



BARRAGEM DO RIO GRANDE
E USINA ELEVATÓRIA DE
PEDREIRA

PLANO DE AÇÃO DE
EMERGÊNCIA – PAE

VOLUME VI

SÃO PAULO - SP.



BARRAGEM DO RIO GRANDE E USINA ELEVATÓRIA DE PEDREIRA

Plano de Ação de 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



BARRAGEM DO RIO GRANDE E USINA ELEVATÓRIA DE PEDREIRA

Plano de Segurança da Barragem

Volume VI – Plano de Ação de Emergência

CONTROLE DE REVISÃO					
Controle de Atualizações	Data	Descrição	Elaborado	Verificação	Aprovação
Revisão 0	15/02/2019	Inclusão dos Mapas de inundação	Concremat	EMAE	
Revisão 1	20/03/2020	Conteúdos diversos	Concremat	EMAE	
Revisão 2	01/04/2021	Revisão Geral	Concremat	EMAE	
Revisão 3	01/04/2022	Revisão Geral	Concremat	EMAE	
Revisão 4	22/04/2024	Revisão de Reestruturação Geral	EPAL	EMAE	
Revisão 5	22/05/2024	Revisão Geral	EPAL	EMAE	
Revisão 6	15/01/2025	Revisão Geral de Informações	EPAL	EMAE	

Tabela 1 – Descrição das Revisões.

Sao Paulo, SP.

Janeiro/2025

Relatório nº: GEC 541/2024	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 do Rio Grande e Usina Elevatória de Pedreira. 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 n.º 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 do Rio Grande e Usina Elevatória de Pedreira.

São Paulo, 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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC 541/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Revisão: 6	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ações a serem implementadas pelo coordenador do PAE.	16
Figura 2 - Representação das principais cotas do reservatório.	20
Figura 3 – Arranjo Geral da Barragem.....	21
Figura 4 – Seção Típica do maciço Leste da Barragem do Rio Grande.....	21
Figura 5 – Seção Típica do maciço Oeste da Barragem do Rio Grande.....	22
Figura 6 - Usina Elevatória de Pedreira.	22
Figura 7 – Planta da Barragem do Rio Grande e Usina Elevatória Pedreira.....	23
Figura 8 - Localização das estruturas da EMAE – Barragem do Rio Grande em destaque.	25
Figura 9 - Identificação das estruturas da EMAE – Fonte: Google Earth.	25
Figura 10 – Acesso Rodoviário a partir da EMAE – Fonte: Google Maps.	26
Figura 11 – Precipitações mensais médias da Usina Elevatória Pedreira (Quanta/Engeconsult 2022).	28
Figura 12 – Vazões mensais médias na Usina Elevatória Pedreira (Quanta/Engeconsult 2022).	29
Figura 13 – Chances de Tremores de gravidade leve e moderada.....	31
Figura 14 – Potencial Espacial Para Tremores De Terra Prejudiciais Quantificados Como Leves.....	32
Figura 15 – Modelo Digital de Terreno (MDT) integrado utilizado na modelagem hidrodinâmica (Geometrisa 2022).	59
Figura 16 – Pontos de Interesse na ZAS a jusante da Barragem do Rio Grande (Geometrisa 2022).	60
Figura 17 – Mancha de inundação referente à ruptura crítica da barragem da Barragem do Rio Grande (Geometrisa 2022).....	60
Figura 18 – Mancha de risco hidrodinâmico (Geometrisa 2022).....	61
Figura 19 – Modelo de placa sinalizadora para ponto de encontro.	63
Figura 20 - Modelo de placa sinalizadora para áreas de risco em rodovias.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das Revisões.	3
Tabela 2 – Contatos do Empreendedor, Coordenação do PAE e Entidades Externas.	14
Tabela 3 – Dados e Característica da Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira.	19
Tabela 4 – Quantidade de instrumentos na Barragem.....	34
Tabela 5 – Identificação e análise das possíveis situações de emergência, procedimentos técnicos e responsáveis pela ação ou circunstâncias anômalas.	40
Tabela 6 – Dados Gerais – Recursos Humanos e Equipe de Monitoramento de Crise.	42
Tabela 7 - Níveis de resposta e risco de ruptura.	45
Tabela 8 - Informações sobre as edificações possivelmente atingidas (Geometrisa 2022).....	62
Tabela 9 – Informações sobre os pontos de interesse possivelmente atingidos (Geometrisa 2022)..	62
Tabela 10 – Fornecedores de materiais / equipamentos.	66
Tabela 11 – Lista de materiais, ferramentas, equipamentos e meios de transportes disponíveis.	66
Tabela 12 – Relação de autoridades para receberem PAE.	71
Tabela 13 – Registro de reuniões da Barragem do Rio Grande e Usina Elevatória de Pedreira São Paulo.....	71

Sumário

1. APRESENTAÇÃO E OBJETIVO DO PAE	10
1.1. Apresentação	10
1.2. Objetivo do PAE	10
1.3. Comprovante de entrega e recebimento do PAE	11
2. IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO	13
3. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS, INCLUINDO ACESSO À BARRAGEM E CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS, BEM COMO DAS POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	17
3.1. Informações Gerais	17
3.2. Desenhos e Dados Característicos	21
3.3. Estruturas Associadas	24
3.4. Características Hidrológicas	26
3.5. Características Geológicas	30
3.6. Características Sísmicas	30
3.7. Fornecimento de Energia	32
3.8. Instrumentação	33
3.9. Reservatório	34
3.10. Estruturas Extravasoras	34
3.11. Possíveis Situações de Emergência	34
3.12. Eventos Prováveis	37
4. RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM PARA RESPOSTA AO PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO	40
5. CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA EM POTENCIAL CONFORME NÍVEL DE RESPOSTA	43
5.1. Nível de Resposta Normal – Verde	43
5.2. Nível de Resposta Atenção – Amarelo	43

Plano de Segurança de Barragens – Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC 541/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
8

Revisão:
6

5.3. Nível de Resposta Alerta – Laranja	43
5.4. Nível de Resposta Emergência – Vermelho	43
5.5. PROCEDIMENTOS PARA IDENTIFICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO DE MAU FUNCIONAMENTO E DE PRESERVAÇÃO E CORREÇÃO ÀS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS	43
6. PLANO DE COMUNICAÇÃO, COM DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA, COM ALCANCE MÍNIMO EM TODAS AS ZAS.....	45
7. RESPONSABILIDADE NO PAE	53
7.1. Empreendedor.....	53
7.2. Responsabilidades do Empreendedor	53
7.3. Coordenador do PAE.....	54
7.4. Responsabilidades do coordenador do PAE:.....	54
7.5. Comitê de Monitoramento de Crise	54
7.6. Responsabilidades do Comitê de Monitoramento de Crise – CMC:.....	55
7.7. Equipe Técnica.....	55
7.7.1. Operação da Barragem	55
7.7.2. Departamento de Engenharia.....	56
7.7.3. Responsabilidades da Equipe Técnica de Segurança de Barragens	56
7.7.4. Defesas Civas.....	56
7.7.5. Responsabilidades do Sistema de Proteção e Defesa Civil	56
8. SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO COM OS RESPECTIVOS CENÁRIOS, MAPAS E AVALIAÇÃO DO RISCO HIDRODINÂMICO, INDICAÇÃO DO ZAS E ZSS	57
8.1. SISTEMA DE MONITORAMENTO DA BARRAGEM INTEGRADO AOS PROCEDIMENTOS EMERGENCIAIS	62
8.2. PLANEJAMENTO DE ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO, COM A RESPECTIVA SINALIZAÇÃO.....	63
9. PLANO DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO DO PAE, COM PROGRAMAÇÃO DE EXERCÍCIOS SIMULADOS PERIÓDICOS	64
10. MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SEREM UTILIZADOS EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA EM POTENCIAL	65
11. FORMULÁRIOS DE DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA, DE DECLARAÇÃO DE	

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 9	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	------------	---------------

ENSERRAMENTO DA EMERGÊNCIA E DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO	67
12. RELAÇÃO DAS ENTIDADES PÚBLICAS E PRIVADAS QUE RECEBERAM CÓPIA DO PAE COM OS RESPECTIVOS PROTOCOLOS DE RECEBIMENTO	71
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	71
14. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS, COM DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES E DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DE ACIDENTE OU DESASTRE	72
15. MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERADO O PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO	72
16. REFERÊNCIAS	73

1. APRESENTAÇÃO E OBJETIVO DO PAE

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 do Rio Grande e UE de Pedreira. 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 seja 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;

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 11	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

- Disponibilização de recursos para o controle das emergências.

O PAE deverá contemplar, pelo menos:

- Identificação e análise de possíveis situações de emergência;
- Procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da Barragem;
- Procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela execução da ação;
- Estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situações de emergência, em consonância com o Art. 12 da Lei n.º 12.334/2010, alterado pela Lei n.º 14.066/2020. Estando igualmente definida neste documento 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, tendo sido adotada a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância correspondente ao tempo de chegada da onda de inundação igual há 30 minutos, conforme guia de orientação da ANA (Volume 4).

1.3. Comprovante de entrega e recebimento do PAE

Comprovante anexo ao PAE.



TERMO DE RECEBIMENTO DO PAE DA BARRAGEM DO RIO GRANDE E USINA ELEVATÓRIA DE PEDREIRA

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 nº 02.302.101/0001-42, com sede na Avenida Jornalista Roberto Marinho, nº 85 cidade de São Paulo – SP, os documentos abaixo listados, referentes ao **Plano de Ação de Emergência de Barragem da Barragem do Rio Grande e Usina Elevatória de Pedreira**, em conformidade com o que determina a legislação aplicável, em especial a Lei 12.334/2010, alterada pela Lei 14.066/2020, e a Resolução ANEEL 1.064/2023. Os documentos entregues, nomeadamente, são:

- Plano de Ação de Emergência da Barragem do Rio Grande e Usina Elevatória de Pedreira;
- Mapas de inundação provenientes da ruptura hipotética da Barragem do Rio Grande e Usina Elevatória de Pedreira.

_____, ____ 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

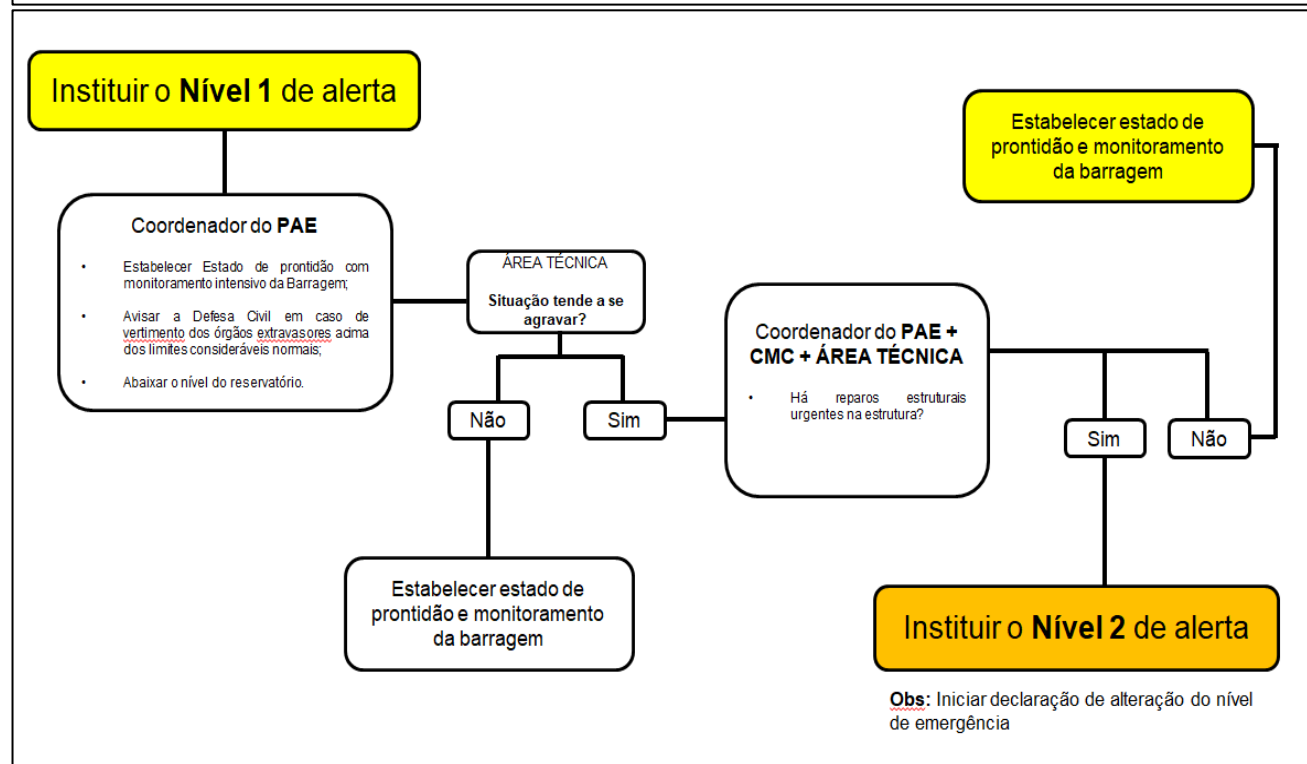
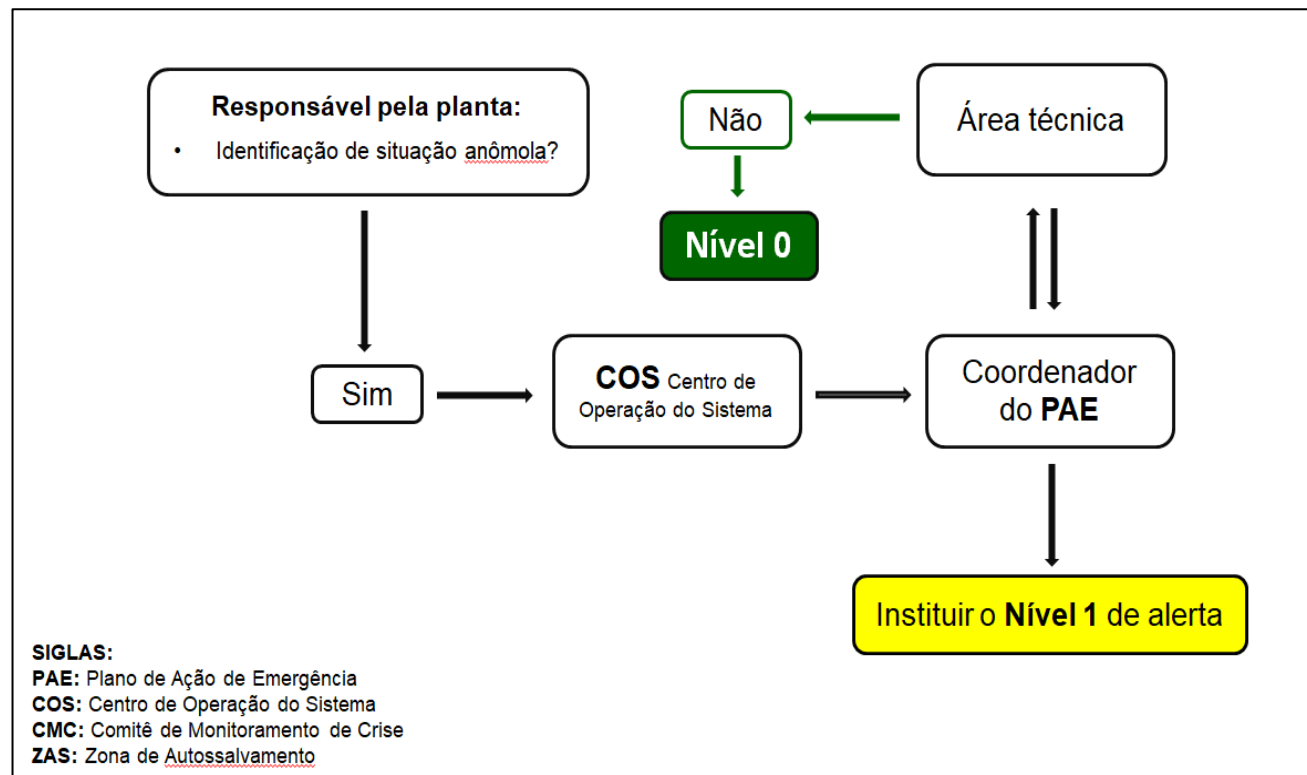
OPERAÇÃO DA BARRAGEM – LOCAL		
Sala de operação da Barragem do Rio Grande e Usina Elevatória de Pedreira	Plantão 24 h	(11) 4131-7000
José Luiz Vieira	Coordenador da Operação	(11) 2763 6357 (11) 9.6996-7896
Carlos Eduardo Melo de Sousa	Substituto do Coordenador do PAE	(11) 2763-6386 (11) 9.8018-5006
Adriano Nascimento da Cunha	Encarregado de Operação Coordenador do PAE	(11) 2763-6365 (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) 9.3279-51122
DEPARTAMENTO DO 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
José Luiz Vieira	Coordenador da Operação	(11) 2763 6357 (11) 9.6996-7896
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) 9.7133-7675
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 de São Paulo	Plantão 24 h	(11) 2193-8888
Defesa Civil de Carapicuíba	Plantão 24 h	(11) 4146-5810
Defesa Civil de Barueri	Plantão 24 h	(11) 4163-3782
Defesa Civil de Osasco	Plantão 24 h	(11) 3605-1821
SEGURANÇA PÚBLICA		
Polícia Militar - Comando	Plantão 24 h	(11) 3327-7049
Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo	Plantão 24 h	(11) 3396-2087
Batalhão Polícia Militar Barueri	Plantão 24 h	(11) 4194-5654
Batalhão Polícia Militar Osasco	Plantão 24 h	(11) 3681-7107
Batalhão Polícia Militar Carapicuíba	Plantão 24 h	(11) 4169-6218
Base Polícia Militar Santana do Parnaíba	Plantão 24 h	(11) 4154-2847

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 14	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

ADMINISTRAÇÕES PÚBLICAS		
Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba	Pref. Elvis Cesar	(11) 4622-7500
Prefeitura Municipal de São Paulo	Pref. Ricardo Nunes	(11) 3113-8000
Prefeitura Municipal de Carapicuíba	Pref. José Roberto da Silva	(11) 4164-5500
Prefeitura Municipal de Barueri	Pref. Beto Piteri	(11) 4199-8000
Prefeitura Municipal de Osasco	Pref. Gerson Pessoa	(11) 3652-9000
Prefeitura Municipal de Araçatiguama	Pref. Rodrigo de Andrade	(11) 5332-2171
Gabinete do Governador de São Paulo	Gov. Tarcísio 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)		(11) 2114-7118
Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)		(12) 3205-0200 (12) 3205-0201
Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)		(11) 2648-0061
USINAS A JUSANTE		
Sala de controle Barragem Móvel	Plantão 24 h	(11) 3696.3006 (11) 9.8456-2570
Sala de Controle Barragem Edgard Souza	Plantão 24 h	(11) 9.9607-7479 (11) 4154-5436
Sala de Controle Barragem Pirapora	Plantão 24 h	(11) 9.9635-3828 (11) 4131-1801
Sala de Controle Rasgão	Plantão 24 h	(11) 9.9748-5672 (11) 4131-7000
Usina São Pedro (Arbeit Energia)	Plantão 24 h	(31) 3527-9100 (11) 3077.5777
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:



Plano de Segurança de Barragens – Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC 541/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
16

Revisão:
6

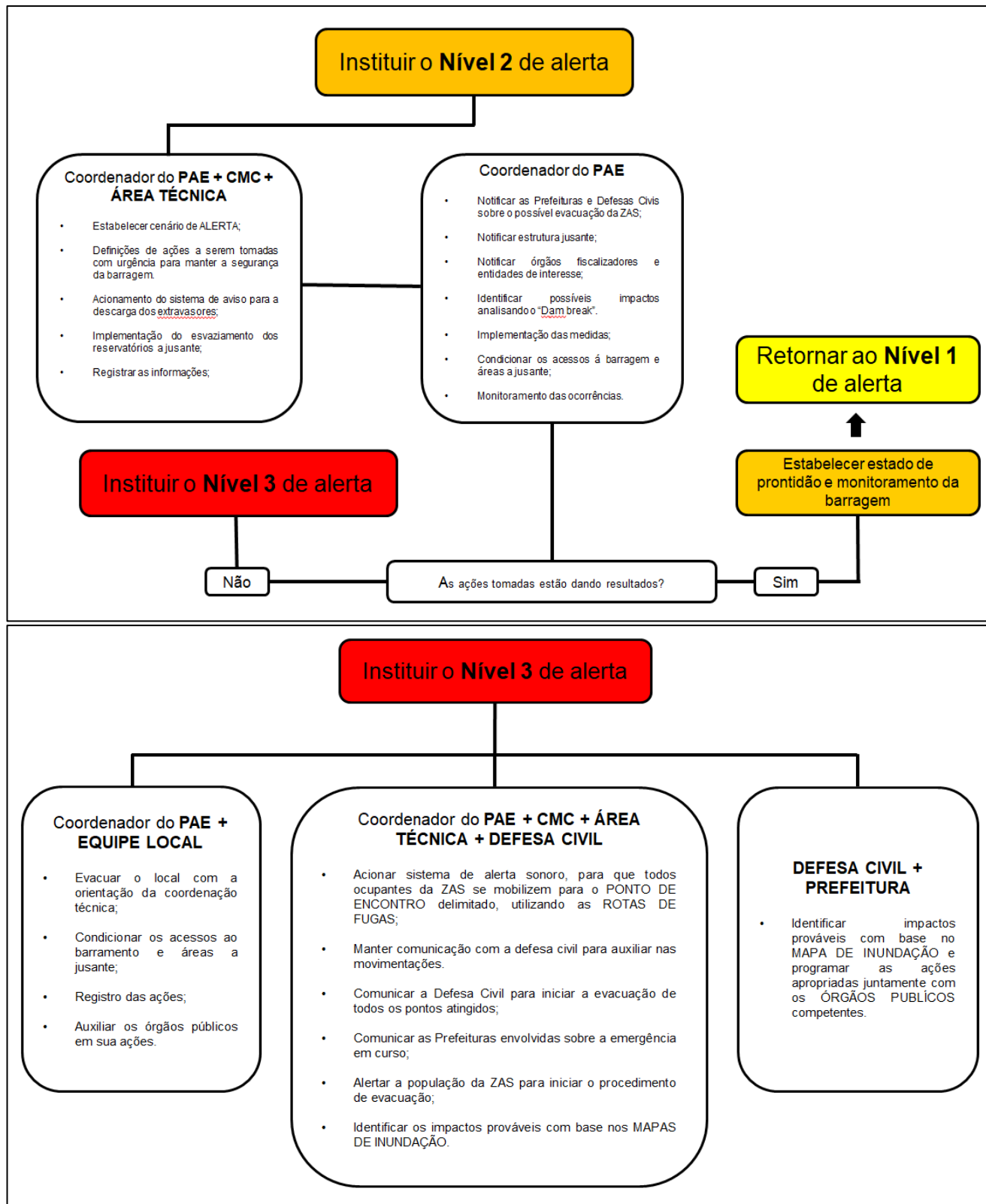


Figura 1- Ações a serem implementadas pelo coordenador do PAE.

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

3.1. Informações Gerais

A Barragem do Rio Grande e Usina Elevatória Pedreira, estão localizadas no rio e reservatório Billings no município de São Paulo, compõem 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 localizada na Av. Jornalista Roberto Marinho, número 85, 16º andar, Cidade Monções, CEP: 04576-010 - São Paulo/SP.

A Barragem do Rio Grande foi construída entre os anos de 1926 e 1937. Em 1967 e 1980/81 foram executadas obras de reforço nos maciços leste e oeste, respectivamente. Em ambos os casos, foram construídos bermas em aterro compactado nos taludes de jusante, separados dos aterros originais por filtros de areia. O dreno do maciço oeste foi igualmente reformado.

Em 1993, surgiu uma cavidade no maciço oeste com dimensões aproximadas de 1,00 m de diâmetro por 1,00 m de profundidade, adjacente ao muro de ala da usina na altura da transição entre os muros de concreto e pedra. A cavidade foi preenchida com mistura de areia e pedra britada, envelopada com manta geotêxtil.

O muro de pedra no encontro do maciço oeste com a Usina de Pedreira deformou-se bastante no incidente em 1996, acompanhado pela perda de material do maciço de terra, em uma época na qual o nível do reservatório estava extremamente elevado (746,14 m contra 746,50 m máximo).

Em 1996, outra cavidade com dimensões aproximadas de 3,00 m de diâmetro por 2,00 m de profundidade surgiu, ligeiramente abaixo do ponto anterior, sendo essa cavidade igualmente preenchida.

Entre 2013 e 2015 foi realizada Avaliação da Segurança e do Comportamento das Estruturas de Concreto da Usina Elevatória de Pedreira pela Concremat Engenharia e Tecnologia S.A. Esse estudo resultou em: relatório de patologia, caracterização dos parâmetros da RAA e dos materiais constituintes, relatório de ensaios dinâmicos, relatório de avaliação da segurança estrutural, modelo matemático, relatório de simulação do comportamento da usina (situação atual e projeção futura), relatório de simulação das intervenções na usina de pedreira e projeto básico para execução da

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 18	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

solução adotada.

Em 2018 e 2019 foram executados pela ICIL os serviços de recuperação e proteção das estruturas de concreto da Usina de Pedreira, com base nas anomalias levantadas no relatório de patologia e nos tratamentos descritos no projeto básico para execução da solução, ambos emitidos pela Concremat.

DENOMINAÇÃO OFICIAL		BARRAGEM DO RIO GRANDE	
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	
CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM			
Finalidade		Aproveitamento Hidrelétrico	
Bacia Hidrográfica		Rio Grande	
Tipo de Construção		Terra, aterro hidráulico e Concreto-gravidade.	
Comprimento total		1380,00 m – Terra e Aterro Hidráulico 120,00 m – Concreto (Usina)	
Altura Máxima		38,00 m	
Elevação Máxima		750,00 m (crista)	
Volume Total		962.791.000 m³ (na cota 746,50 m)	
Área da Bacia Hidrográfica		377 km²	
N.A Máximo / Maximorum		747,00 m	
N.A Mínimo		728,00 m	
USINA ELEVATÓRIA			
Montante		Reservatório Billings - Compartimento de Pedreira	
Jusante		Canal Pinheiros Superior	
Tipo		Usina Reversível	
Quantidade de unidades		8, sendo 7 reversíveis	
Desnível médio aproximado		25,00 m	
Capacidade máxima de bombeamento		385 m³/s (6 x 50m³/s + 10m³/s (# 4) + 75m³/s)	
Capacidade de geração		68 MW	
Consumo total das unidades		136,5 MVA	
Fonte de alimentação		Circuito HB-PE 1 e 2 e LTA-PI-PE de 88 kV	
TOMADA D'ÁGUA DE MONTANTE			
Tipo		Vagão	
Quantidade		8 (uma para cada vão)	
Área total		26,00 m² - Comportas nos 1 a 7 25,00 m² - Comportas nos 8	
Altura		6,50 m - Comportas nº 1 a 7 5,00 m - Comporta nº 8	

Largura	4,00 m - Comportas nº 1 a 7 5,00 m - Comporta nº 8
Cota do topo	731,50 m - Comportas nº 1 a 7 740,50 m - Comporta nº 8
Cota da Soleira	725,00 m - Comportas nº 1 a 7 735,50 m - Comporta nº 8
Acionamento	Hidráulico
TOMADA D'ÁGUA DE JUSANTE	
Área total	Nº 1, 2, 3, 5, 6, e 7: $2 \times 39,49 \text{ m}^2 = 78,98 \text{ m}^2$ Nº 4: $2 \times 39,49 \text{ m}^2 = 78,98 \text{ m}^2$ Nº 8: $2 \times 39,49 \text{ m}^2 = 78,98 \text{ m}^2$
Altura	Nº 1, 2, 3, 5, 6, e 7: $2 \times 10,53 \text{ m}$ Nº 4: 12,25 m Nº 8: $2 \times 5,48 \text{ m}$
Largura	Nº 1, 2, 3, 5, 6, e 7: $2 \times 3,75 \text{ m}$ Nº 4: 4,25 m Nº 8: $2 \times 4,611 \text{ m}$
Cota de topo dos painéis de vedação	Nº 1, 2, 3, 5, 6, e 7: 722,10 m Nº 4: 721,60 m Nº 8: 716,372 m
Cota de soleira dos painéis de vedação	Nº 1, 2, 3, 5, 6, e 7: 712,47 m Nº 4: 710,75 m Nº 8: 710,892 m
Cota de topo das grades de proteção	Nº 1, 2, 3, 5, 6, e 7: 723,75 m Nº 8: 724,00 m
Cota da soleira das grades de proteção	Nº 1, 2, 3, 5, 6, 7 e 8: 713,00 m Nº 4: 711,00 m
Cota inferior mínima dos tubos de sucção	Nº 1, 2, 3, 5, 6, e 7: 709,98 m Nº 4: 710,00 m Nº 8: 706,73 m

Tabela 3 – Dados e Característica da Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira.

CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO

RESERVATÓRIO BILLINGS – APRESENTAÇÃO DAS PRINCIPAIS COTAS



USINA ELEVATÓRIA DE PEDREIRA PRINCIPAIS COTAS NO RESERVATÓRIO BILLINGS

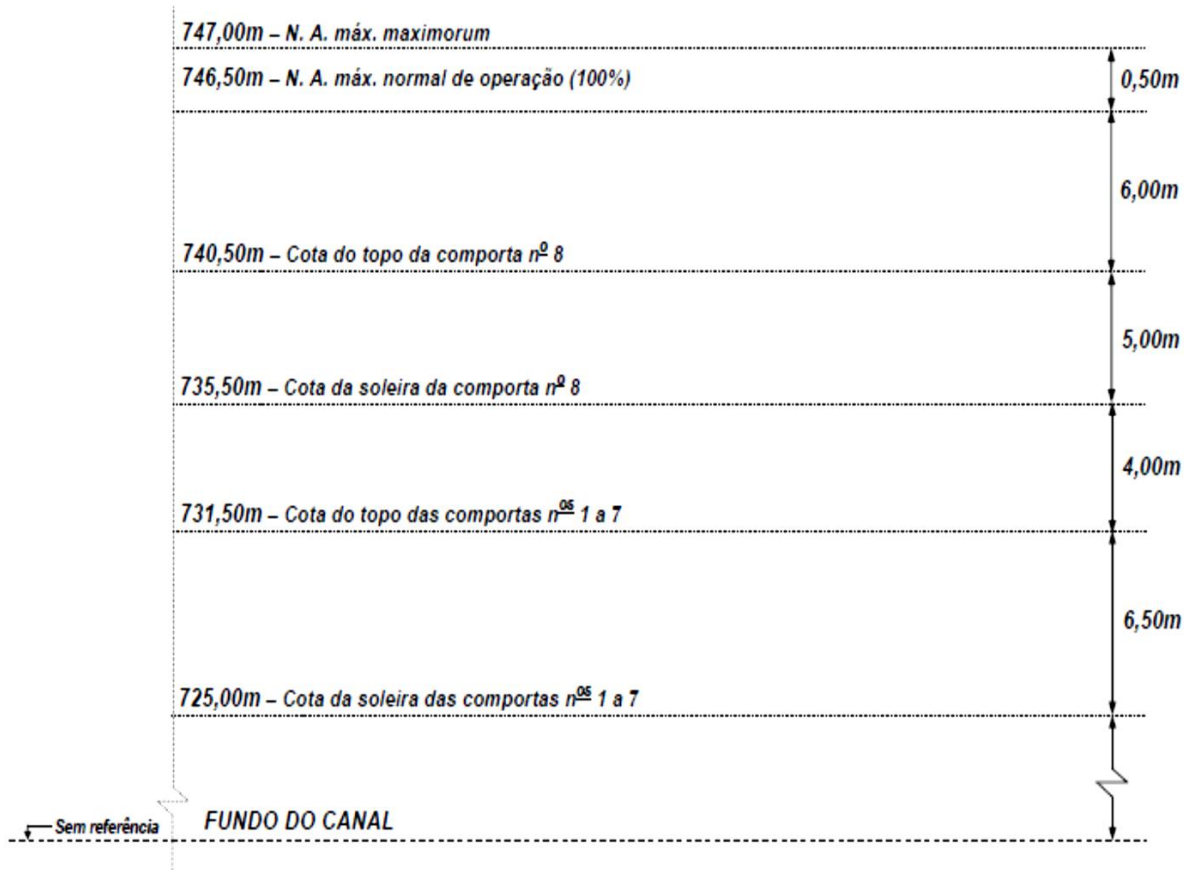


Figura 2 – Principais Cotas do Reservatório.

3.2. Desenhos e Dados Característicos

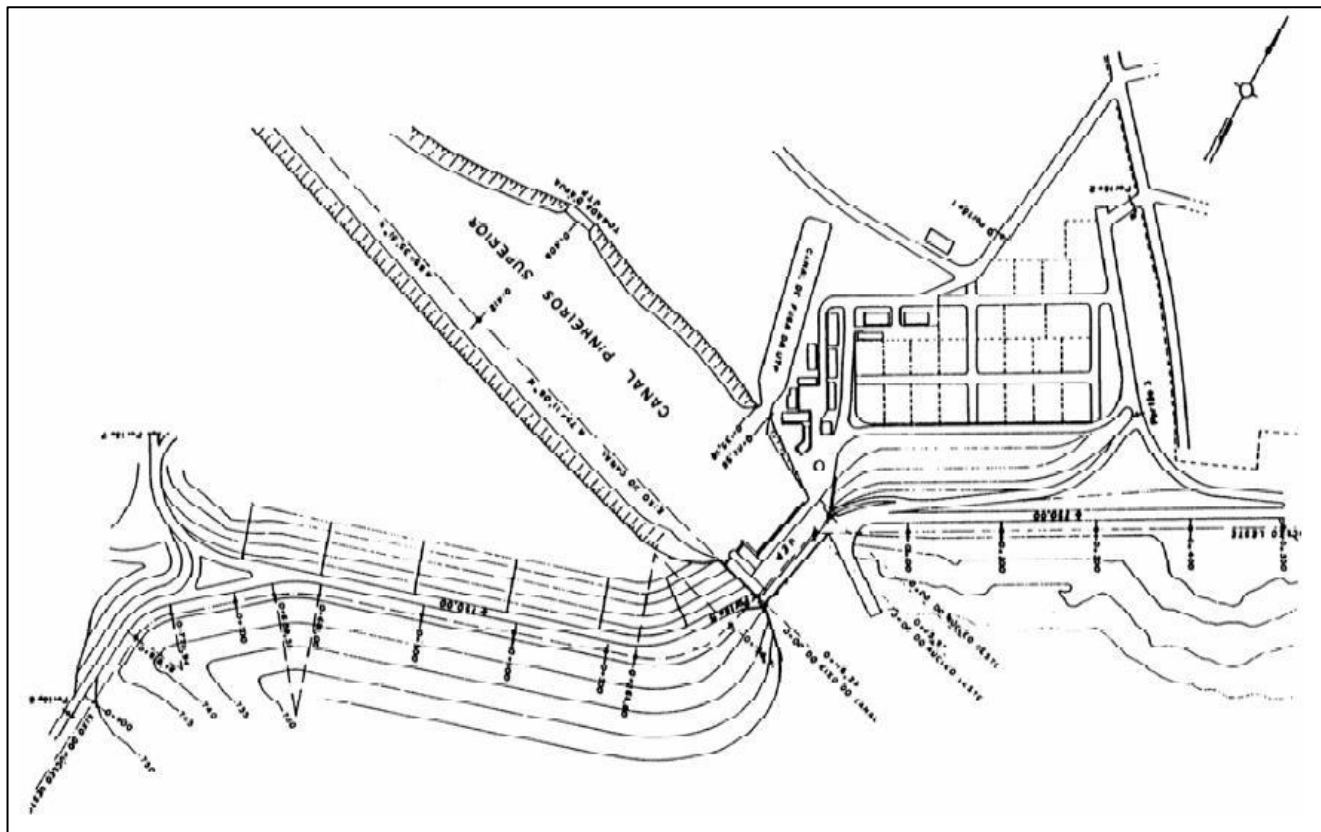


Figura 3 – Arranjo Geral da Barragem.

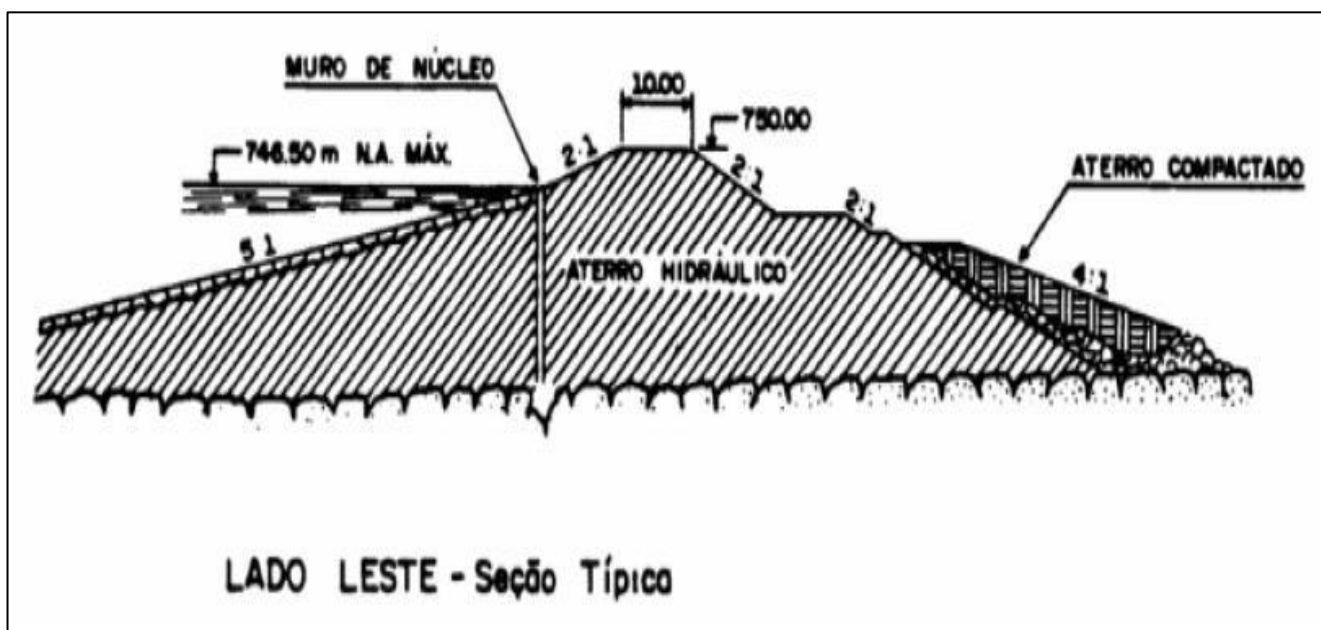


Figura 4 – Seção Típica do maciço Leste da Barragem do Rio Grande.

	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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 24	Revisão: 6	

3.3. Estruturas Associadas

A Barragem do Rio Grande é constituída de três seções, o corpo central em concreto-gravidade, formando a Usina Elevatória de Pedreira, e os diques laterais em solo, denominados de Maciços Leste e Oeste, respectivamente, lado direito e esquerdo.

A seção central, em concreto, está apoiada em rocha sã, resultante do afloramento de granito são e compacto, ao passo que os diques de terra têm como fundação pacotes aluvionares depositados pelo Rio Grande e solo de alteração de gnaiss.

O Maciço Leste é formado por um aterro com 470 m de comprimento e o Oeste com 830 m, ambos executados por meio de hidro mecanização. Ao longo dos maciços construiu-se uma parede de vedação (“corewall”), apoiada em rocha decomposta, evitando-se juntas de dilatação, exceto nos encontros com a usina. A vala, ou trincheira aberta para construção deste dispositivo, foi executada manualmente em sua maior parte, e o concreto lançado sem nenhuma forma, até atingir o topo do aterro, na ocasião situado em torno da elevação 740,0 m.

A Tomada D’Água de jusante é constituída de quinze vãos (dois para cada turbina, com exceção da nº 4 que possui somente um vão) com grades de proteção e tubos de sucção. Nestes vãos podem ser inseridos painéis de vedação. Com isso, não existindo mais nenhum tipo de estrutura associada.

As águas provenientes do Reservatório Billings - Compartimento de Pedreira recebem águas de diferentes contribuintes naturais de vários municípios, além do canal superior do Pinheiros, através do bombeamento efetuado pelas unidades geradoras reversíveis da Usina Elevatória de Pedreira (em caso de cheia do canal Pinheiros).

O reservatório possui uma bacia hidrográfica de 30 km² e volume útil de 29.061.000 m³ na cota 728,50 m à jusante da represa Billings. A principal finalidade é formar o Reservatório Billings, visando à produção de energia elétrica na UHE Henry Borden. (R2.3 - BRGUEP - ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICAS OPERACIONAL -R2).

Plano de Segurança de Barragens – Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC 541/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
25

Revisão:
6

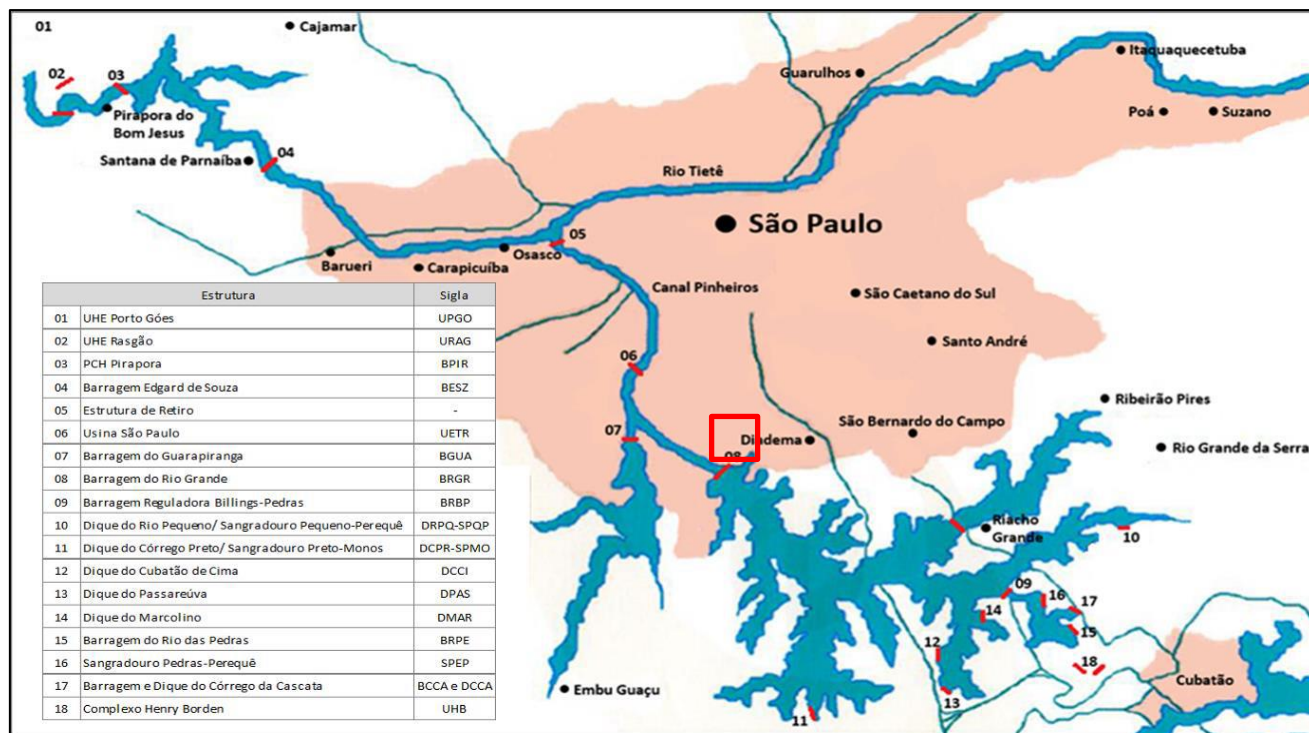


Figura 8 - Localização das estruturas da EMAE – Barragem do Rio Grande em destaque.



Figura 9 - Identificação das estruturas da EMAE – Fonte: Google Earth.



Figura 10 – Acesso Rodoviário a partir da EMAE – Fonte: Google Maps.

3.4. Características Hidrológicas

O acesso é feito pela Avenida Nossa Senhora do Sabará, 5312. A barragem e a usina encontram-se dentro da antiga sede da EMAE. Características Hidráulicas e Hidrológicas

Não foi traçado a bacia de drenagem da UEP pelo fato do seu caso ser diferente dos demais para análise de vazões máximas. A UEP se encontra no divisor de duas bacias, não sendo exultório de nenhuma das duas, sendo elas:

- Bacia A: bacia hidrográfica do canal do rio Pinheiros;
- Bacia B: bacia hidrográfica do reservatório Billings.

Ou seja, naturalmente e topograficamente, não é possível a UEP sofrer com enchentes. Assim sendo, a elaboração/atualização da curva de frequência de cheias afluentes natural para diferentes tempos de retorno, e a elaboração/atualização de hidrogramas de cheias naturais para diferentes períodos de retorno, não são aplicáveis para o empreendimento em questão.

Já as curvas de vazão dos dispositivos hidráulicos da UEP, que possuem unidades geradoras reversíveis, possuem suas vazões não tabeladas conforme suas respectivas fichas técnicas.

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 27	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

As unidades 1, 2, 3, 6 e 7 tem capacidade de bombeamento de 51 m³/s cada uma. A unidade 4 tem capacidade de bombeamento de 14 m³/s. A unidade 5 tem capacidade de bombeamento de 47,2 m³/s. A unidade 8 tem capacidade de bombeamento de 75 m³/s. Assim sendo, a UEP tem uma capacidade total de bombeamento de 391,2 m³/s.

No documento intitulado “MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA”, elaborado em março de 2005 pela EMAE, é exposto que a UEP tem capacidade de bombeamento de 385 m³/s, porém este valor não confere com os dados presentes no parágrafo anterior, que também consta no mesmo relatório.

Destaca-se, também, que o bombeamento nessa usina só poderá ser acionado quando se verificarem as condições de controle de cheias do canal Pinheiros e do rio Tietê estabelecidas na Resolução Conjunta SMA-SES-02, de 19/02/2010 (EMAE, 2021). (R2.3 - BRGUEP - ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICAS OPERACIONAL -R2 – Engevix)

Análise Estatística das Precipitações Vazões.

A análise estatística de precipitação foi realizada com auxílio do posto pluviométrico com nome “SANTO AMARO” e prefixo “E3-006”, localizado a cerca 7 km da usina Elevatória Pedreira. O posto contém dados de 1936 a 2020, com algumas falhas aos longos dos anos.

A região tem uma altura pluviométrica anual de cerca de 1340,60 mm, sendo que o ano hidrológico se inicia em outubro e finaliza em setembro, conforme se pode observar no gráfico a seguir.

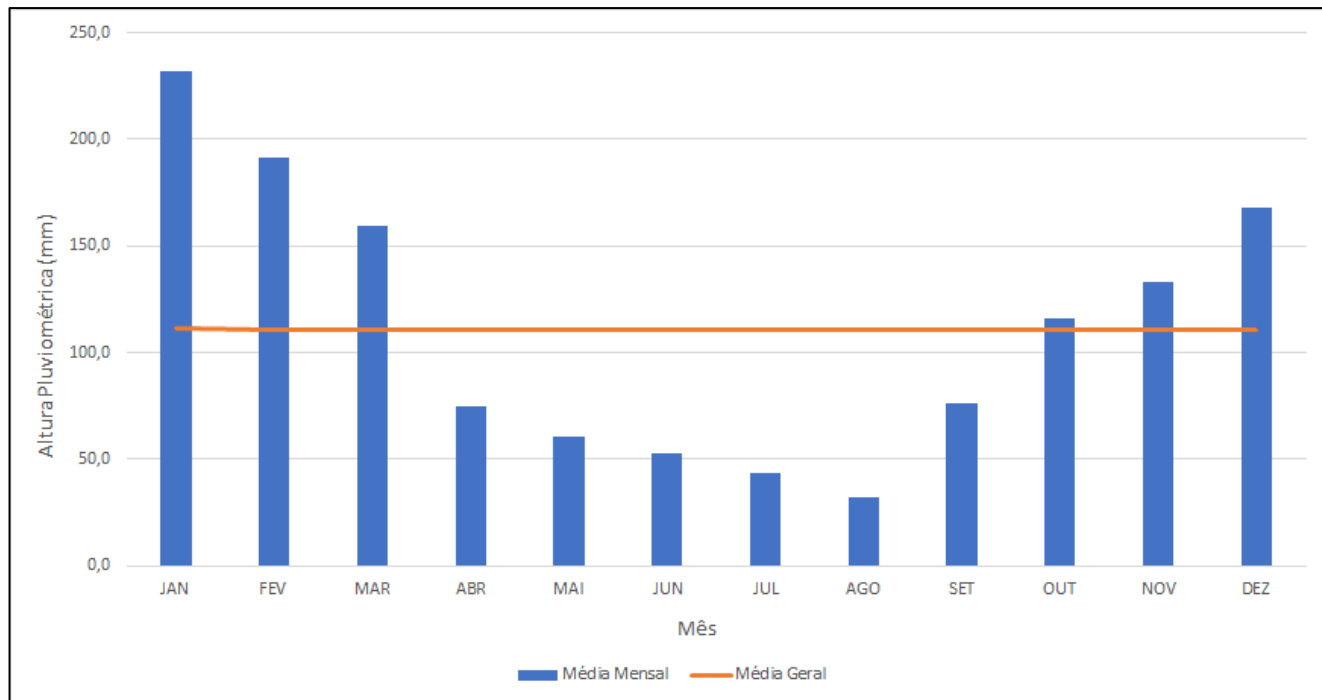


Figura 11 – Precipitações mensais médias da Usina Elevatória Pedreira (Quanta/Engeconsult 2022).

A análise estatística de vazão foi realizada com auxílio dos dados disponibilizados pela EMAE. A vazão média de longo termo (QMLT) obtida foi 26,89 m³/s, a qual começa a ser superada em dezembro, conforme apresenta o gráfico abaixo.

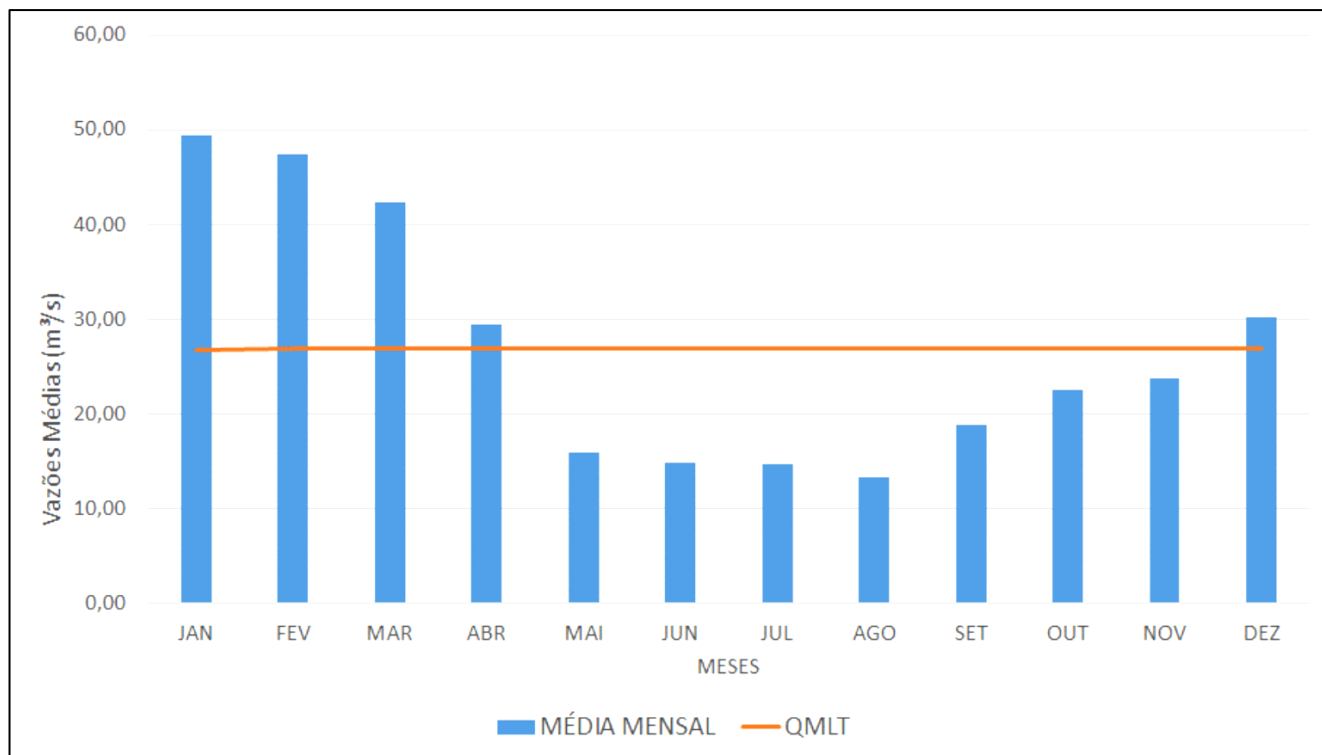


Figura 12 – Vazões mensais médias na Usina Elevatória Pedreira (Quanta/Engeconsult 2022).

Revisão das Curvas de Vazão dos Dispositivos Hidráulicos

Os dispositivos hidráulicos da UEP são unidades geradoras reversíveis, logo as suas vazões são tabeladas conforme suas respectivas fichas técnicas.

As unidades 1, 2, 3, 6 e 7 tem capacidade de bombeamento de 51 m³/s cada uma. A unidade 4 tem capacidade de bombeamento de 14 m³/s. A unidade 5 tem capacidade de bombeamento de 47,2 m³/s. A unidade 8 tem capacidade de bombeamento de 75 m³/s. Assim sendo, a UEP tem uma capacidade total de bombeamento de 391,2 m³/s.

Portanto, para o estudo hidrológico da Usina Elevatória Pedreiras, tem-se que o empreendedor deve seguir as condições e restrições da Resolução Conjunta SMA-SES-02, de 19/02/2010.

Ressalta-se que a Usina Elevatória Pedreira, por não se localizar em um exutório ou ponto final de uma bacia hidrográfica, não pode sofrer com cheias, e, caso o Canal Pinheiros Superior seja acionado para controle de cheia do rio Tietê, a UEP tem mais do que capacidade para bombear a vazão a jusante para o reservatório Billings.

		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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC 541/2024		Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 30		Revisão: 6

3.5. Características Geológicas

A Barragem do Rio Grande é constituída de três seções, sendo elas: o corpo central, em concreto de gravidade, formando a Usina Elevatória de Pedreira, e os diques laterais em solo, denominados de Maciços Leste e Oeste, respectivamente, ao lado direito e esquerdo da Usina.

A seção central, em concreto, está apoiada em rocha sã, resultante do afloramento de granito são e compacto, ao passo que os diques de terra têm como fundação pacotes aluvionares depositados pelo Rio Grande e solo de alteração de gnaiss.

O Maciço Leste é formado por um aterro com 470 m de comprimento e o Oeste com 830 m, ambos executados por meio de hidromecanização. Ao longo dos maciços construiu-se uma parede de vedação (“corewall”), apoiada em rocha decomposta, evitando-se juntas de dilatação, exceto nos encontros com a usina. A vala, ou trincheira aberta para construção deste dispositivo foi executada, em sua maior parte, manualmente; o concreto lançado diretamente, sem nenhuma forma, até atingir o topo do aterro, na ocasião, situado em torno da elevação 740 m.

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,

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 31	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

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 o potencial espacial para tremores de terra prejudiciais quantificados como leves ($MMI > VI$), moderados ($MMI > VII$) e consideráveis ($MMI > VIII$) 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.

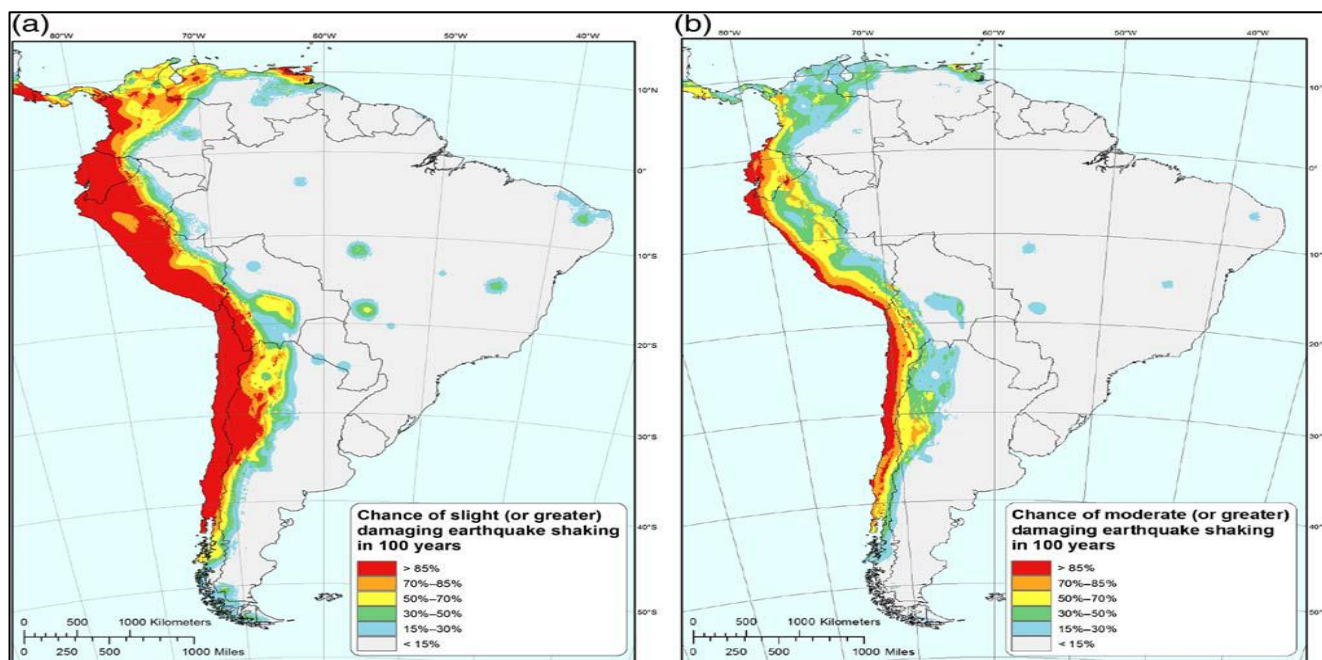


Figura 13 – Chances de tremores de gravidade leve (a) e moderada (b).

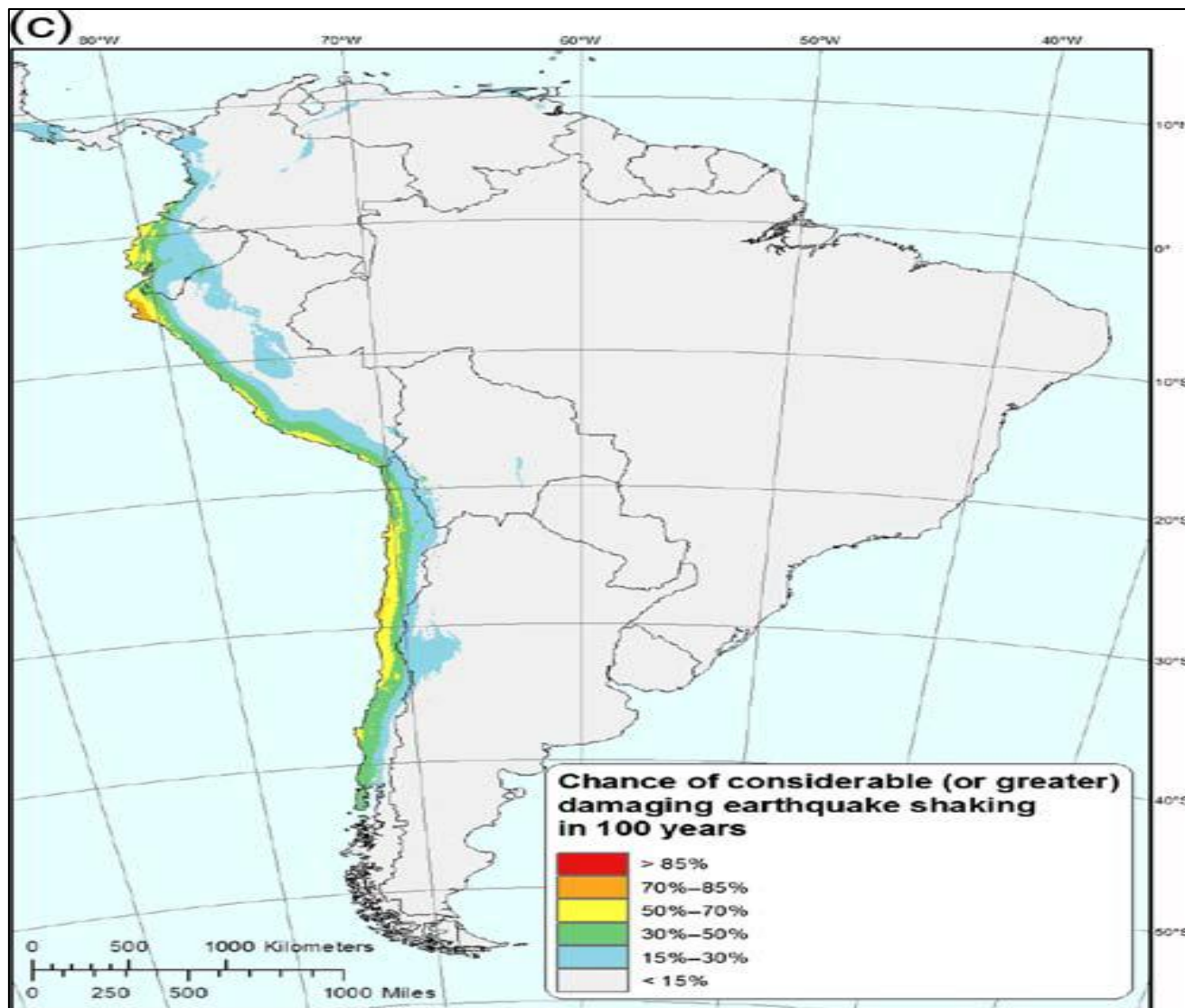


Figura 14 – Potencial Espacial Para Tremores De Terra Prejudiciais Quantificados Como Leves.

3.7. Fornecimento de Energia

Existe energia proveniente da rede elétrica ofertada pela ENEL, com sistemas auxiliares, pois possui 8 unidades reversíveis de bombeamento compostas de turbina e motor bem como toda a estrutura de serviços auxiliares.

O sistema anti-incêndio das UGR's possui 2 jogos de cilindros de CO₂, um com onze cilindros (reserva) e um com doze cilindros (principal). Esse sistema visa a proteção anti-incêndio das UGR's 2, 3, 4 e 5 que possuem classe de isolamento B. Esse sistema é acionado automaticamente conforme atuação da proteção das UGR'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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 33	Revisão: 6	

O sistema de resfriamento das UGR's possui um sistema de exaustão para resfriamento do gerador e rotor, e um sistema de trocadores de calor para o resfriamento da turbina.

O serviço auxiliar de corrente alternada da Usina Elevatória da Pedreira possui três fontes primárias, sendo:

- LT 88 kV HB/PED, circuitos 1 e 2;
- LT 88 kV PI/PED, circuito único.

Essas LT's alimentam a Subestação ETU Pedreira 88 kV, e os disjuntores das UGR 3 e 4 alimentam os trafos do serviço auxiliar SAA e SAB, ambos de 6,6/0,44 kV, que por sua vez alimentam as cargas prioritárias do serviço auxiliar de 440 Vac da usina, UGR 1 a 7.

O serviço auxiliar da UG-8 é através dos trafos SAF e SAG de 6,6/0,44 KV.

Ao todo o serviço auxiliar da usina Pedreira possui dez transformadores do Serviço Auxiliar, do SAA ao SAJ, alimentando tanto em 440 Vac, como em 220 Vac.

O serviço auxiliar de corrente alternada da Usina Elevatória da Pedreira não possui fonte secundária, Grupo Diesel de Emergência (GDE), devido suas fontes primárias e a configuração operativa da instalação ser autossuficientes na alimentação de CA da usina.

O serviço auxiliar de corrente contínua (125 Vcc), possui cinco retificadores (440 Vca/125 Vcc) e 3 salas de baterias contendo os seguintes elementos:

- Sala de Baterias 01: 12 elementos – 24 Vcc e 120 elementos – 250 Vcc;
- Sala de Baterias 02: 60 elementos – 125 Vcc;
- Sala de Baterias 03: 120 elementos – 125 Vcc, exclusiva para atendimento da UG-8.

A Usina possui 8 Unidades de Bombeamento reversíveis sendo que as unidades 01 a 06 são originais do início da operação da Usina, e a Unidade 08 foi colocada em operação em 1993.

A Usina Elevatória da Pedreira possui sete unidades geradoras reversíveis (UGR-1 a 7) e uma unidade de bombeamento (UG-8), contemplando uma vazão total de 395 m³/s.

3.8. Instrumentação

O monitoramento da estrutura é efetuado através de 21 piezômetros que medem as poropressões e subpressões na fundação da barragem, 20 medidores de nível de água para monitoramento dos níveis do lençol freático e 1 bica para controle da vazão do volume que atravessa

		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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI					
Relatório nº: GEC 541/2024		Data de emissão: 15/01/2025		Pág.: 34	
				Revisão: 6	

o maciço. O dique também possui dispositivos para medição da precipitação e do nível do reservatório. Os instrumentos são lidos quinzenalmente.

INSTRUMENTOS	
Piezômetros de tubo aberto	21
Medidores de nível de água	20
Bica	01

Tabela 4 – Quantidade de instrumentos instalados na Barragem.

3.9. Reservatório

Ver Tabela 3.1, item CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO.

3.10. Estruturas Extravasoras

Por se tratar de uma estrutura que se encontra no divisor de duas bacias, não sendo exutório de nenhuma das duas naturalmente e topograficamente, não é possível a UEP sofrer com enchentes. Assim sendo, não existe sistema extravasor de águas, sendo esse sistema única e exclusivamente através das Tomadas D'Água.

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, confere grande segurança para o controle de nível até o máximo máximum 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 do reservatório 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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 35	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, que 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 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 estuarina são infundadas.

Outros dispositivos de descarga nos reservatórios, 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 conta de desapropriação. Para esses casos, os riscos de danos pessoais são mínimos, na medida em que a subida do N.A. é lenta e limitada a algumas dezenas de centímetros, possibilitando o autossalvamento das pessoas.

Maciço de Terra – Lado Leste

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

O maciço de terra do lado Leste apresentou surgências no pé no início dos anos 1960, obrigando à Light a instalar ponteiras drenantes no pé do maciço.

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 36	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

Em 1967, foi projetada uma berma de equilíbrio a jusante, separada do maciço original por filtro. A saída do filtro consiste em uma transição (areia/pedrisco/pedra), protegida pelo enrocamento existente no pé do talude (rock toe).

A reavaliação feita em 2001 utilizou softwares relativamente modernos, resultando em fatores de segurança confortáveis, acima de 1,7 para as condições normais e 1,5 para condições críticas. Como consequência da reavaliação de 2001.

Assim, não são vislumbrados pontos frágeis na barragem demandando atenção ou inspeções constantes.

Maciço de Terra – Lado Oeste

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

Face aos problemas enfrentados no maciço Leste (1960's) e na Barragem do Guarapiranga (1976) a Light realizou estudos detalhados no maciço, resultando no projeto de reforço constituído por berma de equilíbrio em aterro compactado e mais um filtro de areia no contato entre o aterro original e a berma.

As vazões captadas pelo filtro são coletadas por um subdreno, constituído de uma tubulação de concreto perfurada envolta em material de transição, pedra + pedrisco + areia.

Em 1996, durante o período de chuvas e com o NA do reservatório próximo ao máximo máximum 746,5 m, surgiu uma cavidade atrás do muro de ala construído em pedras arrumadas no encontro com a estrutura de concreto da Usina Elevatória de Pedreira.

Investigando a suspeita relacionando o episódio ao mau funcionamento do corewall, foram feitas investigações, mostrando que o núcleo de concreto vertical havia sido complementado por uma laje inclinada para montante, e que havia uma abertura de até 5 cm aproximadamente entre as duas partes, que se desenvolvia ao longo de todo o maciço.

No início dos anos 2000, a reavaliação da barragem resultou nas seguintes obras:

- Solidarização das partes vertical e inclinada do núcleo de concreto;
- Injeção de colunas CCP atrás do muro de pedra seca no encontro com o maciço de concreto, a jusante;
- Construção de uma nova tubulação (mini túnel $\phi = 1$ m) para descarga do tanque de peixes da Secretaria da Agricultura, situado na ombreira esquerda. O novo traçado da

descarga não passa sob o aterro, ao contrário da tubulação antiga, que foi obstruída com concreto.

- Ainda que as fragilidades da barragem tenham sido eliminadas ao longo de dois episódios de recuperação e reforço, ainda merecem atenção os seguintes pontos, que requerem monitoramento;
- Bica próxima à ombreira. Já existia por ocasião da reforma de 1979, tendo sido mantida mediante a extensão da tubulação até o pé da barragem atual. As vazões se mantêm constantes, e a água é sempre límpida.
- O sub-dreno construído em 1979 possui tendência à obstrução por produtos precipitados de óxido de ferro, requerendo monitoramento.

Maciço de Concreto

O maciço de concreto está assentado sobre rochas de boa qualidade, pouco fraturadas.

O concreto apresenta reação expansiva, que é monitorada através de instrumentos.

Entre os anos de 2018 e 2019 o maciço de concreto foi inteiramente recuperado, com injeção de resina nas trincas profundas, tratamento superficial nas partes em contato com a água e instalação de instrumentação.

Pontos para atenção são:

- Os encontros do maciço de concreto com os maciços de terra, os quais deverão ser investigados na próxima revisão periódica de segurança (2022).
- A presença de assoreamento no reservatório, sob determinada, condição pode escoar para dentro das unidades de bombeamento, causando impedimento prolongado.

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.

Plano de Segurança de Barragens – Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC 541/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
38

Revisão:
6

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			
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	Depto Engenharia	NORMAL Verde		
		Trincas superficiais	Avaliar demandas oriundas da operação da barragem	Operação da barragem - observar e relatar			
		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	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	Realizar inspeção inicial com recursos próprios Realizar inspeção extraordinária com recursos externos se necessário Estabelecer procedimentos para correção				
		Vazamentos	Vazamentos não documentados e considerados controláveis.			Monitorar continuamente	Depto. Engenharia
	Vazamentos incontroláveis com erosão interna em andamento.						
	Entupimento do subdreno (Maciço Oeste)	Entupimento parcial (óxido de ferro); sem alteração na piezometria	Estabelecer procedimentos para correção	Depto. Engenharia	NORMAL Verde		
		Entupimento súbito com ou sem alteração na piezometria	Correção imediata	Depto. Engenharia	ALERTA Laranja		

Plano de Segurança de Barragens – Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC 541/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
39

Revisão:
6

Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	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
		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 alagáveis a jusante	COS	ALERTA Laranja
Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	Galgamento ou cheia excepcional	Cheias crescentes	Monitorar continuamente Operar barragens da cascata conforme situação Manter órgãos externos informados para evacuação das áreas alagáveis 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	COS	ATENÇÃO Amarelo

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 40	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

			da cascata conforme situação		
Passagem de grandes quantidades de sedimentos e/ou vegetação	Danos ambientais a jusante; Danos às comportas, turbinas e captações a jusante.	Fechar circuitos de adução das usinas a jusante; Realizar comunicação externa- CETESB e	Depto Meio Ambiente + 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 5 – Identificação e análise das possíveis situações de emergência, 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
Diretoria Administrativa – A	Valéria Silva Campos - A Admilson Clayton Barbosa – AP Flávio Elias Mesquita Lima – AHD
Diretoria Financeira - F	Eduardo Silva - FFS

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 do Meio Ambiente	(11) 2763-6683 (11) 99927-5549
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
José Luiz Vieira	Coordenador de Operação	(11) 2763-6357 (11) 9.6996-7896

ADMINISTRAÇÃO E COMITÊ DE CRISE

Karla Maciel Dolabella	Presidente	(11) 2763-6600
Genésio Betiol Junior	Diretor de Geração da EMAE	(11) 2763-6351 (11) 9.7133-7675
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 Santana de Parnaíba	Plantão 24 h	(11) 4154-2166 (11) 9.9962-1697
Defesa Civil de São Paulo	Plantão 24 h	(11) 2193-8888
Defesa Civil de Carapicuíba	Plantão 24 h	(11) 4146 - 5810
Defesa Civil de Barueri	Plantão 24 h	(11) 4163-3782
Defesa Civil de Osasco	Plantão 24 h	(11) 3605-1821

ADMINISTRAÇÕES PÚBLICAS

Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba	Pref. Elvis Cesar	(11) 4622-7500
Prefeitura Municipal de São Paulo	Pref. Ricardo Nunes	(11) 3113-8000
Prefeitura Municipal de Carapicuíba	Pref. José Roberto da Silva	(11) 4164-5500
Prefeitura Municipal Barueri	Pref. Beto Piteri	(11) 4198-7522
Prefeitura Municipal de Osasco	Pref. Gerson Pessoa	(11) 3652-9094
Prefeitura Municipal de Araçatiguama	Pref. Rodrigo de Andrade	(11) 5332-2170
Gabinete do Governador de São Paulo	Gov. Tarcísio de Freitas	(11) 2193-8520

Plano de Segurança de Barragens – Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC 541/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
42

Revisão:
6

USINAS A JUSANTE

Sala de controle Usina São Paulo	Plantão 24 h	(11) 3812-9344
Sala de Controle Barragem Edgard Souza	Plantão 24 h	(11) 9.9607-7479 (11) 4154-5436
Sala de Controle Barragem Pirapora	Plantão 24 h	(11) 9.9635-3828 (11) 4131-1801
Sala de Controle Rasgão	Plantão 24 h	(11) 9.9748-5672 (11) 4131-7000
Usina São Pedro (Arbeit Energia)	Plantão 24 h	(31) 3527-9100 (11) 3077-5777

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) 3208-6505
Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN)	(12) 3205-0398
Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)	(61) 2034-4601

ÓRGÃOS FISCALIZADORES

ANEEL	(61) 2192-4682
ARSESP	0800 770 6884

Tabela 6 – Dados Gerais – Recursos Humanos e Equipe de Monitoramento de Crise.

	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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 43	Revisão: 6	

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 por e-mail. 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. Nesse 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. A tabela apresenta as principais características dos diferentes níveis de resposta às emergências.

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; - 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
	Sinkhole 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 7 - 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;
- Departamento de Produção;
- Departamento do 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 Departamento 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 Departamento 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 Departamento 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 a operação das estruturas: Barragem e UHE Edgard de Souza, Barragem Móvel – DAEE, Barragem Guarapiranga, Estrutura de Retiro e Usina São Paulo informadas;
- 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 a operação das estruturas: Barragem e UHE Edgard de Souza, Barragem Móvel – DAEE, Barragem Guarapiranga, Estrutura de Retiro e Usina São Paulo informadas;
- 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;
- Fecha o circuito de adução da Barragem Guarapiranga UHE Edgard de Souza mediante avaliação evacua-se a Barragem;
- Alerta operação da UHE Edgard de Souza, 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. UHE Edgard de Souza, Barragem Móvel – DAEE, Barragem Guarapiranga, Estrutura de Retiro e Usina São Paulo. Evacua as famílias residentes nas áreas de inundação das cidades de São Paulo, Osasco, Carapicuíba, Barueri e Santana de Parnaíba;
- 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.

7. RESPONSABILIDADE 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 – Diretor 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 barragem, bem como a de implementar 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 documentação referentes ao projeto, 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 que possa 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 14.066/2020 e Resolução Normativa ANEEL nº 696/2015, substituída para n.º 1.064/2023.

7.3. Coordenador do PAE

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

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 Crise

Departamento de Marketing, Comunicação e Sustentabilidade – PM

Gerente: Mariana Negrão – (11) 2763-6760

Departamento Jurídico – PJ

Gerente: Paula Silveira Vettore – (11) 2763-6779

Diretoria de Geração de Energia – G

Assistente Executivo: Bárbara Melo Diniz – (11) 2763-6533

Departamento de Engenharia - GE

	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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 55	Revisão: 6	

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

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

Departamento de Planejamento Energético e da Operação - GS

Gerente: Bárbara Melo Diniz – (11) 2763-6533

Departamento de Meio Ambiente e Patrimônio Imobiliário - AP

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

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. Suas principais atribuições são:

- Decidir sobre as ações a serem implementadas 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

7.7.1. Operação da Barragem

Sala de Operação da Barragem de Pirapora: Plantão 24 h - (11) 4131-7000.

Coordenador da Operação: José Luiz Vieira - (11) 2763-6357 (11) 9.6996-7896.

Coordenador do PAE – Enc. de Operação: Adriano Nascimento da Cunha - (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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 56	Revisão: 6	

7.7.2. Departamento de Engenharia

Gerente Engenharia: João Ribeiro da Costa Neto - (11) 2763-6363 (11) 9.5065-8481.

Coordenadora 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 696/2015 que foi substituída pela 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.

7.7.4. Defesas Cíveis

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

Defesa Civil de Carapicuíba: Plantão 24 h - (11) 4146-5810.

Defesa Civil de Barueri: Plantão 24 h - (11) 4163-3782.

Defesa Civil de Osasco: Plantão 24 h - (11) 3605-1821.

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 civis 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 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 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 DO 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 do Rio Grande e Usina Elevatória Pedreira, os mapas de inundação e os estudos de rompimento hipotético foram desenvolvidos pela FCTH em 2011.

a. Zona de Autossalvamento (ZAS)

A Zona de Autossalvamento compreende as áreas inundadas cujas profundidades máximas são iguais ou inferiores a 0,5 m possibilitando, assim, a locomoção das pessoas que ocupam essa área sem auxílio de um profissional na área de resgate. Desta forma, a ação consiste em avisos diretos à população de maneira que esta se responsabilize pela própria evacuação do local.

Para os cenários cujas simulações correspondem às rupturas por Piping, o tempo de antecipação é considerado inexistente, desta forma, o tempo de ação se restringe somente ao tempo de propagação da onda de inundação. Em consequência, os avisos devem ser distribuídos de forma eficaz à população para que o “autossalvamento” ocorra o mais rápido possível, com a finalidade de se minimizar os impactos sociais e econômicos causados.

É importante ressaltar que os avisos sejam de fácil entendimento, pois a população deve evacuar as áreas de risco no menor tempo possível.

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

A Zona de Segurança Secundária / Zona de Impacto Direto, corresponde à região cuja

 Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE Departamento de Operação - GS Coordenadoria de Segurança de Barragens - GSB			 EPAL ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA-EPP
Plano de Segurança de Barragens – Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 58	Revisão: 6	

profundidade do nível d'água encontra-se entre 0,5 m a 1,5 m. Neste caso, a população consegue se locomover, porém necessita do auxílio de um profissional da área de resgate durante a ocorrência do evento.

A população deverá receber um aviso para que haja uma segura evacuação do local.

O resgate deve ser realizado pelo corpo de bombeiros, forças de segurança (Polícia Civil, Guarda Nacional, Guarda Florestal etc.), além das forças aéreas e marítimas caso haja a possibilidade e a necessidade.

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

Assim como na Zona de Autossalvamento, a população recebe um aviso antecipado sobre a ocorrência do evento, de forma a evacuar a área minimizando os impactos decorrentes dos eventos.

Como forma preventiva adicional, a remoção deverá ser realizada de porta em porta, para a certificação de que toda população esteja consciente da situação.

Nas situações de ocorrência de ruptura das estruturas por piping ou overtopping, o tempo de ação corresponde ao tempo de propagação da onda. Neste caso, é possível que não haja tempo para a ocorrência de aviso e remoção. Assim, o resgate é realizado como forma corretiva à situação. As formas de Aviso podem variar de acordo com a distância da barragem e devido ao tempo de propagação da onda de inundação.

Com a finalização dos levantamentos de campo, interpolação da batimetria e integração dos dados referentes às áreas secas e molhadas, elaborou-se o modelo geométrico (Figura 15) de referência que foi utilizado nas simulações de ruptura para propagação da onda de cheia.

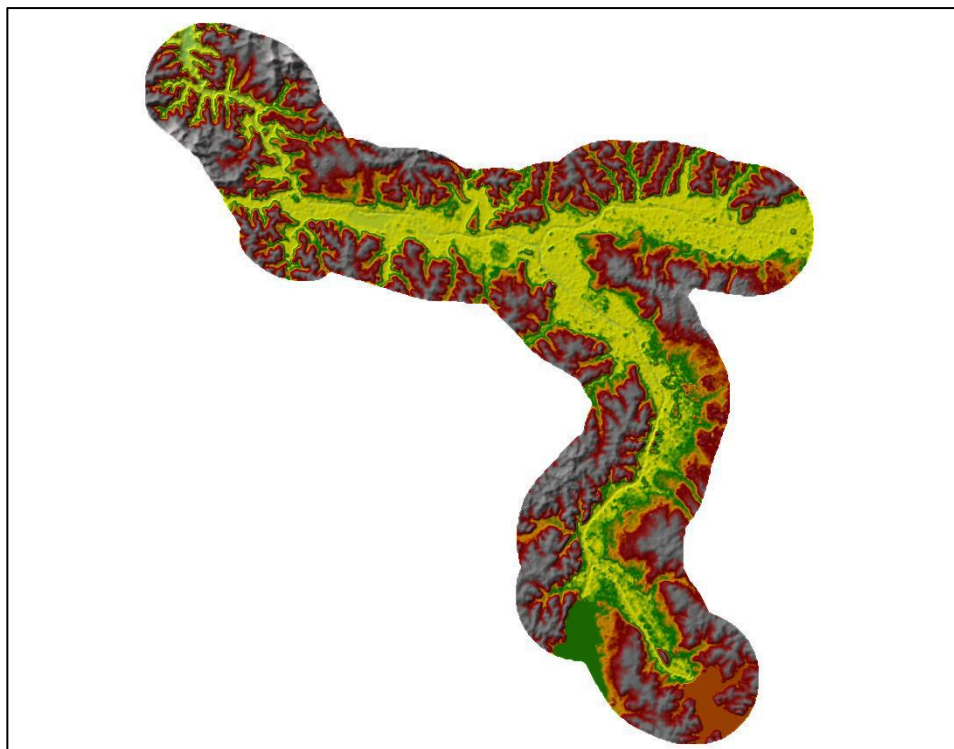


Figura 15 – Modelo Digital de Terreno (MDT) integrado utilizado na modelagem hidrodinâmica (Geometrisa 2022).

Durante a preparação dos dados para execução da modelagem hidrodinâmica, foram definidos pontos de interesse para extração de alguns resultados importantes, tais como profundidade e tempos de chegada da onda. Estes pontos de interesse correspondem a lugares sensíveis e/ou com concentração de pessoas na Zona de Autossalvamento, definida com o tempo de chegada de onda referente há trinta minutos.

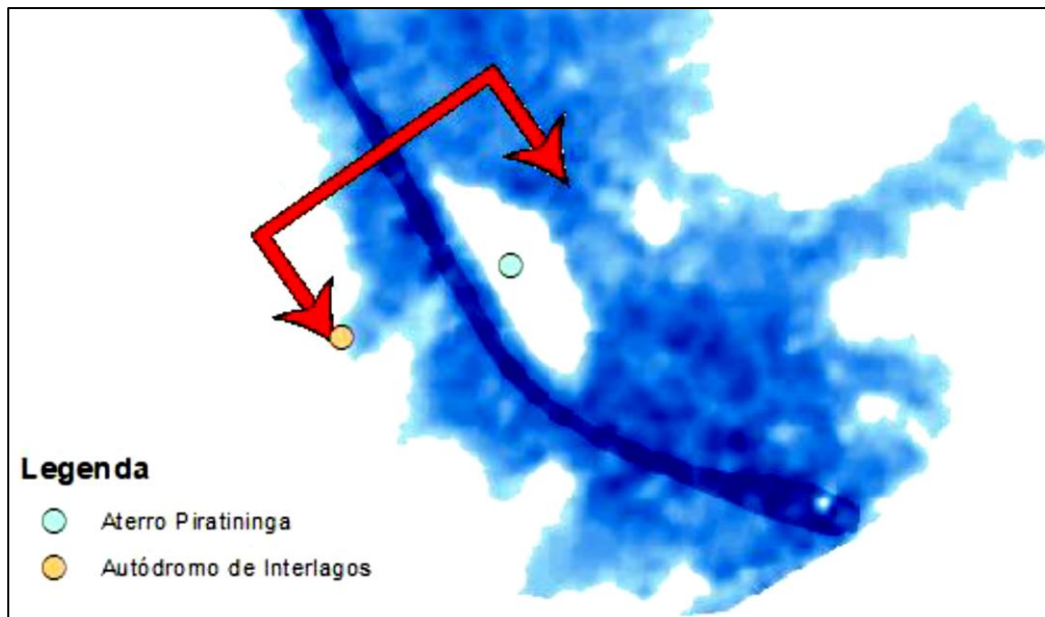


Figura 16 – Pontos de Interesse na ZAS a jusante da Barragem do Rio Grande (Geometrisa 2022).

Profundidades Máximas

Resultado referente à cheia gerada pela ruptura da Barragem (profundidades máximas).

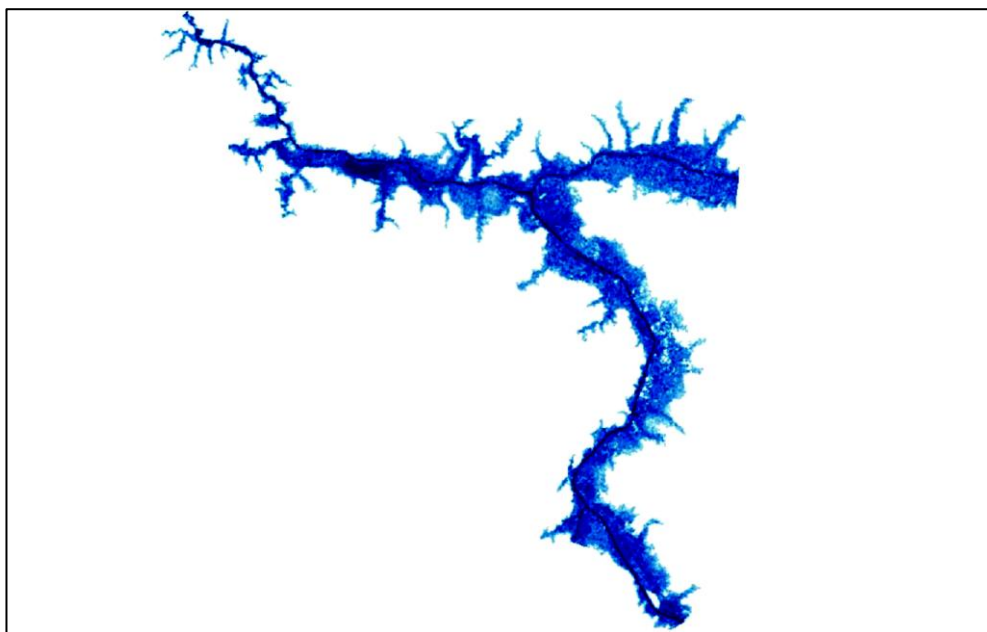


Figura 17 – Mancha de inundação referente à ruptura crítica da barragem da Barragem do Rio Grande (Geometrisa 2022)

De acordo com a Figura 17, verifica-se que para uma eventual ruptura hipotética da Barragem No cenário crítico o risco hidrodinâmico pode ser superior a 7m/s em alguns pontos de interesse (Shopping SP Market, Subestação de Energia Xavante e Transamérica Expo Center), bem como em 7038 edificações da Zona de Autossalvamento, muitas delas, sitiadas próximas às margens do canal. Dentro do intervalo de Risco Hidrodinâmico de 3,0 a 7,0 m/s percebem-se ainda 6093 edificações afetadas. Das edificações que sofreriam ações da onda com Risco Hidrodinâmico entre 1,0 e 3,0 m/s, são contabilizadas 5734 edificações. As edificações classificadas na faixa de risco verde, em que adultos são arrastados (0,5 a 1,0 m/s), correspondem a 3065 edificações, enquanto as de risco menor que 0,5 m/s, são 8793.

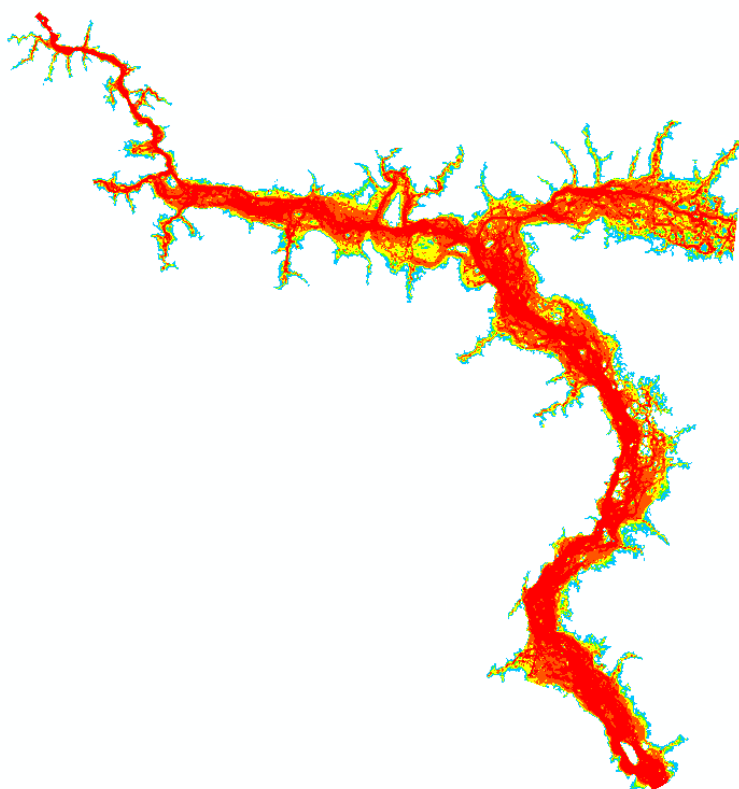


Figura 18 – Mancha de risco hidrodinâmico (Geometrisa 2022).

Edificações Impactadas

Na Tabela 21, tem-se a relação de distâncias e tempos de chegada da onda para cada uma das zonas que compreendem as edificações existentes na área de impacto da mancha de inundação. Tais informações também serão inseridas nos mapas de inundação e no PAE.

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 62	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

IDENTIFICAÇÃO	Nº DE EDIFICAÇÕES	MUNICÍPIO	DISTÂNCIA DA BARRAGEM (KM)	COORDENADAS (M)		TEMPO DE CHEGADA DA ONDA (H:MIN)	VELOCIDADE
				E	S		(M/S)
ZAS 01	10986	São Paulo	0,13	940,305.614	7,371,641.788	00h10min: 00	2,46
ZAS 02	19373	São Paulo	4,24	938,222.016	7,374,849.867	01h10min: 00	1,51
TOTAL	30723						

Tabela 8 - Informações sobre as edificações possivelmente atingidas (Geometrisa 2022).

Pontos de Interesse Impactados

Na Tabela 22, tem-se a relação de distâncias e tempos de chegada da onda para a as estruturas de interesse da ZAS.

IDENTIFICAÇÃO	MUNICÍPIO	DISTÂNCIA DA BARRAGEM (KM)	COORDENADAS (M)		TEMPO DE CHEGADA DA ONDA (H:MIN)	VELOCIDADE (M/S)
			E	S		
Aterro Piratininga	São Paulo	1.91	939,816.306	7,372,989.816	00h30min: 00	1,18
Autódromo Municipal de Interlagos	São Paulo	2.44	939,131.523	7,372,683.587	00h30min: 00	0,02

Tabela 9 – Informações sobre os pontos de interesse possivelmente atingidos (Geometrisa 2022).

8.1. SISTEMA DE MONITORAMENTO DA BARRAGEM INTEGRADO 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.

	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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 63	Revisão: 6	

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-se placas indicativas. Para os pontos de risco localizados nas rodovias, é sugerida a instalação de placas sinalizadoras.

Obs.: Este procedimento de execução de sinalização é de responsabilidade do órgão da Defesa Civil. O modelo das placas está indicado nas figuras abaixo:

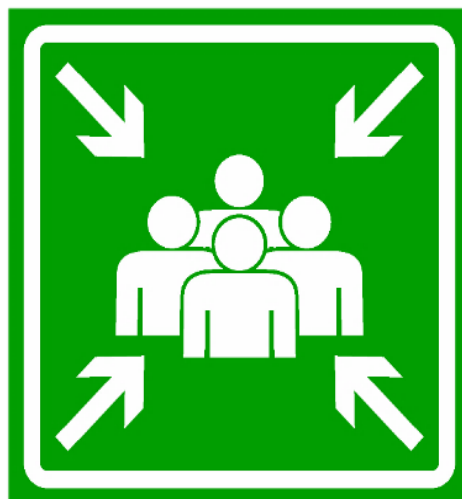


Figura 19 – Modelo de placa sinalizadora para ponto de encontro.

	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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI				
Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 64	Revisão: 6	



Figura 20 - Modelo de placa sinalizadora para áreas de risco em rodovias.

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

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

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 do Rio Grande e Usina Elevatória de Pedreira, além de ser integrado com outras instituições que poderão 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 especificamente aferir 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 notificação e alertas, 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 procurando fornecedores de agregados rochosos com diâmetro médio aproximado de 1,0 m.

MATERIAL	FORNECEDOR	ENDEREÇO	TELEFONE	DISTÂNCIA FORNECEDO R/ ESTRUTURA	TEMPO ESTIMADO FORNECEDO R/ ESTRUTURA
Material de construção	Capato Materiais para Construção	Av. Guarapiranga. 1821 - Socorro	(11) 5515-0011	5,2 km	16 min
Material de construção	Joli Materiais Para Construção	Av. Guarapiranga, 750 - Vila Socorro.	(11) 2955-1000	2,8 km	10 min
Material de construção	C4 Materiais Para Construção	R. Olívia Guedes Penteado, 172- Socorro	(11) 5521-2145	1,9 km	8 min
Usina de concretagem	Supermix	Av. Guido Caloi. 1831 - Santo Amaro, São Paulo.	(11)5892-6000 5892-5073	4,4 km	13 min

Plano de Segurança de Barragens – Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 66	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

Usina de concretagem	Engemix	Av. Guarapiranga, 1028 - Vila Socorro, São Paulo	(11) 9.4226-4581	3,2 km	11 min
Areia e Pedra / Pedreira	Mapemil - Areia e Pedra	Av. Atlântica, 4805 - Interlagos	(11) 5666-4592	5,7 km	13 min
Areia e Pedra / Pedreira	AJ. Comércio de Areia e Pedra	Estr. Água Santa, 400 - Eldorado.	(11) 2215-4191	15,4 km	44 min
Locação de equipamentos	Irmãos Soares Terraplenagem e Locação LTDA	Rua Domenico Scarlatti, 233 - Jardim Santa Josefina.	(11) 5894-5230	5,5 km	16 min
Locação de equipamentos	Ravimak Terraplanagem	R. Dr. Luís Arrobas Martins, 664 - Sala 06 Veleiros.	(11) 5666-1639	1,6 km	5 min

Tabela 10 – Fornecedores de materiais / equipamentos.

Encontram-se disponível 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 11 – Lista de materiais, ferramentas, equipamentos e meios de transportes disponíveis.

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



BARRAGEM DO RIO GRANDE E USINA ELEVATÓRIA DE PEDREIRA

DECLARAÇÃO DE EMERGÊNCIA

SITUAÇÃO _____

Eu, _____ (nome e cargo), na condição de Coordenador do PAE da Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuamos o registro da Declaração de Emergência, na Situação de _____ para a Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira

a partir das ____ horas e ____ minutos do dia ____/____/____, em função da ocorrência de:

_____.

_____, ____ de _____ de _____.

(Nome e assinatura)

(Cargo e RG)



BARRAGEM DO RIO GRANDE E USINA ELEVATÓRIA DE PEDREIRA

DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA

SITUAÇÃO _____

Eu, _____ (nome e cargo), na condição de Coordenador do PAE da Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuamos o registro da Declaração de Encerramento da Emergência, na situação de _____ para a Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira 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:



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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC 541/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
69

Revisão:
6

_____.

_____, _____ de _____ de _____.

(Nome e assinatura)

(Cargo e RG)



BARRAGEM DO RIO GRANDE E USINA ELEVATÓRIA DE PEDREIRA

MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

Mensagem resultante da aplicação do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira.

A partir das ____:____ horas de ____/____/____, está sendo ativado o Nível de Segurança _____ do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem do Rio Grande e UE de Pedreira 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 do Rio Grande e UE de Pedreira.

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 do Rio Grande e UE de Pedreira, 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 novamente, dentro de _____ horas ou de hora em hora, para sua atualização.

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

PAE DA BARRAGEM DO RIO GRANDE E UE DE PEDREIRA	
Relação das autoridades que receberam cópia do PAE	
Entidade	Nº de cópias
Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL	
Barragem de Montante: Pequena Central Hidrelétrica Pirapora	
Barragem de Jusante: Pequena Central Hidrelétrica Porto Góes	
Comissão Municipal de Defesa Civil (COMDEC) do Município de Pirapora do Bom Jesus	
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) do Estado de São Paulo	
Prefeitura Municipal de Araçariguama	
Prefeitura Municipal de Cabreúva	
Prefeitura Municipal de Itu	

Tabela 12 – Relação de autoridades para receberem 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 DO RIO GRANDE E UE DE PEDREIRA:				
Local	Data	Assunto	Objetivo	Participantes
Reunião videoconferência	01/12/2022	Comitê de Barragens do Estado de São Paulo – Resolução Conjunta SIMA/CMIL/SDE N.º1/2020	Divulgar Boletim de Segurança de Barragem, Apresentação no Workshop de Integração do SIGRH 2022 e explanar Evolução do Curso de Capacitação em Segurança de Barragens;	CETESB, Defesa Civil, CPGM/SIMA, EMAE, DAEE, IPT, CPGM/SIMA.
Auditório da EMAE, UHE Pedreira.	06/03/2024	Programa de treinamento do PAE	Fluxograma de notificação, obrigações e classificação de anomalias.	Fluxograma de notificação, obrigações e classificação de anomalias.

Tabela 13 – Registro de reuniões da Barragem do Rio Grande e Usina Elevatória de Pedreira São Paulo.

Relatório nº: GEC 541/2024	Data de emissão: 15/01/2025	Pág.: 72	Revisão: 6
-------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------

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.

15. MAPA DE INUNDAÇÃO, CONSIDERADO O PIOR CENÁRIO IDENTIFICADO

Em caso das 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 do Rio Grande e UE de Pedreira.

16. REFERÊNCIAS

- Guia de orientação e formulários dos planos de ação e emergência – ANA Volume 4;
- 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;
- PAE - BRGR_2022 – Concremat;
- R1 - BRGUEP - RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA MULTIDISCIPLINAR - R1
- R2.1 - BRGUEP - ESTUDOS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO - R2
- R2.2 - BRGUEP - ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS -R2
- R2.3 - BRGUEP - ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICAS OPERACIONAL -R2
- R2.4 - BRGUEP - ESTUDOS ELETROMECAÂNICOS E HIDROMECAÂNICOS – R2
- R2.5 - BRGUEP - REAVALIAÇÃO DO ESTUDO DE ROMPIMENTO - R3
- R2.6 - BRGUEP - ESTUDO DA FUNDAÇÃO E MARGENS DAS ESTRUTURAS DE TERRA E CONCRETO. -R2
- R3 - BRGUEP - RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO - R2
- R4 - BRGUEP - REAV. DOS PROC. DE OPERAÇÃO, MAN., TESTES, INSTRUMENTOS - R2
- R5 - BRGUEP - REAVALIAÇÃO DE PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - R2
- R6 - BRGUEP - RELATÓRIO FINAL - R1 – ASS
- R7 - BRGUEP - RESUMO EXECUTIVO - R1 -ASS
- Seismic Hazard, Risk, and Design for South América.
- Resolução n.º 236, de 30 de janeiro de 2017. E alterada para Resolução n.º 121, de 9 de maio de 2022;
- Resolução Normativa n.º 696, de 15 de dezembro de 2015. E substituída para Resolução Normativa n.º 1.064, de 2 de maio de 2023.



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 do Rio Grande e UE de Pedreira – Relatório Técnico - Volume VI

Relatório nº:
GEC 541/2024

Data de emissão:
15/01/2025

Pág.:
74

Revisão:
6

Elaboração:

Responsável Técnico:

Ciente:

Responsável legal:

Carlos Eduardo Melo de Sousa

CREA: 506242613– SP

Karla Maciel Dolabella

Presidente