

# NEXA RECURSOS MINERAIS S.A.

## PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA PARA BARRAGENS – PAEB

### BARRAGEM DA PEDRA

### SEÇÃO I – ENTIDADES FISCALIZADORAS

Nº Documento:			Nº Contrato/Lote:	
HBR02-21-NEXA-REL005			HBR02-21	
6	24/08/23	ATENDENDO A LEI DE PROTEÇÃO DE DADOS	IMV/CDN	VLV
5	22/08/23	ATENDENDO COMENTÁRIOS	IMV/CDN	VLV
4	04/08/23	PARA APROVAÇÃO	HBR/CDN	VLV
3	17/07/23	ATUALIZAÇÃO CONTATOS	HBR/CDN	VLV
2	21/02/22	ATENDENDO COMENTÁRIOS	ACS	VLV
1	17/02/22	PARA APROVAÇÃO	HBR/ACS	VLV
0	19/11/21	EMIÇÃO INICIAL	RGB/ACS	VLV
Rev.	Data	Descrição da Revisão	Elaborado por	Aprovado por

Declaro estar ciente do PAEB – Barragem da Pedra apresentado a seguir e afirmo que as informações constantes nesse documento são verdadeiras.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de 2023.

\_\_\_\_\_  
Gerente Geral da Unidade (Empreendedor)

\_\_\_\_\_  
Responsável técnico da barragem

\_\_\_\_\_  
Coordenadora do PAEB

## 1. INTRODUÇÃO

A NEXA Recursos Minerais S.A, em atendimento à Lei Federal N° 12.334/2010 alterada pela Lei Federal N° 14.066/2020, à Lei Estadual N° 23.291/2019, Decreto Estadual N° 48.078/2020, à Resolução Conjunta SEMAD/IEF/IGAM/FEAM N° 3.181/2022, aos demais termos de referência e atos normativos em vigor no estado de Minas Gerais e às orientações da Defesa Civil, por meio da Instrução Técnica 01/2021 do GMG/CEDEC, apresenta o Plano de Ação de Emergência para Barragens (PAEB) da Barragem da Pedra, localizada no município de Juiz de Fora, no estado de Minas Gerais. Este documento compõe o Volume V do Plano de Segurança de Barragem (PSB) da referida estrutura.

A barragem da Pedra possui finalidade disposição de resíduo industrial, sendo, portanto, sujeito às diretrizes do Sistema Estadual do Meio Ambiente (SISEMA), que é a entidade que forneceu a licença ambiental de instalação e operação, conforme estabelecido pela Lei Federal de Segurança de Barragem.

Este documento foi desenvolvido seguindo o Decreto Estadual N° 48.140/2021 que descreve as tabelas dano potencial ambiental (DPA) e categoria de risco (CRI). O Decreto Estadual N° 48.078/2020, que regulamenta os procedimentos para análise e aprovação do Plano de Ação de Emergência para Barragens no estado de Minas Gerais, em seu artigo quinto, indica que o PAEB é um plano único, dividido em cinco seções específicas, a saber:

- Seção I, que atenderá às exigências das entidades fiscalizadoras identificadas pela Política Nacional de Segurança de Barragens;
- Seção II, que atenderá às exigências GMG-CEDEC;
- Seção III, que atenderá as exigências dos órgãos e das entidades integrantes do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA;
- Seção IV, que atenderá às exigências dos entes de proteção ao patrimônio cultural;
- Seção V, que atenderá às exigências do Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA.

Este relatório apresenta a **SEÇÃO I** do Plano de Ação de Emergência da Barragem da Pedra, em atendimento às entidades fiscalizadoras.

## 2. APRESENTAÇÃO E OBJETIVO

O Plano de Ação de Emergência é um documento técnico e de fácil entendimento onde estão apresentados conjuntos de procedimentos que tem por objetivo identificar e classificar situações que possam pôr em risco a integridade da barragem, e, a partir deste ponto, estabelecer ações necessárias para sanar as situações de emergência e desencadear o fluxo de comunicações com os diversos agentes envolvidos, com o **OBJETIVO DE MINIMIZAR RISCO DE PERDAS DE VIDAS HUMANAS, PRESERVAR O MEIO AMBIENTE E SALVAGUARDAR O PATRIMÔNIO CULTURAL**, utilizando medidas específicas para resgatar atingidos, pessoas e animais, mitigar impactos ambientais, assegurar o abastecimento de água potável às comunidades afetadas e resgatar e mitigar danos ao patrimônio cultural.

## 3. IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO PAEB

### 3.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

A Tabela 3.1 apresenta a identificação do empreendedor, com os principais dados administrativos.

**Tabela 3.1 - Identificação do Empreendedor.**

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR		
Nome da Estrutura	Barragem da Pedra	
Empreendedor	Nexa Recursos Minerais S.A.	
CNPJ	42.416.651/0008-83	
Endereço – Sede Administrativa		
Telefone – Sede Administrativa		
Município	Juiz de Fora	
Estado	Minas Gerais	
CONTATOS DO EMPREENDEDOR		
Função	Nome	Telefone
Gerente Geral		
Responsável técnico da barragem		

### 3.2 LISTAGEM DE CONTATOS EMERGENCIAIS

A listagem dos contatos emergenciais internos e externos, isto é, os profissionais e órgãos a serem acionados de acordo com a situação de emergência observada (Nível 1, Nível 2 ou Nível 3) são apresentados nas Tabela 3.2 e Tabela 3.3. Para verificação de qual equipe acionar em cada nível de emergência verificar fluxogramas de ações no Item 5.4.

**Tabela 3.2 - Contatos de emergência internos.**

<b>Revisão Número</b>	1	
<b>Responsável pela Revisão</b>		
<b>Data</b>	06/07/2023	
<b>CONTATO PRIORITÁRIO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
<b>Elemento de Notificação</b>	<b>Nome do Responsável</b>	<b>Telefone</b>
Coordenador do PAEB – Titular		
Coordenador do PAEB – Suplente		
<b>EQUIPE DE SEGURANÇA INTERNA</b>		
Inspeção e Monitoramento		
Inspeção e Monitoramento		
Consultor Especialista – Titular		
Consultor Especialista – Suplente		
Meio Ambiente – Titular		
Meio Ambiente - Suplente		
Corporativo – Meio Ambiente		
Corporativo – Geotecnia		
Manutenção – Titular		
Manutenção – Suplente		
Operação - Titular		

Operação - Suplente		
Gerente Geral da Unidade - Titular		
Gerente Industrial - Suplente		
<b>EQUIPE DE APOIO A EMERGÊNCIA</b>		
Vigilância Patrimonial/DHO - Titular		
Vigilância Patrimonial/DHO - Suplente		
Gestão Social - Titular		
Gestão Social - Suplente		
Comunicação Institucional - Titular		
Comunicação Institucional - Suplente		
Segurança do Trabalho - Titular		
Segurança do Trabalho - Suplente		
Logística - Titular		
Logística - Suplente		
Suprimentos – Titular		
Suprimentos – Suplente		
Jurídico - Titular		
Jurídico - Suplente		
Consultoria Dam Break - Titular		
Consultoria Dam Break - Suplente		
Gerente de SSMA Corporativo		
Diretor de desenvolvimento e execução de projetos		
Diretor de Operações		

**Tabela 3.3 - Contatos de emergência externos.**

<b>Órgão/ Instituição</b>	<b>Telefone/ e-mail ou site</b>	<b>Endereço</b>
Defesa Civil Nacional (CENAD – Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres)		
Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC		
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA - MG		
Polícia Rodoviária Federal – PRF (Delegacia em Juiz de Fora)		
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes		
IEPHA - Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais		
IMA - Instituto Mineiro de Agropecuária		
SUPRAM – Superintendência Regional de Meio Ambiente (Zona da Mata)		
NEA - Núcleo de Emergência Ambiental		
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de Minas Gerais (CEDEC/MG)		

Órgão/ Instituição	Telefone/ e-mail ou site	Endereço
Plantão Defesa Civil Atendimento aos Municípios		
SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável		
FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente Núcleo de Emergência Ambiental - Gerência de Recuperação de Áreas de Mineração e Gestão de Barragens		
Instituto de Florestas - IEF		
Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG		
CESAMA - Companhia de Saneamento Municipal		
Polícia Militar de Minas Gerais – PMMG		
Corpo de Bombeiros 4º Batalhão Militar – Juiz de Fora 3º COB		
Corpo de Bombeiros Pelotão de Emergências Ambientais e Resposta à Desastres		
Delegacia de Polícia Civil		
Secretaria Municipal de Sustentabilidade, Meio Ambiente e Atividades Urbanas de Juiz de Fora		

Órgão/ Instituição	Telefone/ e-mail ou site	Endereço
Secretaria de Mobilidade Urbana de Juiz de Fora		
Polícia Ambiental		
SAMU/CISDESTE		
Defesa Civil Municipal de Juiz de Fora		
Prefeitura Municipal de Juiz de Fora		
Guarda Municipal de Juiz de Fora		
Unidade de Pronto Atendimento - UPA Norte		
Unidade de Pronto Atendimento - UPA Santa Luzia		
Unidade de Pronto Atendimento - UPA São Pedro		
Hospital De Pronto Socorro Dr. Mozart Geraldo Teixeira - HPS		
Hospital Geral de Juiz de Fora - HGeJF		
Hospital Universitário da UFJF		

## **4. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM**

### **4.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

A NEXA Recursos Minerais S.A. é uma empresa global de mineração e metalurgia de metais não-ferroso. A produção de zinco pela NEXA unidade Juiz de Fora gera como principal resíduo industrial a jarosita, proveniente da precipitação do ferro existente na solução lixiviada do zinco. Face as suas características de geração, seu manuseio e transporte se fazem por via úmida através de um tanque intermediário (tanque cônico) metálico, localizado na área operacional, a partir de onde são feitos o seu bombeamento e recalque para o local de destinação.

Devido à presença de alguns metais nas soluções de ensaios de lixiviação e de solubilização, a jarosita é classificada como resíduo Classe I, de acordo a norma NBR-10.004/2004 - Classificação de Resíduos Sólidos.

Ao longo do tempo de operação da fábrica, a lama de jarosita foi disposta em reservatórios localizados ao norte da área interna da NEXA-JF, incluindo os Reservatórios da Esperança, 2 AB e IV, o Dique III, as Lagoas do Índio e José Jaime e a Barragem dos Peixes, todos fora de operação e em processo de descomissionamento.

Atualmente, os resíduos de jarosita estão sendo depositados na Barragem da Pedra, localizada ao sul da área interna da fábrica.

### **4.2 DESCRIÇÃO DA BARRAGEM**

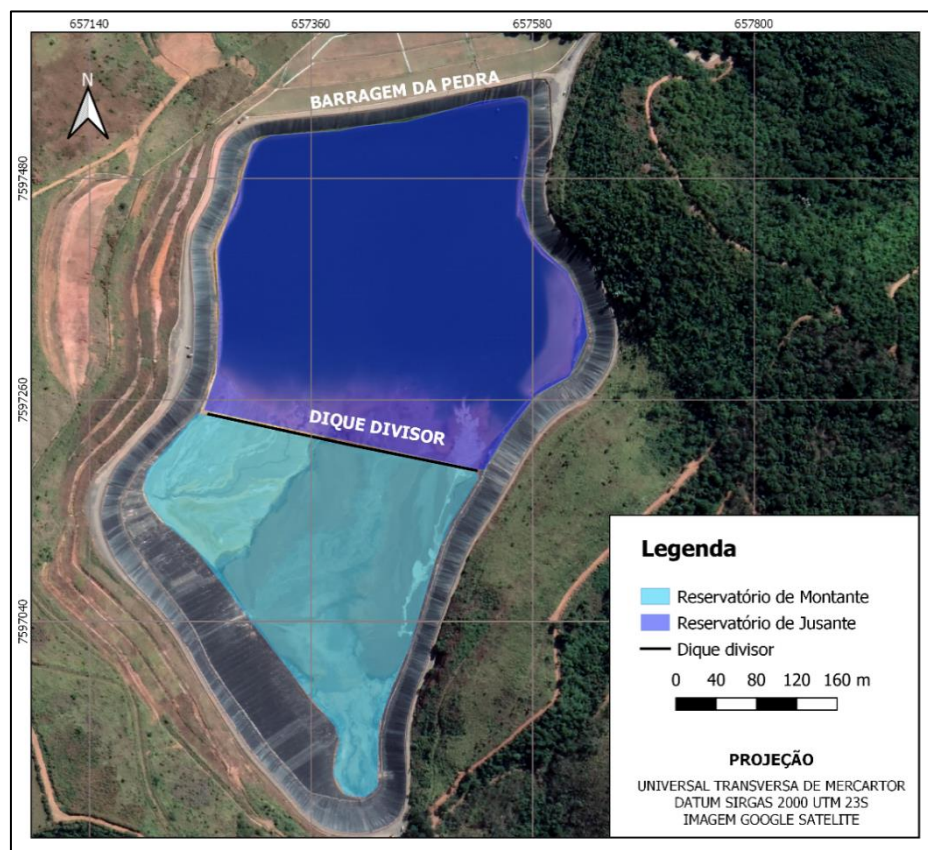
A Barragem da Pedra, atual responsável por receber resíduos de jarosita provenientes da Unidade industrial de Juiz de Fora, iniciou sua operação em setembro de 2006, quando recebeu a Licença Provisória de Operação (protocolo FEAM N° 478079/06).

A execução do complexo de obras incluindo a barragem, o reservatório, as galerias e as estradas tiveram início em julho de 2004 e durou aproximadamente 2 anos. A Barragem da Pedra com a crista do maciço na El. 751,00 entrou em operação em agosto de 2006 e, após o início de sua operação, foram constatados problemas como surgências e vazamentos, o que demandou obras de impermeabilização adicional e a criação e a execução de programa de monitoramento da qualidade da água nas nascentes.

Com o intuito de investigar em maior detalhe as causas das infiltrações e permitir complementação dos acabamentos e proteção da nova impermeabilização instalada, foi construído um dique divisor em seu reservatório o qual permitiu sua operação na parte de montante e recuperação na sua parte de jusante.

O reservatório da Barragem da Pedra apresenta sistema de impermeabilização composto por: um selo argiloso de solo compactado e controlado e a instalação de dupla camada de geomembrana impermeável em todo o reservatório. De forma a controlar a eficiência da impermeabilização foi implantado um sistema de detecção de vazamentos a partir dos níveis de terraplenagem finais do reservatório entre as camadas impermeabilizantes – visando captar e encaminhar as águas provenientes de possíveis vazamentos.

O dique divisor foi construído em solo compactado com crista na El. 748,50 e alteado na El. 751,50 conforme projeto básico datado do ano de 2010. A Barragem da Pedra, construída em solo argiloso e silto-argiloso, foi implantada com crista inicial na cota 751,00 m e, conforme projeto executivo de alteamento, o maciço foi alteado pelo método de linha de centro na El. 761,00. As estruturas e reservatórios do complexo da Barragem da Pedra são apresentados na Figura 4.1 -.



**Figura 4.1 - Reservatórios da Barragem da Pedra.**

A barragem não conta com estrutura vertente, devido às características do resíduo, de forma que o controle do nível de água (NA) máximo no reservatório deve ser feito por sistema de bombeamento, não podendo superar a cota de 759,50 m, a fim de manter borda livre de 1,50 m.

A vazão bombeada é direcionada para uma ETEI (Estação de Tratamento de Efluentes Industriais), que também atende a Barragem dos Peixes (barragem também operada pela

Nexa) e a drenagem pluvial da planta industrial. Dessa forma, a limitação da vazão de bombeamento da barragem está associada a capacidade de tratamento da ETEI (entre 300 e 330 m<sup>3</sup>/h conforme informado pela Nexa) e da vazão das outras estruturas que também são direcionadas para o referido tratamento.

As principais características da barragem estão listadas na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1 - Identificação e Características da Barragem da Pedra.**

<b>IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA</b>	
Nome da estrutura	Barragem da Pedra
Localização	KM 119 Rod BR 267 S/N , - Bairro Igrejinha, Juiz de Fora - MG, 36091-970
Coordenada geográfica do ponto central da crista do barramento;	Latitude: -21,7184445 Longitude: -43,4777147
Finalidade do barramento	Barragens para Disposição de Resíduos da Indústria
Ano de início de implantação	2004
Ano de início da operação	2006
Ano de término da operação	2030
Ano de descaracterização da barragem;	Sem data prevista para descaracterização da estrutura.
Situação de operação atual da barragem	Em operação
Volume atual do reservatório	Volume atual de água: 720.123,4 m <sup>3</sup> Volume atual de resíduo: 1.940.995,9 m <sup>3</sup> Volume atual total: 2.661.119,3 m <sup>3</sup>
Capacidade total do reservatório <sup>1</sup>	3.478.080 m <sup>3</sup>
Área do reservatório <sup>2</sup>	216.063 m <sup>2</sup>
Elevação do terreno natural no ponto baixo do barramento	Linha de escavação apresenta cota 727,00 m abaixo da crista e cota 721,00 m abaixo do dreno de pé no talude de jusante.
Altura atual do barramento	40 m entre a fundação e a crista 33 m entre o solo e a crista
Altura final do barramento prevista em projeto	40 m entre a fundação e a crista 33 m entre o solo e a crista
Alteamentos realizados e seus respectivos métodos empregados	- Dique Inicial: EL.751,0 m - Alteamento: EL.761,0 m - Método: Linha de Centro.
Alteamentos previstos	Não se aplica
Curso d'água interceptado	(x) Não; ( ) Sim; ( ) Total; ( ) Parcialmente;
Drenagem Interna	Tapete drenante e dreno de pé

<sup>1</sup> Volume do reservatório até a crista da barragem.

<sup>2</sup> Equivalente a cota da crista da barragem.

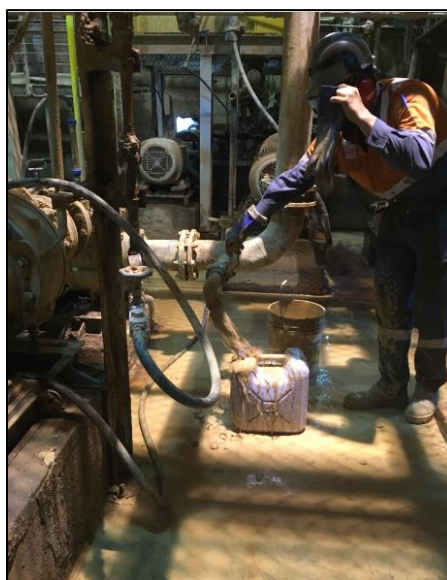
### IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA

Instrumentação<sup>3</sup>

14 piezômetros, 6 poços de monitoramento, 9 medidores de nível d'água, 14 pontos de controle de vazão, 18 marcos superficiais, 6 inclinômetros, 1 pluviômetro.

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO INDUSTRIAL

A empresa Ausenco do Brasil Engenharia Ltda realizou ensaios de análises de partículas e ensaios reológicos da amostra de resíduo da Barragem da Pedra (AdoB632) coletada na planta, ou seja, antes de seu lançamento no reservatório, em julho de 2020, conforme ilustra a Figura 4.2.



**Figura 4.2 - Coleta de amostras.**

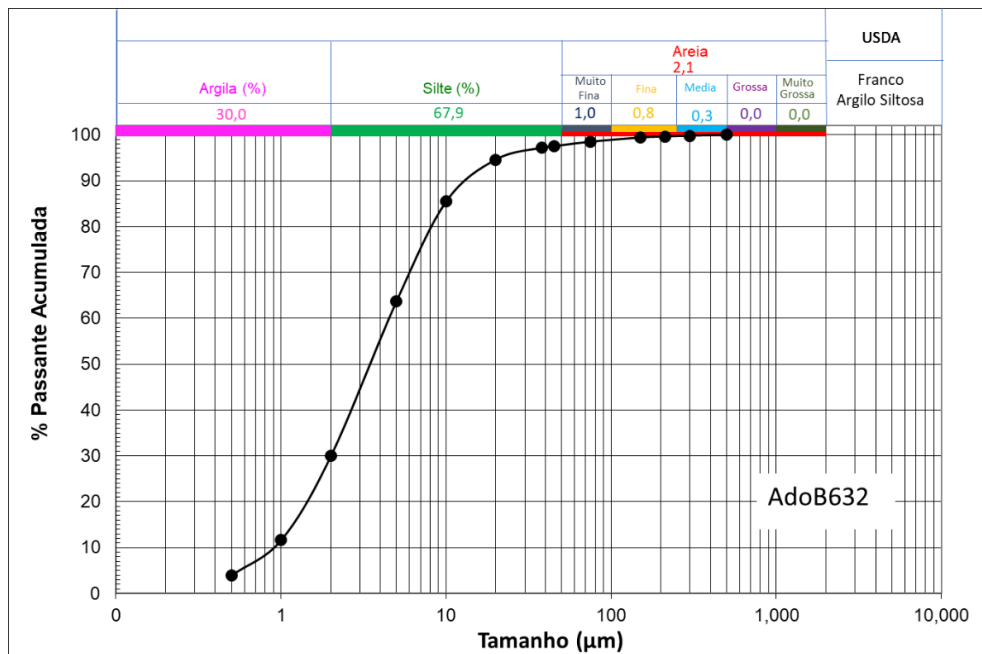
Segundo ensaios de análises de partículas realizados pela empresa Ausenco do Brasil Engenharia Ltda. em 2020, o resíduo da Barragem da pedra apresenta densidade equivalente a 3,11 t/m<sup>3</sup>. A densidade dos sólidos foi medida utilizando o método de Picnometria, sendo os resultados apresentados na Tabela 4.2 .

<sup>3</sup> De acordo com a Planilha de Instrumentação da Barragem da Pedra.

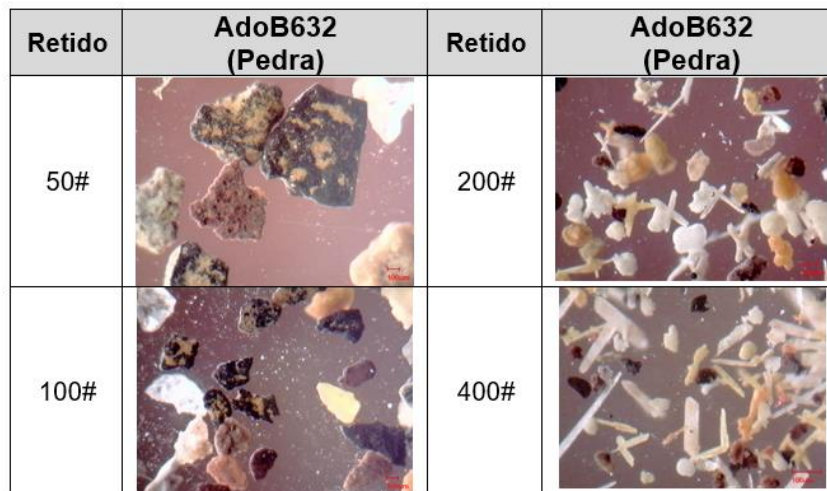
**Tabela 4.2 – Densidade dos sólidos de amostra de resíduo da Barragem da Pedra.**

Parâmetros	AdoB632	
	A	B
Balão	A	B
A (g)	144,02	143,24
B (g)	1268,92	1275,05
C (g)	1366,79	1372,37
T (°C)	25,9	25,9
$\rho_{H_2O}$ (cm <sup>3</sup> )	0,996836	0,996836
$\Delta_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	3,111	3,109
$\Delta_s$ médio(g/cm <sup>3</sup> )	<b>3,11</b>	

De acordo com os estudos realizados, o resíduo da barragem apresenta frações de argila (30%), silte (67,9%) e areia (2,1%). A curva granulométrica é apresentada na Figura 4.3 -. Já a Figura 4.4 apresenta fotos das partículas tiradas do microscópio ótico Olympus MIC-D retidas nas frações 50, 100, 200 e 400#. Conforme observado algumas partículas apresentam hábitos granulares e outras hábitos aciculares.



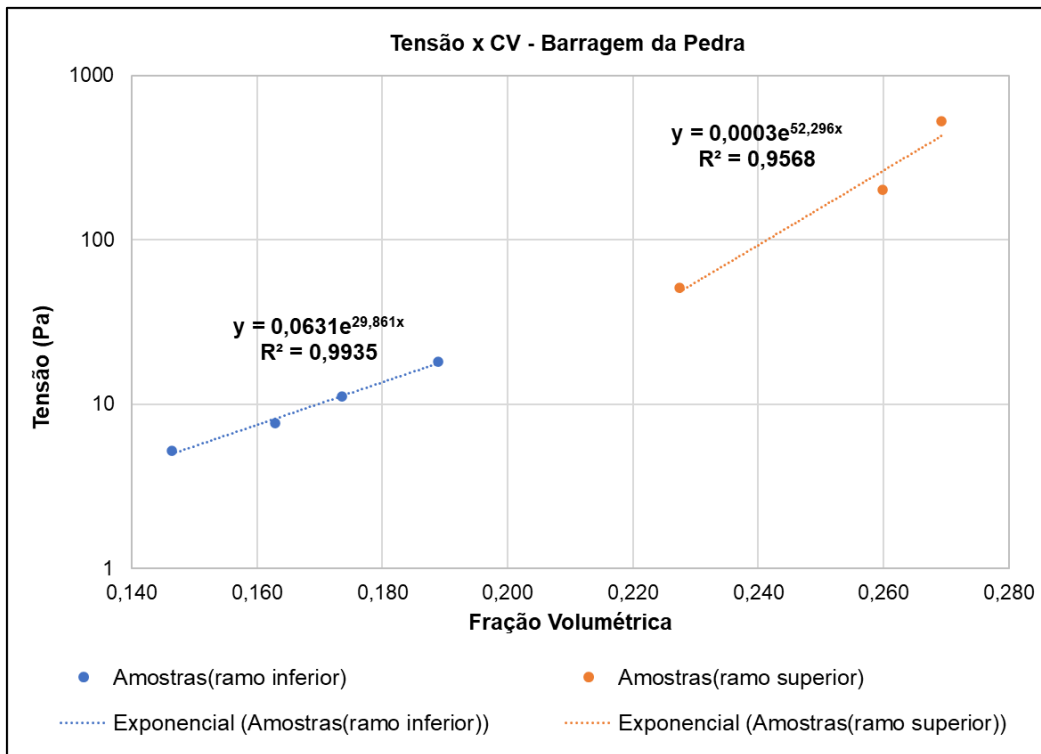
**Figura 4.3 - Curva granulométrica de amostra de resíduo – Barragem da Pedra.**



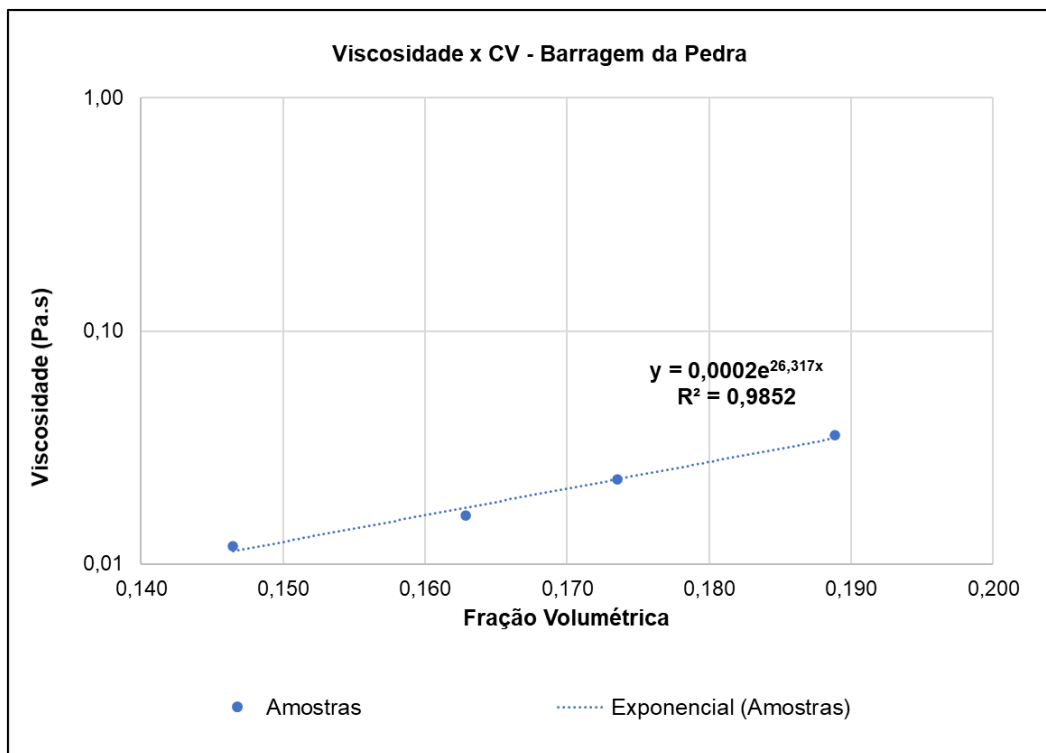
**Figura 4.4 - Imagens das Partículas Retidas nas Frações 50, 100, 200 e 400 #.**

A reologia é uma ciência que estuda o movimento da matéria e é aplicada especialmente naquelas massas que se encontram entre o sólido e o líquido. Contudo, existem muitas incertezas quanto à modelagem desse fenômeno, assim, para melhor compreensão, são necessárias análises granulométricas, forma do grão, slump, além dos ensaios cíclicos de tensão limite de escoamento e viscosidade, em uma tentativa de melhor identificar o equacionamento a ser utilizado.

O principal objetivo dos ensaios reológicos realizados é a obtenção de informações quanto aos levantamentos da fluidez das polpas e das pastas geradas pelas amostras, para serem utilizadas nos estudos de ruptura hipotética. Os resultados desses ensaios, realizados pela empresa Ausenco do Brasil Engenharia Ltda. em 2020, estão ilustrados na Figura 4.5 e Figura 4.6 -, apresentando a tensão limite de escoamento e a viscosidade em função da concentração volumétrica de sólidos das misturas analisadas. Nota-se que a relação entre a fração volumétrica e a tensão apresenta duas tendências, configurando duas curvas (ramo inferior e ramo superior).



**Figura 4.5 - Tensão limite de escoamento em função da concentração volumétrica da mistura – Barragem da Pedra.**



**Figura 4.6 - Viscosidade em função da concentração volumétrica da mistura – Barragem da Pedra.**

Além desses ensaios, em 2021 foram realizados novos ensaios de análises de partículas pela empresa ERG Engenharia LTDA. apresentados no documento 3970-X-MN-SD-21-007. Os levantamentos das amostragens de resíduo ocorreram no dia 23 de junho de 2021 sendo utilizado a embarcação para percorrer os pontos de coletas indicados pela Nexa. Foram utilizados pontos dispersos para mapeamento da variabilidade nas características geotécnicas da Barragem da Pedra, e com o auxílio de uma fita métrica para realização das medidas de profundidade e um tubo de pvc com um coletor adaptado para realizar a coleta dos materiais para análise dos dados (Figura 4.7 - ).



**Figura 4.7 - Coleta de amostras – ERG Engenharia.**

Segundo ensaios de análises de partículas realizados pela empresa ERG Engenharia em 2021 (Tabela 4.3), o resíduo da barragem da Pedra apresenta densidade real média equivalente a 3,013 g/cm<sup>3</sup> e densidade aparente seca equivalente a 0,868 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabela 4.3 - Densidade real e densidade seca – amostras de resíduo Barragem da Pedra.**

Amostras	Este	Norte	Altitude ortométrica	Densidade real $\gamma_{realg}$ - g/cm <sup>3</sup>	Densidade seca g/cm <sup>3</sup>
Amostra-01/1m	657.505,516	7.597.146,184	753,558	3,177	0,866
Amostra-02/1m	657.417,925	7.597.196,509	753,480	2,933	0,873
Amostra-02/2m	657.417,925	7.597.196,509	753,480	3,340	0,878
Amostra-03/1m	657.354,523	7.597.219,482	753,495	3,161	0,927
Amostra-03/2m	657.354,523	7.597.219,482	753,495	2,251	0,821
Amostra-04/1m	657.258,783	7.597.271,185	753,418	2,295	0,809
Amostra-05/1m	657.288,521	7.597.227,667	753,499	3,292	0,837
Amostra-05/2m	657.288,521	7.597.227,667	753,499	3,557	0,928
Amostra-06/0,30m	657.264,812	7.597.059,406	753,931	3,108	0,876
<b>Média dos resultados</b>				<b>3,013</b>	<b>0,868</b>

Fonte: ERG Engenharia (2021).

Conforme mencionado, na Barragem da Pedra são depositados resíduos de jarosita, proveniente da produção de zinco da Nexa. Devido à presença de alguns metais nas soluções de ensaios de lixiviação e de solubilização, a jarosita é classificada como resíduo Classe I - Resíduo Perigoso, de acordo a norma NBR-10.004/2004, que dispõe sobre a classificação de resíduos sólidos.

A composição química de jarosita sofre variações decorrentes, principalmente, dos tipos de concentrados tratados e eficiência do processo de operação da fábrica. De uma forma geral, os principais constituintes químicos da jarosita são ferro (11 a 16%), zinco (2,4 a 4,5%), chumbo (0,5 a 3,5%), cobre (0,25 a 1,0%), prata (100 a 320 g/t) e cádmio (0,05 a 0,50%).

#### **4.4 DESCRIÇÃO DOS ACESSOS**

A Barragem da Pedra está localizada próxima à unidade industrial da Nexa em Juiz de Fora/MG. Seu acesso, a partir do centro de Juiz de Fora, ocorre por, aproximadamente, 18,4 km pela rodovia BR-267 onde se acessa a BR-040 e segue por mais 3,7 km até acessar novamente a BR-267 sentido Caxambu. Se permanece nesta rodovia por mais 2,4 km até a portaria da Nexa para a Barragem (Figura 4.8).

Uma rota alternativa a estrutura é apresentada na Figura 4.9. Esta rota ocorre pela MG-353 por cerca de 10 km, até seu encontro na BR-040. Prosseguir na BR-040 por 14,7 km até a rotatória com a BR-267, aonde se retorna na própria BR-040 por mais 1,9 km, para realizar curva a direita para acesso local em direção ao bairro Igrejinha. Permanecer neste acesso por 9,1 km até BR-267, onde se percorre aproximadamente 1,2 km até a portaria da barragem.

A partir da portaria principal da NEXA percorre-se cerca de 3,77 km em acesso local até a crista da estrutura, conforme indicado na Figura 4.10.

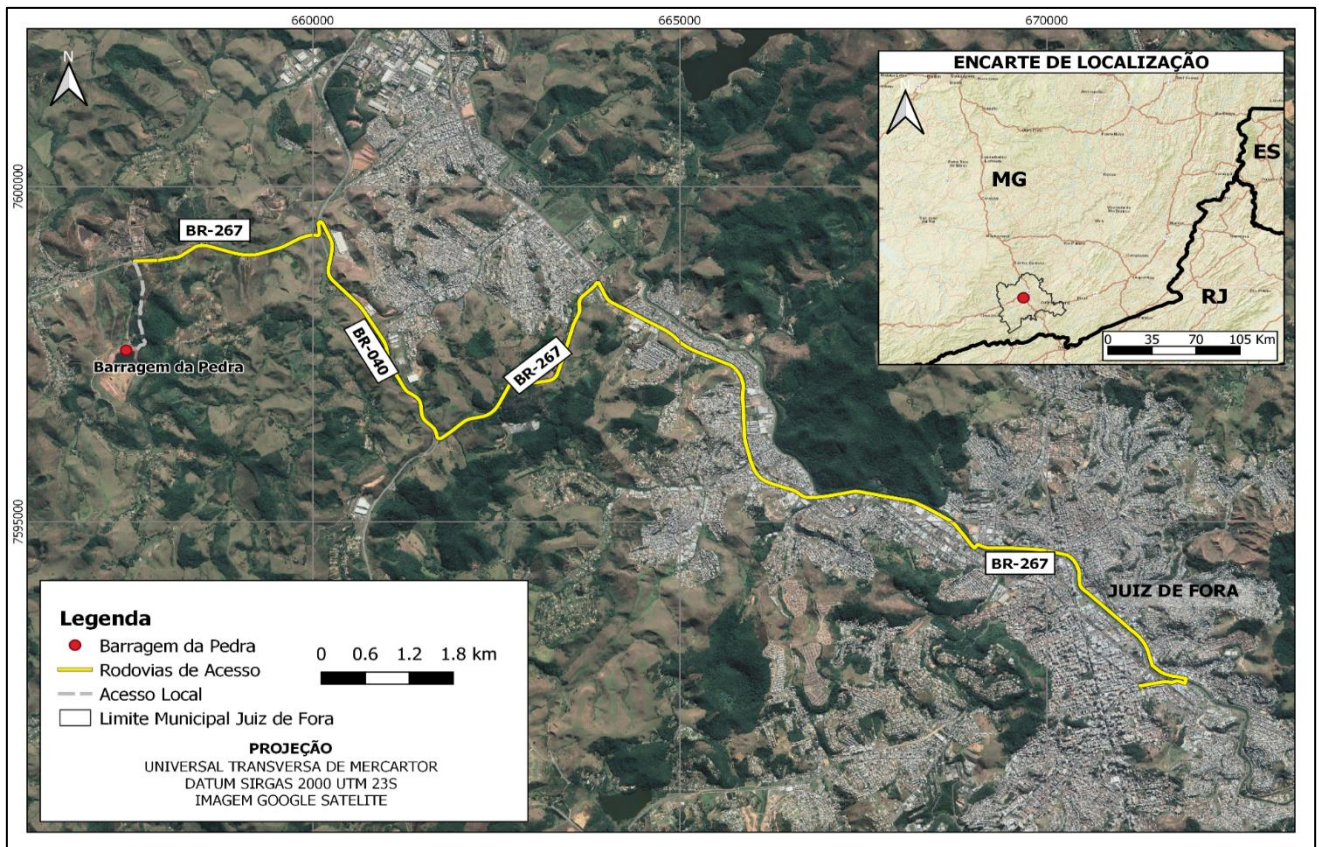


Figura 4.8 - Vias de acesso principal a Barragem da Pedra.

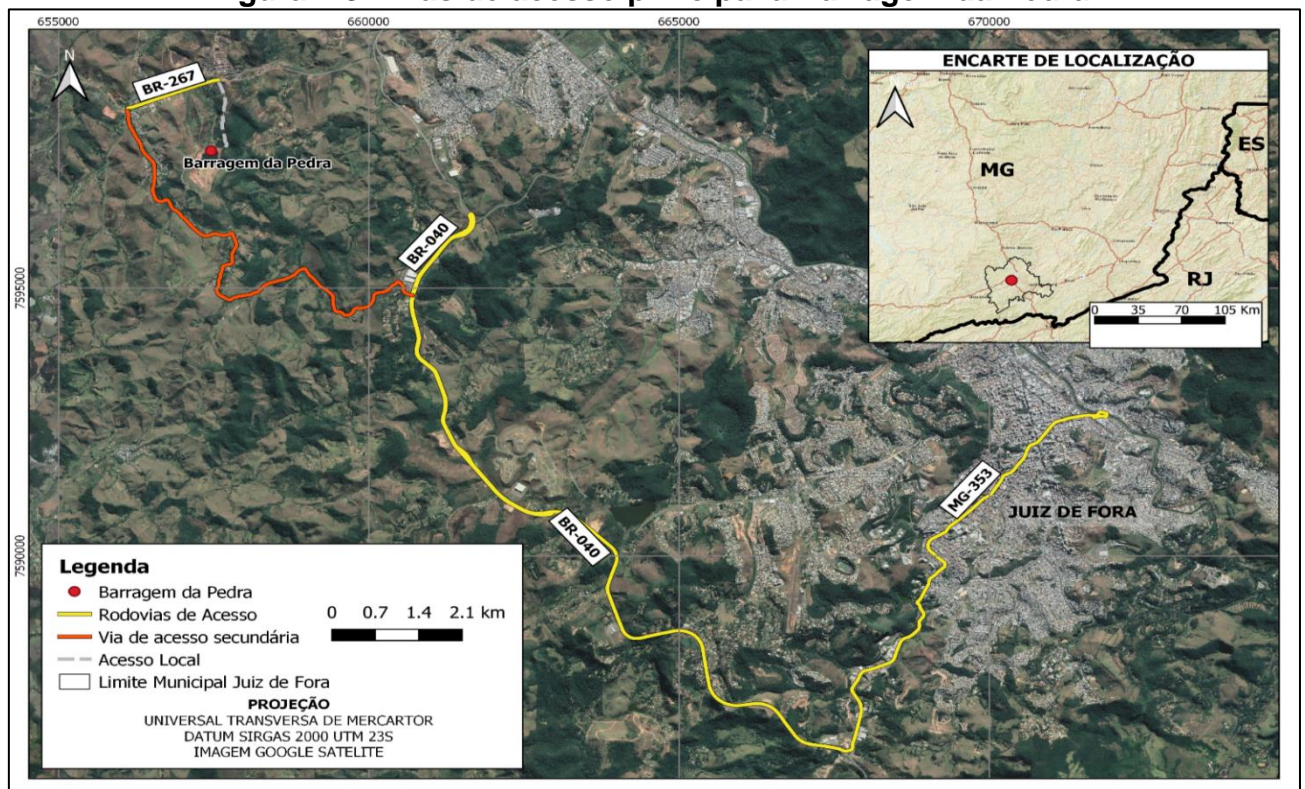
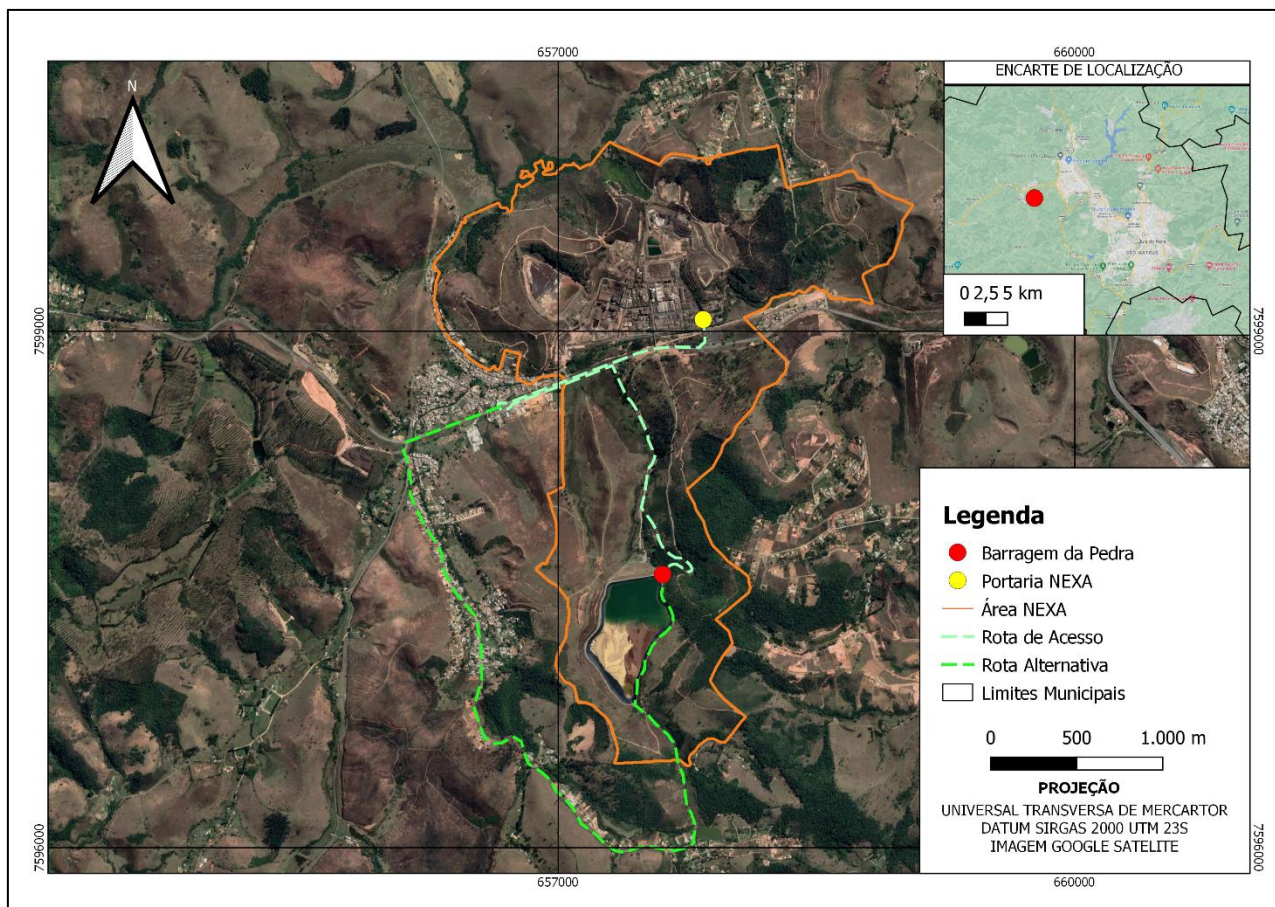


Figura 4.9 - Vias de acesso alternativo a Barragem da Pedra.



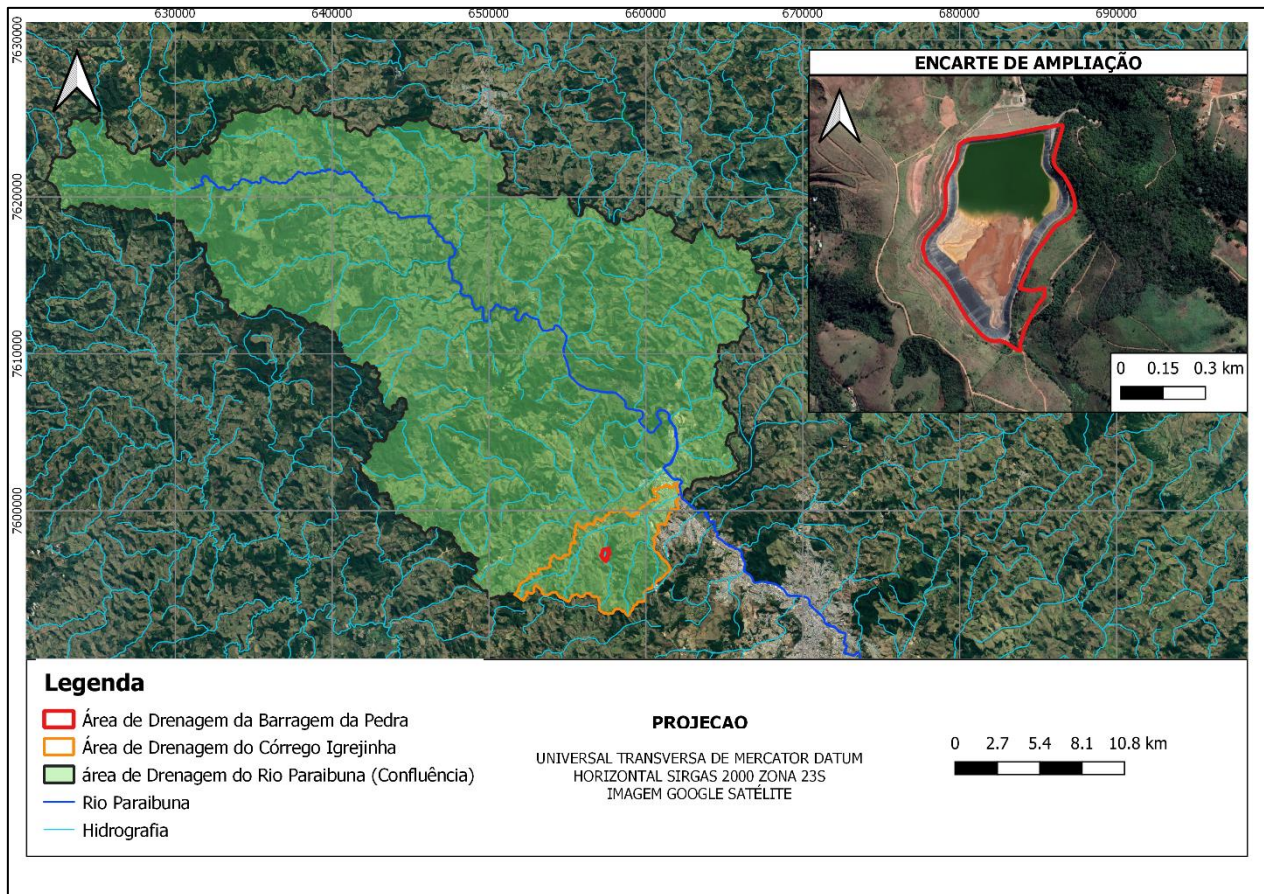
**Figura 4.10 – Vias de acesso interno para a Barragem da Pedra.**

## 4.5 CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

### 4.5.1 Características Hidrológicas

A Barragem da Pedra está localizada no córrego da Pedra, afluente pela margem direita do córrego Três Pontes (também conhecido como córrego Igrejinha), o qual é afluente pela margem direita do rio Paraibuna, que por sua vez é afluente pela margem esquerda do rio Paraíba do Sul.

A hidrografia da região é apresentada na Figura 4.11 -. Nesta figura observa-se também a área de drenagem da Barragem da Pedra, calculada em 0,26 km<sup>2</sup>.



**Figura 4.11 - Hidrografia da Barragem da Pedra.**

Quanto ao regime pluviométrico da região, este foi caracterizado considerando-se a estação Torreões (02143016), operada pela Agência Nacional de Águas – ANA, localizada a aproximadamente 20 km da estrutura.

A chuva de projeto obtida para esta estação encontra-se apresentada na Tabela 4.4 .

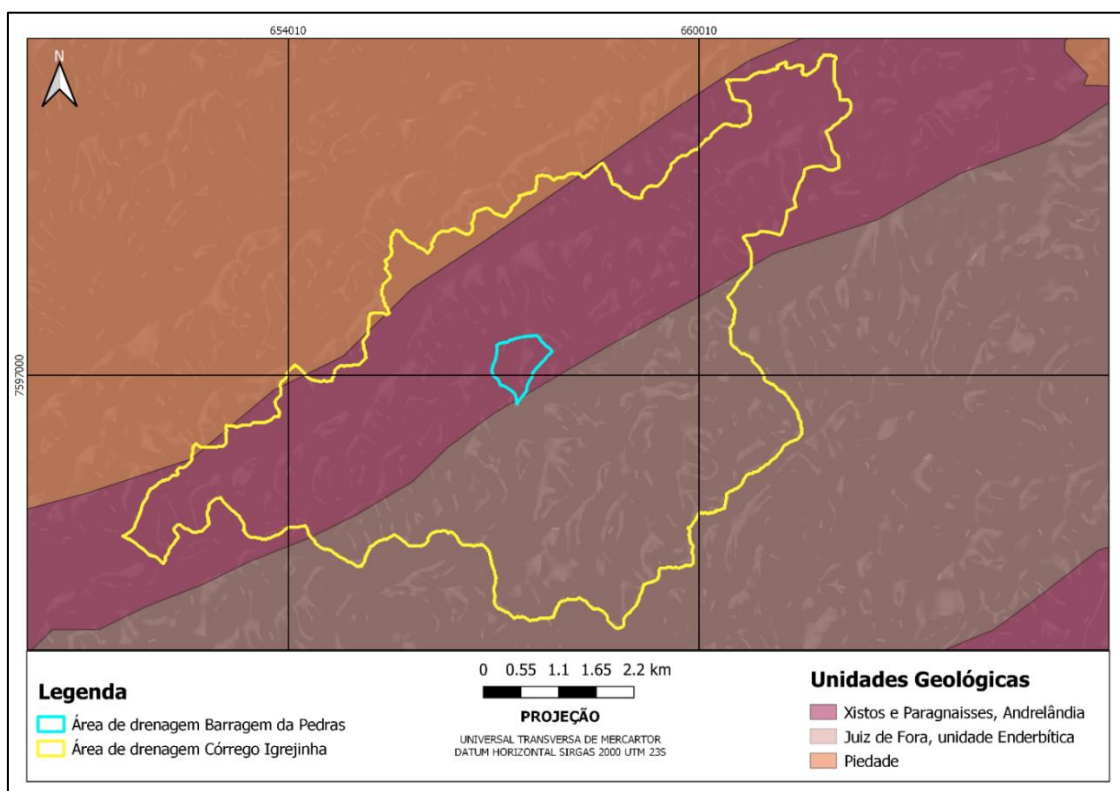
**Tabela 4.4 – Quantis de precipitação para períodos de retorno notáveis (mm) – Estação Torreões (02143016).**

Duração	Tempo de Retorno									
	2	5	10	25	50	100	200	500	1.000	10.000
5 min	9,9	13,3	15,5	18,4	20,5	19,5	21,3	23,8	25,7	32,0
10 min	18,5	24,6	28,5	33,4	37,0	38,3	41,6	45,9	49,1	59,5
25 min	29,9	39,5	45,6	53,3	58,8	63,2	68,4	75,1	80,1	95,9
30 min	32,1	42,5	49,0	57,2	63,2	68,1	73,7	80,9	86,2	103
1 hora	40,7	53,8	62,0	72,2	79,7	86,9	94,0	103	110	131
2 horas	50,9	67,5	78,2	91,5	101	111	120	133	142	171
3 horas	56,9	75,6	87,7	103	114	125	136	150	161	195
4 horas	61,1	81,3	94,4	111	123	135	147	162	174	212
6 horas	67,1	89,3	104	122	136	149	162	180	193	235
8 horas	71,3	95,1	111	130	145	159	173	192	206	252
10 horas	74,6	99,5	116	136	152	167	182	201	216	265
12 horas	77,3	103	120	142	157	173	189	209	225	276

Duração	Tempo de Retorno									
	2	5	10	25	50	100	200	500	1.000	10.000
18 horas	83,3	111	130	153	170	187	204	227	244	300
24 horas	87,5	117	136	161	179	197	215	239	257	316
2 dias	105	137	158	185	205	225	245	271	291	357
3 dias	126	170	200	237	264	292	319	355	382	472
5 dias	159	215	252	298	333	367	401	446	480	593
7 dias	191	253	293	345	383	420	458	508	545	670
10 dias	227	302	352	415	462	508	554	615	661	813
15 dias	280	370	429	504	560	615	670	743	797	980
20 dias	327	432	502	590	655	719	784	868	933	1146
30 dias	412	532	611	711	786	859,4	933	1030	1103	1346

#### 4.5.2 Características Geológicas

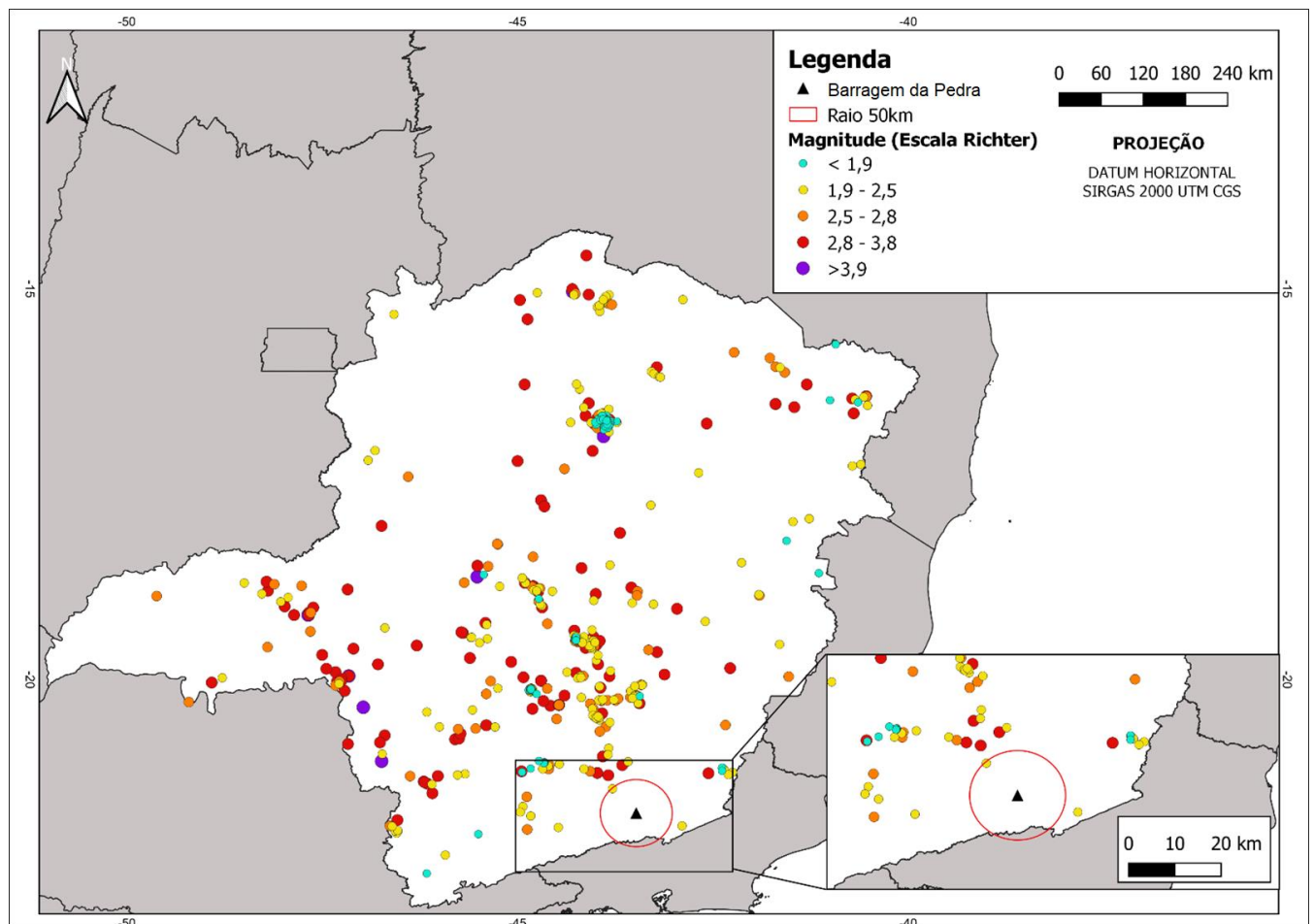
Quanto às características geológicas da região, conforme observado na Figura 4.12 -, a área de drenagem da Barragem da Pedra encontra-se na unidade geológica xisto e paragneisses. Esta unidade caracteriza-se por rochas metamórficas.



**Figura 4.12 - Unidades Geológicas Barragem da Pedra.**

### 4.5.3 Características Sísmicas

Quanto às atividades sísmicas da região, conforme observado na Figura 4.13 -, onde apresentam-se os sismos registrados em Minas Gerais entre os anos de 1980 e 2022, a atividade sísmica mais próxima da barragem observada ocorreu no município de Antônio Carlos no ano de 2016 a aproximadamente 50 km e apresentou uma magnitude de 2,2 na escala Richter.



**Figura 4.13 - Atividades sísmicas em Minas Gerais entre 1980 e 2022.**

## 5. SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Uma situação de emergência é a condição decorrente a eventos adversos que afetem a segurança da barragem e possam causar danos à sua integridade estrutural e operacional, à preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente.

Dessa forma, com o objetivo de evitar essas situações, são realizados diversos procedimentos preventivos. Porém, caso se inicie a situação de emergência, existem uma série de ações que

devem seguidas para detectar, classificar e reparar, a fim de extinguir a mesma. Todos esses procedimentos estão descritos nos itens a seguir.

## 5.1 PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS

Os procedimentos preventivos têm como finalidade garantir a integridade da estrutura e a manutenção da condição de segurança, de modo a evitar situações que ponham em risco a barragem e a área a jusante. Os procedimentos preventivos realizados pela NEXA estão descritos nos itens a seguir.

### 5.1.1 Inspeções de Segurança Regular

A **Inspeção de Segurança Regular ou de Rotina** é realizada por profissionais treinados e capacitados, integrantes do quadro da empresa ou por intermédio de equipe externa contratada. As inspeções regulares de rotina são atividades essenciais para avaliação do estado de segurança da estrutura uma vez que permitem detectar visualmente anomalias, deficiências operacionais dos elementos que compõem a estrutura e/ou outra condição que possa vir a comprometer a sua estabilidade.

De acordo com o Manual de Operação da Barragem (documento N° HBR63-22-NEXA-REL003), a **NEXA realiza inspeção de segurança de rotina com frequência mínima quinzenal no período seco, semanal no período chuvoso e logo após a ocorrência de chuvas torrenciais**, quando se realiza o preenchimento da Ficha de Inspeção Regular (FIR) e a leitura da instrumentação. Quando necessário, ou quando solicitado pelo avaliador externo, a frequência de inspeção é aumentada. A frequência mínima da leitura da instrumentação para condição de rotina é quinzenal, o item 5.1.3 apresenta outras informações referentes ao monitoramento da barragem.

Semestralmente é realizada uma inspeção por empresa especialista em geotecnia contratada pela NEXA, sendo que, anualmente a empresa contratada elabora relatório de Auditoria Técnica de Segurança, contemplando as duas visitas anuais, em conjunto com a Declaração de Condição de Estabilidade, acompanhado das ARTs dos profissionais responsáveis, devendo ser disponibilizado no local do empreendimento para consulta da fiscalização. Todos os documentos referentes à inspeção regular são anexados ao Volume III do PSB da barragem.

Anualmente, é elaborado o Relatório de Auditoria Técnica de Segurança de Barragem, obrigatoriamente por equipe externa contratada, o Decreto 48.140/2021 determina que os profissionais que realizam as auditorias técnicas de segurança de barragens, deverão se credenciar junto a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. A Lei Ordinária 23.291/2019, determina que deverá ser apresentado ao órgão ou à entidade competente do Sisema, até o dia 1º de setembro de cada ano, o relatório resultante da auditoria técnica de segurança, acompanhado da Anotação de Responsabilidade Técnica - ART do profissional responsável, junto com a declaração de condição de estabilidade da barragem.

De forma a atender à solicitação da Portaria FEAM nº 699 de junho/2023, está prevista a elaboração do Relatório de Inspeção semestral, o qual deverá apontar qualquer anormalidade identificada e apresentar os parâmetros avaliados em relação ao desempenho esperado para a instrumentação de auscultação da barragem.

### 5.1.2 Manutenção

Os serviços de manutenção da barragem são acionados a partir de observações constatadas nas inspeções rotineiras quinzenais, ou em maior frequência, em auditorias realizadas por empresas contratadas. A manutenção é programada e realizada de modo a evitar o surgimento de uma possível anomalia ou a progressão da mesma, evitando comprometer a segurança da estrutura.

### 5.1.3 Monitoramento da instrumentação

O monitoramento da barragem é realizado por meio de leitura da instrumentação e análise dos dados obtidos nessas etapas.

A instrumentação da Barragem da Pedra conta com piezômetros, poços de monitoramento, medidores de nível d'água, pontos de controle de vazão, marcos superficiais, inclinômetros e pluviômetro. As leituras da instrumentação deverão ser realizadas pela equipe técnica da barragem e avaliadas por consultores externos, independentes, com periodicidade das leituras e emissão de relatório mensal consolidado, tendo-se como objetivos correlacionar as leituras dos instrumentos com os níveis de controle e detectar condições insatisfatórias na barragem que não foram possíveis de serem observadas pela inspeção visual. Os principais aspectos a serem monitorados quanto à segurança estrutural da barragem dizem respeito à estabilidade do talude de jusante e a escorregamentos dos taludes das encostas do reservatório.

Na Tabela 5.1 são apresentados a equipe responsável pelo monitoramento e os instrumentos utilizados.

**Tabela 5.1 - Monitoramento da barragem.**

Monitoramento da Barragem	
Instrumentação	14 piezômetros
	06 poços de monitoramento
	09 medidores de nível d'água
	14 pontos de controle de vazão
	18 marcos superficiais
	06 inclinômetros
	01 pluviômetro

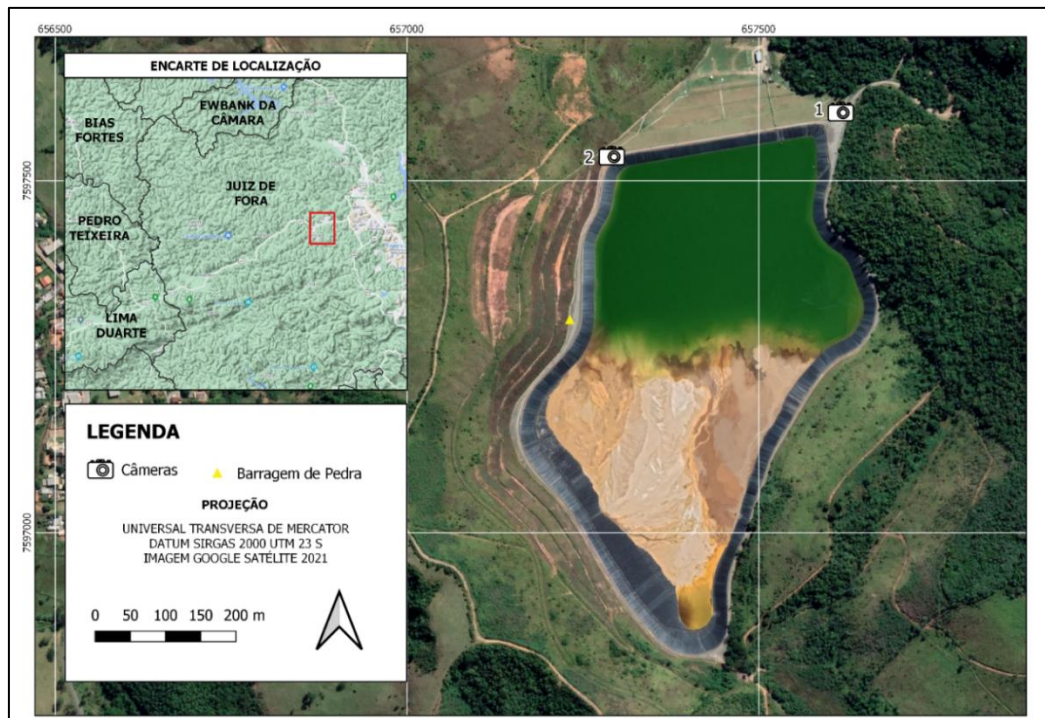
Monitoramento da Barragem	
Responsável monitoramento	
Responsável avaliação dados	

#### 5.1.4 Sala de Controle – Monitoramento e Sistema de Alarme

A sala de controle é responsável pelo videomonitoramento que funciona 24h/dia e pelo acionamento do sistema de alarme. Na Tabela 5.2 são apresentadas as informações referentes à Sala de controle além da equipe responsável, enquanto na Figura 5.1 é apresentada a posição do sistema CFTV.

**Tabela 5.2 - Sala de controle e monitoramento.**

Sala de Controle	
Nome	Sala de Controle da Hidrometalurgia
Local	Painel de Operação da Hidrometalurgia
Equipe	Operadores de turno
Supervisórios	Sirenes
Telefone	
Horário de Funcionamento	24h/dia
Monitoramento	
Sistema CFTV	2 Câmeras
Responsável monitoramento	



**Figura 5.1 - Sistema CFTV da Barragem da Pedra.**

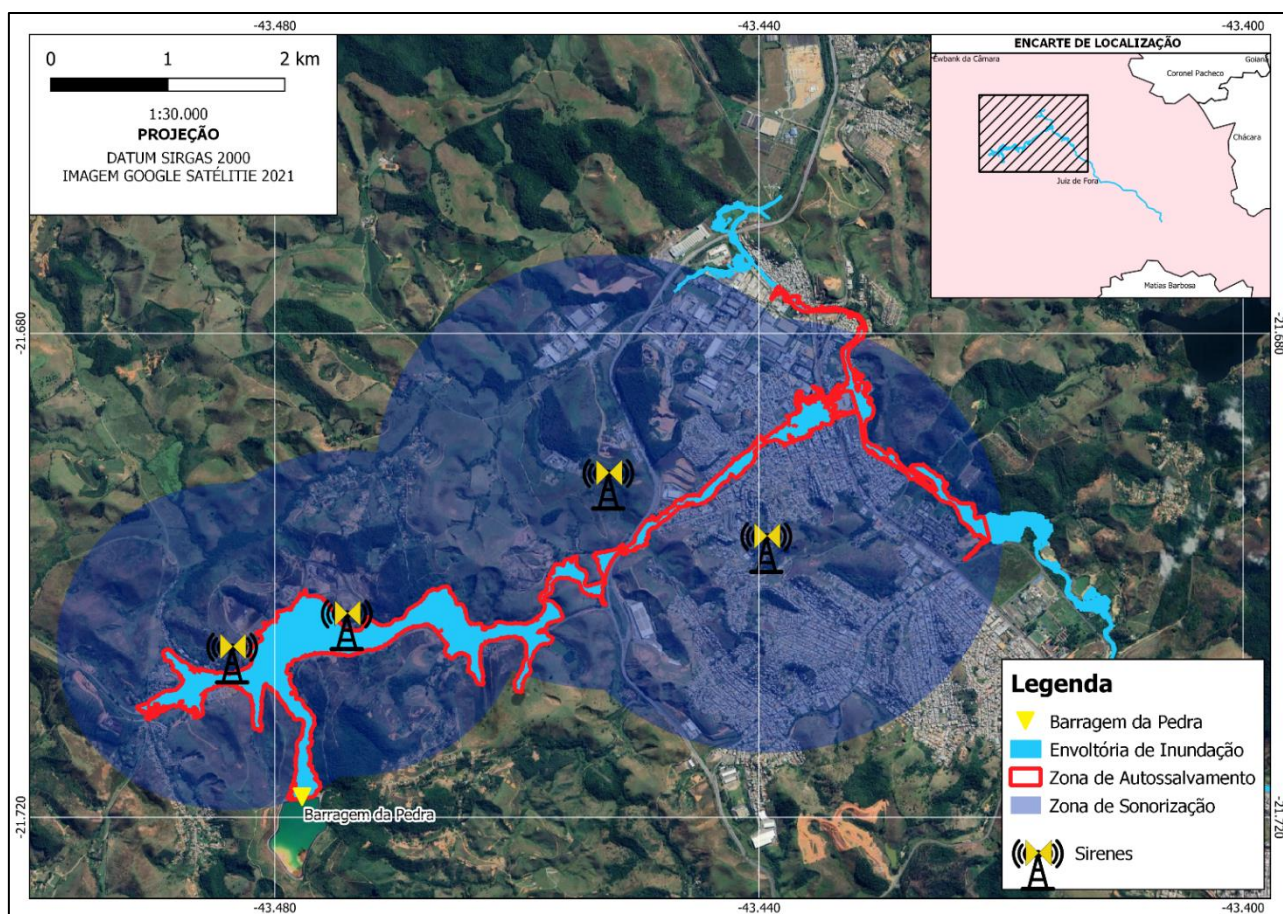
O sistema principal de alerta é constituído atualmente por quatro sirenes, como o método de evacuação em massa. Já o sistema secundário de alerta é realizado por meio de doze veículos de apoio com dispositivos sonoros, além de comunicação com os órgãos pertinentes e utilização de aplicativos de mensagens instantâneas.

Na Tabela 5.3 estão apresentados os locais de instalação das sirenes do sistema de alerta a Figura 5.2 ilustra a localização destas estruturas.

**Tabela 5.3 - Localização das sirenes do Sistema de Alerta/ Alarme.**

Sistema de Alerta	Coordenadas (SIRGAS 2000)		Endereço
	Latitude (°)	Longitude (°)	
<b>Sirene 1</b>	-21,705	-43,485	BR267, KM 119- Bairro Igrejinha, Juiz de Fora - MG, 36091-970
<b>Sirene 2</b>	-21,703	-43,474	BR267, KM 119- Bairro Igrejinha, Juiz de Fora - MG, 36091-970
<b>Sirene 3</b>	-21,691	- 43,452	Acesso s/ nome, próximo ao km 779 da BR-040 - Nova Benfica, Juiz de Fora – MG, 36092-005
<b>Sirene 4</b>	-21,697	- 43,439	Rua Poeta Célio Grunewald, 389 – Benfica, Juiz de Fora – MG, 36091-020
Veículos	Coordenadas (SIRGAS 2000)		Endereço
	Latitude (°)	Longitude (°)	
<b>Carro 1</b>	-21.709	-43.482	Rua F, 7 - Bairro Igrejinha
<b>Carro 2</b>	-21.705	-43.473	Rua 4 (Unidade Nexa) - BR-267, 970 - Bairro Igrejinha

Sistema de Alerta	Coordenadas (SIRGAS 2000)		Endereço
	Latitude (°)	Longitude (°)	
<b>Carro 3</b>	-21.705	-43.469	BR-267, 39 - Vila São João Batista
<b>Carro 4</b>	-21,691	-43,428	Av. Garcia Rodrigues Paes, 217-157 – Benfica
<b>Carro 5</b>	-21,680	-43,434	Av. Presidente Juscelino Kubitschek, 13165-12393 – Benfica
<b>Carro 6</b>	-21,678	-43,436	R. Galileu Picoreli, 295 - Distrito Industrial
<b>Carro 7</b>	-21,686	-43,435	R. Lima Duarte, 6931 – Benfica
<b>Carro 8</b>	-21,688	-43,434	R. Martins Barbosa, 26 – Benfica
<b>Carro 9</b>	-21,694	-43,444	R. Martins Barbosa, 1000-1160 – Benfica
<b>Carro 10</b>	-21,692	-43,444	R. João Ribeiro de novais, 608-626 – Benfica
<b>Carro 11</b>	-21,695	-43,448	Rodovia BR-040, 777 KM 777,2 - Distrito Industrial
<b>Carro 12</b>	-21,677	-43,439	R. Bruno Simili, 135 - Distrito Industrial



**Figura 5.2 - Localização das sirenes do Sistema de Alerta/Alarme.**

## 5.2 DETECÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

As situações de emergências serão detectadas por meio das inspeções de segurança, que serão classificadas em regular e especial.

Conforme já descrito, a Nexa realiza **Inspeção de Segurança Regular ou de Rotina**, no mínimo quinzenalmente, em que são preenchidas Fichas de Inspeção Regular. Além da dessa inspeção, semestralmente a empresa contratada especialista em geotecnia realiza a visita de inspeção e anualmente elabora o relatório de Auditoria Técnica de Segurança, contemplando as duas visitas anuais.

A Ficha de Inspeção Regular é composta pela Matriz de Classificação Quanto à Categoria de Risco (I.1– Quadro de classificação quanto à categoria de risco - 2 - Estado de Conservação) para as barragens de disposição de resíduos da indústria, do Anexo I do Decreto Estadual 48.140/2021, disponível na Tabela 5.4 -. Durante as vistorias de rotina, caso seja constatada anomalia com a pontuação máxima de 10 (dez) pontos em qualquer coluna da referida matriz, o empreendedor deverá realizar a **Inspeção de Segurança Especial (ISE)**, além de iniciar os procedimentos do PAEB e divulgação aos órgãos externos de acordo com o fluxograma de comunicação).

**Tabela 5.4 - Estado de conservação.**

ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC			
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras	Percolação	Deformações e Recalques	Deterioração dos Taludes / Paramentos
Estruturas civis bem mantidas e em operação normal /barragem sem necessidade de estruturas extravasoras	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura	Não existe deterioração de taludes e paramentos
(0)	(0)	(0)	(0)
Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados	Existência de trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva
(3)	(3)	(2)	(2)
Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem implantação das medidas corretivas necessárias	Existência de trincas e abatimentos sem implantação das medidas corretivas necessárias	Erosões superficiais, ferragem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas necessárias
(6)	(6)	(6)	(6)
Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas	Surgência nas áreas de jusante com carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura
(10)	(10)	(10)	(10)
<b>RESULTADO DA AVALIAÇÃO (<math>\Sigma</math> EC)</b>			

Em situação de **Inspeção de Segurança Especial**, a Ficha de Inspeção Especial (FIE) deverá ser preenchida diariamente por profissionais treinados e capacitados até que a anomalia detectada tenha sido classificada como extinta ou controlada. As classificações da anomalia são apresentadas a seguir:

- Extinto: quando a anomalia que resultou na pontuação máxima de 10 (dez) pontos for completamente extinta, não gerando mais risco que comprometa a segurança da barragem, ou seja, pontuação abaixo de 6 na Matriz de Classificação de Risco;
- Controlado: quando a anomalia que resultou na pontuação máxima de 10 (dez) pontos não for totalmente extinta, mas as ações adotadas eliminarem o risco de comprometimento da segurança da barragem, não obstante deva ser controlada, monitorada e reparada ao longo do tempo; e

- Não controlado: quando a anomalia que resultou na pontuação máxima de 10 (dez) pontos não foi controlada e tampouco extinta, necessitando de novas ISE e de novas intervenções a fim de eliminá-la.

Uma vez que a anomalia foi classificada como extinta ou controlada, deve-se avaliar as condições de segurança da barragem e elaborar o Relatório Conclusivo de Inspeção Especial (RCIE) da barragem (conteúdo mínimo no Anexo 11.6) exclusivamente por meio de equipe externa multidisciplinar de especialistas contratada para esta finalidade, com emissão e registro nos órgãos fiscalizadores.

Destaca-se que todas as fichas e relatórios das inspeções de segurança deverão ser anexadas ao Volume III do PSB da barragem.

De acordo com artigo 22 do Decreto nº 48.078/2020 o empreendedor deverá, uma vez terminada a situação de emergência, comunicar imediatamente à FEAM, aos órgãos de defesa civil e aos entes de proteção ao patrimônio cultural, e apresentar, no prazo máximo de sessenta dias, relatório de causas, ações e consequências do evento de emergência, o qual deve ser anexado ao PSB. O conteúdo mínimo desse relatório encontra-se no Apêndice 11.6.

Deve-se também contratar auditoria técnica extraordinária, a ser realizada por equipe externa. O Relatório da Auditoria Técnica Extraordinária deve ser apresentado na FEAM, até 120 dias após a notificação de emergência, junto com nova Declaração de Estabilidade.

Os principais eventos adversos que podem desencadear uma emergência para a Barragem da Pedra estão associados a determinadas causas, que por sua vez apresentam evidências que possibilitam sua identificação. As possíveis causas e suas evidências encontram-se apresentadas na Tabela 5.5.

**Tabela 5.5 - Causas e evidências associadas aos modos de falha passíveis de ocorrer.**

Modo de Falha	Causa	Evidências <sup>4</sup>
<b>Galgamento</b>	Volume de amortecimento insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição da borda livre a níveis inferiores a 1,5 m</li> <li>• Escoamento de água sobre o talude de jusante</li> </ul>
	Falha no sistema de bombeamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualização de objetos, troncos, animais, solo etc. dentro e/ou na entrada do sistema de bombeamento</li> <li>• Diminuição da borda livre</li> <li>• Escoamento de água sobre o talude</li> <li>• Verificação do funcionamento do sistema de bombeamento no painel da sala de controle</li> </ul>
	Vazões acima da capacidade de bombeamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição da borda livre</li> <li>• Escoamento de água sobre o talude</li> </ul>
<b>Percolação não controlada de água (<i>piping</i>) na fundação</b>	Gradientes hidráulicos elevados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surgências de água</li> <li>• Carreamento de partículas</li> <li>• Variação das poropressões (leitura dos piezômetros)</li> </ul>
<b>Instabilização</b>	Baixa resistência do material de fundação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recalque diferencial do maciço ou ruptura de taludes</li> <li>• Surgimento de trincas e/ou erosões</li> <li>• Subsidência(s)</li> <li>• Visualização de superfície crítica de ruptura</li> <li>• Observação de leituras anômalas nos marcos superficiais fora do range de dados especificado no Manual de Operação.</li> </ul>
	Presença ou surgimento de plano de deslizamento preferencial na fundação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentação vertical da estrutura, detectada através de monitoramento e inspeção de segurança</li> <li>• Surgimento de fissuras ou evolução de fissuras pré-existentes</li> <li>• Aparecimento ou intensificação de infiltrações de água nas estruturas</li> <li>• Observação de leituras anômalas nos marcos superficiais fora do range de dados especificado no Manual de Operação.</li> </ul>
	Eventos sísmicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recalque diferencial do maciço ou ruptura de taludes</li> <li>• Surgimento de trincas e/ou erosões</li> <li>• Subsidência(s)</li> <li>• Visualização de superfície crítica de ruptura</li> <li>• Observação de leituras anômalas nos marcos superficiais fora do range de dados especificado no Manual de Operação.</li> </ul>

<sup>4</sup> As evidências para cada causa apresentada são somente um indicativo inicial, devendo ser avaliado, por profissional treinado, toda e qualquer anomalia identificada.

### 5.3 CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE EMERGÊNCIA

Ao se detectar uma situação que possivelmente comprometa a segurança da barragem e/ou de áreas no vale a jusante, esta situação é avaliada e classificada por intermédio do coordenador do PAEB e da equipe de segurança da barragem, de acordo com o Nível de Emergência, conforme Art. 21 do Decreto Estadual 48.078/2020. A referida classificação está apresentada na Tabela 5.6.

**Tabela 5.6 - Níveis de Emergência - Decreto Estadual 48.078/2020.**

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	DEFINIÇÃO
<p style="text-align: center;"><b>NÍVEL 1</b> <b>ESTADO DE PRONTIDÃO</b></p>	<p>Caracteriza-se por uma situação quando detectada anomalia que resulte na pontuação máxima de 10 (dez) pontos no Estado de Conservação no Quadro de classificação quanto à categoria de risco, do Decreto Estadual 48.140/2021, ou seja, quando iniciada uma Inspeção de Segurança Especial (ISE) e para qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura.</p>
<p style="text-align: center;"><b>NÍVEL 2</b> <b>ESTADO DE ALERTA</b></p>	<p>Quando o resultado das ações adotadas para controle da anomalia de Nível 1 for classificado como “não controlado” ou “não extinto” gerando maiores riscos que comprometam a segurança da barragem, de acordo com o Decreto Estadual 48.078/2020, que estabelece como “não controlado” quando a anomalia que resultou na pontuação máxima de 10 (dez) pontos não foi controlada e tampouco extinta, necessitando de uma nova ISE e de novas intervenções a fim de eliminá-la.</p>
<p style="text-align: center;"><b>NÍVEL 3</b> <b>ESTADO DE EMERGÊNCIA</b></p>	<p>Caracteriza-se por uma situação de ruptura iminente ou que está ocorrendo.</p>

A definição do nível de emergência ocorrerá por meio de inspeções de segurança, avaliação de anomalias observadas e avaliação dos valores observados da instrumentação. A tomada de decisão e definição do nível de emergência deverá ser feita pela equipe de segurança, consultor externo, SSMA corporativo e pelo coordenador do PAEB.

Em situações em que a leitura do instrumento apresentar valores superiores àqueles tidos como referência, ou que a instrumentação apresente variações bruscas, mesmo se respeitado o nível de referência, ou ainda elevação contínua das leituras, principalmente nas épocas secas, indicando tendência de alcançar os níveis de controle, será realizada imediata análise e interpretação dos dados, bem como nova análise de estabilidade, considerando o nível de água observado no momento em todos os instrumentos. Essas ações buscam a antecipação de ações preventivas para segurança da estrutura.

#### **5.4 AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE EMERGÊNCIA**

Uma vez identificada uma situação adversa no barramento, sua gravidade é avaliada pela equipe de Geotecnia, com a classificação do nível de emergência/resposta realizada em conjunto pelo coordenador do PAEB e Equipe de Segurança Interna da Barragem (Geotecnia, Meio Ambiente, Operação e Manutenção e Corporativo).

A partir do Nível de Emergência 1, a Hidrometalurgia (equipe de operação) deve realizar procedimentos de testes para assegurar o correto funcionamento do sistema da sirene/alerta e mobilizar a equipe de manutenção responsável por essa atividade, de forma a garantir tempo hábil para manutenção em caso de falha.

Uma vez declarado o início de emergência pelo Coordenador do PAEB, o Gerente Geral irá comunicar as diretorias e acompanhar todas as atividades relacionadas à emergência até o seu encerramento, dando apoio ao Coordenador do PAEB e disponibilizando todos os recursos necessários.

De acordo com o parágrafo 3º do artigo 21 do Decreto Estadual nº48.078 declarada a situação de emergência, o coordenador do PAEB deverá comunicar o fato à FEAM, aos órgãos de defesa civil e aos entes de proteção ao patrimônio cultural, e estar à disposição por meio do número de telefone constante do PAEB para essa finalidade. No Art. 9º da Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM Nº 3.181/2022, considera que, ocorrendo quaisquer das situações de emergência, previstas no artigo 21 do Decreto nº 48.078, de 2020, o empreendedor deverá apresentar imediatamente comunicação ao Núcleo de Emergência Ambiental – NEA –, da FEAM, conforme o modelo do Apêndice 11.1 e por meio dos telefones de plantão a entrada em situação de emergência ou alteração do nível. Após o recebimento da comunicação de situação de emergência pelo NEA, o Gabinete da FEAM indicará ao representante legal do empreendimento os processos no Sistema Eletrônico de Informações – SEI – correspondentes à cada órgão, em específico, para que sejam realizados os devidos protocolos da documentação exigida nos Capítulos III e IV da referida resolução. Dessa forma, os documentos e informações relativos à situação de emergência deverão ser protocolados pelos responsáveis por barragem diretamente nos processos SEI, indicados pela FEAM, por meio de petição intercorrente. Logo, após o recebimento da documentação relativa à situação

de emergência, o órgão correspondente citado ficará inteiramente responsável pela gestão e articulação das informações junto ao empreendedor.

A Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM Nº 3.181/2022 solicita os **procedimentos relativos à situação de emergência**, sendo:

- **Ocorrendo quaisquer das situações de emergência previstas no art. 21 do Decreto nº 48.078, de 2020**, o empreendedor deverá apresentar, no prazo máximo de dez dias, as seguintes informações:
  - Justificativas técnicas que levaram à tomada de decisão para o acionamento da situação de emergência da estrutura;
  - Descrição dos procedimentos preventivos e corretivos adotados e a serem adotados, conforme estabelecido nas auditorias técnicas de segurança e no Plano de Segurança de Barragens, para retorno da condição de estabilidade ou eliminação da situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura, acompanhado de cronograma físico, quando for o caso;
  - Comprovação da execução dos procedimentos adotados, por meio de dados de inspeções a partir da detecção das anomalias, relatório técnico e fotográfico.

Ademais, a Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM Nº 3.181/2022 solicita ainda os procedimentos sintetizados abaixo e aplicados na Seção III deste plano:

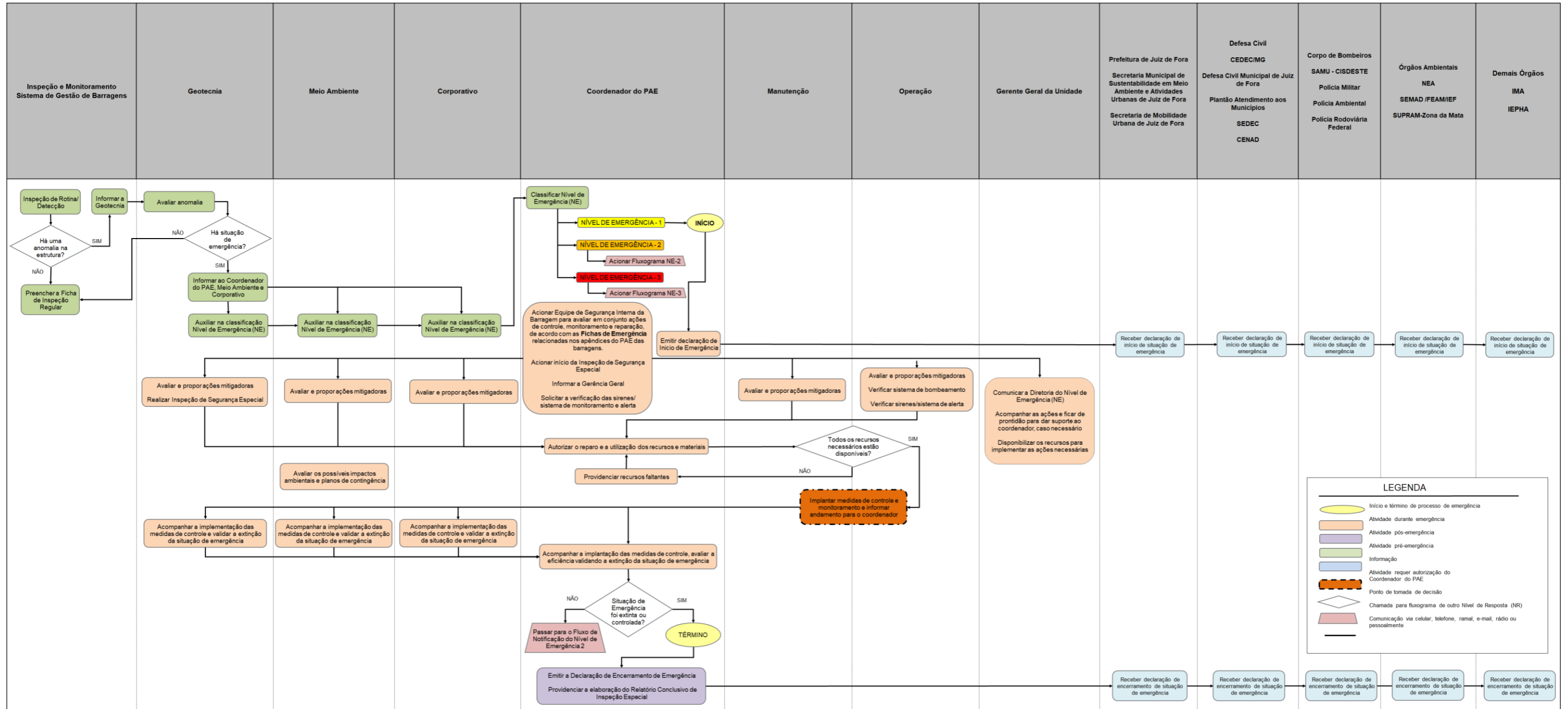
- **Comunicada a situação de emergência que implique na evacuação das pessoas da mancha de inundação:**
  - o empreendedor deverá iniciar imediatamente: a execução do plano de evacuação e destinação da fauna silvestre, exótica e doméstica;
  - o empreendedor deverá iniciar, imediatamente, a execução do plano para atendimento médico-veterinário, tratamento, manutenção e reabilitação dos animais silvestres, exóticos e domésticos evacuados e resgatados, no termo de referência disponibilizado na referida resolução, devendo estar disponíveis para uso estruturas, equipamentos e equipes, em quantidade e qualidade suficiente ao recebimento dos animais e correto manejo;
  - o empreendedor deverá providenciar equipes e equipamentos a serem mobilizados para resgate, salvamento, destinação e tratamento da fauna em caso de ruptura, em conformidade com os termos de referência do plano de resgate, salvamento e destinação de fauna silvestre, exótica e doméstica, e identificação de mortandade em caso de desastre.

- **Procedimentos relativos à situação de ruptura da barragem, conforme destacado:**
- o empreendedor deverá tomar todas as providências previstas no PAEB para essa situação e promover as adequações necessárias para resgatar animais, mitigar impactos ambientais e assegurar disponibilidade de água bruta.
  - deverão ser executadas ações previstas na referida resolução para a proteção da fauna;
  - deve ser realizada a execução imediata da avaliação de impactos decorrentes da ruptura sobre todos os aspectos ambientais conforme termos de referências disponibilizados na referida resolução;
  - deverão ser executadas ações para a proteção e monitoramento dos recursos hídricos em situação de ruptura, conforme relacionado na referida resolução.

Para descrição dos **FLUXOS DE AÇÕES ESPERADAS POR NÍVEL DE EMERGÊNCIA**, Figura 5.3, Figura 5.4 e Figura 5.5. Destaca-se que estes fluxogramas envolvem, além da equipe interna da NEXA, agentes externos que atuarão na situação de emergência. Estes agentes estão cientes do seu envolvimento em uma situação de emergência devido aos protocolos realizados e apresentados no Apêndice 11.2 e no Apêndice 11.3.

As principais **SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA, por nível de emergência**, associadas aos modos de falha possíveis, estão apresentadas na Tabela 5.7. Salienta-se que outras situações poderão ser identificadas, as quais deverão ser avaliadas e classificadas pela equipe de segurança da barragem.

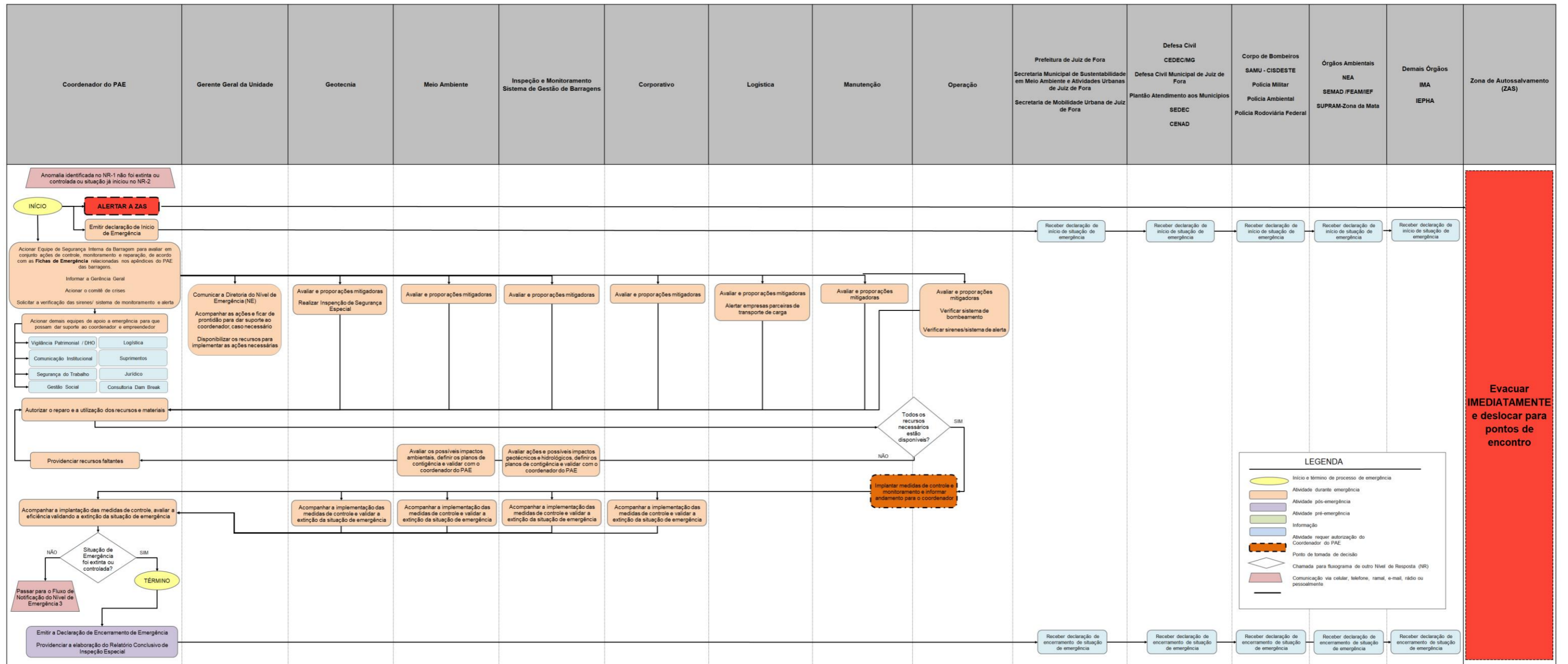
NÍVEL DE EMERGÊNCIA 1\* (NE-1)



Nota 1: Este Fluxograma de notificação apresenta os principais envolvidos quando do acionamento do NE-1. Outros grupos também poderão participar da Notificação, a critério do Empreendedor e/ou Coordenador do PAE.  
 Nota 2: Todos os Formulários de inspeção regulares e especiais deverão ser inseridos no PSB (Volume III - Registros e Controles).  
 Nota 3: Cada Equipe responsável pelo atendimento de emergência deverá consultar os procedimentos específicos da área para estabelecimento no Item 8 - Responsabilidades Gerais no PAE.  
 Nota 4: As demais equipes não apresentadas nesse fluxograma podem ser acionadas caso o coordenador do PAE julgue necessário.

Figura 5.3 - Fluxograma de Notificação para Nível de Emergência 1 da Barragem da Pedra.

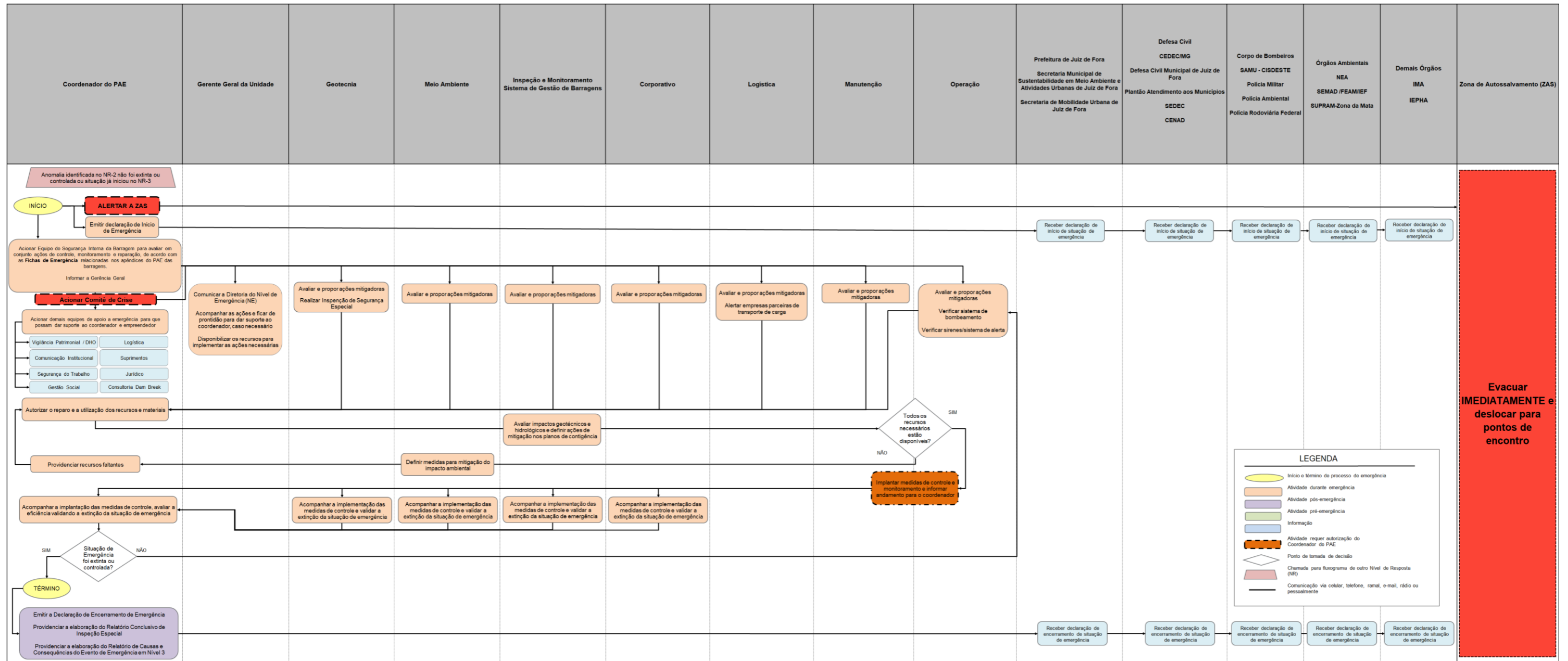
NÍVEL DE EMERGÊNCIA 2ª (NE-2)



Nota 1. Este Fluxograma de notificação apresenta os principais envolvidos quando do acionamento do NE-2. Outros grupos também poderão participar da Notificação, a critério do Empreendedor e/ou Coordenador do PAE.  
 Nota 2. Todos os Formulários de inspeção regulares e especiais deverão ser inseridos no PSB (Volume III - Registros e Controles).  
 Nota 3. Cada Equipe responsável pelo atendimento de emergência deverá consultar os procedimentos específicos da área para estabelecimento no Item 8 - Responsabilidades Gerais no PAE.

Figura 5.4 - Fluxograma de Notificação para Nível de Emergência 2 da Barragem da Pedra.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA 3\* (NE-3)



Nota 1: Este Fluxograma de notificação apresenta os principais envolvidos quando do acionamento do NE-3. Outros grupos também poderão participar da Notificação, a critério do Empreendedor e/ou Coordenador do PAE.  
 Nota 2: Todos os Formulários de inspeção regulares e especiais deverão ser inseridos no PSB (Volume III - Registros e Controles).  
 Nota 3: Cada Equipe responsável pelo atendimento de emergência deverá consultar os procedimentos específicos da área para estabelecimento no Item 8 - Responsabilidades Gerais no PAE.

Figura 5.5 - Fluxograma de Notificação para Nível de Emergência 3 da Barragem da Pedra.

**Tabela 5.7 - Relação das situações de emergência com respectivos Níveis de Emergência e Fichas de Emergência.**

Situação de Emergência	Modos de Falha	Nível de Emergência (NE)	Ficha de emergência correspondente
Redução da borda livre e/ou diminuição do volume de amortecimento, com redução da capacidade bombeada ou sistema de bombeamento com problema identificado ou sem sistema de bombeamento	Galgamento	1	FICHA Nº 1
As ações adotadas no NE-1 não foram efetivas e, portanto, <u>a anomalia não foi extinta ou controlada.</u>		2	FICHA Nº 5
Galgamento do barramento com erosão do seu maciço e formação de brecha. A ruptura é iminente ou está ocorrendo.		3	FICHA Nº 9
Carreamento de material ou aumento de vazão em surgência posicionada nas ombreiras ou taludes com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.	Piping	1	FICHA Nº 2
As ações adotadas no NE-1 não foram efetivas e, portanto, <u>a anomalia não foi extinta ou controlada.</u>		2	FICHA Nº 6
Erosão regressiva ( <i>piping</i> ) com evolução e desenvolvimento da brecha de ruptura. Ruptura iminente ou está ocorrendo.		3	FICHA Nº 10
Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (deformações e recalque).	Instabilização	1	FICHA Nº 3
As ações adotadas no NE-1 não foram efetivas e, portanto, <u>a anomalia não foi extinta ou controlada.</u>		2	FICHA Nº 7
Instabilização em evolução. A ruptura é iminente ou está ocorrendo.		3	FICHA Nº 11
Ocorrência de sismo levando a instabilização da estrutura, com potencial de comprometimento da segurança da mesma.		1	FICHA Nº 4
As ações adotadas no NE-1 não foram efetivas e, portanto, <u>a anomalia não foi extinta ou controlada.</u>		2	FICHA Nº 8
Estabilidade da estrutura foi afetada de modo severo. Ruptura iminente ou está ocorrendo.		3	FICHA Nº 12

Para a descrição detalhada das **AÇÕES CORRETIVAS A SEREM TOMADAS** para cada situação de emergência, por nível de emergência, **consulte as Fichas de Emergência nos Apêndices 11.7 a 11.9.**

## 5.5 CENTRO DE OPERAÇÕES EMERGÊNCIAIS

Em caso de emergência os responsáveis envolvidos no gerenciamento da crise estarão reunidos no atual Centro de Treinamento da NEXA. A Tabela 5.8 apresenta a infraestrutura disponível nesse local, que poderá ser utilizada no momento da emergência.

**Tabela 5.8 - Infraestrutura disponível no Centro de Operações Emergenciais.**

Material / Equipamento	Quantidade
Rádios Ubiquit Powerbim com cabos, terminais. Fixadores, filtros de linha.	02
Suportes de fixação dos rádios	02
Monitor Profissional 65" com suporte	01
Switch POE edge 8XP	01
Estação de CFTV DELL de 1TB	01
Rack 24U	01
Materiais para recuperação da sala	01
Mesa de Estação	01
Cadeira	01

## 6. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO

Os procedimentos de notificação incluem o Fluxograma de Notificações e o Sistema de Alerta. Os fluxogramas associados aos níveis de emergência foram apresentados anteriormente na Figura 5.3, Figura 5.4 e Figura 5.5.

### 6.1 NOTIFICAÇÃO NA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO

O Sistema de Alerta compreende os equipamentos e os recursos disponíveis para comunicação à população da Zona de Autossalvamento (ZAS) sobre o perigo iminente.

A ZAS é definida pela Lei Estadual 23.291/2019 e pela Lei Federal 14.066/2020 como a região do vale a jusante da barragem em que se considera que os avisos de alerta à população são da responsabilidade do empreendedor, por não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em situações de emergência, devendo-se adotar a maior entre as duas seguintes distâncias: a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos ou 10 km.

No presente estudo a **ZAS FOI DEFINIDA COMO A DISTÂNCIA DE 10 KM**, conforme será apresentado no item 9.2.

Conforme legislação supracitada, é **DE RESPONSABILIDADE DO EMPREENDEDOR ALERTAR A POPULAÇÃO DA ZAS EM CASOS DE NÍVEL DE EMERGÊNCIA 3**, porém a **ZAS será alertada a partir do Nível de Emergência 2**, buscando o conceito de prontidão para evacuação das pessoas para pontos de encontro.

Este alerta ocorrerá por diferentes mecanismos de comunicação, sendo estes acionamentos sonoros, comunicação direta com deslocamento imediato a área e contatos para telefones cadastrados da comunidade e demais agentes públicos. A NEXA disponibilizará um sistema secundário de alerta, por meio de carros de som, para que seja possível alertar as populações da ZAS de forma eficaz.

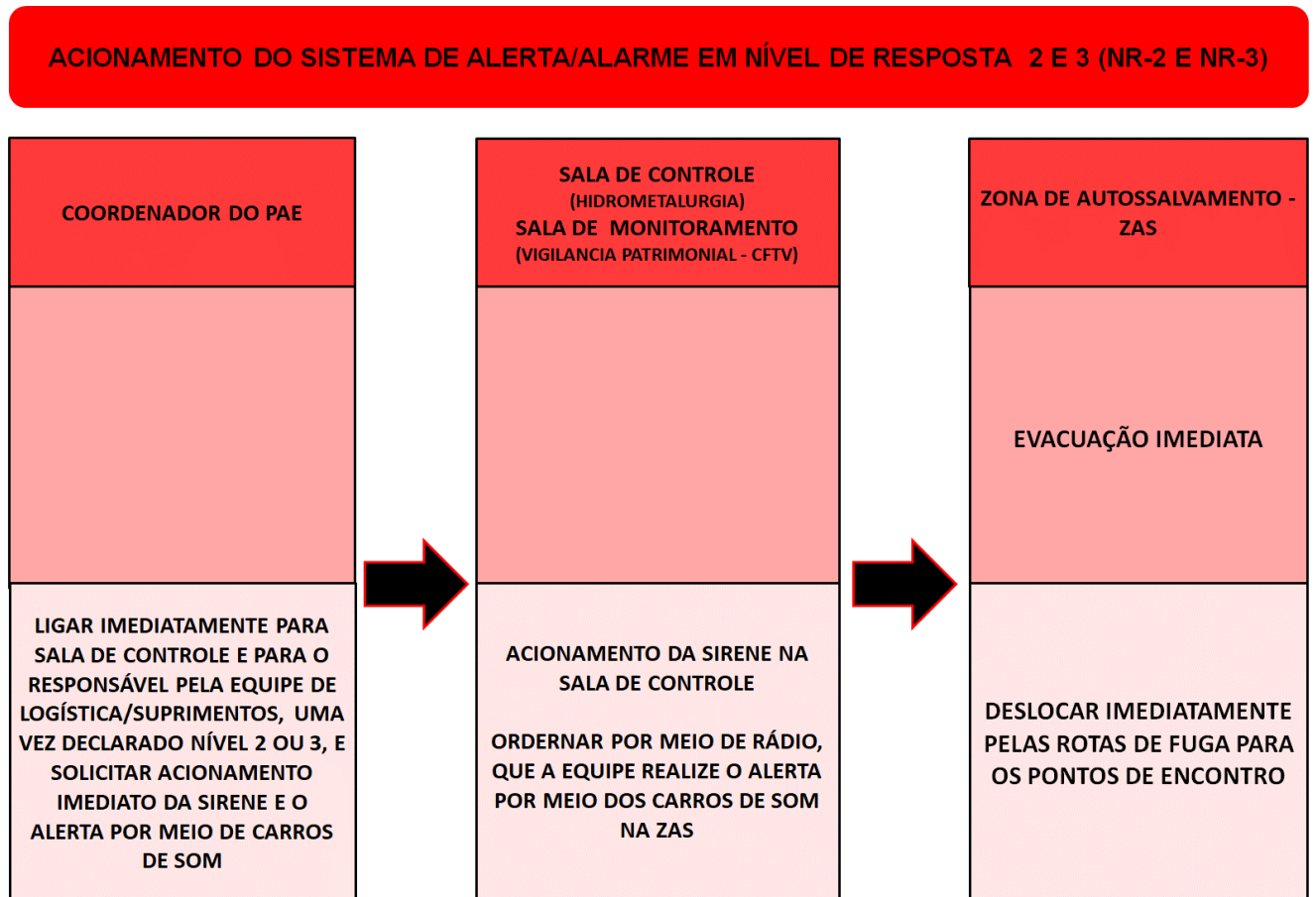
Uma vez declarados os Níveis de Emergência 2 ou 3, o coordenador do PAEB deverá entrar em contato imediatamente com a Sala de Controle, demandar o operador do turno e realizar o comando autorizativo de acionamento do sistema de alerta. O coordenador do PAEB fornecerá a senha para que o operador da sala de controle possa acessar o sistema no módulo em que é permitido o acionamento das sirenes em modo de emergência. Este módulo apenas é acessado com o fornecimento das senhas do coordenador do PAEB ou de seu suplente.

Em caso de falha de comunicação entre as sirenes e o sistema automático, o acionamento deverá ser feito de forma manual e *in loco*, por meio do painel de emergência, que se localiza na torre de cada sirene, seguindo o procedimento interno da NEXA.

A ação acionada nas sirenes é a de “Emergência e Evacuação”, a qual emitirá um toque contínuo de 30 segundos, uma mensagem pré-gravada com a seguinte mensagem: **“ATENÇÃO, esta é uma ordem para evacuação, se mantenham calmos e sigam para os pontos de encontro. Esta é uma ordem para evacuação, obedecem a nossas instruções de segurança e se mantenham calmos.”**, e posteriormente um toque contínuo de mais 30 segundos. O ciclo se repetirá de forma ininterrupta até que todas as pessoas potencialmente afetadas tenham se dirigido para os pontos de encontro.

A mensagem de emergência real será emitida em todas as sirenes, que soarão de forma simultânea.

A Figura 6.1 apresenta o fluxograma de ações para o referido acionamento.



**Figura 6.1 - Fluxograma de acionamento do sistema de alerta/alarme.**

As demais regiões fora da ZAS, isto é, a Zona de Segurança Secundária (ZSS), deverão ser comunicadas e evacuadas pela defesa civil.

## **7. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS DISPONÍVEIS PARA USO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA**

Os recursos disponíveis para tratamento das causas da situação adversa identificada na barragem são apresentados na Tabela 7.1.

Os recursos descritos abaixo estão disponíveis dentro do processo de operação e, em caso de emergência, serão revertidos para atendimento no controle da situação adversa.

**Tabela 7.1 - Estimativa de materiais/equipamentos disponíveis e sua localização**

<b>Material/ Equipamento</b>	<b>Localização</b>
Ambulância	Disponível no Ambulatório Médico da unidade (Planta industrial)
Veículos leves	Disponível com as Equipes de Segurança da Barragem (Operação e Manutenção, Geotecnia e Meio Ambiente)
Cones e itens de sinalização	Disponível na Brigada do Complexo Operacional
Ferramentas diversas	Disponível na Brigada do Complexo Operacional
Iluminação	Disponível na Brigada do Complexo Operacional
<b>Equipamento de Terraplenagem</b>	
<p>Disponível com empresas que fornecem equipamentos a unidade:</p> <p style="margin-left: 40px;"><u>Ph Equipamentos</u></p> <p style="margin-left: 40px;"><u>Frank Equipamentos</u></p>	
<b>Ferragens e Ferramentas</b>	
<p>Disponível com empresas que fornecem equipamentos a unidade:</p> <p style="margin-left: 40px;"><u>COFESA - Comércio de Ferragens Santos</u></p> <p style="margin-left: 40px;"><u>Irmãos Perobelli Comercio de Ferragens</u></p>	
<b>Equipamento Rebaixamento Nível de Água</b>	
Sistema de bombeamento reserva	Disponível na unidade
Gerador de energia	Disponível na unidade

Materiais de Construção	Localização	Quantitativos
Cal	<u>Ferreirão Distribuidor de Cimento I</u>	150 m <sup>3</sup>
Cimento		150 m <sup>3</sup>
Areia grossa		1.500 m <sup>3</sup>
Brita (1 e 3)		1.500 m <sup>3</sup>
Enrocamento de 20 cm		1.500 m <sup>3</sup>
Sacos (aniagem, rafia, juta ou similar)		100 sacos
Manta Geotextil Drenante (tipo Bidim)	<u>Recolast Impermeabilizacoes Eireli</u>	350 m <sup>2</sup>

## 8. RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAEB

As atuações no PAEB estão divididas em dois níveis:

**INTERNO:** atuação é exercida por funcionários da NEXA que têm como responsabilidades: a detecção, avaliação e classificação da emergência, bem como a tomada de decisão, a execução das ações corretivas, o alerta à população da zona de autossalvamento e a notificação/comunicação aos agentes externos.

**EXTERNO:** atuação dos agentes externos (autoridades e órgãos públicos) que têm como responsabilidade formal atuar durante a ocorrência de situações de emergência nos municípios, por meio da ação coordenada entre estes nas diferentes esferas (municipal, estadual e/ou federal).

### 8.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR (GERENTE GERAL DA UNIDADE)

De acordo com a Lei Estadual Nº 23.291/2019, o empreendedor é o responsável pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento e/ou delegação das ações necessárias para garantir a segurança nas fases de planejamento, projeto, instalação, operação e desativação e em usos futuros da barragem.

As principais atribuições do Empreendedor ou Responsável Legal pelo Empreendimento são:

- Prover os recursos necessários à garantia de segurança da barragem e, em caso de acidente ou desastre, à reparação dos danos à vida humana, ao meio ambiente e aos patrimônios público e privado, até a completa descaracterização da estrutura;

- Disponibilizar informações, de ordem técnica, para a Defesa Civil, prefeitura e demais instituições indicadas pelo governo municipal quando solicitado formalmente;
- Promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades (Apêndice 11.4 e Apêndice 11.5);
- Realizar, anualmente, exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem, juntamente com os órgãos locais de proteção e defesa civil,
- Instalar, nas comunidades inseridas na ZAS, sistema de alarme contemplando sirenes e outros mecanismos de alerta adequados ao eficiente alerta na ZAS, mantendo os mesmos em condições adequadas de funcionamento.
- Disponibilizar à população meio redundante de sinalização de emergência, em comum acordo com o município, nas áreas concernidas dentro da ZAS;
- Disponibilizar à Prefeitura ou Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil materiais informativos e educativos que demonstrem os procedimentos de evacuação em locais que pertençam à ZAS, tais como postos de saúde, hospitais, escolas, restaurantes, hotéis, pousadas e demais locais com recepção e trânsito de turistas; e materiais informativos e mapas a serem distribuídos à população que pode ser afetada para orientação quanto a localização das áreas sujeitas à inundação e conhecimento geral sobre segurança de barragens;
- Promover, no mínimo uma vez por ano, ações de preparação e promoção à cultura de prevenção com crianças e jovens (seminários, workshops, dentre outros) nos municípios localizados na ZAS, preferencialmente nas comunidades e locais potencialmente afetados. Poderão ser realizados também tais ações na ZSS em cooperação e sob orientação do Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil. Promover, no mínimo uma vez por ano, reuniões públicas com cada comunidade ou setores de risco, voltadas ao esclarecimento de dúvidas, divulgação dos procedimentos de segurança e preparação nos municípios concernidos na ZAS preferencialmente nas comunidades e locais potencialmente afetados;
- Apoiar o Coordenador Municipal de Proteção e Defesa Civil na elaboração do relatório do exercício simulado e enviar à CEDEC/MG juntamente com o PAEB;
- Garantir a transparência de informações, a participação e o controle social;
- Designar formalmente um coordenador e seu substituto para coordenar as ações descritas no PAEB;
- Possuir equipe de segurança capaz de detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de emergência;
- Avaliar, em conjunto com a equipe técnica de segurança de barragem, a gravidade da situação de emergência identificada;
- Declarar formalmente o início de uma situação de emergência aos órgãos externos;
- Em caso de acionamento de nível 1, nível 2, nível 3 ou ruptura da barragem, realizar as respectivas ações previstas na Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 3.181/2022, Portaria IMA nº 2047/2021 e Portaria IEPHA nº 7/2021;

- Executar as ações e notificações previstas no fluxograma;
- Notificar a defesa civil estadual, municipal e nacional, o(s) município(s) potencialmente atingidos (Prefeituras e as Defesas Civil dos municípios), a FEAM, os órgãos de defesa civil e aos entes de proteção ao patrimônio cultural, o Corpo de Bombeiros e a Polícia Militar;
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento (ZAS), nos níveis de emergência 2 e 3, sem prejuízo das demais ações previstas no PAEB e das ações das autoridades públicas competentes;
- Estabelecer, em conjunto com a Defesa Civil e Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS sobre procedimentos a serem adotados nas situações de emergência;
- Acompanhar o andamento das ações realizadas, frente à situação de emergência, e verificar se os procedimentos necessários foram seguidos;
- Manter contatos em nível institucional com o órgão público com função de defesa civil municipal e, se necessário, com outros órgãos públicos e empresas de serviços;
- Elaborar, junto com a equipe de segurança interna, a Declaração de Encerramento de Emergência;
- Providenciar a elaboração do Relatório de Inspeção de Segurança Especial, uma vez terminada a situação de emergência;
- Providenciar a elaboração do Relatório de Causas e Consequências do Evento de Emergência, com a ciência do responsável legal da barragem, dos organismos de defesa civil e da(s) prefeitura(s) envolvidas;
- Prestar apoio técnico aos municípios potencialmente impactados nas ações de elaboração e desenvolvimento dos Planos de Contingência Municipais, realização de simulados e audiências públicas;
- Contratar equipe externa para realizar Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança e relatório;
- Emitir Declaração de Condição de Estabilidade.
- Abrigar e hospedar as pessoas remanejadas.
- Interditar as áreas e acesso impactadas.
- Dar a segurança necessária aos locais evacuados de terceiros.
- Garantir a remoção e acomodação dos animais (veterinários).

## **8.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAEB**

O coordenador do PAEB é o profissional, designado pelo Empreendedor da barragem, com autonomia e autoridade para mobilização de equipamentos, materiais e mão de obra a serem utilizados nas ações corretivas e/ou emergenciais, treinado e capacitado para o desempenho da função.

Suas principais atribuições durante uma situação de emergência são:

- Ter pleno conhecimento do conteúdo do PAEB, nomeadamente do fluxo de notificações;
- Assegurar a divulgação do PAEB e o seu conhecimento por parte de todos os participantes, inclusive de suas responsabilidades;
- Planejar e realizar as simulações de evacuação;
- Realizar reuniões periódicas com a Equipe de Segurança Interna da Barragem;
- Providenciar a revisão do PAEB e seus anexos sempre que necessário;
- Definir o nível e declarar uma situação de emergência;
- Definir o nível e declarar uma situação de emergência;
- Avaliar a gravidade da situação de emergência em conjunto com a equipe de segurança de barragem e informar o empreendedor, e classificar o nível de emergência;
- Notificar a defesa civil estadual, municipal e nacional, a prefeitura, a FEAM, os órgãos ambientais, os órgãos de defesa civil e aos entes de proteção ao patrimônio cultural competentes em caso de situação de emergência;
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento (ZAS), no Nível de Emergência 2 e 3, sem prejuízo das demais ações previstas no PAEB e das ações das autoridades públicas competentes;
- Deslocar imediatamente para o local onde foi identificado o incidente/acidente, para avaliar o cenário e o nível da emergência com apoio da equipe de segurança interna;
- Orientar, acompanhar e dar suporte no desenvolvimento dos procedimentos operacionais do PAEB;
- Manter o empreendedor informado da evolução da emergência e das ações adotadas;
- Acompanhar o andamento das ações realizadas, frente à situação de emergência, e verificar se os procedimentos necessários foram seguidos;
- Garantir a disponibilidade dos recursos necessários ao atendimento da situação de emergência;
- Autorizar evacuação interna e bloqueio das vias na área interna do empreendimento da barragem;
- Executar as notificações previstas no fluxograma de notificações;
- Manter contatos em nível institucional com o órgão público com função de defesa civil municipal e, se necessário, com outros órgãos públicos e empresas de serviços;
- Participar da investigação e análise quando da ocorrência de um acidente;
- Elaborar, junto com a equipe de segurança da barragem, a Declaração de Encerramento de Emergência de acordo com o modelo do Anexo VI da Portaria 70.389/2017 (Anexo 11.1);
- Coordenar o encerramento da situação de emergência e o preenchimento do Formulário de Declaração de Encerramento da Emergência, quando esta for concluída, o Relatório de Inspeção de Segurança Especial, bem como o Relatório de Causas e Consequências do Evento de Emergência.
- Coordenar ações de reparo após o encerramento da situação de emergência.

## 8.3 RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA INTERNA DA BARRAGEM

### 8.3.1 Inspeção e Monitoramento - Sistema de Gestão de Barragens

- Deslocar imediatamente para o local onde foi identificado o incidente/acidente, para avaliar o cenário e o nível da emergência com apoio das demais equipes de segurança interna;
- Propor ações mitigadoras;
- Realização das medições dos instrumentos de monitoramento geotécnico;
- Realizar inspeções da barragem;
- Subsidiar informações de caráter técnico para definição do nível de emergência do evento junto ao Coordenador do PAEB;
- Participar, através de seu representante, das reuniões periódicas com o Coordenador do PAEB;
- Avaliar ações e possíveis impactos geotécnicos e hidrológicos, definir os planos de contingência e validar com o coordenador do PAEB;
- Participar da investigação e da análise do acidente;
- Colaborar na elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência;
- Realizar treinamentos internos: seminário de qualificação, exercícios tipo *Table Top* Estágios 1 e 2, simulados em estágios 1 e 2, simulados em estágios 1 e 2 para empregados próprios e terceiros; e externos: seminário de qualificação, exercícios tipo *Table Top* Estágios 1 e 2, simulados em estágios 1 e 2. Maiores informações sobre os treinamentos são apresentadas no Apêndice 11.4.

### 8.3.2 Meio ambiente

- Propor ações mitigadoras;
- Disponibilizar todos os documentos de licenciamento ambiental da barragem;
- Contatar e receber os órgãos fiscalizadores;
- Participar, através de seu representante, das reuniões periódicas com o Coordenador do PAEB;
- Identificar os riscos ao meio ambiente, em decorrência da situação de emergência, repassando as informações ao Coordenador do PAEB;
- Garantir o monitoramento ambiental das áreas afetadas;
- Avaliar os impactos ambientais ocorridos e propor ações para mitigá-los, bem como medidas para evitar e/ou minimizar incidência de novos impactos, em conjunto com o Coordenador do PAEB e com os grupos envolvidos;
- Participar da investigação e análise do acidente;
- Colaborar na elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência.

### 8.3.3 Geotecnia (empresa especialista contratada)

- Avaliar a situação adversa no barramento definindo sua gravidade quanto a possível situação de emergência;
- Mediante a solicitação do Coordenador do PAEB, deslocar-se imediatamente para o local onde foi identificado o incidente/acidente, para avaliar o cenário e o nível da emergência com apoio das demais equipes de segurança interna;
- Analisar o cenário da emergência e orientar as ações de controle a serem implementadas;
- Emitir parecer conclusivo para tomada de decisões;
- Propor ações mitigadoras;
- Acompanhar e monitorar a evolução da emergência
- Participar, através de seu representante, das reuniões periódicas com o Coordenador do PAEB;
- Subsidiar informações de caráter técnico para definição do nível de emergência do evento junto ao Coordenador do PAEB;
- Participar da investigação e análise do acidente;
- Colaborar na elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência.

### 8.3.4 Manutenção

- Deslocar imediatamente para o local onde foi identificado o incidente/acidente, para avaliar o cenário e o nível da emergência com apoio das demais equipes de segurança interna;
- Propor ações mitigadoras;
- Executar os serviços de manutenção corretiva definidos;
- Assegurar a disponibilidade de equipamentos para atuar na situação de emergência;
- Solicitar os recursos faltantes junto ao Coordenador do PAE, caso necessário;
- Participar, através de seu representante, das reuniões periódicas com o Coordenador do PAEB;
- Executar ações previstas no PAEB da unidade em caso de necessidade de desligar fornos e drenar tanques de produtos químicos;
- Colaborar na elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência.

### 8.3.5 Operação

- Verificar sirenes/sistema de monitoramento e alerta;
- Verificar sistema de bombeamento;
- Deslocar imediatamente para o local onde foi identificado o incidente/acidente, para avaliar o cenário e o nível da emergência com apoio das demais equipes de segurança interna;

- Propor ações mitigadoras;
- Executar os serviços de manutenção corretiva definidos;
- Assegurar a disponibilidade de equipamentos para atuar na situação de emergência;
- Solicitar os recursos faltantes junto ao Coordenador do PAEB, caso necessário;
- Participar, através de seu representante, das reuniões periódicas com o Coordenador do PAEB;
- Executar ações previstas no PAEB da unidade em caso de necessidade de desligar fornos e drenar tanques de produtos químicos;
- Colaborar na elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência.

#### 8.3.6 Corporativo (Meio Ambiente e Geotecnia)

- Ficar de prontidão para apoiar o Coordenador do PAEB quando solicitado;
- Acompanhar todas ações e atividades relacionadas à emergência;
- Auxiliar nas propostas de ações mitigadoras;
- Mediante a solicitação do Coordenador do PAEB, deslocar-se imediatamente para o local onde foi identificado o incidente/acidente, para avaliar o cenário e o nível da emergência com apoio das demais equipe de segurança interna.

### 8.4 RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE APOIO A EMERGÊNCIA

#### 8.4.1 Vigilância Patrimonial/Recursos Humanos (DHO)

- Iniciar suas ações mediante a solicitação do Coordenador do PAEB;
- Providenciar relação dos empregados (área/turno/registro de ponto);
- Verificar se há terceiros na área/turno afetado e acionar a empresa contratada;
- Efetuar a sinalização e o isolamento das áreas de risco afetadas;
- Assegurar a proteção do patrimônio da empresa;
- Controlar a entrada e a movimentação de pessoas e veículos na área do empreendimento;
- Realizar o bloqueio das vias e saídas de veículos do empreendimento, mediante delegação do Coordenador do PAEB;
- Manter contato com clínicas/hospitais locais e regionais para permanecerem em regime de prontidão devido à possibilidade de receberem acidentados, mediante acordo prévio estabelecido com os mesmos;
- Manter controle e meios de comunicação com os empregados dos distintos turnos envolvidos nas ações de emergência;
- Entrar em contato com as famílias dos funcionários, caso necessário;
- Definir procedimentos de assistência social para os impactados;
- Providenciar local/infraestrutura para receber as famílias das vítimas (psicólogo, médicos, remédios, comida etc.);

- Promover auxílio psicológico aos funcionários;
- Preservar a segurança dos equipamentos e materiais transportados para o atendimento à emergência, durante e após a ocorrência;
- Organizar o trânsito interno para atender a emergência;
- Manter contato com as entidades de segurança pública para o atendimento à emergência, mediante acordo prévio estabelecido com os mesmos;
- Acompanhar a perícia policial e os registros legais em caso de acidentes com vítimas;
- Reportar status de comunicações externas ao Coordenador do PAEB.

#### 8.4.2 Segurança do Trabalho

- Iniciar suas ações mediante a solicitação do Coordenador do PAEB;
- Elaborar e manter atualizados os procedimentos técnicos ligados à segurança do trabalho, frente às situações de emergência nas quais esteja envolvida;
- Auxiliar o Empreendedor juntamente com o Coordenador do PAEB no estabelecimento e divulgação de alertas e alarmes internos;
- Dar suporte ao isolamento das áreas de risco;
- Fornecer equipamentos de segurança.

#### 8.4.3 Logística/ Suprimentos

- Iniciar suas ações mediante a solicitação do Coordenador do PAEB;
- Fornecer recursos logísticos relativos a pessoal, veículos, equipamentos e materiais de construção para atendimento imediato da emergência mediante solicitação do Coordenador do PAEB, incluindo rádios, equipamentos para bloqueio, iluminação e comunicação;
- Em nível 2 de emergência, alertar empresas parceiras de transporte de carga;
- Manter atualizada a lista de fornecedores locais;
- Disponibilizar transporte para os empregados ou outras pessoas que estiverem no local, quando necessário, em situações de emergência em horários e condições não habituais para retirada do site.

#### 8.4.4 Comunicação/ Relacionamento Social

- Iniciar suas ações mediante a solicitação do Coordenador do PAEB;
- Assessorar e orientar a empresa (em toda a sua extensão) nos aspectos de comunicação institucional;
- Promover e/ou conceder aos órgãos de comunicação, conforme a ocorrência e definida a necessidade, entrevistas e coletivas de imprensa relativas às emergências ocorridas;
- Definir os porta-vozes para cada público de relacionamento;
- Planejar e executar o Plano de Comunicação com os públicos interno e externo à Unidade;

- Acionar a assessoria de imprensa para atuação conjunta;
- Assessorar o Gerente Geral da Unidade, bem como o Coordenador do PAEB, na oficialização da ocorrência nos âmbitos de comunicação institucional e externa;
- Programar entrevistas, quando necessárias, com os agentes de comunicação externos;
- Monitorar a repercussão do tema em veículos de comunicação online e off-line, bem como mídias sociais;
- Centralizar o recebimento e responder informes de comunicação externos;
- Produz relatório de imagem do fechamento da emergência.

#### 8.4.5 Jurídico

- Iniciar suas ações mediante a solicitação do Coordenador do PAEB;
- Participar, através de seu representante, das reuniões periódicas com o Coordenador do PAEB;
- Auxiliar o Empreendedor, bem como o Coordenador do PAEB, na oficialização da emergência no âmbito da empresa e externo;
- Assessorar o Empreendedor (Gerente Geral da Unidade), bem como o Coordenador do PAEB, nos assuntos jurídicos relativos ao evento e quanto aos aspectos legais relacionados a situações de emergência;
- Assessorar o Empreendedor, bem como o Coordenador do PAEB, no relacionamento com representantes da comunidade e agentes externos envolvidos;
- Auxiliar nas tratativas com o Ministério Público do Trabalho, Polícia Militar, Ministério Público Federal e Estadual, Polícia militar ambiental, Secretaria do Meio Ambiente, Feam, Órgãos Ambientais, entes de proteção ao patrimônio cultural, etc.;
- Centralizar o recebimento e responder notificações externas e informes de cunho jurídico;
- Contribuir na elaboração de documento a ser encaminhado aos órgãos reguladores e fiscalizadores do setor.

#### 8.4.6 Consultoria Dam Break

- Analisar o cenário da emergência e orientar as ações de controle a serem implementadas;
- Propor ações mitigadoras;
- Acompanhar e monitorar a evolução da emergência
- Participar, através de seu representante, das reuniões periódicas com o Coordenador do PAEB;
- Subsidiar informações de caráter técnico para definição do nível de emergência do evento junto ao Coordenador do PAEB.

## 8.5 RESPONSABILIDADES DA DEFESA CIVIL

- Atuar de acordo com as prerrogativas definidas na Lei Federal 12.608/2012;
- Atuar conforme definido em seu plano de contingência, notadamente com as ações de evacuação e abrigagem temporária da população, e em linha com o Caderno de Orientações para Apoio à Elaboração de Planos de Contingência Municipais para Barragens" instituído pela Portaria nº 187, de 26 de outubro de 2016 da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional;
- Solicitar e participar dos simulados de situações de emergência para evacuação na ZAS, avaliando as estratégias de alerta, comunicação e orientação da população potencialmente afetada;
- Apoiar a realização, no mínimo uma vez por ano, reuniões públicas com cada comunidade ou setores de risco, voltadas ao esclarecimento de dúvidas, divulgação dos procedimentos de segurança e preparação nos municípios concernidos na ZAS preferencialmente nas comunidades e locais potencialmente afetados;
- Apoiar o empreendedor na realização, no mínimo uma vez por ano, de ações de preparação e promoção à cultura de prevenção com crianças e jovens (seminários, workshops, dentre outros) nos municípios localizados na ZAS, preferencialmente nas comunidades e locais potencialmente afetados, podendo também serem realizadas ações na ZSS.
- Elaborar relatório do exercício simulado com apoio do empreendedor;
- Aprovar os procedimentos do PAEB referentes à Defesa Civil, incluindo sistemas de alerta e alarme, resgate e evacuação das pessoas na mancha de inundação;
- Definir critérios de abastecimento emergencial às comunidades afetadas em articulação com os titulares e concessionários do serviço de abastecimento de água potável e com o IGAM;
- Definir os critérios para extensão dos elementos de autoproteção existentes na ZAS aos locais da Zona de Segurança Secundária;
- Após analisar e aprovar o PAEB, emitir o Certificado de Conformidade do Plano de Ação de Emergência – CCPAE.

## 8.6 RESPONSABILIDADES DO CORPO DE BOMBEIROS

- Participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Realizar busca, resgate e salvamento das vítimas, caso necessário;
- Auxiliar na evacuação dos pontos de encontro.

## 8.7 RESPONSABILIDADES DO SAMU

- Participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;

- Realizar o atendimento médico pré-hospitalar de urgência das vítimas, caso necessário;
- Participar dos planos de organização de socorros.

## **8.8 RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA MILITAR**

- Participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Apoiar a prefeitura, defesa civil e corpo de bombeiros quando necessário;
- Zelar pela segurança pública;
- Interditar vias públicas estaduais e locais, quando determinado.

## **8.9 RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL**

- Participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Interditar vias públicas federais, quando determinado.

## **8.10 RESPONSABILIDADES DOS ÓRGÃOS AMBIENTAIS E ENTES DE PROTEÇÃO AO PATRIMÔNIO CULTURAL**

- Efetuar exames e análises necessários ao exercício das atividades de licenciamento, fiscalização e monitoramento ambiental do empreendimento, impondo penalidades frente a poluição ou degradação do meio ambiente;
- Participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Manter canal para notificação de início de emergência;
- Acompanhar as ações desenvolvidas pela NEXA durante a emergência;
- Receber comunicação de situação de emergência e indicar ao representante legal do empreendimento os processos no Sistema Eletrônico de Informações – SEI – correspondentes à cada órgão, em específico, para que sejam realizados os devidos protocolos da documentação;
- Estabelecer a majoração da ZAS, em articulação com os entes de proteção ao patrimônio cultural;
- Estabelecer critérios e aprovar as seções do PAEB referentes às ações necessárias à proteção e à mitigação dos impactos ambientais, incluindo planos solicitados pela Resolução conjunta SEMAD/IEF/FEAM/IGAM nº 3.181/2022; exigências solicitadas pela Portaria IEPHA N°7/2021 e pela Portaria IMA N°2.047/2021;
- Receber relatório de causas, ações e consequência em caso de acionamento de nível de emergência
- Receber Relatório de Auditoria Técnica Extraordinária;
- Receber Declaração de Condição de Estabilidade.

### **8.11 RESPONSABILIDADES DA PREFEITURA MUNICIPAL**

- Solicitar e participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Apoiar o empreendedor na realização, no mínimo uma vez por ano, de ações de preparação e promoção à cultura de prevenção com crianças e jovens (seminários, workshops, dentre outros) nos municípios localizados na ZAS, preferencialmente nas comunidades e locais potencialmente afetados, podendo também serem realizadas ações na ZSS.
- proceder a fiscalização da sinalização e comunicar ao empreendedor a necessidade de manutenção ou substituição das placas danificadas, bem como da pintura de meio fio ou postes;
- Aprovar lista de locais sugeridos pelo empreendedor para abrigo das pessoas desabrigadas;

### **8.12 RESPONSABILIDADES DA SECRETARIA DE MOBILIDADE URBANA/ SECRETARIA MUNICIPAL DE SUSTENTABILIDADE EM MEIO AMBIENTE E ATIVIDADES URBANAS DE JUIZ DE FORA**

- Participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Aprovar e dar suporte à instalação de sinalização nas rotas de fuga e pontos de encontro;
- Interditar vias públicas locais, quando determinado.

## **9. ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPEAMENTO DA REGIÃO POTENCIALMENTE AFETADA**

O estudo de ruptura hipotética da Barragem da Pedra que subsidiou este PAEB foi desenvolvido pela HIDROBR em outubro de 2021. Esse estudo seguiu as diretrizes do Termo de Referência para a Entrega de Estudos de Ruptura Hipotética de Barragens, elaborado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), tendo como foco a caracterização da propagação da onda de cheia e delimitação das áreas potencialmente inundáveis a jusante, além de demais resultados relativos à mancha de inundação, como profundidade, velocidade, risco hidrodinâmico e tempos de chegada.

Nesse contexto, apresenta-se a seguir a síntese do estudo de inundação e posteriormente a propagação e mapeamento da onda de ruptura no vale a jusante do barramento.

## 9.1 SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO

Este item apresenta uma síntese do estudo de ruptura hipotética desenvolvido para a Barragem da Pedra. O estudo de forma integral encontra-se na Seção III do presente PAEB. De acordo com o Termo de Referência elaborado pela FEAM, é necessário um número mínimo de cenários para garantir uma adequada segurança associada aos diferentes tipos de barragem e reservatórios. Dessa forma, os cenários de simulação indicados são: A1 - Cenário sem ruptura, A2 - Cenários de ruptura propriamente dita, sendo (a) cenário de ruptura mais provável e (b) cenário de ruptura extremo.

Os resíduos de jarosita encaminhados ao reservatório da Pedra são classificados como Resíduo Classe I – Perigoso e, portanto, a barragem não possui estrutura vertente sendo seu controle de nível de água realizado por meio de bombeamento direcionado para ETEI, e não para o vale a jusante. Isto posto, o cenário “A1 – Sem Ruptura” considerado é constituído apenas pela vazão natural do córrego Três Pontes e rio Paraibuna, em que foi considerada uma vazão de 50% de probabilidade de ocorrência em um ano qualquer.

Para o cenário de ruptura mais provável (A2-a) foi considerado o cenário de ocupação intermediária de resíduos no reservatório, ou seja, dezembro de 2025, além do volume de água equivalente ao da topobatimetria atual. A partir dessa ocupação, foi realizado o estudo de trânsito de cheias no reservatório, considerando uma chuva de 10.000 anos de tempo de retorno, resultando em uma borda livre de 3,74 m. O modo de falha considerado foi devido à ruptura do sistema de impermeabilização constituído por geomembrana, acarretando uma saturação do maciço e como consequência a falha por erosão interna (*piping*).

Para o cenário de ruptura extremo (A2-b), foi considerado o cenário de ocupação máxima de resíduos no reservatório, ou seja, fevereiro de 2030, além do volume de água equivalente ao da topobatimetria atual. A partir dessa ocupação, foi realizado o estudo de trânsito de cheias no reservatório, considerando uma chuva de 10.000 anos de tempo de retorno, resultando em uma borda livre de 1,00 m. Dessa forma, o modo de falha considerado para esse cenário é a instabilização do maciço por saturação seguida de seu galgamento.

Além disso, para ambos os cenários de ruptura, no vale a jusante foi considerada a vazão natural do córrego Três Pontes e rio Paraibuna, sendo uma vazão de 50% de probabilidade de ocorrência em um ano qualquer.

Para definição do volume de resíduo a ser escoado do reservatório da Pedra, foram realizadas simulações com o auxílio do *software* RiverFlow 2D, desenvolvido pela Hydronia LLC. Nestas simulações foram consideradas a geometria do reservatório e as características do material contido nele, sendo as principais delas: granulometria, parâmetros reológicos e concentração volumétrica de sólidos. Os resultados obtidos foram a mobilização de 92,6% e 94,5% para os cenários extremo e mais provável respectivamente. De maneira a atender as atuais

legislações vigentes que solicitam os cenários de pior dano para os estudos de ruptura hipotética e a proximidade com o resultado alcançado pelo software, foi considerada a mobilização de 100% do resíduo para ambos os cenários de ruptura. Para determinação dos parâmetros da brecha formada no maciço para ambos os cenários de ruptura foi adotada a metodologia desenvolvida por Froehlich (2016). A Tabela 9-1 apresenta os parâmetros da brecha, bem como o tempo de formação adotado.

**Tabela 9-1 – Parâmetros de formação da brecha.**

Parâmetro	Cenário	
	Provável (A2-a)	Extremo (A2-b)
Modo de falha	<i>Pipping</i>	Instabilização seguida por Galgamento
NA máximo atingido (m)	757,26	760,00
Altura da Brecha <sup>5</sup> H <sub>b</sub> (m)	28,00	28,00
Altura do volume mobilizado H <sub>w</sub> (m)	24,26	27,00
Volume mobilizado V <sub>w</sub> (m <sup>3</sup> )	2.229.738,25	2.797.717,47
K <sub>m</sub>	1,0	1,5
Inclinação z	0,6	1,0
Largura média B <sub>avg</sub> (m)	30,0	48,6
Largura de fundo B <sub>b</sub> (m)	13,25	20,61
Largura de topo B <sub>t</sub> (m)	46,85	76,61
Coefficiente de Piping C <sub>p</sub>	0,77	-
Tempo de formação t <sub>f</sub> (h)	0,28	0,32

Após a definição do volume mobilizado e dos parâmetros da brecha, os hidrogramas de ruptura foram obtidos a partir de simulações com o *software* HEC-HMS, conforme pode ser observado na Figura 9.1 e na Figura 9.2.

<sup>5</sup> Referente à diferença entre a crista e a elevação de fundo do reservatório.

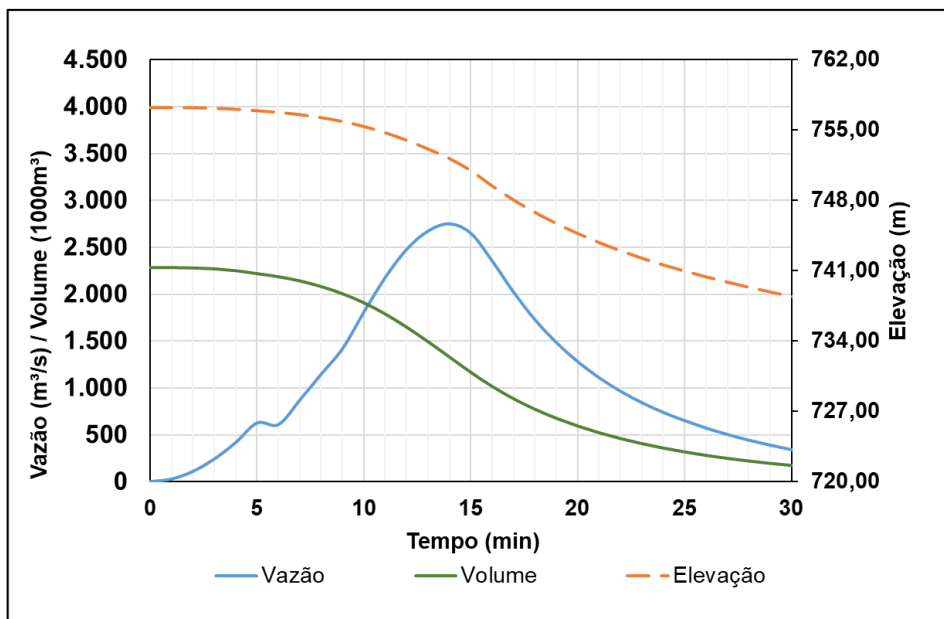


Figura 9.1 - Hidrograma de ruptura barragem da Pedra - Cenário mais provável (A2-a).

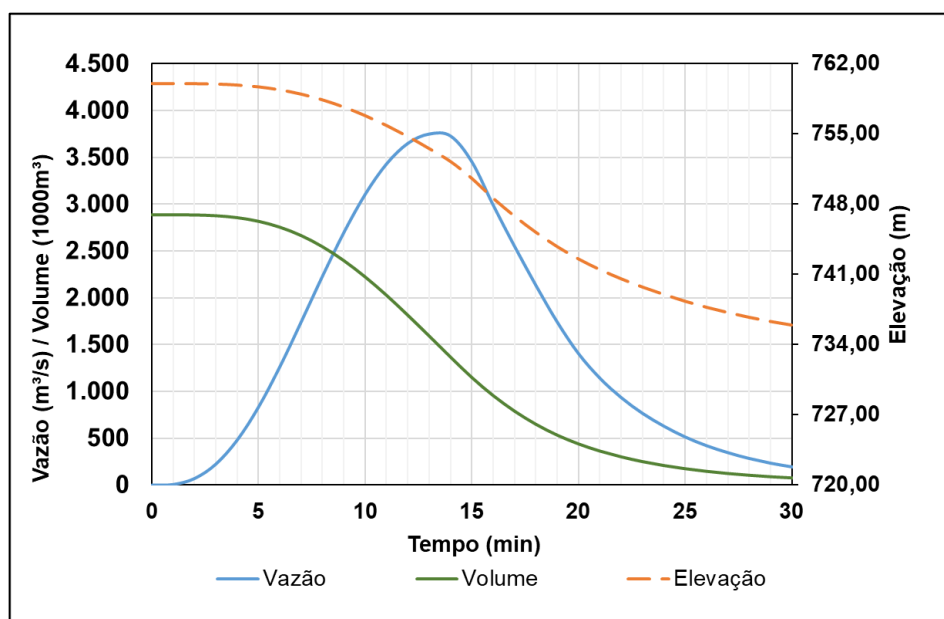


Figura 9.2 - Hidrograma de ruptura barragem da Pedra - Cenário extremo (A2-b).

No presente estudo de ruptura hipotética da Barragem da Pedra, a modelagem foi realizada com escoamentos hiperconcentrados, nos quais as forças viscosas e a resistência ao cisalhamento alteram a dinâmica de escoamento do fluido, utilizando modelagem para fluidos não-newtonianos.

Para desenvolvimento deste estudo, foram realizados pela empresa Ausenco do Brasil Engenharia Ltda ensaios de análises de partículas e ensaios reológicos da amostra de resíduo da Barragem da Pedra (AdoB632) coletada na planta, ou seja, antes de seu lançamento no reservatório, em julho de 2020. A amostra apresenta frações de argila (30%), silte (67,9%) e

areia (2,1%). Algumas das partículas constituintes apresentam hábitos granulares e outras hábitos aciculares. A densidade real dos grãos obtida pelo ensaio da Ausenco do Brasil equivale a 3,11 g/cm<sup>3</sup>. Já a densidade seca obtida nos ensaios realizados pela ERG Engenharia equivale a 0,868 g/cm<sup>3</sup>.

Com os resultados obtidos do ensaio de reologia, foram construídas curvas de tensão limite de escoamento e viscosidade em função da concentração volumétrica de sólidos das amostras analisadas com intuito de inserir como entrada no modelo computacional utilizado.

Assim como se faz necessário a caracterização do material do resíduo para a modelagem, é importante que se caracterize o material do leito, pois à medida que a frente de onda se desloca o leito do vale a jusante sofre processos de erosão e deposição de material. Portanto, para o presente estudo o material do leito do vale a jusante foi caracterizado, apresentando uma densidade de sólidos de 2,650 g/cm<sup>3</sup> (valor referente à densidade do quartzo, principal componente da areia). A caracterização da fração de resíduos mobilizado, bem como a do leito são apresentadas na Tabela 9-2. Os dados do resíduo foram obtidos do ensaio de reologia e do manual de operação da barragem.

**Tabela 9-2 – Caracterização do resíduo mobilizado e do leito do rio Paraibuna.**

Parâmetros	Fração 1 - Resíduo	Fração 2 - Leito
Densidade dos grãos (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>6</sup>	3110	2650
Diâmetro d <sub>50</sub> (m) <sup>7</sup>	3,78x10 <sup>-6</sup>	1,89x10 <sup>-4</sup>
Porosidade <sup>8</sup>	0,775	0,55
Shields Stress <sup>9</sup>	0,1	0,0664
Ângulo de atrito <sup>10</sup>	30	35

Para a propagação de cheias de ruptura e conseqüente definição de áreas potencialmente inundáveis, utilizou-se o modelo matemático-computacional denominado River Flow 2D, desenvolvido pela Hydronia LLC, em sua versão 08.04, que se trata de um modelo combinado de volumes finitos de transporte hidrológico e hidrodinâmico de leito móvel e poluentes para rios, estuários, áreas costeiras e planícies de inundação. Para simular a propagação da onda de ruptura o modelo utiliza uma grade não estruturada com células triangulares, permitindo que o campo de fluxo seja bem definido. Para o presente trabalho foram adotadas células de dimensões variando entre 0,4 e 25,2 metros com área variando de 0,1 m<sup>2</sup> e 318 m<sup>2</sup> e com um

6 Densidade da fração 1 de acordo com os resultados dos ensaios nas amostras de resíduo e densidade da fração 2 equivalente à densidade do quartzo, principal grão formador da areia.

7 Diâmetro d<sub>50</sub> da fração 1 calculado de acordo com a curva granulométrica do resíduo e diâmetro d<sub>50</sub> da fração 2 calculado por LOURES & PAIVA (2018).

8 Porosidade da fração 1 calculada com base nas características do resíduo e porosidade da fração 2 de acordo com NUNES *et al.* (2000)

9 CAO, 2006.

10 Ângulo de atrito da fração 1 de acordo com Relatório de Auditoria Técnica de Segurança (CP3RT-47) e ângulo de atrito da fração 2 segundo DAS & SOBHAN, 2014.

número de Courant de 1,0. O passo de tempo computacional ( $\Delta t$ ) é variável pelo *software* de forma a obter estabilidade no modelo.

Para funcionamento do modelo é preciso a entrada de alguns dados básicos, denominados condições de contorno. Uma dessas condições se refere a inserção do hidrograma bifásico calculado, que considera o hidrograma referente à fração de resíduo e brecha e outro referente à fração de água livre. Além do hidrograma bifásico, outra condição de contorno necessária é referente as vazões naturais da calha de jusante, que foram calculadas por meio do estudo dos dados fluviométricos disponíveis. Para todos os cenários de ruptura, considerou-se uma vazão de 50% de probabilidade de ocorrência em um ano qualquer. Os hidrogramas de ruptura bifásicos são iniciados após a completa estabilização da vazão natural nas calhas do córrego três pontes e rio Paraibuna. A condição de jusante considerada foi a profundidade normal. Para o cálculo dessa profundidade, é inserido a declividade do leito, de forma que o modelo irá utilizar a declividade, coeficiente de Manning e a vazão para o cálculo da profundidade normal.

O modelo digital de terreno utilizado na propagação do hidrograma proveniente da ruptura da Barragem da Pedra apresenta resolução espacial de 1 metro e inclui as topografias de satélite ALOS PALSAR, topografia disponibilizada pela CESAMA e batimetria das calhas fluviais do córrego Três Pontes e rio Paraibuna. Para inserção da batimetria nas calhas fluviais foram utilizadas seções topobatimétricas levantadas sendo 13 seções no córrego três pontes e 5 seções no rio Paraibuna. Além das 18 seções levantadas em campo pela Nexa, também foi considerado o perfil transversal da estação fluviométrica Juiz de Fora – Jusante (código ANA: 58480500), disponibilizada no portal HIDROWEB.

## **9.2 MAPEAMENTO DA ONDA DE RUPTURA NO VALE A JUSANTE DO BARRAMENTO**

A área potencialmente afetada por danos diretos da ruptura da Barragem da Pedra abrange a Unidade Nexa e os bairros: Igrejinha, Nova Benfica, Benfica, Distrito Industrial, Araújo e São Francisco de Paula. Além das áreas urbanizadas também são afetados trechos de campo, pastagem e agricultura na planície de inundação do córrego Três Pontes.

Para o cenário de Ruptura Provável, o critério de parada da modelagem hidráulica foi definido pela seção transversal que apresentou envoltória máxima convergente com a envoltória do cenário sem ruptura e profundidade hidráulica igual ou inferior a dois pés (0,61 m). Para o cenário de Ruptura Extremo, o critério de parada da modelagem hidráulica foi definido pela distância de 10km (dez quilômetros) ao longo do curso do vale tendo em vista que o limite de 0,61 m acima da profundidade do cenário sem ruptura é atingido a uma distância inferior a 10 km.

### **a) Cenário de Ruptura mais Provável – A2-a**

Partindo do eixo da Barragem da Pedra a mancha de inundação prossegue pelo córrego Três Pontes, após 13 minutos a onda de ruptura atinge as primeiras casas do bairro Igrejinha. A Unidade Nexa é inundada parcialmente decorridos 15 minutos da ruptura. Após cerca de 54 minutos, o bairro Novo Benfica é atingido. O bairro Benfica é atingido após 1 hora do início da ruptura. Em 30 minutos a onda de ruptura percorre a distância de 3,7 km.

A frente de onda encontra a confluência com o rio Paraibuna aproximadamente 2 horas e 30 minutos após a ruptura, causando inundações de baixa magnitude nos bairros Distrito Industrial e Ponte Preta. Também ocorre remanso sobre o ribeirão Espírito Santo em um trecho de 0,78 km. O bairro Ponte Preta é alcançado pela onda de ruptura decorridos cerca de 2 horas e 37 minutos. A jusante da confluência com o rio Paraibuna, a onda de ruptura atinge os bairros Araujo e São Francisco de Paula.

A Zona de Autossalvamento corresponde à distância de 10 km e compreende a Unidade Nexa e os bairros Igrejinha, Nova Benfica, Benfica, Distrito Industrial, Araújo e São Francisco de Paula.

A Zona de Salvamento Secundária abrange os bairros Distrito Industrial e Ponte Preta. A jusante da confluência entre o rio Paraibuna e o córrego Três Pontes a ZSS se inicia no bairro Remonta e termina no bairro Nossa Senhora de Lourdes.

As principais estruturas afetadas no cenário de ruptura mais provável são apresentadas a seguir, juntamente com as seções de referência:

- Bairro Igrejinha: ST-R01, STR-02 e STR-03 e STR-04;
- Unidade Nexa: ST-03;
- BR-267: ST-04, ST-05 e ST-07;
- Ferrovia: ST-03, ST-04, ST-05, ST-07 e ST-08;
- BR-040 e Bairro Nova Benfica: ST-07;
- Bairro Nova Benfica: ST-07 e ST-08;
- Bairro Benfica: ST-09;
- Bairro Distrito Industrial: STR-05, STR-06, STR-07, STR-08 e STR-09;
- Bairro Araújo: ST-10;
- Final da Zona de Autossalvamento - ZAS – ST-11;
- Zona de Segurança Secundária – ZSS (Área urbana de Juiz de Fora) – ST-12 a ST-26.

b) Cenário de Ruptura Extremo – A2-b

Partindo do eixo da Barragem da Pedra a mancha de inundação prossegue pelo córrego Três Pontes, após 11 minutos a onda de ruptura atinge as primeiras casas do Bairro Igrejinha. A Unidade Nexa é inundada parcialmente decorridos 13 minutos da ruptura. Após cerca de 54 minutos, o bairro Novo Benfica é atingido. O bairro Benfica é atingido após 1 hora e 18 min do início da ruptura. Em 30 minutos a onda de ruptura percorre a distância de 3,9 km.

A Zona de Autossalvamento corresponde à distância de 10 km e compreende a Unidade Nexa e os bairros Igrejinha, Nova Benfica, Benfica, Distrito Industrial, Araújo e São Francisco de Paula.

Não há Zona de Salvamento Secundária pois o critério de parada foi definido como a distância de 10 km.

As principais estruturas afetadas no cenário de ruptura extremo são apresentadas a seguir, juntamente com as seções de referência:

- Bairro Igrejinha: ST-R01, STR-02 e STR-03 e STR-04;
- Unidade Nexa: ST-03;
- BR-267: ST-04, ST-05 e ST-07;
- Ferrovia: ST-03, ST-04, ST-05, ST-07 e ST-08;
- BR-040 e Bairro Nova Benfica: ST-07;
- Bairro Nova Benfica: ST-07 e ST-08;
- Bairro Benfica: ST-09;
- Bairro Araújo: ST-10;
- Final da Zona de Autossalvamento - ZAS – ST-11;

Para todos os cenários, foram gerados os mapas apresentando distâncias percorridas, tempos de chegada e parâmetros hidráulicos das seções representativas de envoltória máxima de inundação, profundidade de inundação, velocidade de fluxo e propagação de inundação e risco hidrodinâmico. Para os cenários de ruptura, foram elaborados mapas de tempo para a chegada da onda.

O risco hidrodinâmico está associado ao nível de perigo e vulnerabilidade que pessoas e objetos estão submetidos em termos da combinação de velocidade e profundidade. Neste sentido, utilizou-se a classificação de risco proposta pelo “*Australian Rainfall and Runoff a guide to flood estimation*”, de forma a atender o Termo de Referência da FEAM. A Figura 9.3 - apresenta os critérios de classificação do risco de inundações e a Tabela 9-3 apresenta a descrição dos referidos riscos.

Classificação	Critério de Classificação	Representação no mapa
R1	$V < 2,0 \text{ m/s}$ ; $H < 0,3\text{m}$ ; $(H \times V) \leq 0,3 \text{ m}^2/\text{s}$	Azul
R2	$V < 2,0 \text{ m/s}$ ; $H < 0,5\text{m}$ ; $(H \times V) \leq 0,6 \text{ m}^2/\text{s}$	Azul claro
R3	$V < 2,0 \text{ m/s}$ ; $H < 1,2\text{m}$ ; $(H \times V) \leq 0,6 \text{ m}^2/\text{s}$	Verde
R4	$V < 2,0 \text{ m/s}$ ; $H < 2,0\text{m}$ ; $(H \times V) \leq 1,0 \text{ m}^2/\text{s}$	Verde claro
R5	$V < 4,0 \text{ m/s}$ ; $H < 4,0\text{m}$ ; $(H \times V) \leq 4,0 \text{ m}^2/\text{s}$	Laranja
R6	$(H \times V) > 4,0 \text{ m}^2/\text{s}$	Vermelho

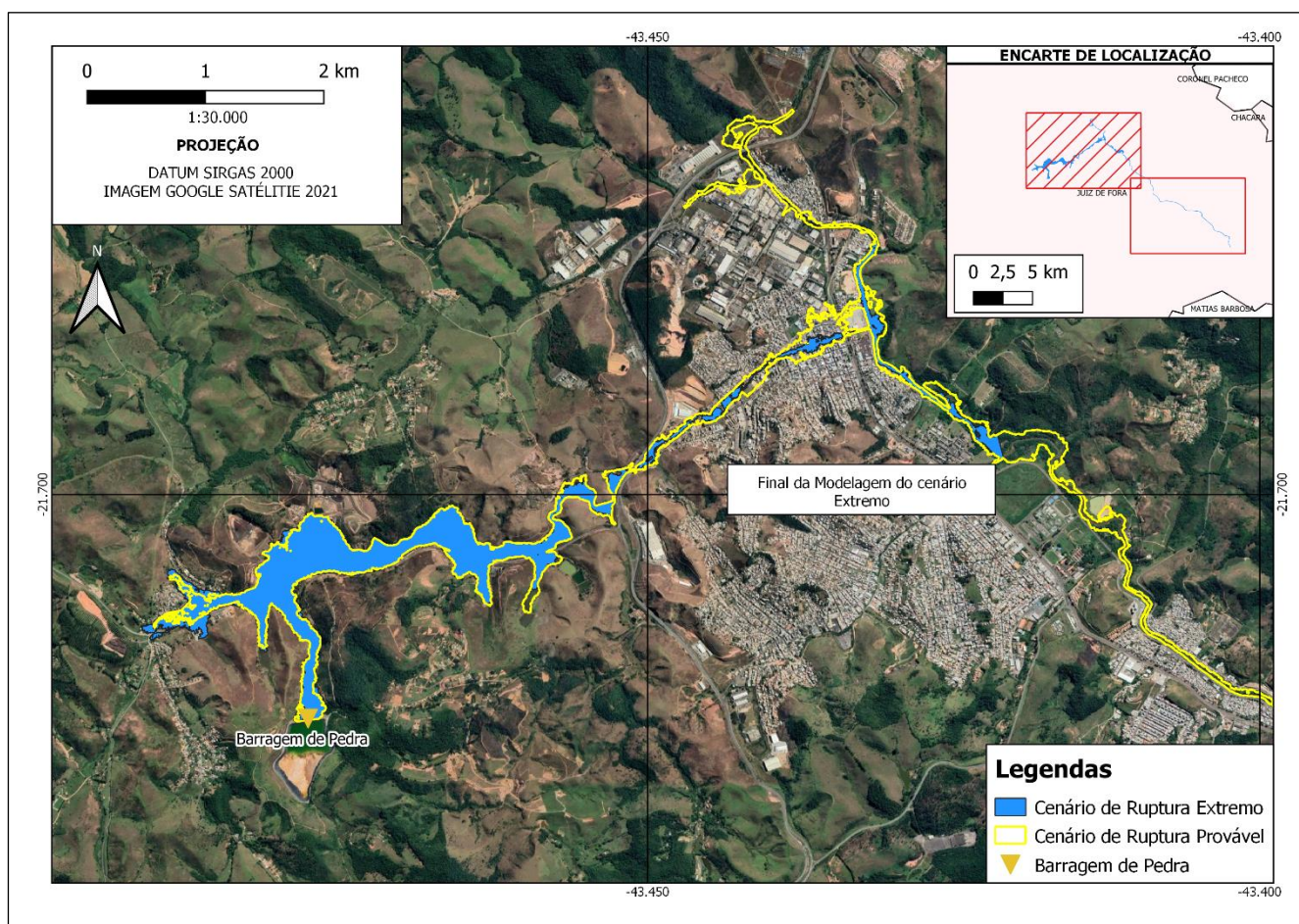
**Figura 9.3 - Critério de classificação de risco de inundações (Termo de Referência da FEAM).**

**Tabela 9-3 - Curvas de Riscos Combinadas - Limites de Vulnerabilidade (Adaptado de Smith et al, 2014).**

Classificação de Vulnerabilidade de Riscos	Descrição
R1	Geralmente seguro para veículos, pessoas e edifícios.
R2	Inseguro para veículos pequenos.
R3	Inseguro para veículos. Crianças e idosos.
R4	Inseguro para veículos e pessoas.
R5	Inseguro para veículos e pessoas. Todos os edifícios vulneráveis a danos estruturais. Alguns edifícios menos robustos sujeitos à falha.
R6	Inseguro para veículos e pessoas. Todos os tipos de edifícios considerados vulneráveis à falha.

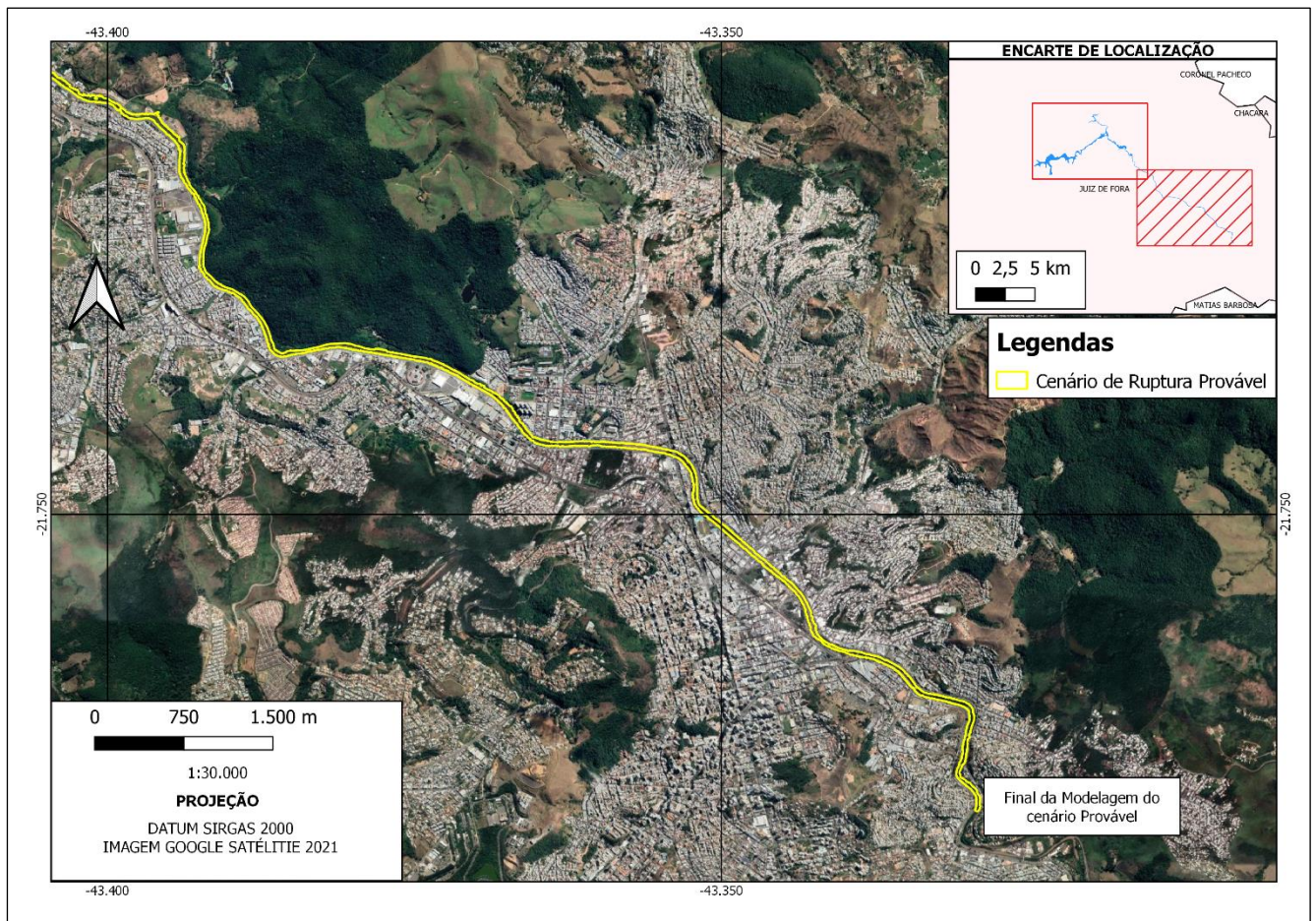
### 9.3 ESCOLHA DE CENÁRIO DE RUPTURA PARA ELABORAÇÃO DO PAEB

Diante da metodologia acima descrita, os resultados foram avaliados para os dois cenários com o objetivo de identificar o cenário de ruptura mais crítico. A Figura 9.4 apresenta a mancha de inundação da barragem da Pedra para os cenários extremo e mais provável no entorno da unidade da NEXA e do bairro de Igrejinha. Como pode ser visto, o cenário de ruptura extremo resultou em uma maior área atingida no entorno do bairro de Igrejinha quando comparado com os resultados do cenário mais provável.



**Figura 9.4 – Mancha de inundação da Barragem da Pedra – Cenário Extremo x Cenário Provável (Parte 1).**

A Figura 9.5, por sua vez, apresenta a mancha de inundação da barragem da Pedra para os cenários extremo e mais provável no entorno dos bairros de Benfica, Nova Benfica e do distrito Industrial. Nela, identifica-se que os resultados obtidos para o cenário mais provável atingiram áreas amplamente superiores quando comparados aos resultados do cenário extremo, além de apresentar uma extensão maior.



**Figura 9.5 – Mancha de inundação da Barragem da Pedra – Cenário Extremo x Cenário Provável (Parte 2).**

Com base nos resultados apresentados, adotou-se uma abordagem conservadora na qual se considera toda a população atingida por pelo menos um dos cenários de ruptura. Assim, considerou-se a mescla das envoltórias máximas de inundação de ambos os cenários para a definição da Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS) utilizadas em todo o Plano de Ação de Emergência da Barragem da Pedra.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_\_. Portal HIDROWEB. Disponível em: <  
<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso 07 out. 2020b.

AUSENCO DO BRASIL ENGENHARIA LTDA. Relatório de Reologia – Lama terciária. 2020, 16 páginas.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade. Disponível em: <  
[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55881195/do1-2018-12-19-portaria-n-463-de-18-de-dezembro-de-2018-55880954](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55881195/do1-2018-12-19-portaria-n-463-de-18-de-dezembro-de-2018-55880954)>.

FROEHLICH, D. C. 2016. *Empirical Model of Embankment Dam Breaching*, 2016. ASCE.

IDE-SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: < <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso 18 mar. 2021.

SMITH G P, DAVEY E K, COX R J. *Flood Hazard* UNSW Australia Water Research Laboratory Technical Report 2014/07 30. Setembro, 2014.

## 11. APÊNDICES /ANEXOS

## 11.1 DECLARAÇÕES DE INÍCIO E ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA

## DECLARAÇÃO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA – MODELO FEAM

À FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE  
PRESIDÊNCIA  
EDIFÍCIO MINAS – 1º ANDAR

Rodovia João Paulo, 4143, Bairro Serra Verde  
Belo Horizonte – MG  
CEP 31.630-900

Eu, \_\_\_\_ (nome), \_\_\_\_ (CPF), \_\_\_\_ (identidade), representante legal da empresa \_\_\_\_ (nome), \_\_\_\_ (CNPJ), declaro que a barragem \_\_\_\_ (nome da Declaração de Condição de Estabilidade – DCE), no município \_\_\_\_ (nome), da mina \_\_\_\_ (nome), do complexo minerário \_\_\_\_ (nome), coordenadas geográficas \_\_\_\_ (lat/long) iniciou uma situação de emergência de nível \_\_\_\_ (número) em \_\_\_\_ (data do início da situação de emergência).

Conforme laudos anexos, os aspectos que causaram a situação de emergência foram: \_\_\_\_ (aspecto 1), \_\_\_\_ (aspecto 2), \_\_\_\_ (aspecto 3).

Local, data.

Assinatura

(Anexar laudos técnicos com respectivas ARTs)

## DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA

**Empreendedor:**

**Nome da Barragem:**

**Coordenadas geográficas:**

**Dano Potencial Associado:**

**Categoria de Risco:**

**Classificação da barragem:**

**Município/UF:**

**Data da inspeção que caracterizou o início de emergência:**

**Nível de Emergência:**

Declaro, para fins de acompanhamento junto aos órgãos responsáveis, que está sendo declarada situação de emergência nesta data em consonância com a Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 alterada pela Lei Federal Nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e a Lei Estadual 23.291 de 25 de fevereiro de 2019 vigentes.

Local e data.

.....  
Nome completo do representante legal do empreendedor  
CPF

## DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA

**Empreendedor:**

**Nome da Barragem:**

**Coordenadas geográficas:**

**Dano Potencial Associado:**

**Categoria de Risco:**

**Classificação da barragem:**

**Município/UF:**

**Data da última inspeção que atestou o encerramento da emergência:**

Declaro, para fins de acompanhamento e comprovação junto aos órgãos responsáveis, que a situação de emergência iniciada em \_\_/\_\_/\_\_\_\_ foi encerrada em \_\_/\_\_/\_\_\_\_, em consonância com Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 alterada pela Lei Federal Nº 14.066 30 de setembro de 2020 e a Lei Estadual 23.291 de 25 de fevereiro de 2019 vigentes.

Local e data.

.....

Nome completo do representante legal do empreendedor

CPF

## 11.2 AUTORIDADES PÚBLICAS QUE RECEBERAM O PAEB

As instituições públicas, empresas e comunidade enumeradas abaixo receberam cópia e tomaram conhecimento deste PAEB conforme protocolo de registro apresentado.

1ª Versão do documento para protocolo	
1	<b>Empresa / Instituição:</b> _____ <b>Responsável / Cargo:</b> _____ <b>Recebido por / Cargo:</b> _____ <b>Nº protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___ <b>Assinatura Responsável:</b> _____
2	<b>Empresa / Instituição:</b> _____ <b>Responsável / Cargo:</b> _____ <b>Recebido por / Cargo:</b> _____ <b>Nº protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___ <b>Assinatura Responsável:</b> _____
3	<b>Empresa / Instituição:</b> _____ <b>Responsável / Cargo:</b> _____ <b>Recebido por / Cargo:</b> _____ <b>Nº protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___ <b>Assinatura Responsável:</b> _____
4	<b>Empresa / Instituição:</b> _____ <b>Responsável / Cargo:</b> _____ <b>Recebido por / Cargo:</b> _____ <b>Nº protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___ <b>Assinatura Responsável:</b> _____

5	<p><b>Empresa / Instituição:</b> _____</p> <p><b>Responsável / Cargo:</b> _____</p> <p><b>Recebido por / Cargo:</b> _____</p> <p><b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___</p> <p><b>Assinatura Responsável:</b> _____</p>
6	<p><b>Empresa / Instituição:</b> _____</p> <p><b>Responsável / Cargo:</b> _____</p> <p><b>Recebido por / Cargo:</b> _____</p> <p><b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___</p> <p><b>Assinatura Responsável:</b> _____</p>
7	<p><b>Empresa / Instituição:</b> _____</p> <p><b>Responsável / Cargo:</b> _____</p> <p><b>Recebido por / Cargo:</b> _____</p> <p><b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___</p> <p><b>Assinatura Responsável:</b> _____</p>
8	<p><b>Empresa / Instituição:</b> _____</p> <p><b>Responsável / Cargo:</b> _____</p> <p><b>Recebido por / Cargo:</b> _____</p> <p><b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___</p> <p><b>Assinatura Responsável:</b> _____</p>
9	<p><b>Empresa / Instituição:</b> _____</p> <p><b>Responsável / Cargo:</b> _____</p> <p><b>Recebido por / Cargo:</b> _____</p> <p><b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___</p> <p><b>Assinatura Responsável:</b> _____</p>

10	<b>Empresa / Instituição:</b> _____ <b>Responsável / Cargo:</b> _____ <b>Recebido por / Cargo:</b> _____ <b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___ <b>Assinatura Responsável:</b> _____
11	<b>Empresa / Instituição:</b> _____ <b>Responsável / Cargo:</b> _____ <b>Recebido por / Cargo:</b> _____ <b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___ <b>Assinatura Responsável:</b> _____
12	<b>Empresa / Instituição:</b> _____ <b>Responsável / Cargo:</b> _____ <b>Recebido por / Cargo:</b> _____ <b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___ <b>Assinatura Responsável:</b> _____
13	<b>Empresa / Instituição:</b> _____ <b>Responsável / Cargo:</b> _____ <b>Recebido por / Cargo:</b> _____ <b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___ <b>Assinatura Responsável:</b> _____
14	<b>Empresa / Instituição:</b> _____ <b>Responsável / Cargo:</b> _____ <b>Recebido por / Cargo:</b> _____ <b>N° protocolo ou AR:</b> _____ <b>Data:</b> ___/___/___ <b>Assinatura Responsável:</b> _____

### 11.3 PROTOCOLO DE RECEBIMENTO DO PAEB

**Ilmo. Sra. (o) Nome**  
**(Cargo)**  
**Órgão Público**  
**Cidade - Estado**

**Assunto: Protocolo dos Planos de Ação de Emergência – PAEB.**

**Nexa Recursos Minearais S.A.**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas – CNPJ sob o nº \_\_\_\_\_, com sede no município de \_\_\_\_\_, no estado de \_\_\_\_\_, no \_\_\_\_\_ endereço

\_\_\_\_\_, vem, respectivamente, perante Vossa Senhoria, com fulcro no Art. 12 da Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 alterada pela Lei Federal Nº 14.066 de 30 de setembro de 2020, bem como na Lei Estadual 23.291/2019 apresentar a versão atualizada dos seus Planos de Ação de Emergência – PAEB, em conformidade com a legislação aplicável, a relativo a:

- Barragem \_\_\_\_\_ Versão do Documento para Protocolo nº \_\_\_\_\_

Esta versão substitui todos os protocolos anteriores.

Atenciosamente,

.....  
Nome completo do representante do empreendedor  
Cargo

#### 11.4 PLANO DE TREINAMENTO DO PAEB

Os treinamentos devem ser realizados de acordo com o apresentado no documento “Diretrizes para a elaboração de Plano de Ação de Emergência das Barragens” (PG-SUS-GMA-010-PT). Além disso, todos os treinamentos e as ações decorrentes de cada treinamento devem ser registrados seguindo o modelo especificado no DD-SUS-GMA-009-PT.

O treinamento é de suma importância para a identificação e avaliação adequada de situações de emergência em todos os níveis de responsabilidade, além de permitir que toda a equipe envolvida esteja ciente do seu papel frente ao PAEB e de prontidão para providenciar as ações de resposta às situações de emergência com a agilidade e qualidade requeridas.

É realizado treinamento (integração e reciclagem) de todos os profissionais envolvidos diretamente com o PAEB. Por meio desse exercício é possível:

- Esclarecer os papéis e as responsabilidades dos participantes;
- Melhorar a coordenação do Plano;
- Identificar falhas e contribuições do treinamento para o Plano;
- Avaliar a capacidade de enfrentamento dos membros do Plano na ocorrência de situações de crise;
- Avaliar tempo de resposta dos integrantes internos para cada nível de emergência;
- Avaliar tempo de resposta dos integrantes externos para início da evacuação da população;
- Aumentar a confiança dos participantes do Plano;
- Identificar falhas na efetividade das ações de resposta.

Os treinamentos a serem realizados, divididos em internos e externos, são apresentados a seguir.

##### 11.4.1 Internos

O PAE-Barragem deve prever um programa de treinamento, planejados, implementados e monitorados em estágios crescentes de complexidade, contemplando os seguintes itens:

##### a) Seminários de qualificação

O seminário de qualificação inicial visa a apresentação do PAE-Barragem aos empregados envolvidos com atividades técnicas e operacionais relacionadas à barragem, que tenham sido formalmente indicados pelo Coordenador do PAE-Barragem. O seminário de

qualificação inicial deverá ser ministrado pela empresa responsável pela elaboração ou atualização do PAE-Barragem. Após o seminário inicial, o coordenador do PAE-Barragem poderá realizar novos seminários às demais equipes da Unidade.

Deverá ser realizado um seminário de qualificação por ano, sob responsabilidade do Coordenado do PAE-Barragem.

b) Exercícios tipo *Table Top* Estágios 1 e 2

Os exercícios tipo *Table Top* visam testar o nível de conhecimento e preparo das equipes técnicas responsáveis pelas principais ações durante uma situação de emergência, para assegurar que estes (os responsáveis) estejam cientes dos procedimentos e ações necessários durante uma situação de emergência. Este exercício testa a coordenação entre as equipes e as pessoas envolvidas, sem a necessidade de ações de campo.

No exercício tipo *Table Top* todos os envolvidos reúnem-se em uma sala e, a partir da proposição de uma situação de emergência, passam a descrever o que fariam. O exercício deve ser realizado em dois estágios:

- No estágio 1 cada responsável descreve sua ação, e o responsável pela condução do exercício acompanha a descrição da ação, complementando-a quando necessário. Não há controle de tempo.
- No estágio 2, o responsável pela condução do exercício apenas observa a descrição de cada ação por cada responsável, e registra o controle de tempo, deixando para fazer suas intervenções após o final do exercício.

O PAE-Barragem deverá conter um exercício *Table Top* conduzido por especialista no tema e deve prever pelo menos um exercício *table top* por ano, considerando um ou mais tipos de situação de emergência, que podem variar cada vez que um exercício deste nível é conduzido. Deverão ser consideradas ocorrências noturnas, em finais de semana ou feriados.

c) Simulados em estágios 1 e 2

O simulado em escala visa verificar se ações de combate às situações de emergência são de conhecimento de todas as equipes envolvidas e se estas são efetivadas de maneira organizada e em tempo necessário. Serve também para identificar as dificuldades na implementação da ação de combate necessária, possibilitando a melhoria do planejamento.

Os responsáveis pela condução do exercício devem simular um ou mais tipos de situação de emergência, que podem variar cada vez que um exercício deste nível é conduzido. Deverão ser consideradas ocorrências noturnas, em finais de semana ou feriados.

Os simulados deverão ser conduzidos em dois estágios:

- No estágio 1, todas as equipes envolvidas têm consciência de que está ocorrendo uma simulação de situação de emergência. O responsável pela condução do simulado deverá previamente explicitar a todos qual a situação de emergência a ser enfrentada. O tempo de resposta deverá ser controlado. Além do envolvimento das equipes, todos os equipamentos e insumos necessários deverão ser mobilizados.
- No estágios 2, as equipes envolvidas também terão consciência de que está ocorrendo uma simulação de situação de emergência. Entretanto, o responsável pela condução do simulado não revelarão preliminarmente qual será a situação de emergência a ser enfrentada. O elemento surpresa também poderá se dar quanto ao dia a ser realizada a simulação (dentro de uma determinada semana, por exemplo). Além do envolvimento das equipes, todos os equipamentos e insumos necessários deverão ser mobilizados.

O PAE- Barragem deve prever pelo menos um simulado por ano, considerando um ou mais tipos de situação de emergência, que podem variar cada vez que um exercício deste nível é conduzido. Deverão ser consideradas ocorrências noturnas, em finais de semana ou feriados.

d) Simulados em estágios 1 e 2 para empregados próprios e terceiros

O simulado em escala visa verificar se ações de combate às situações de emergência são de conhecimento de todos os empregados próprios e terceiros e se estas são efetivadas de maneira organizada e em tempo necessário.

#### 11.4.2 Externo

O PAE-Barragem deve prever a cooperação e apoio da Unidade ao poder público no que se refere ao treinamento do público externo localizado na zona de autossalvamento, respeitando as suas responsabilidades e atribuições.

A apresentação à população existente na ZAS deverá ser realizada em conjunto com a defesa civil municipal e corpo de bombeiros, na forma de reuniões coletivas, com a presença dos principais atores sociais identificados na comunidade, de maneira que a disseminação da informação para os demais potencialmente atingidos seja feita desta forma.

Os treinamentos deverão ser implementados em uma sequência ascendente de complexidade, subindo de estágio a cada ano, conforme os itens seguintes. Sendo

treinamentos envolvendo públicos externos só devem ser previstos após a realização de pelo menos um ciclo interno de treinamento tipo table top e simulado.

a) Seminários de qualificação

O seminário de qualificação inicial deverá ser ministrado pelo coordenador do PAE-Barragem ou alguém designado por ele.

b) Exercícios tipo Table Top Estágios 1 e 2

Os exercícios tipo Table Top visam testar o nível de conhecimento e preparo das equipes técnicas responsáveis pelas principais ações durante uma situação de emergência, para assegurar que estes (os responsáveis) estão cientes dos procedimentos e ações necessários durante uma situação de emergência. Este exercício testa a coordenação entre as equipes e as pessoas envolvidas, sem a necessidade de ações de campo.

Neste tipo de exercício, todos os envolvidos agrupam-se em uma sala e, a partir da proposição de uma situação de emergência, passam a descrever o que fariam.

- No estágio 1, cada responsável descreve sua ação. O responsável pela condução do exercício acompanha a descrição da ação, complementando-a quando necessário. Não há controle de tempo.
- No estágio 2, o responsável pela condução do exercício apenas observa a descrição de cada ação por cada responsável, com controle de tempo, deixando para fazer suas intervenções após o final do exercício.

O PAE-Barragem deverá conter um treinamento para condução do exercício *Table Top* por especialista no tema. Esse deve prever pelo menos um exercício *Table Top* por ano, considerando um ou mais tipos de situação de emergência, que podem variar cada vez que um exercício deste nível é conduzido. Deverão ser consideradas ocorrências noturnas, em finais de semana ou feriados.

c) Simulados em estágios 1 e 2

O simulado em escala visa verificar se ações de combate às situações de emergência são de conhecimento de todas as equipes envolvidas e se estas são efetivadas de maneira organizada e em tempo necessário. Serve também para identificar as dificuldades na implementação da ação de combate necessária, possibilitando a melhoria do planejamento.

Os responsáveis pela condução do exercício devem simular um ou mais tipos de situação de emergência, que podem variar cada vez que um exercício deste nível é conduzido. Deverão ser consideradas ocorrências noturnas, em finais de semana ou feriados.

- No estágio 1, todas as equipes envolvidas têm consciência de que está ocorrendo uma simulação de situação de emergência. O responsável pela condução do simulado deverá previamente explicitar a todos qual a situação de emergência a ser enfrentada. O tempo de resposta deverá ser controlado. Além do envolvimento das equipes, todos os equipamentos e insumos necessários deverão ser mobilizados.
- No estágio 2, as equipes envolvidas também terão consciência de que está ocorrendo uma simulação de situação de emergência. Entretanto, o responsável pela condução do simulado não revelarão preliminarmente qual será a situação de emergência a ser enfrentada. O elemento surpresa também poderá se dar quanto ao dia a ser realizada a simulação (dentro de uma determinada semana, por exemplo). Além do envolvimento das equipes, todos os equipamentos e insumos necessários deverão ser mobilizados.

O PAE- Barragem deve prever pelo menos um simulado por ano, considerando um ou mais tipos de situação de emergência, que podem variar cada vez que um exercício deste nível é conduzido. Deverão ser consideradas ocorrências noturnas, em finais de semana ou feriados.

### 11.5 REGISTROS DOS TREINAMENTOS DO PAEB

		Nexa - Juiz de Fora			Código	DD-JF-DHO-DHO-002-PT	
		Documento de Dados			Revisão	3.3	
Título:		Lista de presença			Área	DHO	
Tipo de Registro:		Evidências de treinamento <input checked="" type="checkbox"/> Reunião <input type="checkbox"/> Outros eventos <input type="checkbox"/>			Páginas	1 / 1	
Carga Horária:		13:00 às 14:30					
Título:		Treinamento Table Top					
Nome do instrutor:		[Redacted]		Cargo:	Eng. Anti. Prens.		Assinatura:
Objetivo:		Exercício Table Top Plano de Ação de Emergência de Barragens NE-1					
Categoria:		Estratégica/Institucional <input type="checkbox"/>		Comportamental <input type="checkbox"/>	Procedimentos <input type="checkbox"/>	SSMA <input checked="" type="checkbox"/>	Técnica/Operacional <input type="checkbox"/>
						Legal <input type="checkbox"/>	
Nº	Matrícula	Nome do participante	Empresa	Setor/Área	Cargo	Assinatura	Data
1	60003330	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
2	27002	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
3	600142	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
4	166320	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
5	195926	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
6	60005175	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
7	60002963	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
8	6000172	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
9	254426	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	11/10/22
10	7004	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	15/12/22
11	7038	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/10/2022
12	2484	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
13	6003197	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
14	6001657	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	14/12/22
15							
16							
17							
18							
19							
20							
Elaborado por:				Sigilo:		Aprovador:	
[Redacted]				Uso Interno Unidade		[Redacted]	

		Nexa - Juiz de Fora			Código	DD-JF-DHO-DHO-002-PT	
		Documento de Dados			Revisão	3.3	
Título:		Lista de presença			Área	DHO	
Tipo de Registro:		Evidências de treinamento <input checked="" type="checkbox"/> Reunião <input type="checkbox"/> Outros eventos <input type="checkbox"/>			Páginas	1 / 1	
Título:		Treinamento Table Top			Carga Horária: 13:00 às 14:30		
Nome do instrutor:		[Redacted]			Cargo:	Eng. Ambi. Plano	
Objetivo:		Exercício Table top Plano de Ação de Emergência de Passageiros NE-2					
Categoria:		Estratégico/Institucional <input type="checkbox"/> Comportamental <input type="checkbox"/> Procedimentos <input type="checkbox"/> SSMA <input checked="" type="checkbox"/> Técnico/Operacional <input type="checkbox"/> Legal <input type="checkbox"/>					
Nº	Matrícula	Nome do participante	Empresa	Setor/Área	Cargo	Assinatura	Data
1	248992	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
2	203422	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
3	60002062	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
4	60001144	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
5	60001122	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
6	60002970	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12
7	60002484	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
8	7038	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	2038
9	254426	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
10	60003330	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
11	60003192	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
12	60001657	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16/12/22
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
Elaborado por:				Sigilo:		Aprovador:	
[Redacted]				Uso Interno Unidade		[Redacted]	

## 11.6 CONTEÚDO MÍNIMO DO RELATÓRIOS CONCLUSÃO DE INSPEÇÃO ESPECIAL E DE CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DO EVENTO EM EMERGÊNCIA

O Relatório de Conclusão de Inspeção Especial deve conter, minimamente:



- a) Identificação do representante legal da empresa, assim como da equipe multidisciplinar externa contratada pelo empreendedor, com a identificação do responsável técnico para a mitigação das anomalias identificadas;
- b) Avaliação das anomalias que resultaram na pontuação máxima de 10 (dez) pontos, em qualquer coluna na Matriz de Classificação Quanto à Categoria de Risco (1.2 - Estado de Conservação), encontradas e registradas, individualmente, identificando possível mau funcionamento e indícios de deterioração ou defeito de construção;
- c) Relatório fotográfico contendo as anomalias que resultaram na pontuação máxima de 10 (dez) pontos, em qualquer coluna do quadro de Estado de Conservação referente à Categoria de Risco da Barragem identificadas;
- d) Reclassificação, quando necessário, quanto à pontuação do Estado de Conservação referente à Categoria de Risco da Barragem de cada anomalia identificada na Ficha de Inspeção Especial;
- e) Comparação com os resultados da Inspeção de Segurança Especial anterior, quando houver;
- f) Ações adotadas para a eliminação das anomalias que resultaram na pontuação máxima de 10 (dez) pontos, em qualquer coluna do quadro de Estado de Conservação referente à Categoria de Risco da Barragem constatadas;
- g) Avaliação do resultado de inspeção e revisão dos registros de instrumentação disponíveis, indicando a necessidade de manutenção, reparos ou de novas inspeções especiais, recomendando os serviços necessários;
- h) Classificação, quando da primeira Inspeção Especial, e reclassificação, quando da segunda ou posterior Inspeção Especial, da pontuação do Estado de Conservação referente à Categoria de Risco da Barragem, de acordo com Anexo IV;
- i) Classificação do resultado das ações adotadas nas anomalias que resultaram na pontuação máxima de 10 (dez) pontos, em qualquer coluna do quadro de Estado de Conservação referente à Categoria de Risco da Barragem, em extinto, controlado e não controlado;
- j) Estudos sísmicos da Barragem de Mineração tendo por base a Norma Brasileira ABNT NBR 13.028 e ou norma que venha a sucedê-la; e
- k) Ciente do empreendedor ou de seu representante legal.


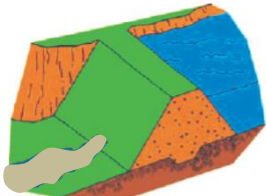
O Relatório de Causas e Consequências do Evento em Emergência deve conter, minimamente:

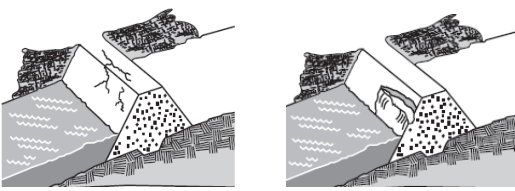
- a) Descrição detalhada do evento e possíveis causas;


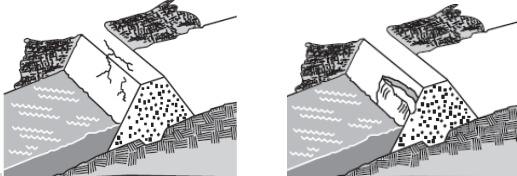
- b) Relatório fotográfico;
- c) Descrição das ações realizadas durante o evento, inclusive cópia das declarações emitidas e registro dos contatos efetuados, conforme o caso;
- d) Em caso de ruptura, a identificação das áreas afetadas;
- e) Consequências do evento, inclusive danos materiais, à vida e à propriedade;
- f) Proposições de melhorias para revisão do PAEB;
- g) Conclusões do evento; e
- h) Ciência do responsável legal pelo empreendimento.

## 11.7 FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE EMERGÊNCIA 1


	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 1</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-1</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>GALGAMENTO</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
<p>Redução da borda livre e/ou diminuição do volume de amortecimento, com redução da capacidade bombeada ou sistema de bombeamento com problema identificado ou sem sistema de bombeamento.</p>		
<b>CROQUI TÍPICO DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diminuição da borda livre;</li> <li>2. Possibilidade de galgamento.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Implementar fluxo de notificação interno para NE-1;</b></li> <li>2. <b>Paralisar a disposição de resíduo no reservatório;</b></li> <li>3. Inspeccionar o local para avaliar a causa do problema encontrado e subsidiar a tomada de decisão sobre qual a metodologia utilizar para solução do problema conforme orientação do Engenheiro Geotécnico e/ou equipe responsável, tais como:             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Caso se verifique que o sistema de bombas não está operando, providenciar seu reparo e/ou substituição;</li> <li>3.2. Se for constatada a diminuição do volume de amortecimento de cheias, providenciar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar mais bombas para auxiliar no esvaziamento do reservatório);</li> <li>3.3. Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de completar a borda livre com sacos de areia e proteger o talude de jusante com lonas plásticas e/ou material similar que possa proteger a estrutura;</li> <li>3.4. Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de implantar sistema de extravasão, para esvaziar mais rapidamente o reservatório;</li> <li>3.5. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.</li> </ol> </li> <li>4. Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência.</li> </ol>		
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de instrumentação (nível de água)	
<b>DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO</b>	Não se aplica	
<b>RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS</b>	Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem	

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 2</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-1</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>PIPING</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
Carreamento de material ou aumento de vazão em surgência posicionada nas ombreiras ou taludes com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.		
<b>CROQUI TÍPICO DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ocorrência de erosões;</li> <li>Ruptura parcial dos taludes.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Implementar fluxo de notificação interno para NE-1;</li> <li>Inspeccionar cuidadosamente a área e verificar a causa da surgência e subsidiar a tomada de decisão sobre qual a metodologia utilizar para solução do problema conforme orientação do Engenheiro Geotécnico e/ou equipe responsável.</li> <li>Caso seja possível, medir e monitorar a quantidade de fluxo e verificar se há aumento e/ou redução da vazão percolada;</li> <li>Se o aumento de vazão e/ou carreamento de solo for verificado, deve-se executar imediatamente um dreno invertido. Monitoramento da área saturada e o seu aumento;</li> <li>Se confirmado o carreamento deve-se executar o dreno.</li> <li>Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de realizar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do mesmo);</li> <li>Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório;</li> <li>Verificar se a instrumentação está registrando níveis dentro dos limites aceitáveis de segurança;</li> <li>Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência.</li> </ol>		
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de instrumentação (piezômetros)	
<b>DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO</b>	Fita sinalizadora	
<b>RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS</b>	Materiais de construção; equipamentos de medição de vazão; equipamentos de terraplenagem; bombas	

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 3</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-1</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>INSTABILIZAÇÃO</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (deformações e recalques).		
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diminuição da resistência do maciço;</li> <li>2. Diminuição do Fator de Segurança;</li> <li>3. Redução da seção transversal e instabilização do maciço;</li> <li>4. Evolução para ruptura do barramento, se não tratado adequadamente.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Implementar fluxo de notificação interno para NE-1;</b></li> <li>2. Inspeccionar para fins de diagnóstico para detalhamento de ações o local onde se observaram trincas, deformações ou recalques, registrar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes.</li> <li>3. Avaliação pelo Engenheiro Geotécnico e/ou equipe responsável pela barragem, para identificar a causa do problema e subsidiar a tomada de decisão sobre qual a metodologia utilizar para solucioná-lo;             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Caso se verifique a ocorrência de trincas, realizar correção da trinca de modo eficiente utilizando técnicas de construção adequadas, conforme orientação da equipe de segurança da barragem (selar trinca contra infiltração e escoamento superficial);</li> <li>3.2. Se for constatada deformações e recalques realizar os reparos e/ou correção da geometria utilizando técnicas de construção e materiais adequados, conforme orientação da Equipe de Segurança;</li> </ol> </li> <li>4. Verificar se a instrumentação está registrando níveis dentro dos limites aceitáveis de segurança;</li> <li>5. Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência.</li> </ol>		
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de Instrumentação	
<b>DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO</b>	Fita sinalizadora	
<b>RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS</b>	Materiais de construção e equipamentos de terraplenagem	

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 4</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-1</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>INSTABILIZAÇÃO</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
Ocorrência de sismo levando a instabilização da estrutura, com potencial de comprometimento da segurança da mesma.		
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diminuição da resistência do maciço;</li> <li>2. Diminuição do Fator de Segurança;</li> <li>3. Instabilização do maciço;</li> <li>4. Evolução para ruptura do barramento.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Implementar fluxo de notificação interno para NE-1;</b></li> <li>2. Realizar inspeção cuidadosa pelo Engenheiro Geotécnico e/ou equipe responsável pela barragem, para identificar a causa do problema e subsidiar a tomada de decisão sobre qual a metodologia utilizar para solucioná-lo;</li> <li>3. <b>Caso se verifique a ocorrência de sulcos profundos de erosão:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Realizar reparo da erosão utilizando técnicas de construção e materiais adequados, conforme orientação do Engenheiro Geotécnico e/ou equipe responsável e registrar a localização, extensão e profundidade e elaborar projeto as built;</li> <li>3.2 Verificar as condições do sistema de drenagem superficial e, se necessário, prosseguir com a manutenção do mesmo, de modo a garantir a eficiência deste sistema;</li> <li>3.3 Recompôr a proteção superficial (<i>rip-rap</i>, grama, etc.) do talude, para proteção contra ocorrência de novos processos erosivos;</li> </ol> </li> <li>4. <b>Caso se verifique a ocorrência de depressões (abatimentos) e escorregamentos:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 Proceder a recuperação do trecho escorregado ou abatido através da recomposição do material e de sua proteção vegetal, utilizando técnicas de construção adequadas;</li> <li>4.2 Registrar a localização, extensão e o deslocamento do escorregamento;</li> <li>4.3 Verificar se a instrumentação está registrando níveis dentro dos limites aceitáveis de segurança;</li> </ol> </li> <li>5. Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência.</li> </ol>		
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de instrumentação	
<b>DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO</b>	Fita sinalizadora	
<b>RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS</b>	Materiais de construção e equipamentos de terraplenagem	

## 11.8 FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE EMERGÊNCIA 2

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 5</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-2</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>GALGAMENTO</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
<p>Anomalia “Redução da borda livre e/ou diminuição do volume de amortecimento, com redução da capacidade bombeada ou sistema de bombeamento com problema identificado ou sem sistema de bombeamento.” <b><u>não foi extinta ou controlada.</u></b></p>		
<b>CROQUI TÍPICO DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diminuição do fator de segurança;</li> <li>2. Possibilidade de galgamento.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2;</b></li> <li>2. Adicionar mais bombas com alta vazão a fim de aumentar o sistema de bombeamento instalados para o NE-1;</li> <li>3. Em caso de borda livre nula, avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de implantar sistema de extravasão, para esvaziar mais rapidamente o reservatório;</li> <li>4. Complementar a borda livre com sacos de areia e proteger o talude de jusante com lonas plásticas e/ou material similar que possa proteger a estrutura;</li> <li>5. Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência;</li> <li>6. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.</li> <li>7. Caso o problema evolua e a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 3 e para a Ficha de Emergência nº 9.</li> </ol>		
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeções periódicas / Análise visual	
<b>DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO</b>	Fita Sinalizadora	
<b>RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS</b>	Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem	


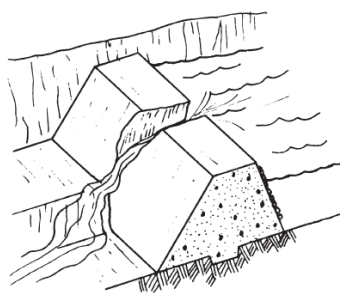
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 6</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-2</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>PIPING</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
<p>Anomalia “Carreamento de material ou aumento de vazão em surgência posicionada nas ombreiras ou taludes com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.” <b><u>não foi extinta ou controlada.</u></b></p>		
<b>CROQUI TÍPICO DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erosões;</li> <li>2. Diminuição do fator de segurança;</li> <li>3. Instabilidade parcial dos taludes;</li> <li>4. Possibilidade de ruptura da barragem, caso as ações mitigadoras adequadas não sejam tomadas.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2;</b></li> <li>2. Avaliar a gravidade da situação;</li> <li>3. Confirmar se a água percolada não possui sinais de carreamento de solo;</li> <li>4. Caso seja possível, medir e monitorar a quantidade de fluxo e verificar se há aumento e/ou redução da vazão percolada;</li> <li>5. Se o aumento de vazão e/ou carreamento de solo for verificado, deve-se executar imediatamente um dreno invertido. Se, após a implantação local do dreno, observar aumento, ampliação do dreno ou outra solução;</li> <li>6. Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de realizar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do mesmo);</li> <li>7. Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de implantar sistema de extravasão I, para esvaziar mais rapidamente o reservatório;</li> <li>8. Verificar se a instrumentação está registrando níveis dentro dos limites aceitáveis de segurança;</li> <li>9. Monitorar a ocorrência;</li> <li>10. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.</li> <li>11. Caso o problema evolua e a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 3 e para a Ficha de Emergência nº 10.</li> </ol>		
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeções periódicas / Análise visual	
<b>DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO</b>	Fita sinalizadora	
<b>RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS</b>	Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem	


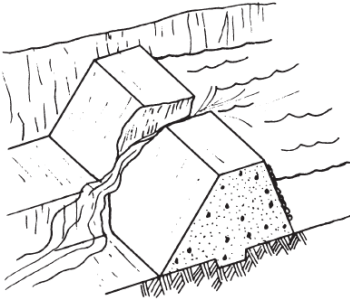
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 7</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-2</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>INSTABILIZAÇÃO</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
<p>Anomalia “Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (deformações e recalques)” <b><u>não foi extinta ou controlada.</u></b></p>		
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instabilidade parcial do maciço;</li> <li>2. Diminuição do fator de segurança;</li> <li>3. Redução da seção transversal e instabilização do maciço;</li> <li>4. Evolução para ruptura do barramento, se não tratado adequadamente.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2;</b></li> <li>2. Avaliar a gravidade da situação;</li> <li>3. Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de se providenciar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do reservatório);</li> <li>4. Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório;</li> <li>5. Caso se verifique a ocorrência de trincas, realizar o cadastramento e a correção da trinca de modo eficiente utilizando técnicas de construção adequadas, conforme orientação da equipe de segurança da barragem (selar trinca contra infiltração e escoamento superficial);</li> <li>6. Se for constatada deformações e recalques realizar o cadastramento e os reparos e/ou correção da geometria utilizando técnicas de construção e materiais adequados, conforme orientação da Equipe de Segurança;</li> <li>7. Verificar se a instrumentação está registrando níveis dentro dos limites aceitáveis de segurança</li> <li>8. Monitorar a ocorrência;</li> <li>9. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura e elaborar documentação de projeto as built das atividades de engenharia empregadas;</li> <li>10. Caso o problema evolua e a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 3 e para a Ficha de Emergência nº 11.</li> </ol>		
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeções periódicas / Análise visual	
<b>DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO</b>	Fita sinalizadora	
<b>RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS</b>	Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem	


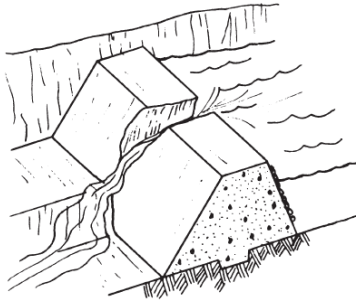
	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 8</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-2</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>INSTABILIZAÇÃO</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
<p>Anomalia “Ocorrência de sismo levando a instabilização da estrutura, com potencial de comprometimento da segurança da mesma” <b><u>não foi extinta ou controlada.</u></b></p>		
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instabilidade parcial do maciço;</li> <li>2. Diminuição do fator de segurança;</li> <li>3. Possibilidade de ruptura da barragem.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2;</b></li> <li>2. Avaliar a gravidade da situação;</li> <li>3. Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de se providenciar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do reservatório);</li> <li>4. Avaliar tecnicamente a <b>opção</b> de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório;</li> <li>5. Realizar reparo da erosão utilizando técnicas de construção e materiais adequados;</li> <li>6. Verificar as condições do sistema de drenagem superficial e, se necessário, prosseguir com a manutenção do mesmo, de modo a garantir a eficiência deste sistema;</li> <li>7. Recompôr a proteção superficial (rip-rap, grama, etc.) do talude, para proteção contra ocorrência de novos processos erosivos;</li> <li>8. Proceder a recuperação do trecho escorregado ou abatido através da recomposição do material, utilizando técnicas de construção adequadas;</li> <li>9. Verificar se a instrumentação está registrando níveis dentro dos limites aceitáveis de segurança;</li> <li>10. Monitorar a ocorrência;</li> <li>11. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura;</li> <li>12. Caso o problema evolua e a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 3 e para a Ficha de Emergência nº 12.</li> </ol>		
<b>DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO</b>	Inspeções periódicas / Análise visual	
<b>DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO</b>	Fita sinalizadora	
<b>RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS</b>	Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem	


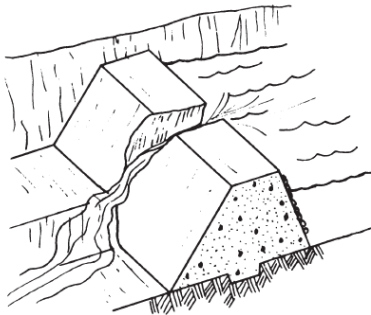


## 11.9 FICHAS DE EMERGÊNCIA – NÍVEL DE EMERGÊNCIA 3

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 9</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-3</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>GALGAMENTO</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
<p>Galgamento do barramento com erosão do seu maciço e formação de brecha. A ruptura é iminente ou está ocorrendo.</p>		
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impactos ambientais;</li> <li>2. Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica;</li> <li>3. Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante, com danos a benfeitorias e aos moradores;</li> <li>4. Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes.</li> <li>5. Assoreamento dos cursos de água a jusante da barragem com deposição de sedimentos no leito do rio a jusante e possível alteração da calha principal dos rios em alguns trechos;</li> <li>6. Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de resíduo /sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos à fauna e flora características da região.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<b>REALIZAR IMEDIATAMENTE ALERTA NA REGIÃO DE AUTOSSALVAMENTO</b>		
<b>Implementar fluxo de notificação externo NE-3.</b>		
<p>Iniciar ações de gestão de crise com planos específicos de resposta, tais como:</p> <p><b>Durante a ocorrência:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Providenciar a construção de estruturas de contenção temporárias a jusante da barragem para barrar a continuidade de fluxo de material;</li> <li>2. Providenciar o rebaixamento do reservatório;</li> <li>3. Implantar um sistema de extravasão em canal lateral;</li> <li>4. Providenciar Remoção e resgate das pessoas e animais;</li> </ol> <p><b>Após a ocorrência:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Providenciar abastecimento de água;</li> <li>6. Executar recuperação das áreas atingidas: diagnosticar e indicar tratamentos;</li> <li>7. Garantir assistência as pessoas e animais atingidos;</li> <li>8. Remover sedimentos transportados e depositados;</li> <li>9. Realizar Estudo Ambiental na área impactada;</li> <li>10. Recuperar locais atingidos.</li> </ol>		

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 10</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-3</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>PIPING</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
Erosão regressiva ( <i>piping</i> ) com evolução e desenvolvimento da brecha de ruptura. Ruptura iminente ou está ocorrendo.		
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impactos ambientais;</li> <li>2. Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica;</li> <li>3. Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante, com danos a benfeitorias e aos moradores;</li> <li>4. Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes;</li> <li>5. Assoreamento dos cursos de água a jusante da barragem, com deposição de sedimentos no leito do rio a jusante e possível alteração da calha principal dos rios em alguns trechos;</li> <li>6. Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de resíduos/sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos à fauna e flora características da região.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<p><b>REALIZAR IMEDIATAMENTE ALERTA NA REGIÃO DE AUTOSSALVAMENTO</b></p> <p><b>Implementar fluxo de notificação externo NE-3:</b></p> <p>Iniciar ações de gestão de crise com planos específicos de resposta, tais como:</p> <p><b>Durante a ocorrência:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Providenciar a construção de estruturas de contenção temporárias a jusante da barragem para barrar a continuidade de fluxo de material;</li> <li>2. Providenciar o rebaixamento do reservatório.</li> <li>3. Providenciar remoção e resgate das pessoas e animais;</li> </ol> <p><b>Após a ocorrência:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Providenciar abastecimento de água;</li> <li>5. Executar recuperação das áreas atingidas: diagnosticar e indicar tratamentos;</li> <li>6. Garantir assistência as pessoas e animais atingidos;</li> <li>7. Remover sedimentos transportados e depositados;</li> <li>8. Realizar Estudo Ambiental na área impactada;</li> <li>9. Recuperar locais atingidos.</li> </ol>		

	<b>FICHA DE EMERGÊNCIA</b>	<b>Nº 11</b>
	<b>NÍVEL DE EMERGÊNCIA</b>	<b>NE-3</b>
	<b>MODO DE FALHA</b>	<b>INSTABILIZAÇÃO</b>
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
Instabilização em evolução. A ruptura é iminente ou está ocorrendo.		
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impactos ambientais;</li> <li>2. Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica;</li> <li>3. Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante, com danos a benfeitorias e aos moradores;</li> <li>4. Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes;</li> <li>5. Assoreamento dos cursos de água a jusante da barragem, com deposição de sedimentos no leito do rio a jusante e possível alteração da calha principal dos rios em alguns trechos;</li> <li>6. Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de resíduos/sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos à fauna e flora características da região.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<b>REALIZAR IMEDIATAMENTE ALERTA NA REGIÃO DE AUTOSSALVAMENTO</b>		
<b>Implementar fluxo de notificação externo NE-3</b>		
Iniciar ações de gestão de crise com planos específicos de resposta, tais como:		
<b>Durante a ocorrência:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Providenciar a construção de estruturas de contenção temporárias a jusante da barragem para barrar a continuidade de fluxo de material;</li> <li>2. Providenciar o rebaixamento do reservatório.</li> <li>3. Providenciar remoção e resgate das pessoas e animais;</li> </ol>		
<b>Após a ocorrência:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Providenciar abastecimento de água;</li> <li>5. Executar recuperação das áreas atingidas: diagnosticar e indicar tratamentos;</li> <li>6. Garantir assistência as pessoas e animais atingidos;</li> <li>7. Remover sedimentos transportados e depositados;</li> <li>8. Realizar Estudo Ambiental na área impactada;</li> <li>9. Recuperar locais atingidos.</li> </ol>		

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 12
	NÍVEL DE EMERGÊNCIA	NE-3
	MODO DE FALHA	INSTABILIZAÇÃO
<b>SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA</b>		
Estabilidade da estrutura foi afetada de modo severo. Ruptura iminente ou está ocorrendo.		
<b>CROQUIS TÍPICOS DA ANOMALIA</b>	<b>POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impactos ambientais;</li> <li>2. Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica em algumas regiões;</li> <li>3. Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante, com danos a benfeitorias e aos moradores;</li> <li>4. Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes;</li> <li>5. Assoreamento dos cursos de água a jusante da barragem, com deposição de sedimentos no leito do rio a jusante e possível alteração da calha principal dos rios em alguns trechos;</li> <li>6. Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de resíduos/sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos à fauna e flora características da região.</li> </ol>	
<b>PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)</b>		
<b>REALIZAR IMEDIATAMENTE ALERTA NA REGIÃO DE AUTOSSALVAMENTO</b>		
<b>Implementar fluxo de notificação externo NE-3.</b>		
Iniciar ações de gestão de crise com planos específicos de resposta, tais como:		
<b>Durante a ocorrência:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Providenciar a construção de estruturas de contenção temporárias a jusante da barragem para barrar a continuidade de fluxo de material;</li> <li>2. Providenciar o rebaixamento do reservatório;</li> <li>3. Providenciar remoção e resgate das pessoas e animais;</li> </ol>		
<b>Após a ocorrência:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Providenciar abastecimento de água;</li> <li>5. Executar recuperação das áreas atingidas: diagnosticar e indicar tratamentos;</li> <li>6. Garantir assistência as pessoas e animais atingidos;</li> <li>7. Remover sedimentos transportados e depositados;</li> <li>8. Realizar Estudo Ambiental na área impactada;</li> <li>9. Recuperar locais atingidos.</li> </ol>		



## 11.11 MAPAS DE INUNDAÇÃO

NÚMERO	DESCRIÇÃO
HBR02-21-NEXA-DES038	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PAEB BARRAGEM DA PEDRA MESCLA EXTREMO E PROVÁVEL BARRAGEM DA PEDRA EXTENSÃO POTENCIAL DE INUNDAÇÃO - FL 1/2
HBR02-21-NEXA-DES039	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PAEB BARRAGEM DA PEDRA MESCLA EXTREMO E PROVÁVEL BARRAGEM DA PEDRA EXTENSÃO POTENCIAL DE INUNDAÇÃO - FL 2/2
HBR02-21-NEXA-DES084	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO - E1
HBR02-21-NEXA-DES085	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO - E2
HBR02-21-NEXA-DES086	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA RISCO HIDRODINÂMICO
HBR02-21-NEXA-DES087	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 1/19
HBR02-21-NEXA-DES088	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 2/19
HBR02-21-NEXA-DES089	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 3/19
HBR02-21-NEXA-DES090	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 4/19
HBR02-21-NEXA-DES091	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 5/19

NÚMERO	DESCRIÇÃO
HBR02-21-NEXA-DES092	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 6/19
HBR02-21-NEXA-DES093	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 7/19
HBR02-21-NEXA-DES094	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 8/19
HBR02-21-NEXA-DES095	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 9/19
HBR02-21-NEXA-DES098	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 10/19
HBR02-21-NEXA-DES099	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 11/19
HBR02-21-NEXA-DES100	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 12/19
HBR02-21-NEXA-DES101	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 13/19
HBR02-21-NEXA-DES102	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 14/19
HBR02-21-NEXA-DES103	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 15/19
HBR02-21-NEXA-DES104	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 16/19

NÚMERO	DESCRIÇÃO
HBR02-21-NEXA-DES105	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 17/19
HBR02-21-NEXA-DES106	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 18/19
HBR02-21-NEXA-DES107	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE ENCONTRO - FL 19/19
HBR02-21-NEXA-DES108	NEXA RECURSOS MINERAIS S.A. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA BARRAGEM DA PEDRA PONTOS DE BLOQUEIO E ROTAS ALTERNATIVAS