise;
- Executa e acompanha as medidas de operação hidráulica;
- Auxilia na execução do PAE;
- Mantém representante na sala de emergência;
- Eleva ou abaixa o nível de segurança, sempre em conjunto com um Gerente e com o Coordenador do Comitê de Crise; na ausência de um deles, a alteração deve ser feita em conjunto com um segundo Gerente ou Coordenador.

Alta Administração e Comitê de Monitoramento de Crise

- Mantém representante na sala de emergência;
- Mobiliza recursos;
- Comunica com órgãos externos;
- Auxilia na execução do PAE.

Obs. Informações sobre o Fluxograma de Notificações se encontra no item 2.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 54	
				Revisão: 6	

7. RESPONSABILIDADES NO PAE

7.1. Empreendedor

Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE

Figura Jurídica: Sociedade de Economia Mista

CNPJ: 02.302.101/0001-42

Endereço: Avenida Jornalista Roberto Marinho, 85, 16º andar – CEP: 04576-010 – São Paulo.

Responsável Legal: Karla Maciel Dolabella – Diretora Presidente

Telefone: (11) 2763-6600 / (11) 2753-6601 – E-mail: presidencia@emae.com.br

7.2. Responsabilidades do Empreendedor

Elaborar documentos relativos à Segurança de Barragens, bem como por realizar as recomendações contidas nesses documentos, e atualizar o registro das Barragens de sua propriedade, ou sob sua operação junto às entidades fiscalizadoras. O empreendedor deverá desenvolver ações para garantir a segurança da Barragem, provendo os recursos necessários para tal e ainda:

- Realizar inspeções de segurança (regulares e especiais), e a revisão periódica de Segurança de Barragem;
- Providenciar o Plano de Segurança de Barragens (PSB);
- Organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentações referentes aos projetos, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da Barragem;
- Informar ao respectivo órgão fiscalizador, qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da Barragem, ou poder comprometer a sua segurança;
- Manter serviço especializado em Segurança de Barragem;
- Permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador ao local da Barragem e à sua documentação de Segurança.

As responsabilidades elencadas acima foram determinadas na Lei n.º 14.066/2020 e Resolução Normativa ANEEL n.º 696/2015, substituída pela n.º 1.064/2023.

7.3. Coordenador do PAE

Adriano Nascimento da Cunha - (11) 2763-6533/(11) 9.7664-9600.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 55	
				Revisão: 6	

7.4. Responsabilidades do Coordenador do PAE:

- Avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e códigos 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;
- Providenciar a elaboração do relatório de fechamento de eventos de emergência.

7.5. Comitê de Monitoramento de Crises

Departamento de Comunicação Empresarial – PE

Gerente: Wesley Fernandes Bastos – (11) 2763-6774

Departamento Jurídico – PJ

Gerente: Paula Silveira Vettore – (11) 2763-2639

Diretoria de Geração de Energia – G

Assistente Executivo: Bárbara Melo Diniz – (11) 2763-6363

Departamento de Engenharia - GE

Gerente: João Ribeiro da Costa Neto – (11) 2763-6363

Coordenador: Tatiane Sarti de Queiróz – (11) 2763-6377

Departamento de Planejamento Energético e da Operação - GS

Gerente: Bárbara Melo Diniz – (11) 2763-6363

Departamento de Meio Ambiente e Patrimônio Imobiliário - AP

Gerente: Admilson Clayton Barbosa – (11) 2763-6683

Coordenadoria de Tesouraria e Seguros

Coordenador: Pedro Jonavicius – (11) 2763-3906

7.6. Responsabilidades do Comitê de Monitoramento de Crise – CMC:

O Comitê de Monitoramento de Crise será o núcleo de decisões durante todo o período de emergência, e definirá as ações que serão tomadas pela empresa em todos os aspectos. Deverá ter uma hierarquia própria e bem definida, a fim de se obter uma maior eficiência nas atividades realizadas.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 56	
				Revisão: 6	

Suas principais atribuições são:

- Decidir sobre as ações a serem realizadas em função da situação de emergência;
- Coordenar a comunicação interna, orientar o Coordenador do PAE quanto à comunicação externa e órgãos da imprensa;
- Disponibilização emergencial de recursos;
- Participar das discussões dos desdobramentos da anomalia;
- Contatos externos com consultores;
- Elaboração de notificações e de relatórios internos.

7.7. Equipe Técnica e Segurança de Barragens

7.7.1. Operação da Barragem

Sala de Operação da Barragem Reguladora Billings-Pedras: Plantão 24 h - (11) 5613-2290/2291.

Coordenador da Operação: Emerson Laube da Silva – (13)3372.3384 R.210 (11) 9.99798-0545.

Coordenador do PAE – Enc. de Operação: Adriano Nascimento da Cunha - (11) 9.7664-9600.

7.7.2. Departamento de Engenharia

Gerente Engenharia: João Ribeiro da Costa Neto - (11) 2763-6363 (11) 95065-8481.

Coordenador Eng. Civil: Tatiane Sarti de Queiróz – (11) 2763-6377

7.7.3. Responsabilidades da Equipe Técnica de Segurança de Barragens

Conforme previsto na Resolução Normativa ANEEL Resolução n.º 696/2015 que foi substituída pela Resolução n.º 1.064/2023, “a equipe técnica de Segurança de Barragem deverá ser composta por profissionais treinados e capacitados, os quais deverão realizar as atividades relacionadas às Inspeções de Segurança de Barragens”.

Antes de ser instituído oficialmente o nível de Alerta, são atribuições dessa equipe:

- Operar e manter a usina, garantindo o funcionamento de seus sistemas extravasores, sistemas de comunicação e de aviso;
- Testar aviso sonoro e fluxo de notificações em caso de ruptura da Barragem.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 57	
				Revisão: 6	

7.7.4. Defesas Cíveis

Defesa Civil Estadual: Plantão 24 h - (11) 2193-8888

Defesa Civil de São Bernardo do Campo: Plantão 24 h - (11) 2630-7005

Defesa Civil de Cubatão: Plantão 24 h - (13) 3362-6363

Defesa Civil de Santos: Plantão 24 h - (13) 3208-1000.

7.7.5. Responsabilidades do Sistema de Proteção e Defesa Civil

A Defesa Civil ou Proteção Civil é o conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas destinadas a evitar ou minimizar os desastres naturais, e os incidentes tecnológicos, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social.

As Defesas Cíveis Municipais e Estaduais devem desempenhar suas competências legais de, respectivamente, elaborar e apoiar o desenvolvimento de Planos de Contingência para os cenários de risco identificados. Este plano tem como objetivo a tentativa de reduzir a ocorrência de danos humanos em um desastre por meio da indicação de responsabilidades de cada órgão envolvido, definição de sistemas de alerta e rotas de fuga, organização de exercícios simulados, entre outras atividades.

A Lei n.º 12.608/2012 instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, e dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e sobre o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC, dentre outras providências. A Lei n.º 12.340/2010 dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC, e sobre as transferências de recursos para ações como: assistência a vítimas e reconstrução de áreas atingidas por desastres.

O Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil deverá ser elaborado no prazo de um ano, a partir do recebimento do PAE, sendo submetido à avaliação e prestação de contas anual, por meio de audiência pública, com ampla divulgação.

8. SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO COM OS RESPECTIVOS CENÁRIOS, MAPAS E AVALIAÇÃO DO RISCO HIDRODINÂMICO, INDICAÇÃO DA ZAS E ZSS

Com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento foram gerados os mapas de inundação associados à cartografia da região para cada um dos cenários estudados. Os mapas indicam, numa forma simples e em escala adequada, os locais importantes situados nas zonas de inundação.

No caso da Barragem Reguladora Billings-Pedras a simulação da cheia de ruptura foi realizada com uso do software HEC RAS, HEC GeoRAS e ArcGis.

Os mapas de inundação e os estudos de rompimento hipotético foram desenvolvidos pela

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Revisão: 6	

Geometrisa em abril de 2019.

Nos Apêndices 4 e 5 são apresentados os pontos vulneráveis (edificações e estruturas) localizados nas Zonas de Autossalvamento (ZAS) e nas Zonas de Segurança Secundária/ Zona de Impacto Direto (ZSS/ ZID).

Nos mapas também foram incluídas sugestões de rotas de fuga e pontos de encontro sugeridos que subsidiarão as Defesas Civas a elaborarem seus Planos de Contingência.

a. Zona de Autossalvamento (ZAS)

A Zona de Autossalvamento é a região a jusante da Barragem que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente.

A Agência Nacional de Águas – ANA, pela Resolução n.º 236/2017 e alterada para n.º 121/2022, sugere adotar a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual há trinta minutos.

Os procedimentos de comunicação adotados no empreendimento devem estabelecer infraestruturas, e ações para garantir o adequado fluxo de informação para a comunidade.

b. Zona de Segurança Secundária/ Zona de Impacto Direto (ZSS/ZID)

A Zona de Segurança Secundária / Zona de Impacto Direto, é a área limitada geograficamente situada à jusante da Barragem, e poder ser atingida caso haja uma ruptura em uma das estruturas.

A extensão dessa área corresponde ao comprimento do trecho percorrido pelo material extravasado fora da calha do rio, ou da drenagem natural existente a jusante da Barragem.

Onde houver ocupação humana, é necessário existir um planejamento para a realização de uma evacuação emergencial da área, visando à preservação da vida nestes locais. Esse planejamento deve ser feito por meio de um Plano de Contingência Municipal, que é de responsabilidade das Defesas Civas Municipais e Estaduais.

O cadastramento das unidades localizadas na ZAS da Reguladora Billings Pedra e Dique 7 foi realizado nos dias 30/07 e 05/08 de 2022, e a síntese dos resultados obtidos é apresentada no Tabela 14.

RESULTADOS		
Item	Quantidade	
	Total	%
Total de estruturas identificadas	32	100,00
Total de questionários respondidos	18	56,25

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 59	
				Revisão: 6	

Total de unidades com pessoas ausentes sem informações	8	25,00
Total de unidades com pessoas que não quiseram responder	6	18,75
Total de pessoas fixas	19	100,00
Total de crianças (0 a 6 anos)	2	10,53
Total de crianças (7 a 12 anos)	1	5,26
Total de crianças (13 a 18 anos)	1	5,26
Total de idosos (19 a 60 anos)	14	73,68
Total de idosos (61 anos ou mais)	1	5,26
Total de pessoas com mobilidade reduzida	1	5,26
Total de cadeirantes	0	0,00
Total de pessoas com deficiência auditiva	0	0,00
Total de animais	18	100,00
Total de população flutuante	427	100,00

Tabela 14 – Síntese dos resultados de cadastramento da ZAS da Barragem Reguladora Billings-Pedras (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).

c. Localização das Estruturas dos Pontos Vulneráveis nas (ZAS)

Ao todo, foram mapeadas 32 estruturas na ZAS, a maioria de residências localizadas no Canal Shmidt. Desse total, 56,25% foram cadastradas pela equipe in loco e 18,75% embora estivessem presentes, não aceitaram responder. E 25% das estruturas foram classificadas como ausentes. A visualização desse cenário está apresentada na Figura 20, que traz a distribuição das estruturas mapeadas, conforme o status: presente, ausentes e não quis responder.

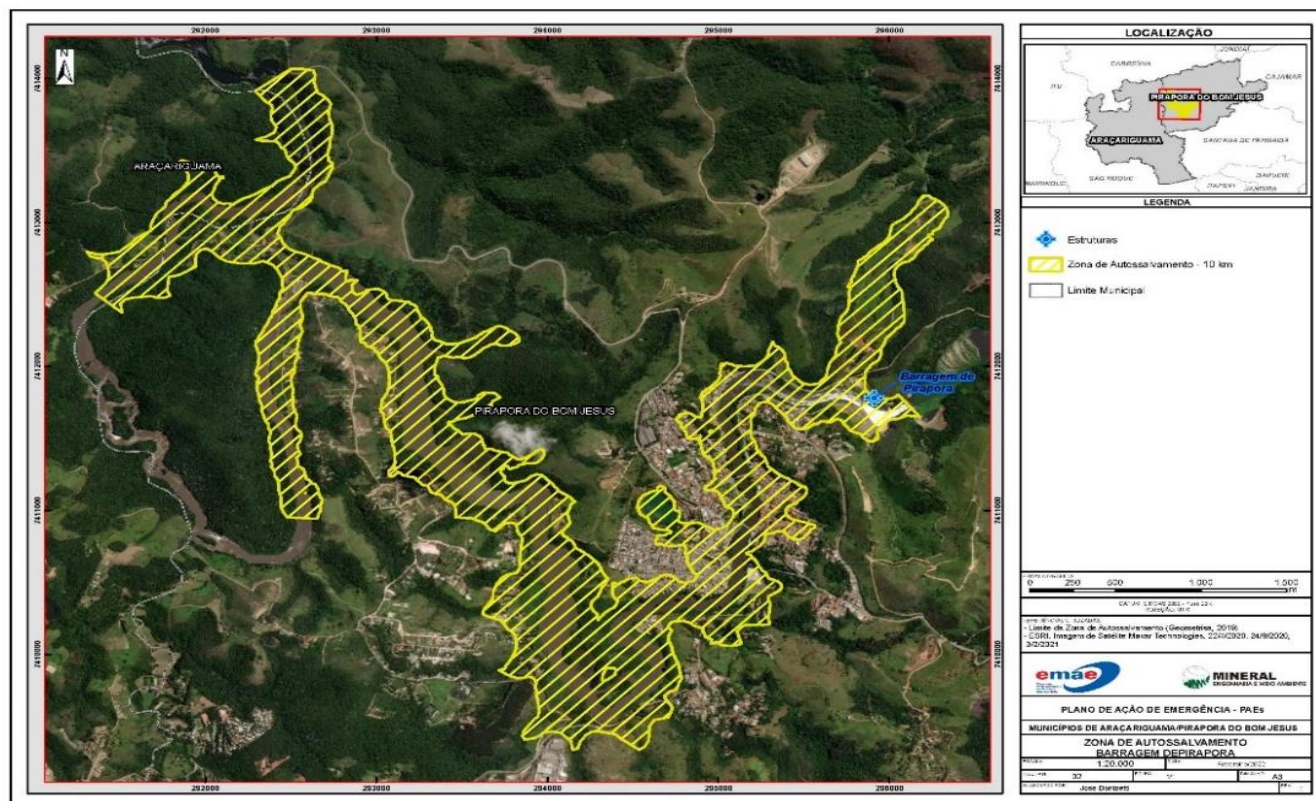


Figura 21 – Localização da ZAS da Barragem Reguladora Billings-Pedras (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).

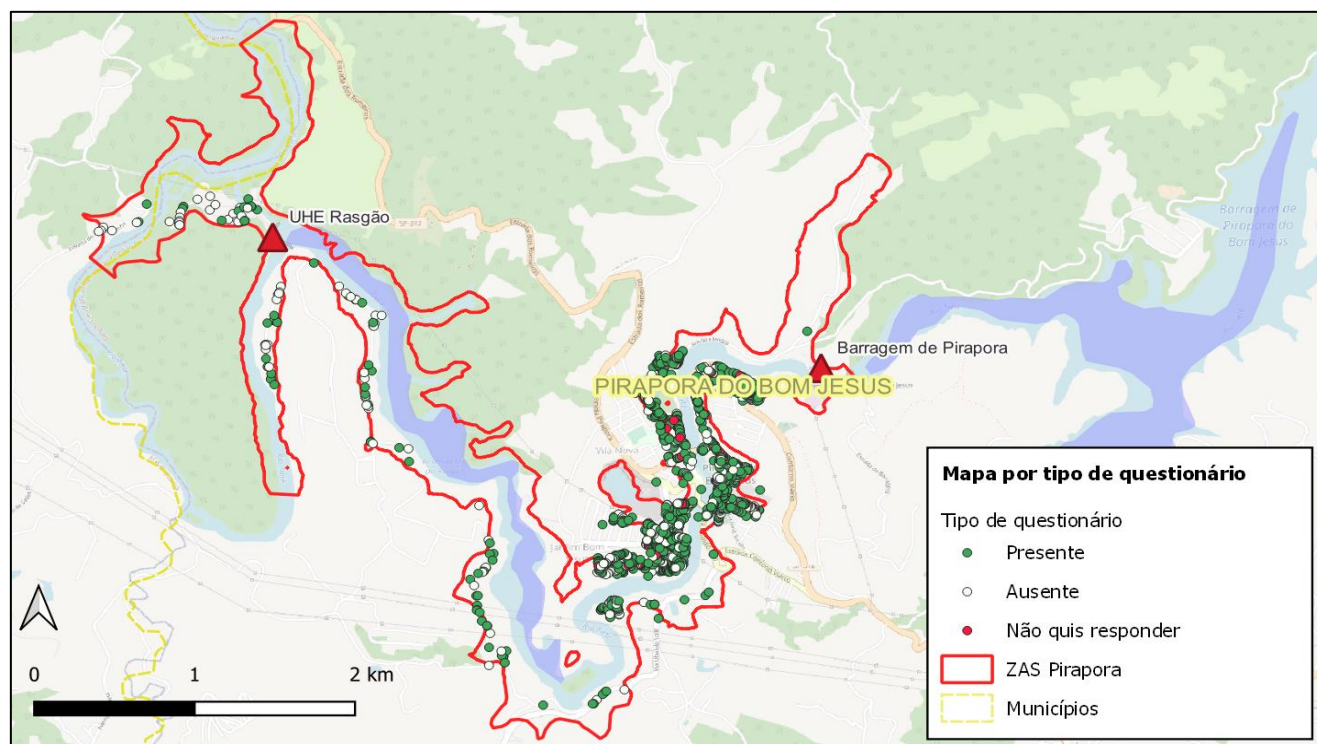


Figura 22 – Mapa da Distribuição da ZAS, por tipo de respostas (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).

Na ZAS da Barragem Reguladora Billings-Pedras e o Dique 7 foram cadastradas 32

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 61	
				Revisão: 6	

estruturas, a maioria delas residenciais.

Nesta ZAS, há cadastros ausentes por negativa da população para responder o questionário (“Não quer responder às Questões”), são parte da Comunidade localizada no Km 34 da Rodovia Anchieta (Canal Shmidt), e outros que se referem a estruturas com moradores não encontrados.

Ao todo foram 8 estruturas cadastradas como AUSENTES (25%), 5 correspondem a residências (15,6%) e 3 correspondem a entradas do Parque Estadual Serra do Mar e estruturas da Transpetro (9,4%). Além disso, há 6 estruturas pertencentes à comunidade do Canal Shmidt que foram cadastradas como negativa de resposta (“Não quer responder às Questões”, 18,7%).

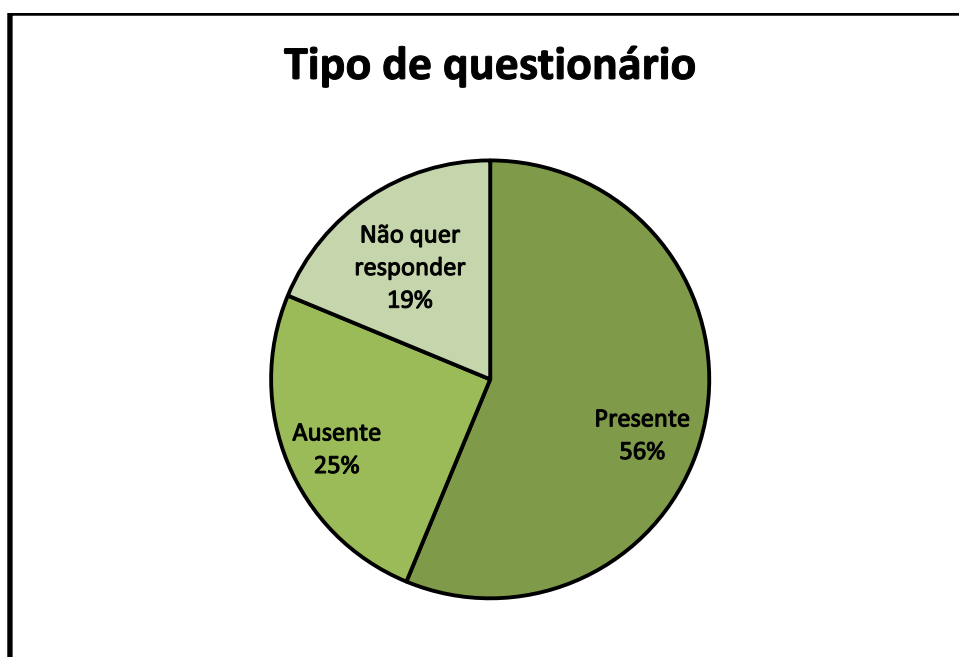


Figura 23 – Tipo de Questionário (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).

Dentre as estruturas que foram possíveis identificar o seu tipo (seja por resposta ou por identificação do cadastrador) a maioria das estruturas cadastradas não foram classificadas (48,87% sem classificação definida, 6,25% classificada como outros). Dentre as classificadas, as maiores partes das estruturas são residenciais (25,00%), local religioso (18,75%) ou casa de cultura e lazer (3,12%). Na ZAS não foi identificado prédios com mais de três andares, shoppings centers ou estações de trem/metrô. A seguir o gráfico mostra a distribuição dos cadastros conforme o tipo da estrutura (22).

Relatório nº: GEC-544/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 62	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------



Figura 24 – Questionário por tipo (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).

Na comunidade do Canal Shmidt, estão localizadas a maioria das residências. No local, no entanto, não foi possível precisar as características da população. Foram registradas 14 residências, 3 presentes, 5 ausentes e 6 não quiseram responder às questões.

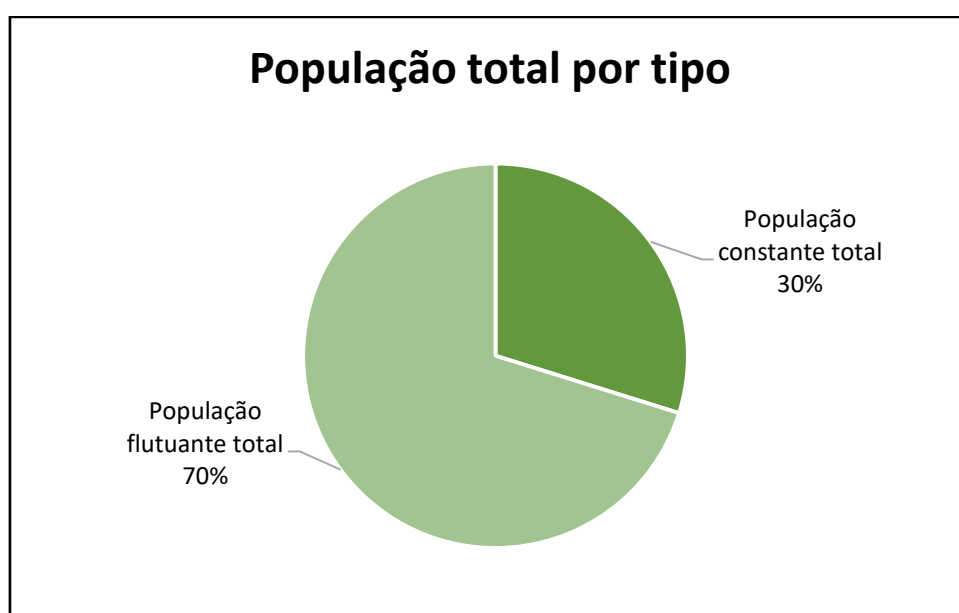


Figura 25 – Pessoas na ZAS, por tipo (População por tipo de dificuldade de mobilização).

A população residente se concentra na faixa etária de 19 a 60 anos, o que representa 73,68% do total. O segundo grupo mais populoso é a faixa de 0 a 12 anos, que representa 15,79% da

população residente na ZAS. Na Figura 24 está apresentada a distribuição por faixa etária da população residente na ZAS.

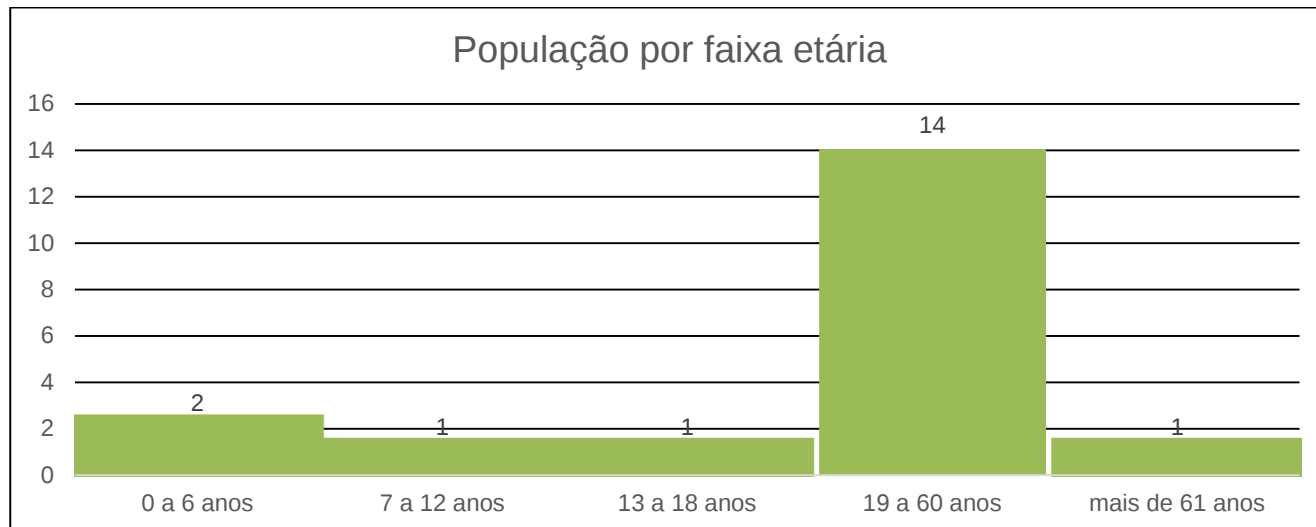


Figura 26 – Total de pessoas na ZAS, por tipo (População por tipo de dificuldade de mobilização).

Do total da população residente, foi identificada uma única pessoa com mobilidade reduzida. Porém, é de destaque que na Comunidade São Padre Pio as pessoas atendidas são moradores/as de rua, em sua maioria idosa. Por tanto deve se considerar a presença esporádica de pessoas com algum tipo de deficiência neste local. No momento do cadastramento havia a presença de dois cadeirantes nesta comunidade, porém não são considerados residentes.

De forma geral, o mapeamento da ZAS da Barragem Reguladora Billings-Pedras e o Dique 7, demonstra que se trata de população majoritariamente adulta, com pouca dificuldade e locomoção. Sendo necessária atenção especial aos pontos que possuem maior concentração de população, público flutuante e pessoas com dificuldade de mobilização.

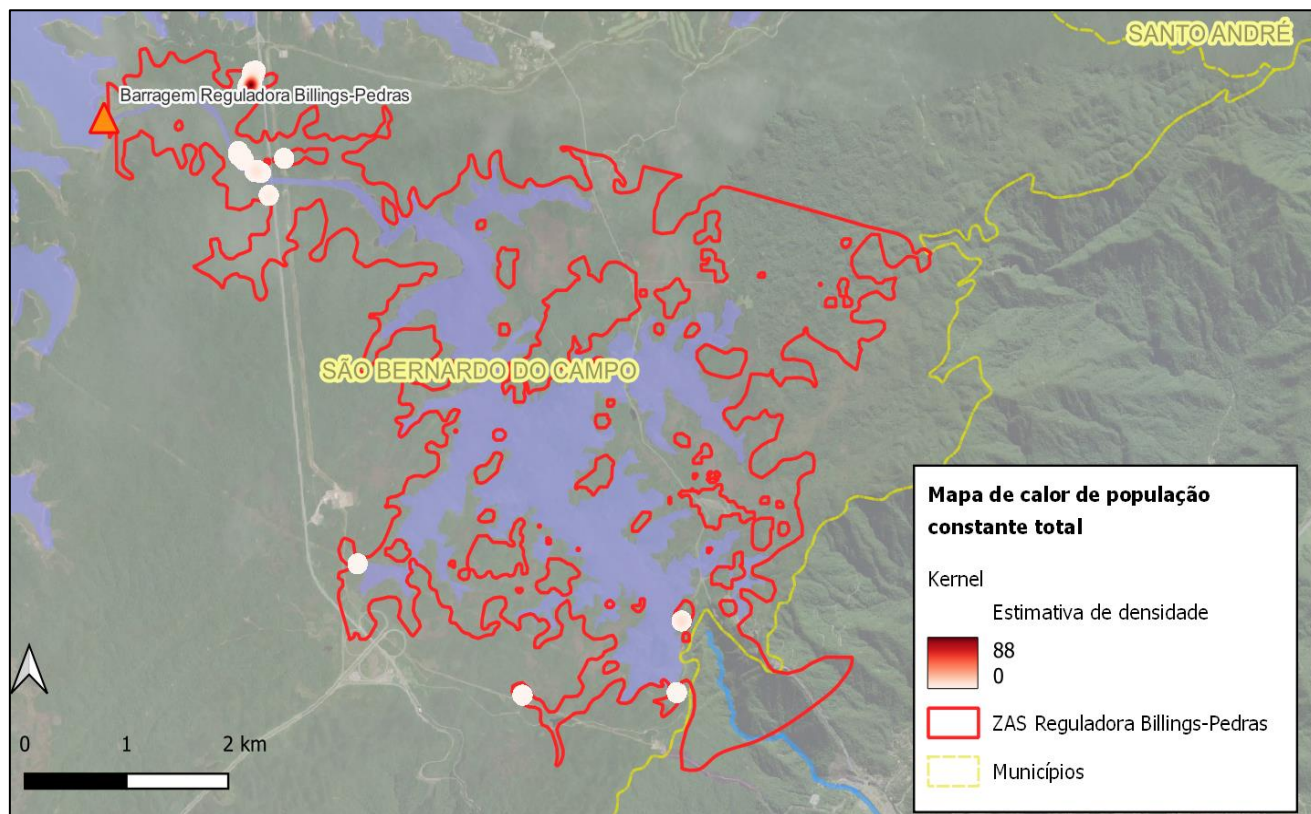


Figura 27 – Mapa de calor da população (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).

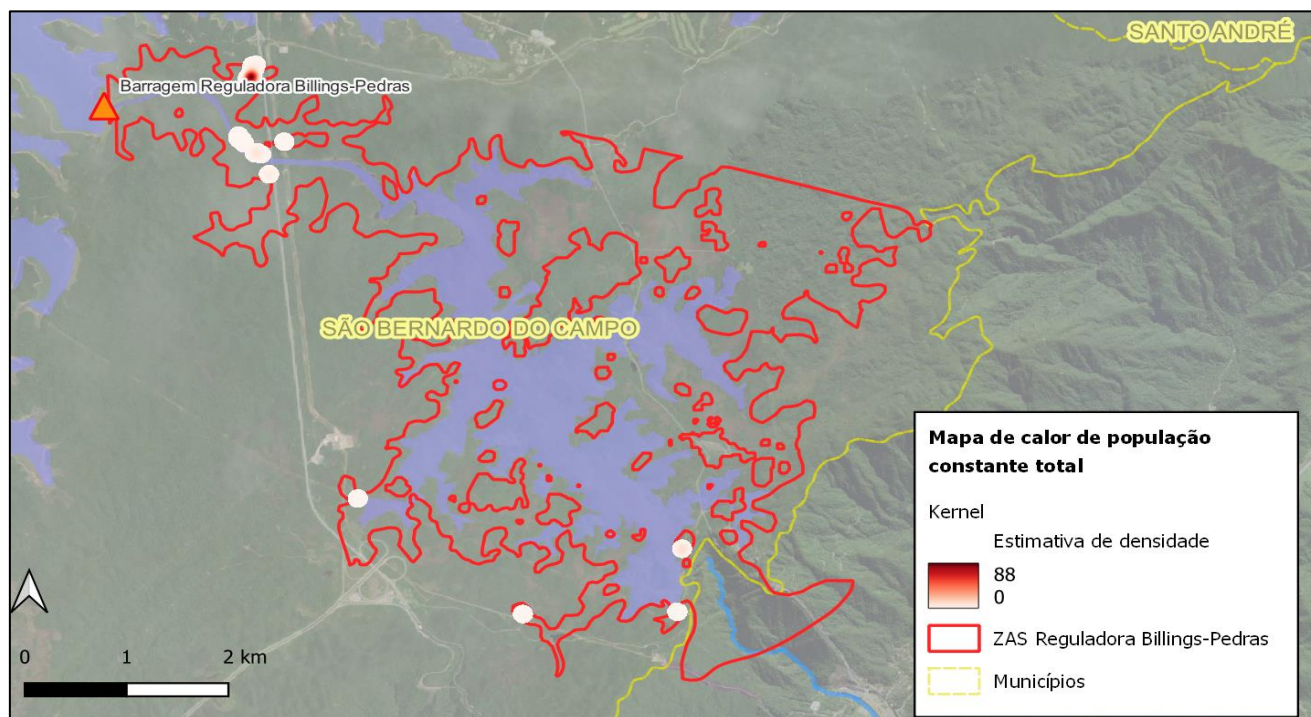


Figura 28 – Mapa de calor da população (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).

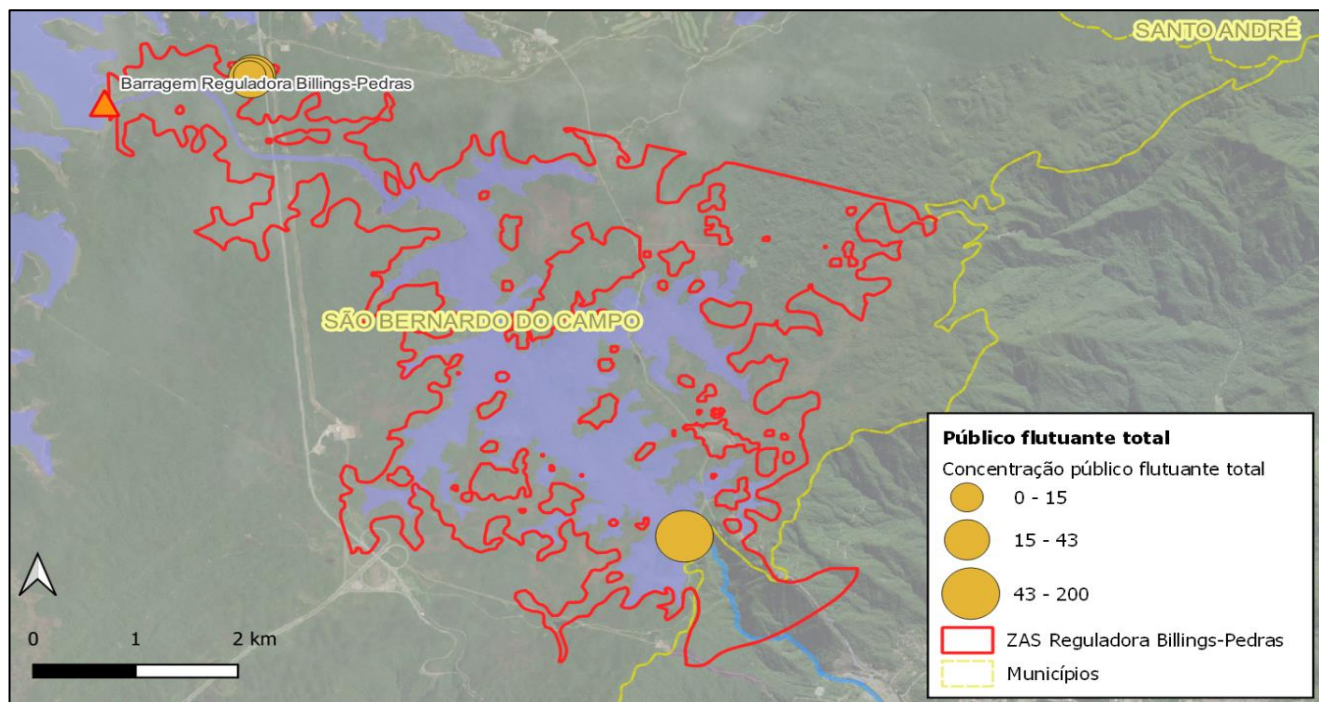


Figura 29 – Concentração do publico Flutuante (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).

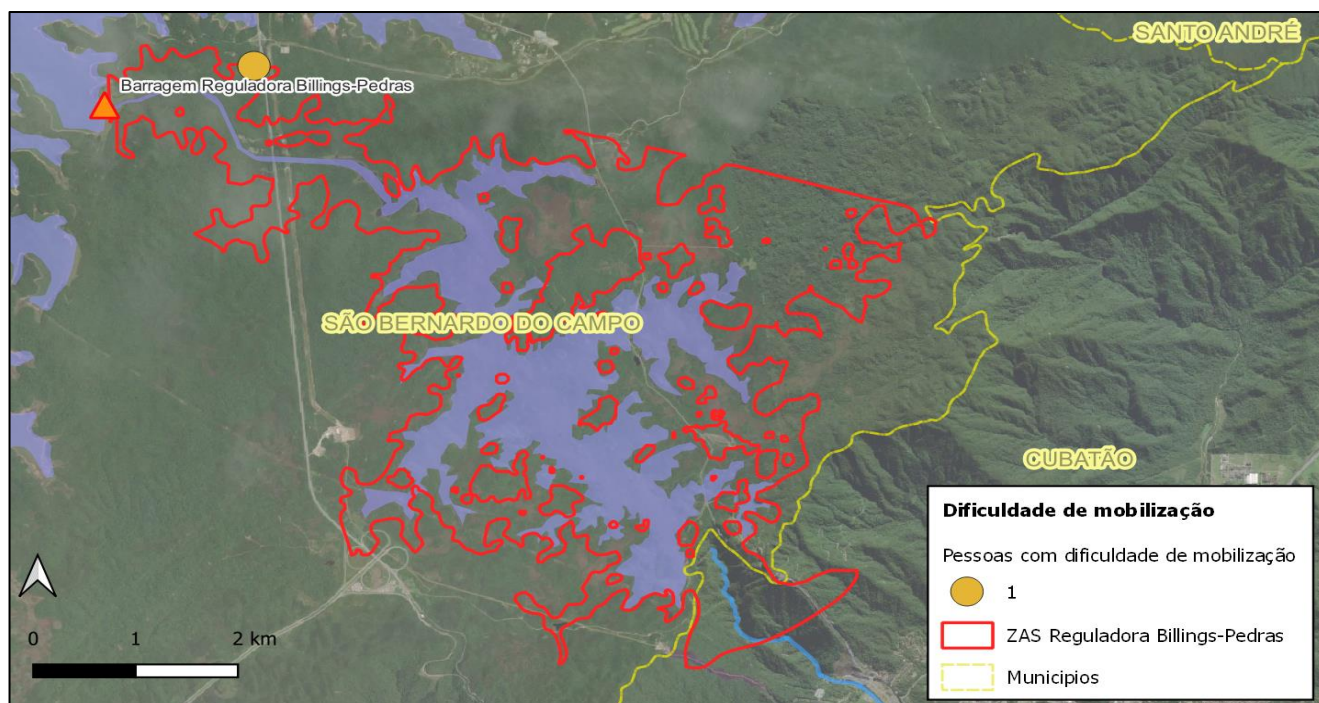


Figura 30 – Concentração da população com dificuldade de mobilização (Mineral Engenharia e Meio Ambiente, 2022).

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE Departamento de Operação - GS Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 66	
				Revisão: 6	

8.1. SISTEMA DE MONITORAMENTO DA BARRAGEM INTEGRADA AOS PROCEDIMENTOS EMERGENCIAIS

A EMAE monitora suas barragens com base em dois pilares, ou seja, inspeções visuais e acompanhamento do comportamento da instrumentação de auscultação que são feitas com frequência, seguindo programação pré-definida por estrutura.

As inspeções visuais são mensais, com registro em relatórios técnicos específicos e semestralmente dentro do programa de execução das Inspeções de Segurança Regulares.

O acompanhamento do comportamento da instrumentação é rotineiro, sendo que todos os dados da instrumentação encontram-se arquivados em Banco de Dados específico que permite acompanhar essa evolução, sendo alimentado logo após as leituras em campo.

Importante registrar ainda que, qualquer anomalia identificada pelos leituristas, durante o trabalho, é comunicada imediatamente a Coordenadoria de Engenharia Civil.

Associado a esses dois pilares de monitoramento, existem procedimentos de manutenções, preventivas e corretivas, atuando nas prioridades naquelas anomalias que possam comprometer em curto prazo a segurança das barragens.

A integração com o PAE está diretamente ligada aos procedimentos rotineiramente divulgados em treinamentos, junto aos inspetores, leituristas e coordenador do PAE, sendo que esses profissionais envolvidos estão orientados e cientes da forma de atuar em caso de anomalias que comprometam a segurança das estruturas e das populações que ocupam as Zonas de Autossalvamento das Barragens.

8.2. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO, COM A RESPECTIVA SINALIZAÇÃO

Recomenda-se a sinalização das rotas de fuga, localizadas nas Zonas de Autossalvamento (ZAS), em direção aos pontos de encontro utilizando placas identificação. Para os pontos de risco localizados nas rodovias, é sugerida a instalação de placas de sinalização.

Este procedimento de execução de sinalização é de responsabilidade do órgão da Defesa Civil.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 67	
				Revisão: 6	

Obs.: Este procedimento de execução de sinalização é de responsabilidade do órgão da Defesa Civil.

Os modelos das placas estão indicados nas figuras abaixo:

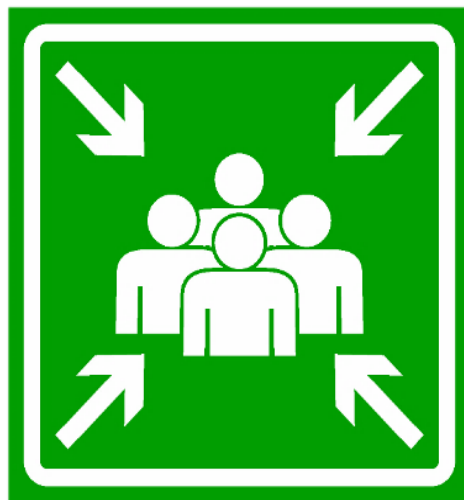


Figura 15 - Modelo de placa sinalizadora para ponto de encontro.



Figura 16 - Modelo de placa sinalizadora para áreas de risco em rodovias.

9. PLANO DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO DO PAE, COM PROGRAMAÇÃO DE EXERCÍCIOS SIMULADOS PERIÓDICOS

Para que as ações de resposta previstas no Plano de Ação de Emergência atinjam os resultados esperados nas situações de emergência, o plano deve ser divulgado internamente na Barragem Reguladora Billings-Pedras, além de ser integrado com outras instituições que poderão

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 68	
				Revisão: 6	

atuar conjuntamente na resposta aos acidentes.

Deverá existir pelo menos um simulado como forma de treinamento para o pessoal interno quanto a emergências. Todos os exercícios e simulações deverão ser realizados da forma mais realista possível, abrangendo todos os tipos de emergências citadas neste plano, aferindo todas as fases programadas.

O objetivo primordial dos exercícios é manter todas as pessoas envolvidas familiarizadas com os procedimentos emergenciais, e aferir especificamente as respostas de indivíduos nas responsabilidades que lhe foram atribuídas, além de identificar possíveis falhas e possibilidades de melhorias das ações.

Externamente, os treinamentos do PAE devem ser coordenados pelas Autoridades de Proteção e Defesas Cíveis, com a participação e apoio do empreendedor.

Todos os participantes do simulado, deverão ser informados sobre as avaliações e análises dos resultados para reestruturação, e reorganização para o simulado posterior.

Considerando os resultados obtidos em treinamentos ou na resposta a eventuais acidentes, o plano deverá ser revisado e aperfeiçoado. Qualquer alteração ou atualização do plano deverá ser previamente aprovada pelo Coordenador Geral. Devendo, posteriormente, todas as modificações serem divulgadas interna e externamente.

Deverão ser realizados também testes dos sistemas de notificações e alerta, para que os números de telefone sejam confirmados, bem como a operacionalidade dos meios de comunicação e a funcionalidade do fluxograma de notificação.

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

A EMAE está em contato com fornecedores de agregados rochosos com diâmetro médio aproximado de 1,0 m.

MATERIAL	FORNECEDOR	ENDEREÇO	TELEFONE	DISTÂNCIA FORNECEDOR/ ESTRUTURA	TEMPO ESTIMADO FORNECEDOR/ ESTRUTURA
Material de construção	Depósito de Material para Construção Albatroz	R. Eunice Maria do Nascimento Oliveira, s/n - It 2 - Curucutu, São Bernardo do Campo - SP	(11) 4345-1249	28,5 km	36 min
Material de construção	Center Riacho - Depósito Riacho III	Estr. do Rio Acima, 2023 - Finco, São Bernardo do Campo - SP, 09837-312	(11) 4101-7712	9,7 km	16 min
Material de	Center Riacho	R. Rio Acima, 2023 -	(11) 4101-	10,8 km	19 min

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 69	
				Revisão: 6	

construção	Materiais para Construção	Tatetos, São Bernardo do Campo - SP, 09830-100	6843		
Usina de concretagem	Concreserv Concreto & Serviços	Caminho dos Pilões, 100 - Pilões, Cubatão - SP, 11543-000	(13) 4020-0100	39,0 km	36 min
Usina de concretagem	Forte Mix Concreto	Condomínio Arcadia - R. Brasília Machado, 533 - Ap 43 bloco C - Centro, São Bernardo do Campo - SP, 09715-140	(11) 9.4595-2695	15,2 km	21 min
Usina de concretagem	Supermix Concreto	Av. João Francisco Bensdorp, 1312 - Cidade Náutica, São Vicente - SP, 11350-011	(13) 3464-1664	41,9 km	37 min
Areia e Pedra / Pedreira	Almeida Rocha Comércio de Pedra Areia e Materiais para Construção	R. Olívia de Jesus Peralta, 161 - Parque São Luis, Cubatão - SP, 11533-330	(13) 3364-2033	41,2 km	38 min
Areia e Pedra / Pedreira	Merouço Comercio de Areia e Pedra	Av. Manoel de Abreu, 457 - Cidade Náutica, São Vicente - SP, 11355-400	(13) 3464-9733	42,4 km	41 min
Locação de equipamentos	Locaminas Locação De Máquinas e Equipamentos LTDA	R. Irineu de Almeida Mascarenhas, 59 - Vila Couto, Cubatão - SP, 11510-180	(13) 3361-8238	38,3 km	35 min
Locação de equipamentos	JC Andaimos	Av. Ibertioga, 85 - Parque Andreense, Santo André - SP, 09160-230	(11) 4337-9898	17,0 km	22 min

Tabela 17 – Fornecedores de materiais / equipamentos.

Encontram-se disponíveis nos almoxarifados os seguintes materiais e equipamentos, em condições de mobilização imediata:

LISTA DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	
Materiais	Sacos de aniagem; agregados finos e graúdos; andaimes e outros materiais de uso contínuo da manutenção.
Ferramentas	Ferramentas de uso contínuo pela manutenção: pás, enxadas, cavadeira manual, etc.
Equipamentos	Pá carregadeira; Caminhão basculante; Equipamento de movimentação com lança; Gerador Diesel; Bombas submersíveis; Meios de comunicação portátil.
Meios de transporte	Barco; Viaturas, carros, caminhonetes, etc.

Tabela 18 – Lista de materiais, ferramentas, equipamentos e meios de transportes disponíveis.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 70	
				Revisão: 6	

11. FORMULÁRIOS DE DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA, DE DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA E DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO



BARRAGEM REGULADORA BILLINGS-PEDRAS
DECLARAÇÃO DE EMERGÊNCIA
SITUAÇÃO _____

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

_____.

_____, _____ de _____ de _____.

(Nome e assinatura)

(Cargo e RG)



BARRAGEM REGULADORA BILLINGS-PEDRAS
DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA
SITUAÇÃO _____

Eu, _____ (nome e cargo), na condição de Coordenador do PAE da Barragem Reguladora Billings-Pedras e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Encerramento da Emergência, na situação de _____ para a Barragem Reguladora Billings-Pedras 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.

Observações:

_____.

_____, _____ de _____ de _____.

(Nome e assinatura)

(Cargo e RG)

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE Departamento de Operação - GS Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 72	Revisão: 6		



BARRAGEM REGULADORA BILLINGS-PEDRAS

MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

Mensagem resultante da aplicação do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

A partir das ____:____ horas de ____/____/____, está sendo ativado o Nível de Segurança _____ do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem Reguladora Billings-Pedras devido à _____

Esta é uma mensagem de _____ (declaração/alteração) do Nível de Segurança, feita por _____, Coordenador do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

A causa da declaração/alteração é _____

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

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente a _____, _____ e _____.

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

Favor confirmar o recebimento desta comunicação ao Sr. _____ pelos telefones (____) _____ - _____, (____) _____ - _____ e/ou e-mail _____.

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

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 73	
				Revisão: 6	

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

PAE DA BARRAGEM REGULADORA BILLINGS-PEDRAS Relação das autoridades que receberam cópia do PAE	
Entidade	Nº de cópias
Agencia Nacional de Energia Elétrica - ANEEL	
Barragem de Montante: Barragem do Rio Grande	
Comissão Municipal de Defesa Civil (COMDEC) do Município de São Paulo	
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) do Estado de São Paulo	
Centro Nacional de Administração de Desastres - CENAD	
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	
Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN)	
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	

Tabela 19 – Relação de autoridades que devem receber o PAE.

13. MEDIDAS ESPECÍFICAS, EM ARTICULAÇÃO COM O PODER PÚBLICO PARA RESGATAR ATINGIDOS, PESSOAS E ANIMAIS, PARA MITIGAR IMPACTOS AMBIENTAIS, PARA ASSEGURAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL E PARA RESGATAR E SALVAGUARDAR O PATRIMÔNIO CULTURAL

REGISTRO DE REUNIÕES BARRAGEM:				
Local	Data	Assunto	Objetivo	Participantes
Reunião em /São Bernardo do Campo	10/05/2023	Simulado externo na Estrada Velha do Capivari e Estrada da Serra e Estrada da Pedreira	Conhecer a Barragem para compartilhar informações com a população.	EMA E, Prefeito, Secretária de Governo.

Tabela 20 - Registro de reuniões da Barragem Reguladora Billings-Pedras.

14. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE

Ver item 3.12. Possíveis Situações de Emergências.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 74	
				Revisão: 6	

15. MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERADO O PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO

Em caso de anomalias ou contingências passarem a representar risco de ruptura iminente, que a situação passe a ser de Alerta Vermelho, a EMAE deverá emitir a notificação de emergência e, imediatamente a evacuação das áreas inundáveis. Por isso a importância que os mapas de inundação, que estão anexos ao Plano de Ação de Emergência-PAE, estejam disponíveis.

O PAE e os mapas de inundação estão disponíveis em meio magnético e em arquivo físico na Barragem Reguladora Billings-Pedras.

		Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE			
		Departamento de Operação - GS			
		Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			
Plano de Segurança de Barragens – Barragem Reguladora Billings-Pedras - Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC-544/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 75	
				Revisão: 6	

16. REFERÊNCIAS

- EMA02RO09ER00-Relatórios de cadastro da empresa Mineral;
- Lei nº 12334, de 10 de Setembro de 2010. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 set. 2010. E alterada para Lei 14.066 de 2020;
- Resolução ANEEL 696/2015 que foi substituída pela 1.064/2023;
- Resolução ANA 236/2017 que foi substituída pela 121/2023,
- Relatório RF-1076_R0_Volume II – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH);
- Relatório da Contremat (PAE) - PAE - BRBP_2022;
- Vol.4 - guia-de-orientações-e-formulários-dos-planos-de-ação-de-emergência-2013-pae (ANA);
- Vol.1 - instruções-para-apresentação-plano-segurança-barragens (ANA);

Elaboração:

Responsável Técnico:

Ciente:

Responsável legal:

Carlos Eduardo Melo de Sousa

CREA: 506242613– SP

Karla Maciel Dolabella

Presidente