

PAEBM

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA
PARA BARRAGENS DE MINERAÇÃO

SEÇÃO I

BARRAGEM SERRA AZUL

MINA SERRA AZUL

ArcelorMittal

MS-2029-PAE-RT-1096

Novembro/2021

Relatório Técnico da Seção I do PAEBM

Itatiaiuçu/MG

Nº Tetra Tech: 21600-SRAZ-ITG-RL003-0
Nº ArcelorMittal Brasil: MS-2029-PAE-RT-1096

Novembro/2021

APRESENTADO PARA

ArcelorMittal Brasil
<https://brasil.arcelormittal.com/>

APRESENTADO POR

Tetra Tech
Belo Horizonte – BH
www.tetrattech.com

Tipos de Emissão

EI – Emissão Inicial **PC** – Para Comentários **EF** – Emissão Final **CA** – Cancelado **PI** – Para Informação

Revisão	Tipo de Emissão	Descrição	Data
A	EI	Emissão inicial	25/10/2021
B	PC	Atendimento a comentários	05/11/2021
0	EF	Emissão final	08/11/2021

Responsáveis pelo Relatório

Elaborador	Verificador	Aprovador
DPI	ADU	GLC

A Tetra Tech é responsável pelo conteúdo deste relatório, incluindo: tecnologias, metodologias, especificações técnicas, desenhos, figuras, cópias, diagramas, fórmulas, modelos, amostras e fluxogramas.

A utilização deste material deverá ser compatível com o escopo do projeto/trabalho contratado, fazendo-se expressa menção ao nome da Tetra Tech como autora do estudo. Da mesma forma, quando a equipe técnica da Tetra Tech for incorporada na equipe técnica da empresa contratante, esta deverá ser mencionada, e referenciada, como: “consultores da Tetra Tech”. Qualquer dúvida ou alteração desta conduta deverá ser discutida entre o cliente e a Tetra Tech.

ÍNDICE

Página

1.	APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS	9
2.	IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO PAEBM.....	11
3.	DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM	12
3.1.	DESCRIÇÃO DO ACESSO	13
3.2.	DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DA ESTRUTURA	15
4.	DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS.....	17
4.1.	DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS	17
4.1.1.	Inspeções de Segurança Regular (ISRs) e Especial (ISEs).....	17
4.1.2.	Monitoramento (Leituras e Análise da Instrumentação)	18
4.1.3.	Manutenção.....	18
4.1.4.	Atividades do Centro de Monitoramento	19
4.2.	DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS CORRETIVOS.....	20
5.	DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA (NÍVEIS 1, 2 E 3)	25
5.1.	DETECÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	25
5.2.	CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE EMERGÊNCIA	27
5.3.	ENCERRAMENTO DOS NÍVEIS DE EMERGÊNCIA	33
6.	AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE EMERGÊNCIA.....	34
7.	PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA.....	43
7.1.	ESTRATÉGIA DE ACIONAMENTO DOS ÓRGÃOS PÚBLICOS	43
7.2.	ESTRATÉGIA DE COMUNICAÇÃO NA ZAS	44
7.2.1.	Descrição do Sistema de Sirenes	44
8.	SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO	47
8.1.	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	48
8.2.	DEFINIÇÃO DO MODO DE FALHA E GERAÇÃO DO HIDROGRAMA DE RUPTURA.....	48

8.3.	PROPAGAÇÃO E MAPEAMENTO DA ONDA DE RUPTURA NO VALE A JUSANTE	49
9.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA POTENCIALMENTE AFETADA	51
9.1.	LOCALIZAÇÃO SOCIOTERRITORIAL E POTENCIAIS INTERFERÊNCIAS	51
9.2.	PESSOAS E EDIFICAÇÕES INSERIDAS NA ZAS	53
10.	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS DISPONÍVEIS PARA USO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA	54
11.	RESPONSABILIDADES DURANTE A EMERGÊNCIA	55
11.1.	RESPONSABILIDADES DA ARCELORMITTAL BRASIL COMO EMPREENDEDOR DURANTE A EMERGÊNCIA	55
11.1.1.	Gerência Geral de Tecnologia Mineração (CTO)	57
11.1.2.	Direção Geral Mineração	57
11.2.	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAEBM DURANTE A EMERGÊNCIA	57
11.3.	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NO FLUXO DE AÇÕES DO PAEBM DURANTE A EMERGÊNCIA	58
11.3.1.	Saúde e Segurança.....	58
11.3.2.	Comunicação	59
11.3.3.	Meio Ambiente	59
11.3.4.	Centro de Monitoramento.....	60
11.3.5.	Geotecnia.....	60
11.3.6.	Projetos.....	60
11.3.7.	Jurídico	61
11.4.	RESPONSABILIDADES DA DEFESA CIVIL DURANTE A EMERGÊNCIA	61
12.	APÊNDICES	62

LISTA DE APÊNDICES E/OU ANEXOS

Apêndice 12.1	Formulário de Declaração de Início de Emergência
Apêndice 12.2	Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência
Apêndice 12.3	Formulário de Notificação
Apêndice 12.4	Modelo de Ofício para Protocolo de Recebimento do PAEBM
Apêndice 12.5	Relatório de Causas e Consequências do Evento de Nível de Emergência 3
Apêndice 12.6	Ficha de Emergência – Galgamento
Apêndice 12.7	Ficha de Emergência – Erosão Interna ou <i>Piping</i>
Apêndice 12.8	Ficha de Emergência – Instabilização
Anexo A	Identificação dos Contatos do PAEBM
Anexo B	Autoridades Públicas que Receberam o PAEBM
Anexo C	Plano de Treinamento do PAEBM
Anexo D	Registros dos Treinamentos do PAEBM
SEÇÃO II	Capítulo I - Ações de Proteção e Defesa Civil Capítulo II - Plano de Abastecimento de Água Potável
SEÇÃO III	Plano de Proteção e Mitigação de Impactos ao Meio Ambiente
SEÇÃO IV	Plano de Ação para Salvaguarda do Patrimônio Cultural
SEÇÃO V	Plano de Ação para a Preservação e Salvaguarda dos Animais de Produção

TABELAS

Tabela 1.1 – Controle de revisões de documentos protocolados.....	9
Tabela 3.1 – Dados gerais da Barragem Serra Azul.....	12
Tabela 3.2 – Instrumentação instalada na Barragem Serra Azul.....	15
Tabela 4.1 – Anomalias que podem originar situações de emergência na Barragem Serra Azul..	21
Tabela 5.1 – Causas e evidências associadas aos modos de falha possíveis de ocorrer na Barragem Serra Azul.....	26
Tabela 5.2 – Causas e gatilhos associados ao modo de falha liquefação, possíveis de ocorrer na Barragem Serra Azul.....	27
Tabela 5.3 – Níveis de Segurança.....	27
Tabela 5.4 – Critérios para auxiliar a classificação do Nível de Emergência 1.....	28
Tabela 5.5 – Critérios para auxiliar a classificação do Nível de Emergência 2.....	29
Tabela 5.6 – Critérios para auxiliar a classificação do Nível de Emergência 3.....	30
Tabela 5.7 – Critérios para monitoramento e classificação de emergência da Barragem Serra Azul.....	31
Tabela 6.1 – Ações de notificação e resposta esperadas para o Nível de Emergência 1.....	38
Tabela 6.2 – Ações de notificação e resposta esperadas para o Nível de Emergência 2.....	39
Tabela 6.3 – Ações de notificação e resposta esperadas para o Nível de Emergência 3.....	40
Tabela 7.1 – Estratégia de notificação dos órgãos públicos.....	43
Tabela 7.2 – Mecanismos de comunicação na ZAS em caso de emergência.....	44
Tabela 7.3 – Coordenadas das sirenes que compõem o sistema de alerta/alarme da Barragem Serra Azul.....	44
Tabela 8.1 – Mapas de inundação (Seção II).....	50
Tabela 9.1 – Municípios atingidos pela mancha de inundação e principais cursos de água impactados.....	51
Tabela 9.2 – Interferências mapeadas no vale a jusante até o critério de parada da inundação...	52
Tabela 9.3 – Síntese da caracterização socioterritorial da mancha de inundação.....	53
Tabela 10.1 – Equipamentos e recursos materiais disponíveis e sua localização.....	54

FIGURAS

Figura 5.1 – Fluxograma de detecção de situação de emergência.....	25
Figura 6.1 – Fluxograma de Notificação e Ações de Resposta para Nível de Emergência 1.....	35
Figura 6.2 – Fluxograma de Notificação e Ações de Resposta para Nível de Emergência 2.....	36

Figura 6.3 – Fluxograma de Notificação e Ações de Resposta para Nível de Emergência 3.....	37
Figura 7.1 – Vista aérea da locação da chave de corda para acionamento redundante.....	45
Figura 7.2 – Fluxograma para acionamento de sirene.....	46
Figura 8.1 – Principais etapas do Estudo de Ruptura Hipotética.....	47
Figura 8.2 – Volume potencialmente mobilizável.....	48
Figura 8.3 – Esquema representativo de ruptura por liquefação.....	49

IMAGENS

Imagem 4.1 – Centro de Monitoramento da Barragem Serra Azul.....	19
Imagem 7.1 – Caixa de ancoragem da chave de corda nas ombreiras da Barragem Serra Azul..	45

1. APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS

Neste documento será apresentado o Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM) referente à Barragem Serra Azul, de propriedade da ArcelorMittal Brasil, localizada município de Itatiaiuçu, no Estado de Minas Gerais.

O trabalho realizado envolve a elaboração deste documento em atendimento à Lei Federal nº 12.334, de setembro de 2010, à Portaria ANM nº 70.389, de maio de 2017, à Lei Estadual (MG) nº 23.291, de fevereiro de 2019, e ao Decreto Estadual (MG) nº 48.078, de novembro de 2020. Considera-se, portanto, que as versões protocoladas anteriormente estão canceladas e substituídas pelo presente documento (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 – Controle de revisões de documentos protocolados.

CONTROLE DE REVISÕES DE DOCUMENTOS PROTOCOLADOS			
Versão do Documento para Protocolo	Data de Emissão	Histórico das Revisões	Status
0	Novembro/2010	Documento inicial	Substituído
1	Não informado	Não informado	Substituído
2	Não informado	Não informado	Substituído
3	Não informado	Não informado	Substituído
4	Não informado	Não informado	Substituído
5	Não informado	Não informado	Substituído
6	Maio/2020	Não informado	Substituído
7	Junho/2020	Não informado	Substituído
8	Dezembro/2020	Não informado	Substituído
9	Novembro/2021	Atualização segundo legislação vigente	Válido

O Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (Volume V do Plano de Segurança de Barragem) tem por objetivo prever medidas com vistas a **MINIMIZAR O RISCO DE PERDAS DE VIDAS HUMANAS E ANIMAIS, MINIMIZAR O RISCO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E AO PATRIMÔNIO SOCIOCULTURAL**. Dentre as ações propostas no plano para atingir o objetivo principal é possível destacar:

- Identificação e classificação de situações que possam pôr em risco a integridade da barragem;

- Definição de ações preventivas e corretivas para assegurar a segurança da barragem;
- Fluxo de comunicação com os diversos agentes envolvidos;
- Meios de alertar a população possivelmente atingida pela mancha de inundação;
- Medidas para resgatar pessoas e animais atingidos;
- Ações para mitigação de impactos ambientais;
- Medidas para assegurar o abastecimento de água potável às comunidades afetadas;
- Ações de resgate e salvaguarda do patrimônio cultural.

2. IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO PAEBM

Em caso de situação de emergência deverão ser notificadas as equipes internas da ArcelorMittal Brasil que possuem atuação no PAEBM, assim como os agentes externos que fazem parte do fluxo de notificação de emergência.

Os agentes externos envolvem empresas terceirizadas, órgãos públicos das esferas nacional, estadual e municipal e empresas responsáveis por estruturas localizadas à jusante da Barragem Serra Azul que possam potencializar os danos socioambientais já causados por uma eventual ruptura da barragem.

Os contatos de emergência dos representantes (titulares e suplentes) a serem notificados são listados no **ANEXO A – Identificação dos Contatos do PAEBM**.

O acionamento dos agentes internos e externos ocorrerá por meio de contatos telefônicos e radiocomunicação. Dessa forma, a verificação e atualização dos contatos e telefones constantes no **ANEXO A** deverão ser realizadas periodicamente e sempre que houver mudanças no PAEBM. Estas ações estão sob responsabilidade da empresa ArcelorMittal Brasil.

3. DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A Barragem Serra Azul está inserida no município de Itatiaiuçu/MG, na Mina Serra Azul, administrada pela empresa ArcelorMittal Brasil. As principais características dessa estrutura estão listadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Dados gerais da Barragem Serra Azul.

DADOS GERAIS	
Nome da estrutura	Barragem Serra Azul
Empreendedor	ArcelorMittal Brasil S.A.
CNPJ	17.469.701/0150-18
Endereço – sede administrativa	Rodovia MG-431, km 10 – Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu/MG
Mina	Mina Serra Azul
Município / UF	Itatiaiuçu/MG
Coordenadas de localização (m) ¹	20°08'15.3"S e 44°23'46.2"W
Finalidade	Disposição de rejeitos
Situação operacional	Paralisada
Início de operação	Década de 80
Final da operação	Paralisada desde outubro de 2012
Materiais armazenados	Rejeito fino de minério de ferro
Classe dos resíduos (ABNT/NBR 10.004)	Classe II A (não perigosos, não inertes)
Metodologia construtiva	Montante
Seção típica	Rejeito, Terra / Enrocamento, Enrocamento (cadastrado no SIGBM)
Altura da barragem (m)	89,00
Volume do reservatório (m ³) ²	5.250.000,00
Bacia hidrográfica	Rio Paraopeba
Curso d'água barrado	Córrego Mota e Rio Veloso
Dano Potencial Associado ³	Alto
Nível de emergência	NE-2

¹ Coordenadas em SIRGAS2000.

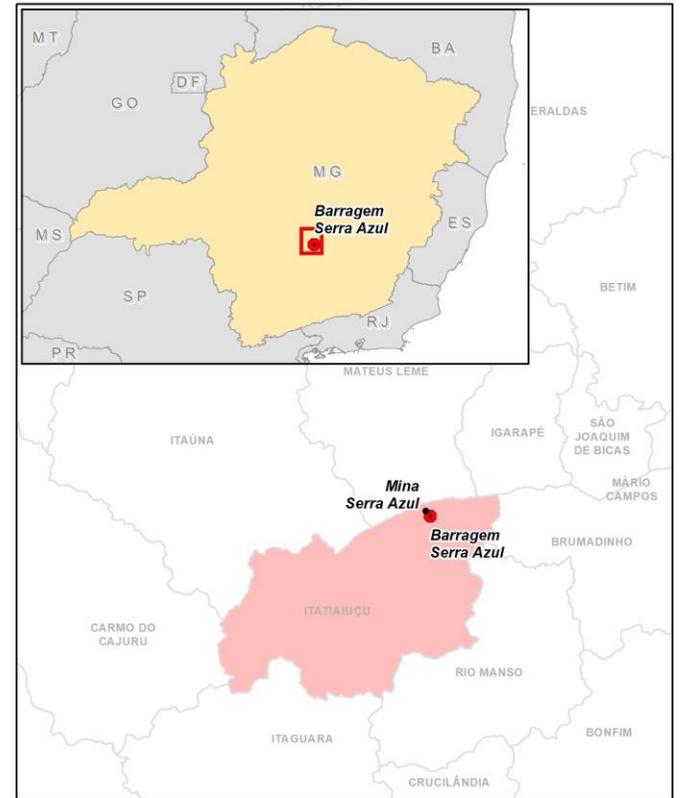
² Volume do lago referente ao NA Normal + volume de material (sólidos) submerso + volume de material (sólidos) emerso.

³ Classificação conforme a Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

DADOS GERAIS	
Sistema extravasor	O sistema extravasor da barragem é composto por uma galeria de encosta, com torres extravasoras, servidas por <i>stop-logs</i> , conectada a uma galeria de fundo, que descarrega a vazão captada no terreno natural, recoberto com canga, e daí para a drenagem natural, fluindo no sentido do Córrego Mota.

3.1. DESCRIÇÃO DO ACESSO

A Barragem de Rejeitos da Mina Serra Azul está localizada a aproximadamente 73 km de Belo Horizonte/MG, no município de Itatiaiuçu/MG. O acesso à estrutura pode ser realizado através da BR-381, seguindo por 55 km até o Km 533. A partir desse ponto, pegue a saída à direita. Na 1ª rotatória pegue a 1ª saída e na 2ª rotatória, a 2ª saída. A partir desse ponto, siga até a entrada da barragem.



DESCRIÇÃO DO ACESSO À BARRAGEM

A Barragem de Rejeitos da Mina Serra Azul está localizada a aproximadamente 73 km de Belo Horizonte/MG, no município de Itatiaiuçu/MG. O acesso à estrutura pode ser realizado através da BR-381, seguindo por 55 km até o Km 533. A partir desse ponto, pegue a saída à direita. Na 1ª rotatória pegue a 1ª saída e na 2ª rotatória, a 2ª saída. A partir desse ponto, siga até a entrada da barragem.

●	Mina	Fonte: Imagem Basemap World Imagery; ArcelorMittal, 2021; OSM, 2020; IBGE, 2019, 2016 DATUM SIRGAS 2000 UTM Zone 23S. Formato A3; Escala 1:70.000.
●	Barragem	
—	Acesso	
—	Rodovia	
□	Limite Municipal	

0 700 1.400 2.100
m



MAPA DE ACESSO
BARRAGEM SERRA AZUL
PAEBM - PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA
PARA BARRAGENS DE MINERAÇÃO

3.2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DA ESTRUTURA

Os dispositivos de instrumentação e monitoramento utilizados na Barragem Serra Azul, ou nas proximidades, são apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Instrumentação instalada na Barragem Serra Azul.

INSTRUMENTAÇÃO		
Instrumento	Quantidade	Tipo de leitura
Piezômetro tipo Casagrande	27	Manual
	27	Automática
Indicador de Nível d'Água	16	Manual
	18	Automática
Medidor de vazão	1	Manual
	2	Automática
Pluviômetro	1	Automática
Marco topográfico superficial	49	Manual
Radar Ibis FM	1	Automática
Radar Doppler	1	Automática
Geofone (monitoramento sísmico)	14	Automática
Chave de Corda (redundância radar Doppler)	1	Automática

A barragem possui instrumentos com leituras manuais, lidos com periodicidade mínima quinzenal e instrumentos com leituras automáticas. As leituras automáticas dos instrumentos convencionais e tecnologias remotas são realizadas com frequência definida conforme tipo de instrumento e avaliação da área responsável e/ou critérios da projetista.

As leituras manuais e automáticas dos instrumentos instalados na Barragem Serra Azul são armazenadas nos sistemas TSF Monitoramento e PASE Hidrometria e são acompanhadas pelo Centro de Monitoramento, que realiza análise e interpretação dos dados de instrumentação em conjunto com a equipe de Geotecnia.

Além disso, a barragem possuem monitoramento 24h por meio de câmeras de vídeo vigilância instaladas nas adjacências da estrutura, com avaliação remota através do Centro de Monitoramento.

As informações sobre cada tipo de instrumento, localização e registros de monitoramento estão disponíveis no Plano de Segurança da Barragem (PSB) e a descrição das atividades do Centro de Monitoramento é apresentada no item 4.1.4.

4. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS

4.1. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS

Os procedimentos preventivos têm como finalidade garantir a integridade da estrutura e a manutenção do nível aceitável das suas condições de segurança, de modo a evitar situações que ponham em risco a barragem e a área a jusante. Estes procedimentos fazem parte do Sistema de Gestão de Segurança da ArcelorMittal Brasil. Em linhas gerais, os procedimentos preventivos consistem nos itens mencionados a seguir.

4.1.1. Inspeções de Segurança Regular (ISRs) e Especial (ISEs)

As Inspeções de Segurança Regular (ISRs) são atividades essenciais para avaliação do estado de segurança da estrutura, uma vez que permitem detectar visualmente anomalias, deficiências operacionais dos elementos que as compõem e/ou outras condições que possam vir a comprometer a estabilidade.

As ISRs são realizadas com frequência mínima quinzenal pelas equipes de Geotecnia e do Centro de Monitoramento por meio de visualizações de campo de todos os componentes da estrutura, buscando identificar problemas instalados ou passíveis de ocorrerem, com o respectivo registro em Ficha de Inspeção Regular. Para maiores informações, consultar o Manual de Operação da Barragem de Rejeitos (AC06-MO-01-Rev0).

As ISRs são realizadas com o apoio de drone para captura de fotos de pontos importantes e de anomalias que possam surgir e afetar o estado de segurança da barragem. Para maiores informações, consultar o Procedimento Operacional de Operação do Drone (PO-SA.GST.06).

Em caso de identificação de alguma anomalia, é realizado o registro na ficha de inspeção. O Engenheiro Geotécnico avalia a anomalia e determina sua severidade. Caso sejam constatadas anomalias com pontuação máxima de 10 (dez) pontos no Estado de Conservação da Matriz de Categoria de Risco, da Portaria ANM nº 70.389/2017, ou qualquer outra situação com potencial de comprometimento da estrutura, dá-se início a uma situação de emergência com a execução das ações previstas neste PAEBM, bem como a realização de Inspeção de Segurança Especial (ISE).

A Barragem Serra Azul encontra-se em Nível de Emergência NE-2, por isso atualmente estão sendo realizadas ISEs com frequência diária por meio de sobrevoos de drone e presencialmente, conforme necessidade. Os registros das inspeções de segurança são inseridos pela equipe da ArcelorMittal Brasil no sistema TSF Monitoramento, que permite o armazenamento de todos os

arquivos técnicos da estrutura, o monitoramento da instrumentação e acompanhamento dos planos de ação da estrutura.

4.1.2. Monitoramento (Leituras e Análise da Instrumentação)

O monitoramento da estrutura ocorre através do acompanhamento das leituras de instrumentação e desempenha um papel fundamental na avaliação de seu comportamento.

Os dados das instrumentações são armazenados no sistema TSF Monitoramento para análise e interpretação, tendo como objetivo correlacionar as leituras dos instrumentos com os níveis de controle e detectar condições insatisfatórias na estrutura e/ou sua evolução, que não foram possíveis de serem observadas pela inspeção visual, complementando as ISRs e ISEs.

No caso dos instrumentos de controle hídrico automatizados (indicadores de nível d'água, piezômetros, medidores de vazão e pluviômetros), as leituras são armazenadas no sistema da PASE Hidrometria. Esse servidor permite a verificação do histórico de leituras de cada instrumento, além de verificação de nível de coluna d'água e coluna seca, gráficos e informações básicas de cada instrumento, certificado de calibração e manutenções.

A relação dos instrumentos monitorados para a Barragem Serra Azul e a frequência da leitura da instrumentação são descritas no item 3.2 deste documento.

O monitoramento da estrutura também conta com câmeras de vídeo instaladas nas adjacências da barragem, com avaliação remota através do Centro de Monitoramento.

4.1.3. Manutenção

A manutenção da Barragem Serra Azul é dividida em três tipos: de rotina, preventiva e corretiva. A manutenção de rotina engloba atividades previstas no plano de manutenção, que devem atender a periodicidade indicada nos procedimentos internos, e ocorrências identificadas pelo Centro de Monitoramento por meio das inspeções de segurança. As manutenções rotineiras são realizadas diariamente pelos funcionários da empresa subcontratada Manserv, que realizam as atividades de poda, limpeza de drenagem, entre outras. A calibração de instrumentação é realizada pela empresa PASE Hidrometria.

A manutenção preventiva contempla medidas apresentadas mediante alertas climáticos ou conforme plano de manutenção preventiva dos sistemas automatizados. As manutenções

preventivas envolvem empresas subcontratadas que realizam manutenção nos instrumentos automatizados para controle hídrico, nos radares IBIS e *GroundProbe*, nos sismógrafos, nas câmeras de vídeo vigilância e nas sirenes.

A necessidade da manutenção corretiva é identificada nas inspeções pela equipe do Centro de Monitoramento ou através da indisponibilidade de algum equipamento do sistema de monitoramento.

Devido à condição de segurança da Barragem Serra Azul, o acesso à ZAS está sendo controlado por portaria automatizada, devendo ser realizado conforme o Procedimento Operacional de Acesso à ZAS pela Portaria Automatizada (PO.SA.GST.13).

4.1.4. Atividades do Centro de Monitoramento

O Centro de Monitoramento compreende as instalações de onde a ArcelorMittal Brasil monitora, em tempo real e permanentemente, as condições da Barragem Serra Azul.

O Centro é formado por uma equipe de profissionais capacitados e de inteira prontidão, em regime de 24h por dia, 7 dias por semana, onde são realizados acompanhamentos das imagens das câmeras de vídeo vigilância, que monitoram a estrutura em tempo real. A Imagem 4.1 apresenta o Centro de Monitoramento da Barragem Serra Azul.

Imagem 4.1 – Centro de Monitoramento da Barragem Serra Azul.



Fonte: ArcelorMittal Brasil (2021).

A equipe do Centro de Monitoramento é responsável por realizar inspeções diariamente na Barragem Serra Azul e por emitir relatórios técnicos com apoio de geotécnicos e de consultores.

O Centro de Monitoramento realiza o acompanhamento das leituras da instrumentação instalada na barragem por meio dos sistemas TSF Monitoramento e PASE Hidrometria. A análise das leituras da instrumentação é realizada inicialmente pela equipe técnica do Centro de Monitoramento por meio de coleta e filtragem de dados. Após primeira análise, caso seja observada alguma situação crítica nas leituras, a equipe de Geotecnia é acionada para realizar avaliação e interpretação final. O Centro de Monitoramento também é responsável por realizar o controle dos funcionários que acessam a ZAS em tempo real através dos aplicativos Z-TRAX e HOME PAGE GPS.

Em condição de emergência nas estruturas (anomalia que põe em risco sua integridade), são acionados imediatamente o Engenheiro Geotécnico responsável e o Coordenador do PAEBM, sendo o primeiro incumbido de emitir a resposta da tratativa com a maior celeridade possível. Em caso de falha no acionamento automático das sirenes, o acionamento dessas poderá ser feito pelo Centro de Monitoramento.

Para maiores informações sobre o Centro de Monitoramento, consultar o Procedimento Operacional de Monitoramento da Barragem (PO.SA.GST 02).

4.2. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS CORRETIVOS

As situações de emergência podem ser caracterizadas a partir de anomalias identificadas na estrutura da barragem, especificamente nos taludes de montante, taludes de jusante, crista, infiltrações e fugas de água na barragem e vertedouro, as quais podem, eventualmente, contribuir para um rompimento. Essas situações devem ser classificadas em NE-1, NE-2 ou NE-3, bem como seguir o fluxo de comunicação correspondente.

Considerando-se que este PAEBM é para atendimento à Barragem de Serra Azul, que se encontra paralisada desde 2012, sem o aporte de rejeitos, serão consideradas nos procedimentos corretivos as situações ou anomalias mais prováveis de ocorrer, entretanto ainda é possível que a barragem esteja sujeita a uma situação de emergência não prevista. Neste caso, o responsável técnico pela barragem e o Coordenador do PAEBM deverão ser notificados para que a anomalia seja prontamente classificada e as medidas necessárias sejam tomadas.

Na Tabela 4.1 são apresentadas as anomalias que podem originar situações de emergência para cada região na barragem, suas causas prováveis, possíveis consequências e ações imediatas que devem ser implementadas no Plano de Ação do Monitoramento.

Tabela 4.1 – Anomalias que podem originar situações de emergência na Barragem Serra Azul.

TALUDE DE MONTANTE				
Anomalia	Causa provável	Consequência	Ações	Plano de Ação
Sumidouros	Erosão Interna ou <i>piping</i> do maciço da fundação.	Pode provocar a ruptura da barragem, quando os canais atravessam o maciço ou fundação.	Inspeções de campo para identificação de surgência de água, carreamento de material.	Monitoramento
Rachaduras grandes	Perda de resistência com movimento do maciço.	Indica início de deslizamento ou recalque do maciço, causado por ruptura na fundação.	Inspeções de campo e acompanhamento da evolução da anomalia.	Monitoramento
TALUDE DE JUSANTE				
Anomalia	Causa provável	Consequência	Ações	Plano de Ação
Deslizamento	Perda de resistência por infiltração no maciço ou falta de suporte da fundação.	Pode resultar em colapso da estrutura.	Medir e controlar a extensão do escorregamento.	Monitoramento
Rachadura transversal	Recalque diferenciado no maciço da barragem. Por exemplo: o centro recalando mais que as ombreiras.	Rachadura devido a recalque ou retração que pode provocar infiltrações.	Obstruir as rachaduras do talude.	Mitigação, reparo e controle
Rachadura longitudinal	Deformação para jusante devido ao recalque do maciço.	Pode ser indício de futuro deslizamento. Apresenta perda de resistência e pode levar a ruína.	Cobrir com material compactado e manter seco (monitorar).	Mitigação, reparo e controle
Erosão	Águas das chuvas carregam material da superfície do talude.	Podem deteriorar a superfície do maciço levando a ruptura.	Fazer a recuperação com rip-rap ou enrocamento. Proteção com grama do local deteriorado.	Mitigação e controle

Animais e insetos	Buracos e túneis são causados por toca de animais, além de cupinzeiros e formigueiros.	Pode provocar <i>piping</i> , se passando pela linha freática.	Controlar a população de animais, aterrar os buracos e compactar.	Mitigação e controle
TALUDE DE CRISTA				
Anomalia	Causa provável	Consequência	Ações	Plano de Ação
Deslocamento vertical	Movimento vertical entre seções adjacentes do maciço da barragem. Deformação ou falha estrutural causados por instabilidade estrutural ou falha de fundação.	Ruptura do maciço, ponto de entrada para água superficial e reduz a seção transversal efetiva da barragem.	Inspecionar cuidadosamente o deslocamento e anotar qualquer anomalia.	Monitoramento
Desabamento na crista	Atividades de roedores, erosão interna ou <i>piping</i> . Carreamento de material do maciço.	Vazios dentro da barragem podem causar desabamentos.	Inspecionar cuidadosamente a crista e anotar qualquer anomalia.	Monitoramento
Rachadura transversais	Movimentos desiguais das partes adjacentes do maciço.	Pode criar um caminho para infiltração na direção transversal do maciço. Cria área de baixa resistência e causar ruptura.	Inspecionar e determinar as medidas de controle e mitigação.	Mitigação e controle
Buraco de animais	Presença de buracos, túneis e cavernas causados por animais acessando a estrutura.	Cria passagem de água superficial, pode reduzir a percolação e causar o <i>piping</i> .	Controlar a população de animais e insetos. Aterrar buracos com material compactado.	Mitigação e controle
Erosões	Material mau graduado e drenagem inadequada da crista.	Pode reduzir a folga e a seção transversal da barragem.	Promover o reaterro, readequando a condição da barragem.	Mitigação e controle
INFILTRAÇÕES E FUGAS DE ÁGUA NA BARRAGEM				
Anomalia	Causa provável	Consequência	Ações	Plano de Ação
Mudança acentuada na vegetação	Material do maciço permitindo o fluxo de água.	Pode indicar a existência de uma área saturada.	Escavar manualmente para identificar o	Mitigação e controle

			nível da umidade no talude.	
Área molhada	Camada de material permeável usado na construção do maciço.	Saturação das áreas abaixo da zona de infiltração. Fluxos excessivos podem provocar erosão acelerada.	Medir a vazão que está ocorrendo. Demarcar a área envolvida.	Mitigação e controle
Fuga de água localizada	Falha na fundação, pressão externa excessiva.	Distúrbios no escoamento. Erosão na fundação.	Medir e averiguar o carreamento de sedimentos, propor medidas de controle.	Mitigação e controle
Fuga de água localizada com carreamento de material sólido	Água encontrou ou abriu um caminho para passagem. Erosão carreando material.	Pode causar ruptura no material do maciço.	Inspecionar cuidadosamente a área e medir o fluxo. Dique com sacos de areia em volta da surgência.	Mitigação e controle
VERTEDOURO				
Anomalia	Causa provável	Consequência	Ações	Plano de Ação
Descalçament o por erosão	Má adequação da bacia de dissipação, materiais erosivos.	Dano na estrutura do vertedouro.	Limpar e aterrar com material adequado. Implantar enrocamento com blocos de tamanho adequado.	Mitigação e controle
Parede deslocada	Falha na execução. Recalque diferencial da fundação. Pressão excessiva do aterro.	Pequenos deslocamentos podem causar tubulações no fluxo. Grandes deslocamentos causando rachadura e eventual ruptura da estrutura.	Reconstrução, com a preparação da fundação. Drenos para diminuir a pressão nas paredes e limpar drenos.	Mitigação e controle
Rachaduras	Falha de construção. Concentração localizada de tensões. Falha na fundação.	Erosão na fundação e aterro lateral. Colapso da estrutura.	Grandes rachaduras sem grandes deslocamentos devem ser reparadas.	Mitigação e controle
Vazamento dentro ou ao redor	Fendas e juntas na fundação do vertedouro permitindo a infiltração.	Pode permitir uma perda excessiva de água do reservatório. Pode causar erosão dos materiais.	Examinar a área de saída do fluxo para ver se o tipo de material pode ser aplicado.	Mitigação e controle

Infiltração em juntas	Água acumulada atrás da estrutura.	Pode causar queda das paredes. Pode ocorrer deterioração da armadura.	Checar e identificar as zonas saturadas. Checar a limpeza.	Mitigação e controle
-----------------------	------------------------------------	---	---	----------------------

Os procedimentos corretivos devem ser executados caso ocorram problemas de desempenho que possam afetar a segurança da estrutura, ou seja, quando detectada alguma anomalia que caracterize uma situação de emergência.

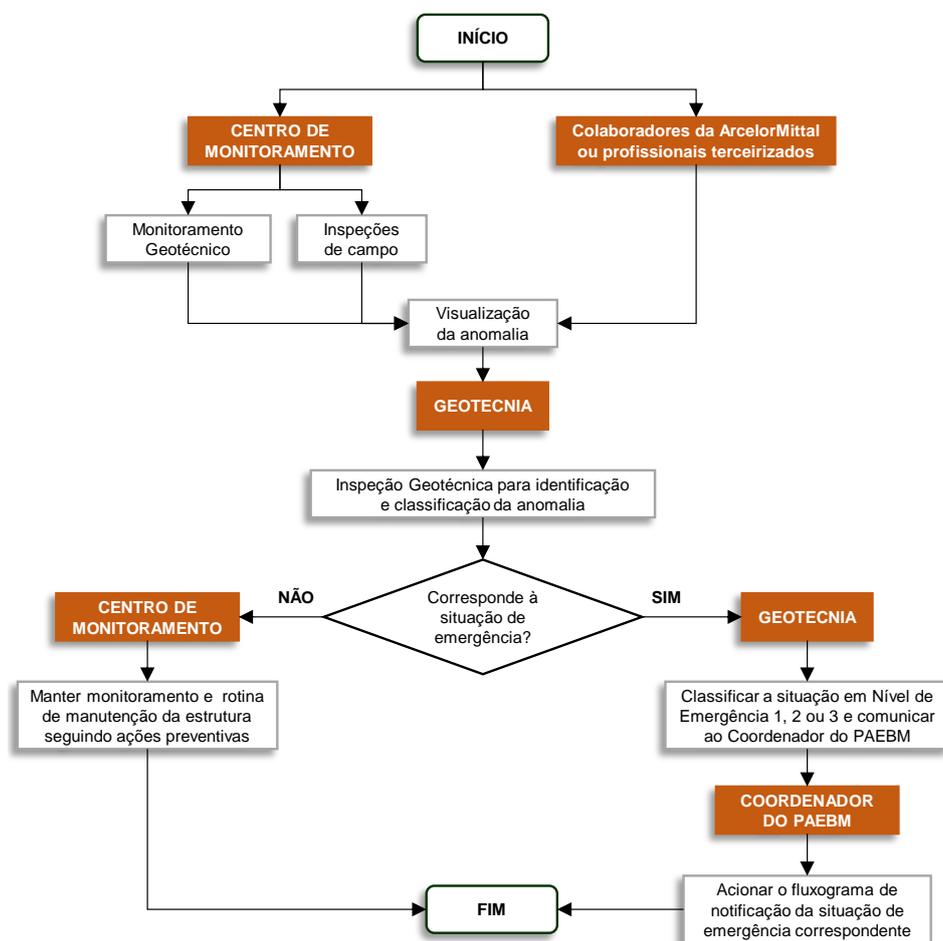
As principais orientações para execução das **AÇÕES CORRETIVAS** relacionadas ao modo de falha e nível de emergência são apresentadas nas **FICHAS DE EMERGÊNCIA** nos Apêndices 12.6, 12.7 e 12.8.

5. DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA (NÍVEIS 1, 2 E 3)

5.1. DETECÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A detecção de uma situação de emergência inicia-se a partir de inspeções de campo realizadas pelo Centro de Monitoramento ou através de observações de irregularidades percebidas por outros colaboradores da ArcelorMittal Brasil, ou por profissionais de empresas terceirizadas, que informam a equipe de Geotecnia. Após identificação de uma situação insegura, a equipe de Geotecnia avalia, classifica e aciona o Coordenador do PAEBM caso seja configurada uma situação de emergência. A descrição desse processo é apresentada na Figura 5.1.

Figura 5.1 – Fluxograma de detecção de situação de emergência.



De acordo com a Portaria ANM nº 70.389/2017, seção V, art. 36, considera-se iniciada uma Situação de Emergência quando:

I – Inicia-se uma Inspeção de Segurança Especial (ISE) da barragem, ou seja:

- Sempre que detectadas anomalias com pontuação máxima de 10 (dez) pontos no Estado de Conservação da Matriz de Categoria de Risco, da Portaria ANM nº 70.389/2017; ou
- Em qualquer tempo, quando exigidas pela ANM, bem como, independentemente de solicitação formal pela autarquia, após a ocorrência de eventos excepcionais que possam significar impactos nas condições de estabilidade.

Ou

II – Em qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura.

As situações com potencial de comprometimento da segurança que, porventura, possam ocorrer na barragem estão associadas a determinadas causas, que por sua vez apresentam evidências que podem auxiliar sua identificação. As possíveis causas e suas evidências encontram-se apresentadas na Tabela 5.1, cabendo destacar que as evidências apresentadas se tratam apenas de indicativos iniciais. Desta forma, toda e qualquer anomalia identificada deve ser avaliada pela equipe de Geotecnia, composta por profissionais tecnicamente capacitados.

Para o modo de falha liquefação, ao qual a Barragem Serra Azul está susceptível, foi elaborada a **Tabela 5.2** que apresenta as causas e potenciais eventos de gatilhos associados. Neste caso, não é possível definir algumas evidências, pois como se trata de um evento instantâneo, é difícil estabelecer certos limites.

Tabela 5.1 – Causas e evidências associadas aos modos de falha possíveis de ocorrer na Barragem Serra Azul.

Modo de Falha	Evidências	Causa
Galgamento	Diminuição da borda livre; Aumento do nível de assoreamento, comprometendo o volume de amortecimento.	Volume de amortecimento insuficiente; Obstrução do sistema extravasor; Vazões afluentes acima da capacidade do extravasor; Chuvas excepcionais.
Erosão interna	Zonas encharcadas ou saturadas no talude de jusante ou na fundação e/ou nas ombreiras a jusante do maciço; Surgências de água.	Falha no sistema de drenagem interna (obstrução, colmatação, transição inadequada, etc.); Gradientes hidráulicos elevados; Fissuramento do maciço.
Erosão Superficial	Controle da percolação através da estrutura.	Falha na drenagem superficial em áreas cobertas por estruturas filtrantes.
	Erosões aparentes na face dos taludes.	Água pluvial carreando materiais.
Instabilização	Recalques, abatimentos, subsidências e/ou	Baixa resistência do material de fundação/maciço;

Modo de Falha	Evidências	Causa
	desalinhamentos na crista, bermas, taludes e drenagem externa; Trincas longitudinais e/ou transversais.	Falha no sistema de drenagem interna; Mau funcionamento do sistema de drenagem superficial.
	Instabilidade global.	Abalo sísmico / desmonte.

Tabela 5.2 – Causas e gatilhos associados ao modo de falha liquefação, possíveis de ocorrer na Barragem Serra Azul.

Modo de Falha	Evidências	Causa
Liquefação	Formação de lago e redução do comprimento de praia; Variação das poropressões.	Presença de materiais no maciço ou fundação que sejam suscetíveis a liquefação.
	Vibração cisalhante acima dos limites admissíveis.	Desmonte de mina.
	Modificações da tensão, com deformação decorrente de ações na estrutura.	Deformação excessiva.
	Ruptura em condições drenadas ou não drenadas.	Controle da percolação através da estrutura.
	Piping.	Controle da percolação através da estrutura.
	Ruptura em condições não drenadas.	Abalos sísmico.

5.2. CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE EMERGÊNCIA

Uma vez identificada uma situação adversa no barramento, sua gravidade é avaliada através da classificação de Níveis de Emergência, conforme Portaria ANM nº 70.389/2017 e Decreto Estadual (MG) nº 48.078/2020, que são apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Níveis de Segurança.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	DEFINIÇÃO
NÍVEL 1	Caracteriza-se por uma situação quando detectada anomalia que resulte na pontuação máxima de 10 (dez) pontos no Estado de Conservação da Matriz de Categoria de Risco, da Portaria ANM nº 70.389/2017, ou seja, quando iniciada uma Inspeção de Segurança Especial (ISE) e para qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura.
NÍVEL 2	Quando o resultado das ações adotadas na anomalia de Nível 1 for classificado como “não controlado”, que de acordo a Portaria ANM nº 70.389/2017, ocorre “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”.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	DEFINIÇÃO
NÍVEL 3	Caracteriza-se por uma situação de ruptura iminente ou que está ocorrendo.

Após declarada uma situação de emergência devem ser realizadas ações corretivas, onde as principais orientações são apresentadas nas **FICHAS DE EMERGÊNCIA** (Apêndices 12.6, 12.7 e 12.8).

A Tabela 5.4, Tabela 5.5 e Tabela 5.6 apresentam critérios básicos orientativos para auxiliar os profissionais responsáveis na classificação dos níveis de emergência, com base nos principais modos de falha identificados para a barragem. Salienta-se que tal lista não é exaustiva, e eventuais outras situações não descritas, mas com potencial comprometimento da segurança, poderão ser identificadas, as quais deverão ser avaliadas e classificadas pela equipe de Geotecnia da estrutura.

Tabela 5.4 – Critérios para auxiliar a classificação do Nível de Emergência 1.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	SITUAÇÃO	FICHA DE EMERGÊNCIA
NE-1	<p>ESTADO DE CONSERVAÇÃO Detecção de anomalias que resulte na pontuação máxima de 10 pontos em qualquer coluna do quadro de Estado de Conservação, de acordo com o anexo V da Portaria ANM nº 70.389/2017, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.</p>	
	<p>INSTABILIZAÇÃO - PRESSÃO E NÍVEL D'ÁGUA No caso da análise de estabilidade elaborada, a partir de parâmetros geotécnicos representativos das características dos materiais que compõem o maciço e fundação da barragem, em uma das seções transversais monitoradas por instrumentos (PZs ou INAs) instalados em posições que permitam definir a rede de fluxo estabelecida no maciço e na fundação, apresentarem fator de segurança que atinja o nível de atenção ($1,3 \leq FS < 1,5$) - para condição drenada.</p>	Ficha 1 Ficha 4 Ficha 7
	<p>INSTABILIZAÇÃO - ESTUDO DE ESTABILIDADE No caso da análise de estabilidade feita por consultoria especializada, a partir de parâmetros geotécnicos representativos das características dos materiais que compõem o maciço e fundação da barragem, apresentar fator de segurança em qualquer que seja a seção:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para operação com rede de fluxo em condição normal de operação, nível máximo do reservatório, sem sismo: $1,3 \leq FS < 1,5$; 	

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	SITUAÇÃO	FICHA DE EMERGÊNCIA
	<ul style="list-style-type: none"> • Para condição pseudo-estática em estudo técnico de magnitude sísmica para a região de localização da barragem: $1 \leq FS < 1,1$; • Para a condição não drenada para resistência de pico, sem sismo: $1,2 \leq FS < 1,3$. <p>GALGAMENTO Obstrução significativa do sistema extravasor durante período chuvoso, que comprometa a eficiência do vertedouro e a manutenção da borda livre.</p> <p>PERCOLAÇÃO E/OU EROSÃO INTERNA Percolação não controlada emergindo no talude de jusante do maciço, na fundação, nas ombreiras no contato com o maciço, fundação e/ou no contato com estruturas de concreto, com carreamento de sólidos ou com vazão crescente ou infiltração do material contido.</p>	

Tabela 5.5 – Critérios para auxiliar a classificação do Nível de Emergência 2.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	SITUAÇÃO	FICHA DE EMERGÊNCIA
<p>NE-2</p>	<p>ESTADO DE CONSERVAÇÃO Situação das anomalias detectadas no NE-1 quando não controladas ou com comprovada evolução.</p> <p>INSTABILIZAÇÃO - PRESSÃO E NÍVEL D'ÁGUA No caso da análise de estabilidade elaborada, a partir de parâmetros geotécnicos representativos das características dos materiais que compõem o maciço e fundação da barragem, em uma das seções transversais monitoradas por instrumentos (PZs ou INAs), instalados em posições que permitam definir a rede de fluxo estabelecida no maciço e na fundação, apresentar fator de segurança que atinja o nível de alerta ($1,1 \leq FS < 1,3$) - para condição drenada.</p> <p>INSTABILIZAÇÃO - ESTUDO DE ESTABILIDADE No caso da análise de estabilidade feita por consultoria especializada, a partir de parâmetros geotécnicos representativos das características dos materiais que compõem o maciço e fundação da barragem, apresentar fator de segurança em qualquer que seja a seção:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para operação com rede de fluxo em condição normal de operação, nível máximo do reservatório, sem sismo: $1,1 \leq FS < 1,3$; • Para a condição não drenada para resistência de pico, sem sismo: $1,0 \leq FS < 1,2$. <p>GALGAMENTO</p>	<p>Ficha 2 Ficha 5 Ficha 8</p>

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	SITUAÇÃO	FICHA DE EMERGÊNCIA
	<p>Elevação do nível d'água do reservatório excede o NA máx maximorum definido em projeto com tendência de elevação de nível. E quando houver indícios de rupturas de taludes adjacentes ao reservatório, com possibilidade de geração de ondas e galgamento.</p> <p>PERCOLAÇÃO E/OU EROSÃO INTERNA Surgência pelo maciço, fundação e/ou no contato com estruturas de concreto, caracterizada no NE-1, persiste e as soluções adotadas não foram efetivas, portanto, a anomalia não foi extinta ou controlada.</p>	

Tabela 5.6 – Critérios para auxiliar a classificação do Nível de Emergência 3.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	SITUAÇÃO	FICHA DE EMERGÊNCIA
NE-3	<p>ESTADO DE CONSERVAÇÃO Situação encontra-se fora do controle e está afetando a segurança estrutural da barragem de maneira severa e irreversível. Ruptura iminente ou está ocorrendo.</p> <p>INSTABILIZAÇÃO - ESTUDO DE ESTABILIDADE / PRESSÃO E NÍVEL D'ÁGUA NO MACIÇO Ruptura iminente ou está ocorrendo.</p> <p>GALGAMENTO Elevação do nível de água no reservatório supera a elevação mínima da crista do maciço.</p> <p>PERCOLAÇÃO E/OU EROSÃO INTERNA Erosão regressiva com formação e progressão do tubo (<i>piping</i>) e vazão crescente. Situação sem controle.</p>	<p>Ficha 3 Ficha 6 Ficha 9</p>

A ArcelorMittal Brasil apresenta critérios orientativos específicos que fazem parte da rotina de monitoramento da Barragem Serra Azul. Esses critérios auxiliam os profissionais responsáveis na classificação dos níveis de emergência e contemplam o monitoramento por instrumentos e por inspeções de segurança realizadas na estrutura, conforme apresentado na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Critérios para monitoramento e classificação de emergência da Barragem Serra Azul.

CRITÉRIOS PARA MONITORAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE EMERGÊNCIA					
Monitoramento	Operação normal	Indicadores iniciais de preocupações	Nível de Emergência 1	Nível de Emergência 2	Nível de Emergência 3
Radars	Vigilância por radar sem deslocamento de área, no intervalo de 0 a 2,49 milímetros.	Vigilância por radar acusar deslocamento de área igual a 2,5 milímetros.	Vigilância por radar acusar 5,0 milímetros de deslocamento de área com alarme.	Vigilância por radar acusar 8,0 milímetros de deslocamento de área com alarme.	Vigilância por radar acusar 100,0 milímetros de deslocamento de área com alarme.
Radars Doppler	Vigilância por radar sem deslocamento nas áreas pré-definidas.				Deslocamento acima 100,0 milímetros com acionamento imediato do plano emergência (sirenes automatizadas).
Medidor de Deslocamento - Físico	Vigilância sem deslocamento nas áreas pré-definidas.				Deslocamento acima 100,0 milímetros com acionamento imediato do plano emergência (sirenes automatizadas).
Medidores de Nível d'Água (MNAs) e Piezômetros (PZs)	Medidores de Nível d'Água operando a valores normais para a estrutura de acordo com a Carta de Risco.	Elevação dos níveis de medição dos instrumentos em uma seção geotécnica da barragem. Atenção para a carta de risco.	Elevação dos níveis de medição dos instrumentos em duas seções geotécnicas da barragem. Atenção para a carta de risco.	Elevação dos níveis de medição dos instrumentos em três seções geotécnicas da barragem. Atenção para a carta de risco e para a redução dos Fatores de Segurança.	Elevação do lençol freático levando o estado da barragem para "crítico" de acordo com a Carta de Risco, evidenciando a enorme redução do Fator de Segurança.
Sismógrafos	Alerta sísmica com PPV 2,5 mm/s, de um sismógrafo.	Alerta sísmica com PPV 2,5 mm/s em 2	Alerta sísmica com PPV 2,5 mm/s em 3	Alerta sísmica com PPV 2,5 mm/s em 4	Alerta sísmica com PPV 2,5 mm/s em 5

CRITÉRIOS PARA MONITORAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE EMERGÊNCIA					
Monitoramento	Operação normal	Indicadores iniciais de preocupações	Nível de Emergência 1	Nível de Emergência 2	Nível de Emergência 3
		sismógrafos ao mesmo tempo.	sismógrafos ao mesmo tempo.	sismógrafos ao mesmo tempo.	sismógrafos ao mesmo tempo.
Inspeção do dreno dique de partida e do dreno de pé	Água sem turbidez e com o fluxo contínuo, mas no mesmo volume dos últimos 15 dias.	Água sem turbidez, mas com as alterações de fluxo.	Água com baixa turbidez; fluxo da água aumentando significativamente; o fluxo de água é superior e crescente.	Água com alta turbidez; fluxo de água aumentando significativamente com presença de sedimentos.	Erosão interna (tubagem) evidenciada, com pequenas rupturas na saída drenos.
Inspeção de campo - Visual	Inspeção de campo de pontuação entre 0 e 4 pontos.	Anomalia que resulta em pontuação perto de 10 pontos.	Anomalia que resulta em uma pontuação máxima de 10 pontos. Situação ainda controlável com estrutura afetada, mas remediável.	Anomalias não extintas ou não controladas, segurança estrutural afetada. Barragem no estado de alerta. Estabelecer critérios de evacuação/comunicação.	Situação inevitável adversa ou estrutura desmoronada, segurança afetada, acidente inevitável. Situação de ruptura iminente (evacuação).

5.3. ENCERRAMENTO DOS NÍVEIS DE EMERGÊNCIA

O encerramento dos Níveis de Emergência 1, 2 e 3 ocorre após a implantação de medidas corretivas, que são acompanhadas e avaliadas pelas equipes de Geotecnia, Meio Ambiente e Projetos, com objetivo de extinguir a anomalia detectada. Após, segundo Portaria ANM nº 70.389/2017, o empreendedor fica responsável por notificar o encerramento do NE-1, NE-2 e NE-3 à ANM e aos órgãos ambientais competentes através da emissão e envio da Declaração de Encerramento de Emergência. Quando cessada situação que ensejar a realização de Inspeção de Segurança Especial, o empreendedor fica também responsável por apresentação de Relatório Conclusivo de Inspeção Especial (RCIE) à ANM.

Em caso de NE-3, o empreendedor deverá ainda apresentar a ANM o Relatório de Causas e Consequências do Evento de Emergência em Nível 3, o qual deve ser anexado ao Volume V do Plano de Segurança de Barragem. O conteúdo mínimo desse relatório é apresentado no item 12.5 e segue as diretrizes do Anexo II da Portaria ANM nº 70.389/2017.

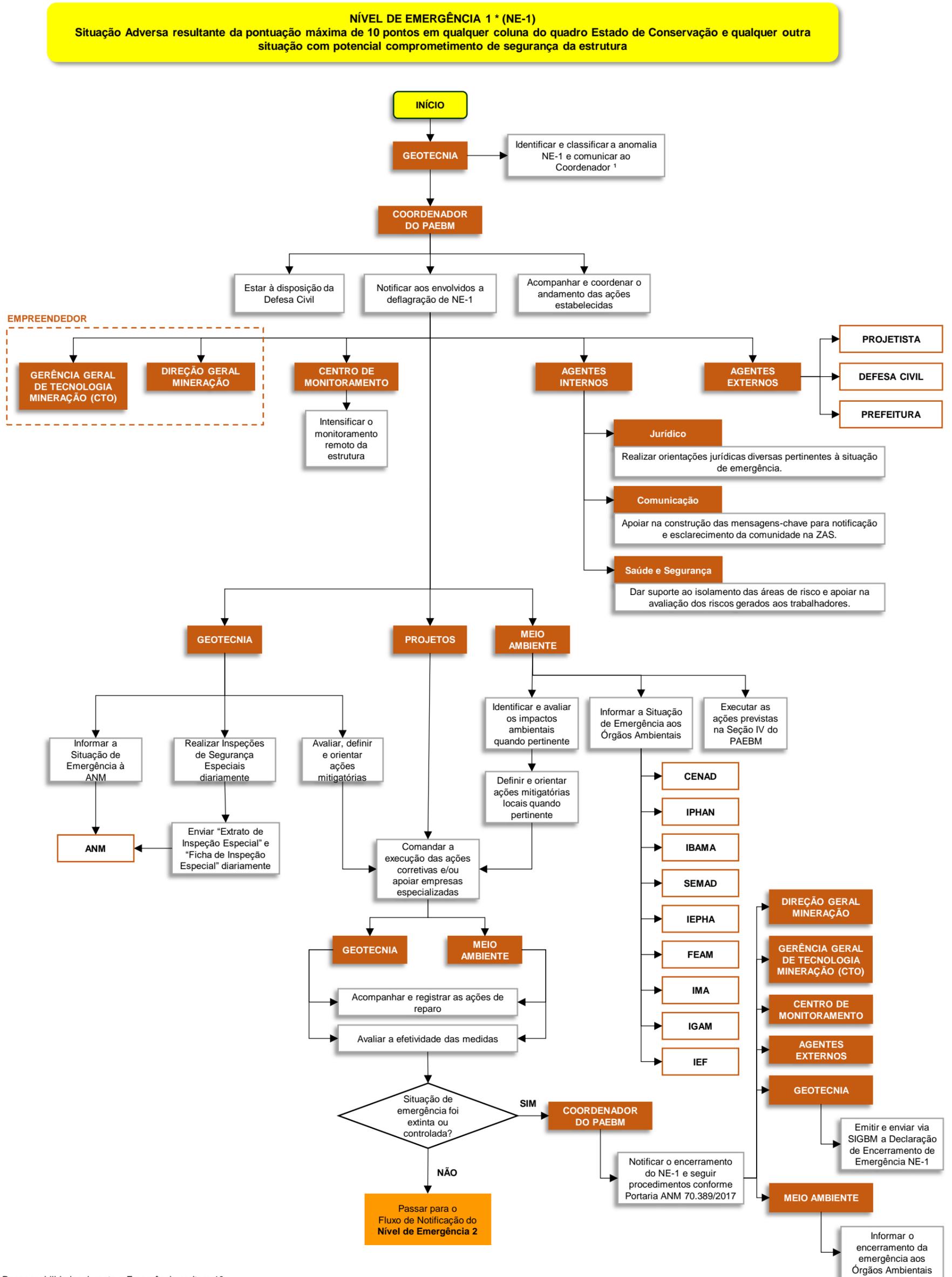
6. AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE EMERGÊNCIA

Os fluxogramas de notificação e ações de resposta descrevem os processos que envolvem a comunicação estabelecida entre os agentes internos da empresa e as autoridades no ambiente externo, representadas pelos organismos da Defesa Civil Municipal, Estadual e Nacional e demais autoridades públicas competentes, além das ações de resposta a emergência.

Os fluxogramas foram desenvolvidos especificamente para cada Nível de Emergência tendo como objetivo demonstrar o processo de tomada de decisão numa situação de emergência, de modo a contribuir para minimizar os possíveis danos e agilizar as ações de resposta, e encontram-se apresentados na Figura 6.1, Figura 6.2 e Figura 6.3.

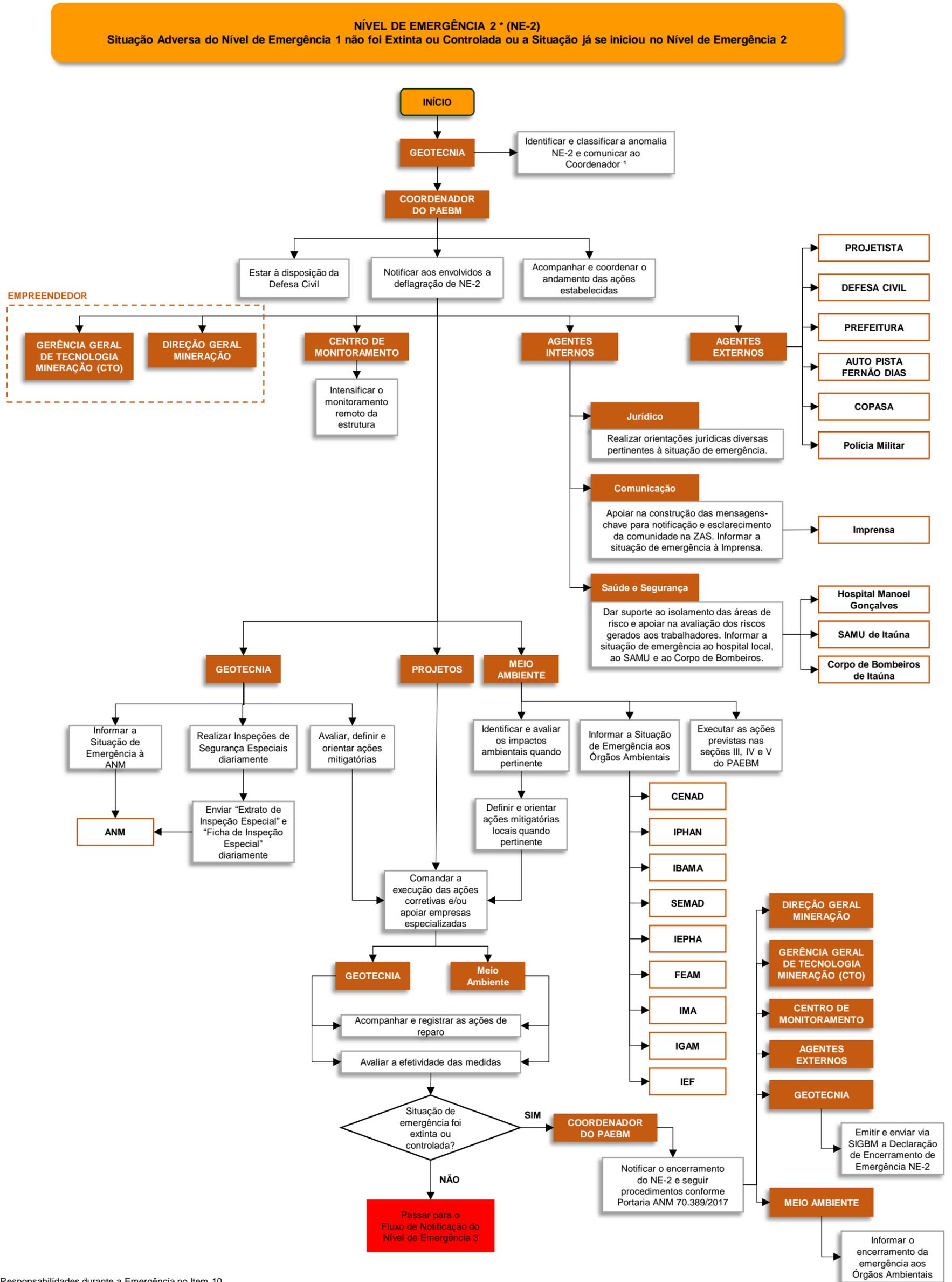
De forma resumida são apresentadas na Tabela 6.1, na Tabela 6.2 e na Tabela 6.3 as principais ações de notificação e resposta apresentadas nos fluxogramas. Ressalta-se que a descrição detalhada das responsabilidades de cada equipe envolvida nas ações de resposta encontra-se no item 11.1.

Figura 6.1 – Fluxograma de Notificação e Ações de Resposta para Nível de Emergência 1.



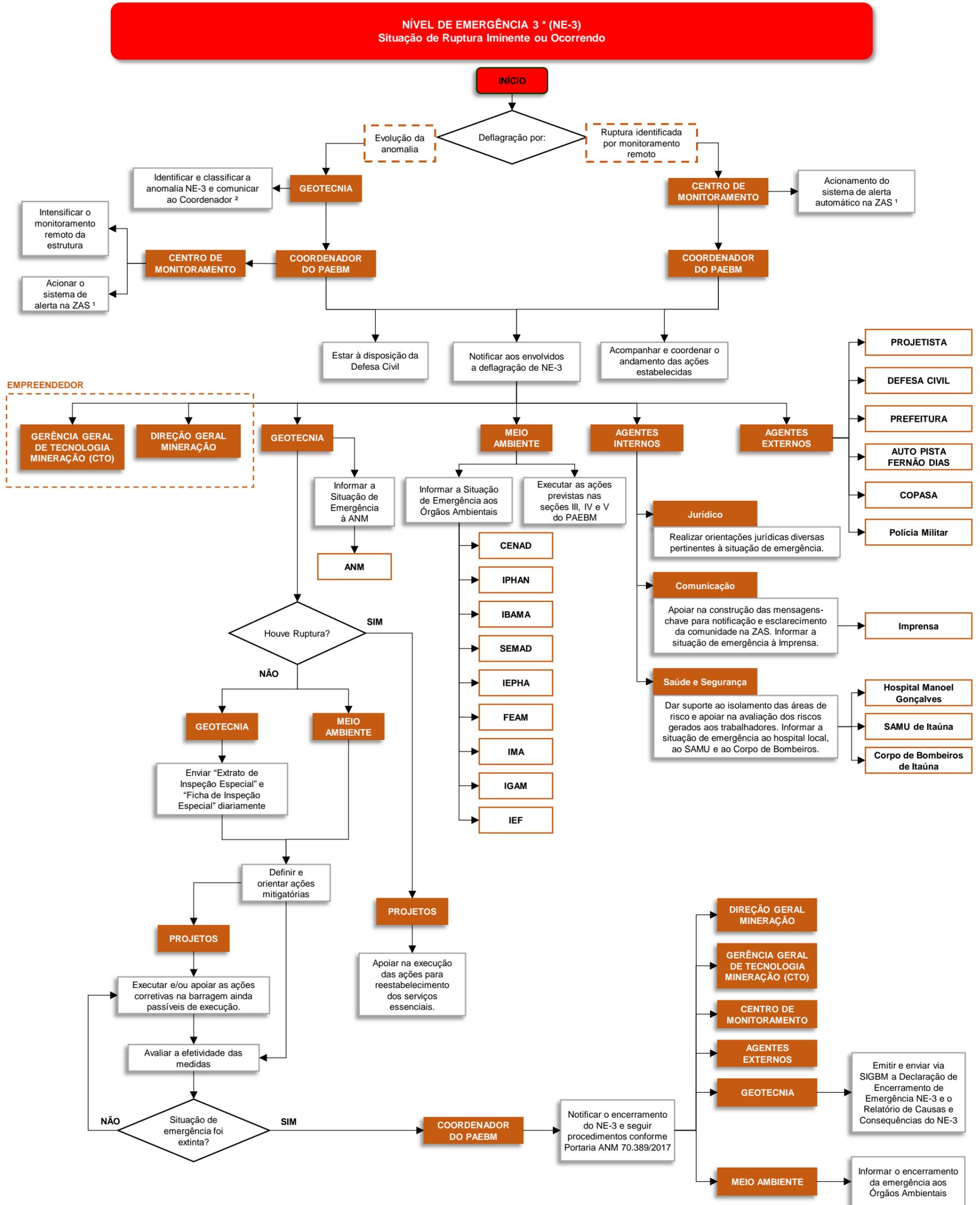
Nota 1: Ver Responsabilidades durante a Emergência no Item 10.

Figura 6.2 – Fluxograma de Notificação e Ações de Resposta para Nível de Emergência 2.



Nota 1: Ver Responsabilidades durante a Emergência no Item 10.

Figura 6.3 – Fluxograma de Notificação e Ações de Resposta para Nível de Emergência 3.



Nota 1: Ver Fluxograma de Acionamento da Sistema de Alerta no Item 7.
Nota 2: Ver Responsabilidades durante a Emergência no Item 10.

Tabela 6.1 – Ações de notificação e resposta esperadas para o Nível de Emergência 1.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA 1 (NE-1)			
Responsável	Ação	Quando	Como
Geotecnia	Classificar o nível de emergência.	Existência de anomalia que resulte na pontuação máxima de 10 pontos ou qualquer outra situação com potencial de comprometimento da segurança.	Através de inspeções, monitoramento e auditoria.
Coordenador do PAEBM	Iniciar Fluxo de Notificação definido para NE-1.	Imediatamente após a classificação da emergência como NE-1.	Contato telefônico com os agentes internos e externos.
Centro de Monitoramento	Intensificar o monitoramento remoto da estrutura.	Após acionado e orientado pelo Coordenador.	Seguindo procedimentos internos pré-estabelecidos.
Jurídico	Realizar orientações jurídicas diversas pertinentes à situação de emergência.	Após a classificação da emergência como NE-1.	Contato telefônico ou e-mail com os agentes internos.
Comunicação	Prestar esclarecimentos à comunidade da ZAS.	Após a classificação da emergência como NE-1.	Por meio de boletins informativos.
Saúde e Segurança	Dar suporte ao isolamento das áreas de risco e apoiar na avaliação dos riscos gerados aos trabalhadores.	Após a classificação da emergência como NE-1.	Seguindo procedimentos internos pré-estabelecidos.
Geotecnia	Avaliar a situação, propor e acompanhar ações mitigatórias, realizar inspeções especiais e notificar ANM.	Durante todo o evento, até que a anomalia seja classificada como extinta ou controlada.	Inspeções de campo, contato com projetista e/ou consultorias especializadas, quando pertinente, e registros no SIGBM.
Meio Ambiente	Identificar potenciais impactos ao meio ambiente, propor ações de mitigação, acompanhar e registrar as ações de resposta, notificar os órgãos ambientais e executar as ações previstas na Seção IV do PAEBM.	Durante todo o evento, até que a anomalia seja classificada como extinta ou controlada.	Inspeções de campo, contato com consultorias especializadas, quando pertinente, e contato com os órgãos ambientais.
Projetos	Comandar a execução das ações corretivas definidas pelas equipes de Geotecnia e Meio	Após a definição das ações corretivas.	Utilizando recursos humanos e materiais disponíveis no site e, se necessário,

NÍVEL DE EMERGÊNCIA 1 (NE-1)			
Responsável	Ação	Quando	Como
	Ambiente e/ou apoiar empresa especializada contratada para execução.		providenciar o fornecimento de recursos e contratação de empresas especializadas.

Tabela 6.2 – Ações de notificação e resposta esperadas para o Nível de Emergência 2.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA 2 (NE-2)			
Responsável	Ação	Quando	Como
Geotecnia	Classificar o nível de emergência.	Existência de anomalia em NE-1 não controlada ou não extinta.	Através do acompanhamento da evolução do NE-1.
Coordenador do PAEBM	Iniciar Fluxo de Notificação definido para NE-2.	Após a classificação da emergência NE-2.	Contato telefônico com os agentes internos e externos.
Centro de Monitoramento	Intensificar o monitoramento.	Após acionado e orientado pelo Coordenador.	Seguindo procedimentos internos pré-estabelecidos.
Jurídico	Realizar orientações jurídicas diversas pertinentes à situação de emergência.	Após a classificação da emergência como NE-2.	Contato telefônico ou e-mail com os agentes internos.
Comunicação	Prestar esclarecimentos à comunidade da ZAS.	Após a classificação da emergência como NE-2.	Por meio de boletins informativos.
Comunicação	Informar a situação de emergência à Imprensa.	Após a classificação da emergência como NE-2.	Contato telefônico ou e-mail.
Saúde e Segurança	Dar suporte ao isolamento das áreas de risco e apoiar na avaliação dos riscos gerados aos trabalhadores.	Após a classificação da emergência como NE-2.	Seguindo procedimentos internos pré-estabelecidos.
Saúde e Segurança	Informar a situação de emergência ao hospital local, ao SAMU e ao Corpo de Bombeiros.	Após a classificação da emergência como NE-2.	Contato telefônico.
Geotecnia	Avaliar evolução da situação, propor e acompanhar ações corretivas, realizar inspeções especiais e notificar ANM.	Durante todo o evento, até que a anomalia seja classificada como extinta ou controlada.	Inspeções de campo, contato com projetista e/ou consultorias especializadas, quando pertinente, e registros no SIGBM.
Meio Ambiente	Identificar potenciais impactos ao meio ambiente, propor ações	Durante todo o evento, até que a anomalia seja	Inspeções de campo, contato com consultorias

NÍVEL DE EMERGÊNCIA 2 (NE-2)			
Responsável	Ação	Quando	Como
	de mitigação, acompanhar e registrar as ações de resposta, notificar os órgãos ambientais e executar as ações previstas nas Seções III, IV e V do PAEBM.	classificada como extinta ou controlada.	especializadas, quando pertinente, e contato com os órgãos ambientais.
Projetos	Comandar a execução das ações corretivas definidas pelas Equipes de Geotecnia e Meio Ambiente e/ou apoiar empresa especializada contratada para execução.	Após a definição das ações corretivas.	Utilizando recursos humanos e materiais disponíveis no site e, se necessário, providenciar o fornecimento de recursos e contratação de empresas especializadas.

Tabela 6.3 – Ações de notificação e resposta esperadas para o Nível de Emergência 3.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA 3 (NE-3)			
Responsável	Ação	Quando	Como
Geotecnia	Classificar o nível de emergência.	Deflagração por evolução da anomalia: Existência de anomalia em NE-2 não controlada ou não extinta.	Através do acompanhamento do NE-2 e por meio das câmeras de vídeo vigilância.
Coordenador do PAEBM	Iniciar Fluxo de Notificação definido para NE-3, solicitar o acionamento do sistema de alerta na ZAS ao Centro de Monitoramento.	Deflagração por evolução da anomalia: Imediatamente após a classificação da emergência como NE-3.	Contato telefônico com os agentes internos e agentes externos.
Centro de Monitoramento	Acionar o sistema de alerta sonoro na ZAS. Intensificar o monitoramento.	Deflagração por evolução da anomalia: Imediatamente após acionado pelo Coordenador do PAEBM ou quando identificada a ruptura pelas câmeras de vídeo vigilância.	Seguindo procedimentos internos pré-estabelecidos.
Centro de Monitoramento	Confirmar o acionamento automático das sirenes.	<u>Ruptura identificada por monitoramento remoto</u> : acionamento	Seguindo procedimentos internos pré-estabelecidos.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA 3 (NE-3)			
Responsável	Ação	Quando	Como
		do sistema automático de sirenes.	
Coordenador do PAEBM	Iniciar Fluxo de Notificação definido para NE-3.	<u>Ruptura identificada por monitoramento remoto:</u> Imediatamente após confirmação da ruptura pelo Centro de Monitoramento.	Contato telefônico com os agentes internos e agentes externos.
Jurídico	Realizar orientações jurídicas diversas pertinentes à situação de emergência.	Após a classificação da emergência como NE-3.	Contato telefônico ou e-mail com os agentes internos.
Comunicação	Prestar esclarecimentos à comunidade da ZAS.	Após a classificação da emergência como NE-3.	Por meio de boletins informativos.
Comunicação	Informar a situação de emergência à Imprensa.	Após a classificação da emergência como NE-3.	Contato telefônico ou e-mail.
Saúde e Segurança	Dar suporte ao isolamento das áreas de risco e apoiar na avaliação dos riscos gerados aos trabalhadores.	Após a classificação da emergência como NE-3.	Seguindo procedimentos internos pré-estabelecidos.
Saúde e Segurança	Informar a situação de emergência hospital local, ao SAMU e ao Corpo de Bombeiros.	Após a classificação da emergência como NE-3.	Contato telefônico.
Meio Ambiente	Identificar potenciais impactos ao meio ambiente, propor ações de mitigação, acompanhar e registrar as ações de resposta, notificar os órgãos ambientais e executar as ações previstas nas Seções III, IV e V do PAEBM.	Em caso de iminência de rompimento e durante a permanência da situação NE-3.	Inspeções de campo, contato com consultorias especializadas, quando pertinente, e contato com os órgãos ambientais.
Geotecnia	Informar a Situação de Emergência à ANM.	Em caso de iminência de rompimento e durante a permanência da situação NE-3.	Registros no SIGBM.
Projetos	Executar e/ou apoiar as ações corretivas na barragem ainda passíveis de execução definidas pelas equipes de Geotecnia e Meio Ambiente	Em caso de iminência de rompimento e durante a permanência da situação NE-3.	Utilizando recursos humanos e materiais disponíveis no site e, se necessário, providenciar o fornecimento de recursos e contratação

NÍVEL DE EMERGÊNCIA 3 (NE-3)			
Responsável	Ação	Quando	Como
	e/ou apoiar empresa especializada contratada para execução.		de empresas especializadas.

7. PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

O presente item descreve as estratégias de acionamento dos órgãos públicos com função de Defesa Civil e os meios de notificação e divulgação de alertas a serem utilizados, em caso de uma possível situação de emergência, nas comunidades potencialmente afetadas.

De acordo com a Portaria ANM nº 70.389/2017, corroborada pela Lei Estadual (MG) nº 23.291/2019, considera-se Zona de Autossalvamento (ZAS) a região do vale à jusante da barragem em que não há tempo suficiente para uma intervenção da autoridade competente em situações de emergência, sendo delimitada pela maior das distâncias, 10 km ou distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a 30 min. No caso da Barragem Serra Azul, a ZAS corresponde a distância de 10,9 km a jusante da estrutura.

Essas legislações definem ainda como Zona de Salvamento Secundária (ZSS) a região constante do Mapa de Inundação não definida como ZAS. No caso da Barragem Serra Azul, este critério foi atingido aproximadamente 26 km a jusante do barramento. Para mais detalhes, ver item 8.

7.1. ESTRATÉGIA DE ACIONAMENTO DOS ÓRGÃOS PÚBLICOS

As autoridades e órgãos públicos que têm como responsabilidade atuar durante a ocorrência de situações de emergência no município, por meio da ação coordenada entre estes nas diferentes esferas (municipal, estadual e/ou federal), serão notificados sobre a eventual situação de emergência envolvendo a barragem a partir do Nível de Emergência 1 (NE-1), conforme apresentado na Tabela 7.1.

Tabela 7.1 – Estratégia de notificação dos órgãos públicos.

NOTIFICAÇÃO DOS ÓRGÃOS PÚBLICOS			
Órgão público	Responsável pela notificação	Como	Tipo de notificação
Prefeitura, Defesa Civil e demais instituições externas	Coordenador PAEBM	Contato telefônico e e-mail	Objetiva, contendo informações do nome e localização da estrutura, descrição do nível de emergência e da ocorrência observada.
ANM	Geotecnia	Registro via Sistema SIGBM	Conforme campos do sistema SIGBM da ANM.
Órgãos ambientais: CENAD, IPHAN, IBAMA, SEMAD, IEPHA, FEAM, IMA, IGAM, IEF.	Meio Ambiente	Contato telefônico e e-mail	Objetiva, contendo informações do nome e localização da estrutura, descrição do nível de emergência e da ocorrência observada.

A principal função da notificação no NE-1 é manter os organismos públicos em estado de prontidão. Já no nível de emergência NE-2, atual nível da Barragem Serra Azul, foi coordenada a evacuação preventiva de forma planejada da população presente na ZAS, com o apoio da Defesa Civil de Itatiaiuçu/MG. No nível de emergência NE-3, quando houver a ocorrência de ruptura da barragem, deverá ser conduzida pelos referidos órgãos a coordenação das ações de resposta a desastre, contando com apoio e recursos do empreendedor.

7.2. ESTRATÉGIA DE COMUNICAÇÃO NA ZAS

Os mecanismos de comunicação com a ZAS que poderão ser utilizados em caso de emergência da Barragem Serra Azul são apresentados na Tabela 7.2.

Tabela 7.2 – Mecanismos de comunicação na ZAS em caso de emergência.

MECANISMOS DE COMUNICAÇÃO NA ZAS		
Meio de comunicação	Responsável pelo acionamento	Objetivo de utilização
Sistema de alerta sonoro	Acionamento automático	Sistema de alerta sonoro para informação de estado de emergência na estrutura, bem como para ações preventivas e de treinamento.
Sistema sonoro veicular	Coordenador do PAEBM	Aviso sonoro redundante nos pontos de bloqueio das vias na ZAS em caso de NE-3.
Mensagem SMS	Coordenador do PAEBM	Mensagem SMS como redundância para comunicação com trabalhadores inseridos na ZAS.

7.2.1. Descrição do Sistema de Sirenes

O sistema de comunicação em massa da ArcelorMittal Brasil para a Barragem Serra Azul conta com alerta sonoro por meio de 6 sirenes instaladas na ZAS, cujas coordenadas são apresentadas na Tabela 7.3.

Tabela 7.3 – Coordenadas das sirenes que compõem o sistema de alerta/alarme da Barragem Serra Azul.

COORDENADAS ⁴		
Nome	Latitude	Longitude
SI01	20° 08' 04.00"	44° 23' 50.81"
SI02	20° 09' 12.60"	44° 23' 37.03"
SI03	20° 09' 54.35"	44° 23' 07.89"
SI04	20° 10' 03.03"	44° 22' 37.69"

⁴ As coordenadas estão no datum SIRGAS2000.

COORDENADAS ⁴		
Nome	Latitude	Longitude
SI05	20° 09' 36.47"	44° 20' 30.65"
SI06	20° 10' 53.92"	44° 22' 36.03"

O sistema de acionamento das sirenes é automatizado, de forma que o acionamento das sirenes é realizado por meio do instrumento Radar Doppler. Além disso, a Barragem Serra Azul conta com um sistema redundante de detecção de deslocamento da barragem, que consiste em uma chave de corda instalada em toda extensão do banco 952 (Figura 7.1) com acionamento de chave semelhante ao sistema de emergência de corda aplicado em transportadores de correia (Imagem 7.1).

Figura 7.1 – Vista aérea da localização da chave de corda para acionamento redundante.



Fonte: ArcelorMittal Brasil (2021).

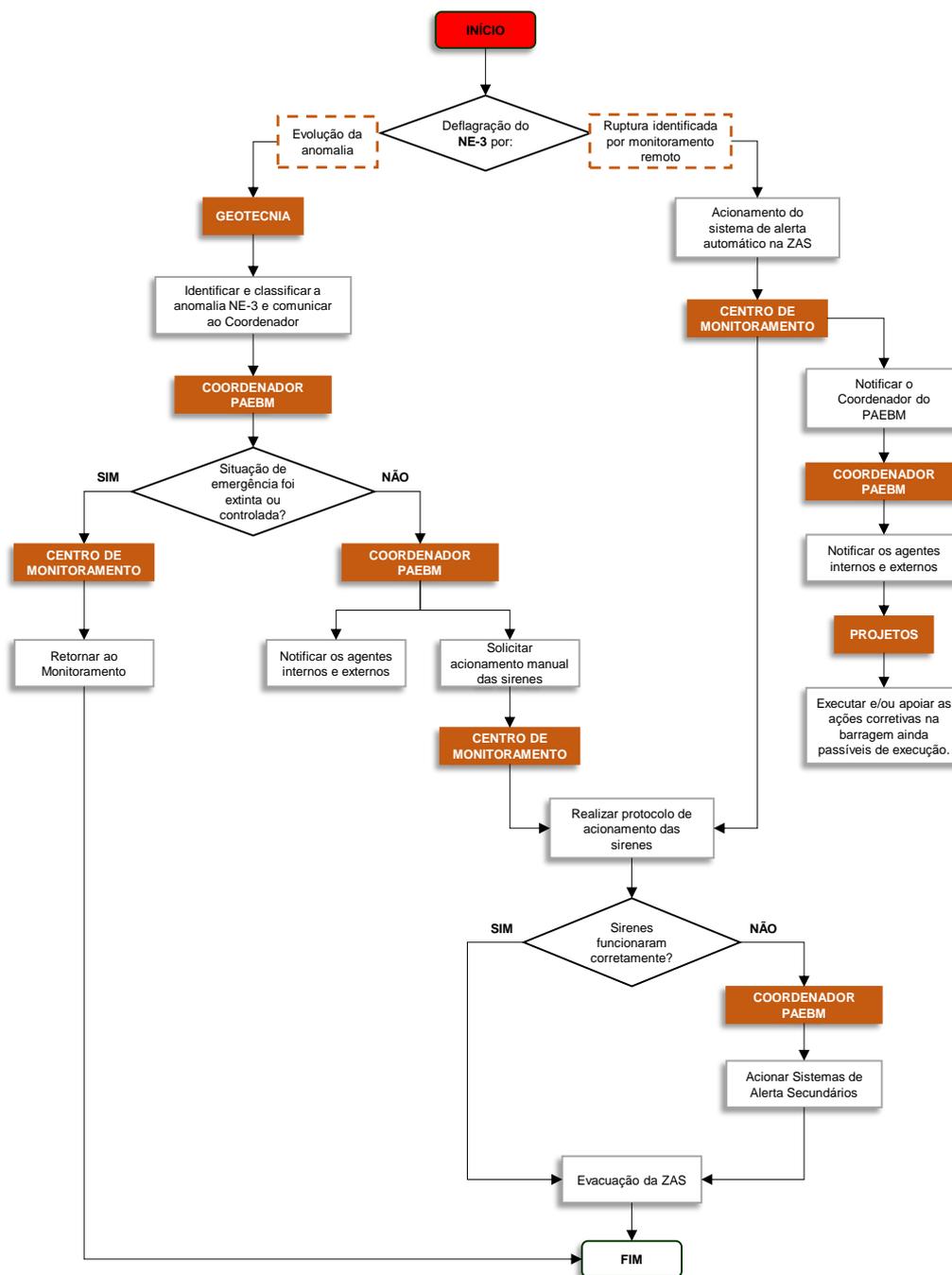
Imagem 7.1 – Caixa de ancoragem da chave de corda nas ombreiras da Barragem Serra Azul.



Fonte: ArcelorMittal Brasil (2021).

A Figura 7.2 apresenta o fluxo de ações a serem realizadas pela ArcelorMittal Brasil para o acionamento das sirenes de alerta à população localizada na ZAS.

Figura 7.2 – Fluxograma para acionamento de sirene.



Atualmente, encontra-se proibido o acesso de pessoas à ZAS ao Eixo 2B, local onde está sendo construída a Estrutura de Contenção a Jusante (ECJ), sendo utilizados apenas equipamentos não tripulados nessa região. Para maiores informações, consultar o Procedimento Operacional do Plano de Trabalho Seguro EIXO2B - Projeto Barragem (ECJ) (PO.SA.GST 09).

8. SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO

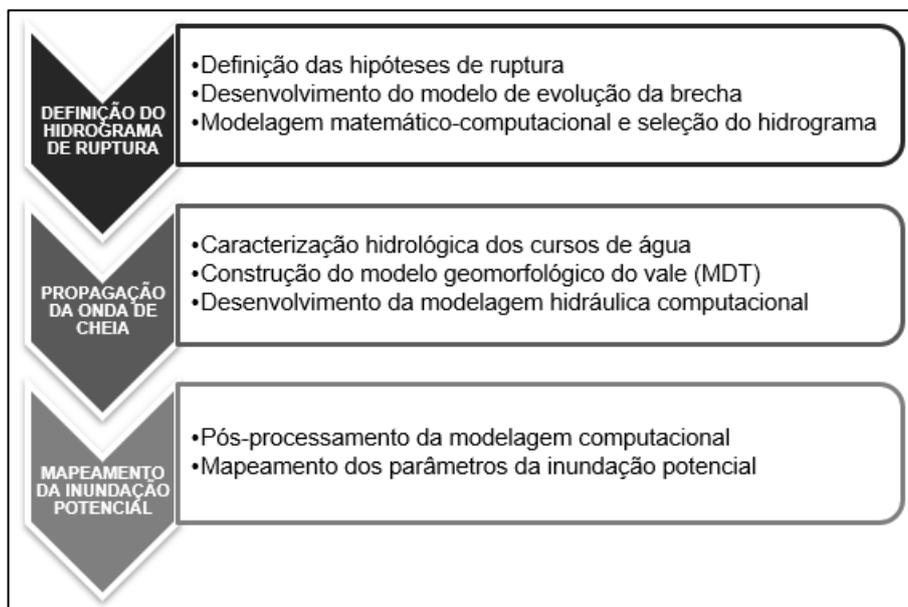
O estudo de ruptura hipotética (*Dam Break*) da Barragem Serra Azul, disponibilizado para a TETRA TECH para elaboração desta síntese, foi realizado pela POTAMOS em 2020 (POTARC0002-1-TC-RTE-0005), tendo como principal objetivo a estimativa da inundação potencial associada à ruptura hipotética da estrutura em questão.

O estudo de ruptura hipotética foi dividido em quatro etapas, a saber: análise crítica de dados básicos (premissas e critérios); definição da superfície de ruptura crítica; estudos hidrológicos e hidráulicos complementares; e estudos finais de ruptura hipotética da barragem.

Após a etapa de consolidação de dados e informações gerais, procedeu-se ao cerne dos estudos de ruptura hipotética, respeitando-se três etapas principais: (i) definição das hipóteses de ruptura; (ii) propagação da onda de cheia; e (iii) mapeamento da inundação potencial.

Apresenta-se na Figura 8.1 um diagrama que sintetiza esse processo com destaque para algumas atividades.

Figura 8.1 – Principais etapas do Estudo de Ruptura Hipotética.



Fonte: Potamos (2020).

Conforme consta do relatório técnico de ruptura hipotética da Barragem Serra Azul, os estudos realizados forneceram subsídios para o adequado dimensionamento da estrutura de contenção

previstas a jusante, que possui a finalidade de mitigação dos impactos a jusante em uma eventual ruptura da Barragem Serra Azul.

Os resultados numéricos apresentados devem ser interpretados com discernimento e parcimônia, uma vez que os parâmetros da inundação potencial estão condicionados a uma hipótese de ruptura do maciço, regida sob premissas e critérios de engenharia. Assim, cabe destacar que quaisquer alterações nas premissas ou na base de dados iniciais podem invalidar os resultados apresentados e demandar novas avaliações e revisões nos estudos.

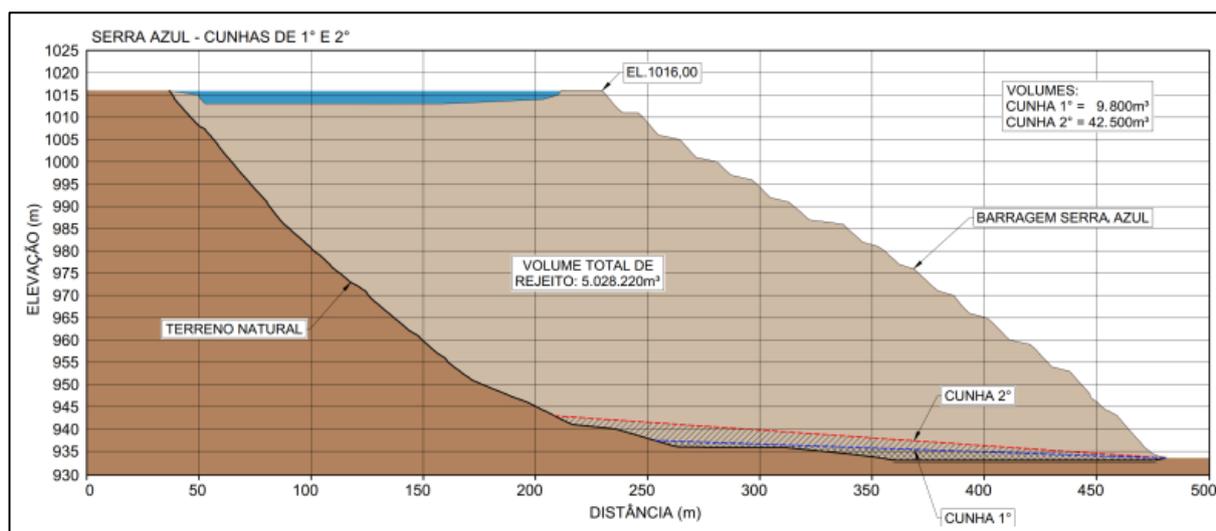
8.1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos e hidráulicos realizados pela Potamos (2020) foram de caráter complementar a estudos anteriores e apresentou a metodologia utilizada para calcular as vazões de base utilizadas nos cenários estudados, a saber: cheia ordinária (Q_{TR2}) e cheia severa (Q_{MAX}).

8.2. DEFINIÇÃO DO MODO DE FALHA E GERAÇÃO DO HIDROGRAMA DE RUPTURA

Conforme o relatório de *Dam Break* (POTARC0002-1-TC-RTE-0005) da Barragem Serra Azul, o modo de falha crítico considerado foi a liquefação do depósito de rejeitos. Ainda devido ao modo de falha, o tempo de formação da brecha foi considerado nulo, ou seja, considerou-se a premissa de ruptura instantânea do maciço. A estimativa do volume total mobilizado decorre da superfície de ruptura apresentada na Figura 8.2.

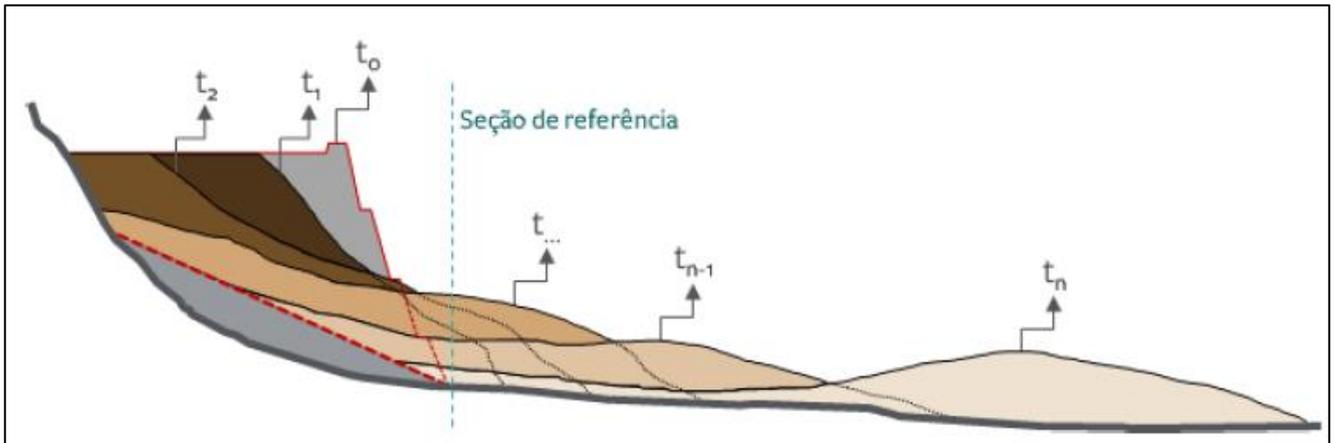
Figura 8.2 – Volume potencialmente mobilizável.



Fonte: Potamos (2020).

O volume total mobilizável foi definido como todo o volume de material acima da superfície pós-ruptura (cunha de 2 graus) que equivale a cerca de 5 Mm³. De acordo com casos observados em rupturas por liquefação, a possibilidade de fluidificação instantânea da estrutura tem potencial para produzir efeitos de escoamentos de rápida evolução, conforme esquema apresentado na Figura 8.3.

Figura 8.3 – Esquema representativo de ruptura por liquefação.



Fonte: Potamos (2020).

8.3. PROPAGAÇÃO E MAPEAMENTO DA ONDA DE RUPTURA NO VALE A JUSANTE

Para a simulação da propagação da onda de ruptura hipotética e para a definição da inundação dos cenários de cheia natural, aplicou-se o modelo computacional RiverFlow2D[®] (HYDRONIA, 2018).

Dentre os diversos modelos matemáticos incorporados ao modelo RiverFlow2D[®], apenas o modelo matemático *Mud and Debris Flow Model* foi utilizado. Este modelo representa fluidos não-newtonianos com uma mistura hiperconcentrada de sólidos e água.

Conforme consta no estudo de *Dam Break*, a abrangência das simulações compreendeu a extensão do Córrego Mota a partir do eixo da barragem até o reservatório da Barragem do Rio Manso, visto que, em função de seu grande reservatório, possui capacidade de amortecer a onda proveniente da ruptura da Barragem Serra Azul.

As simulações foram interrompidas a partir do momento e da localidade em que os parâmetros de inundação não mais apresentaram relevância do ponto de vista dos impactos diretos e da ameaça à vida.

Os mapas de numeração MS-2029-PAE-RT-1097, MS-2029-PAE-RT-1098, MS-2029-PAE-RT-1099, MS-2029-PAE-RT-1100 apresentam a envoltória de inundação considerando o hidrograma de ruptura nas condições supracitadas e em diferentes níveis de abrangência do território potencialmente impactado, conforme a Tabela 8.1.

Tabela 8.1 – Mapas de inundação (Seção II).

MAPAS DE INUNDAÇÃO				
Mapa	Nº Tetra Tech	Nº ArcelorMittal	Nº de folhas	Descrição
Mapa Geral - ZAS e ZSS	21600-SRAZ-ITG-DE001	MS-2029-PAE-RT-1097	1	Apresenta a envoltória de inundação (ZAS e ZSS); municípios atingidos; sistema de alerta; entre outros elementos de referência da área impactada.
Mapa de Inundação - ZAS	21600-SRAZ-ITG-DE002	MS-2029-PAE-RT-1098	3	Apresenta a envoltória de inundação no trecho correspondente à ZAS; vias de acessos, cidades, núcleos populacionais ou edificações de relevância social (quando existente); isolinhas de tempo de chegada da onda; sistema de alerta; pontos de encontro e rotas de fuga; entre outros elementos de referência da área impactada.
Mapa de Inundação - ZSS	21600-SRAZ-ITG-DE003	MS-2029-PAE-RT-1099	1	Apresenta a envoltória de inundação no trecho correspondente à ZSS; vias de acessos, cidades, núcleos populacionais ou edificações de relevância social (quando existente); pontos de encontro e rotas de fuga; entre outros elementos de referência da área impactada.
Mapa Risco Hidrodinâmico - ZAS	21600-SRAZ-ITG-DE004	MS-2029-PAE-RT-1100	1	Apresenta o risco hidrodinâmico da envoltória de inundação no trecho correspondente à ZAS; entre outros elementos de referência da área impactada.

Para visualização dos Mapas de Inundação, ver **SEÇÃO II – Capítulo I – Ações de Proteção e Defesa Civil.**

9. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA POTENCIALMENTE AFETADA

O presente capítulo apresenta uma síntese da caracterização da área potencialmente afetada, considerando a área de influência da mancha de inundação no advento de ruptura da Barragem Serra Azul. As informações de forma mais detalhada encontram-se na **SEÇÃO II – Capítulo I – Ações de Proteção e Defesa Civil**.

9.1. LOCALIZAÇÃO SOCIOTERRITORIAL E POTENCIAIS INTERFERÊNCIAS

A descrição da região de interesse considerada para o PAEBM da Barragem Serra Azul, contemplando municípios, cursos de água e bacias hidrográficas impactadas, encontra-se na Tabela 9.1.

Tabela 9.1 – Municípios atingidos pela mancha de inundação e principais cursos de água impactados.

BARRAGEM SERRA AZUL	
Municípios na ZAS	Itatiaiuçu, Brumadinho e Rio Manso - MG.
Municípios na ZSS	Brumadinho e Rio Manso - MG.
Principais cursos de água impactados	Córrego Mota, Rio Veloso, Córrego do André, Córrego das Porteiras ou Vermelho, Córrego das Flores, Córrego Vieiras, Córrego Provisório, Córrego Limeira, Córrego Queias, Córrego Sosas, Rio Manso, Córrego Piaba, Córrego Contedas, Córrego Grande.
Bacias hidrográficas	Rio Manso e Rio São Francisco, estadual e federal, respectivamente.

As potenciais interferências avaliadas no estudo corrente foram identificadas a partir de dados secundários da ANA (2020)⁵, ANEEL (2020)⁶, CNES (2020)⁷, DNIT (2016)⁸, IDE-Sisema (2020)⁹, INEP (2020)¹⁰, OSM (2020)¹¹, IBGE (2019 e 2017)¹² e análise de imagem orbital.

⁵ ANA, Agência Nacional de Águas, 2020. Página de download dos dados abertos. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/>>.

⁶ ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2020. Página de download dos dados abertos. Disponível em: <<https://sigel.aneel.gov.br/Down/>>.

⁷ CNES, Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, 2020. Página de download dos dados abertos. Disponível em: <<http://cnes.datasus.gov.br/pages/downloads/arquivosBaseDados.jsp>>.

⁸ DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2020. Página de download dos dados abertos. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br>>.

⁹ IDE-Sisema, Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2020. Página do Sistema. Disponível em: <<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>>.

¹⁰ INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020. Página de download dos dados abertos. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/microdados-do-censo-escolar>>.

¹¹ OSM, OpenStreetMaps, 2020. Página de download. Disponível em: <<http://download.geofabrik.de/south-america/>>.

¹² IBGE, Instituto de Geografia e Estatística, 2019 e 2017. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/>>.

Para a ZAS, são apresentados também dados de cadastro social levantados em campo por empresa contratada pela ArcelorMittal Brasil, que são apresentados em maior detalhe na **SEÇÃO II – Capítulo I**. A Tabela 9.2 aponta as interferências da mancha levantadas até o critério de parada da inundação.

Tabela 9.2 – Interferências mapeadas no vale a jusante até o critério de parada da inundação.

INTERFERÊNCIAS MAPEADAS NO VALE A JUSANTE ATÉ O FINAL DA INUNDAÇÃO			
Interferências mapeadas no vale a jusante	Município	Distância aproximada em relação ao eixo da barragem para localização no mapa de inundação (km)	Tempo de chegada da onda de ruptura aproximado (hh:mm)
Ponte e acessos	Itatiaiuçu	Entre 1,0 e 3,0	00:00:36
Edificação residencial (evacuada) e acessos	Itatiaiuçu	Entre 3,0 e 4,0	00:03:12
Edificações residenciais (evacuadas), pontes e acessos no remanso sobre o Rio Veloso, próximo às localidades de Ponte Nova, Lagoa das Flores e Pinheiros	Itatiaiuçu	Entre 4,0 e 5,0	00:04:48
Edificações residenciais (evacuadas), pontes e acessos no remanso do Córrego das Porteiras ou Vermelho, próximo às localidades de Estância da Capoeira e Pinheiros	Itatiaiuçu	5,0	00:06:54
Trechos da rodovia federal BR-381, próximo às localidades de Pinheiros e Estância da Capoeira	Itatiaiuçu	5,0	00:06:54
Edificações residências (evacuadas), pontes e acessos	Itatiaiuçu, Brumadinho e Rio Manso	Entre 5,0 e 11,0	00:06:54
Trechos da rodovia federal BR-381 e ponte, próximo à localidade Vieiras	Brumadinho e Rio Manso	11,0	00:30:00
Trechos de estradas vicinais	Rio Manso	Entre 13,0 e 14,0	00:40:00

9.2. PESSOAS E EDIFICAÇÕES INSERIDAS NA ZAS

A Tabela 9.3 apresenta uma síntese das principais informações sociais da mancha de inundação hipotética no advento de ruptura da Barragem Serra Azul. As informações de forma mais detalhada encontram-se na **SEÇÃO II – Capítulo I**.

Tabela 9.3 – Síntese da caracterização socioterritorial da mancha de inundação.

CARACTERIZAÇÃO SOCIOTERRITORIAL DA MANCHA DE INUNDAÇÃO	
Tipologia	ZAS
Edificação domiciliar	60 (edificações evacuadas)
Nº residente	199 (pessoas evacuadas)
Pessoa com dificuldade locomoção	77 (pessoas evacuadas)
Estrutura interna	-
Estrutura sensível	-

Fonte: ArcelorMittal Brasil (2021).

10. RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS DISPONÍVEIS PARA USO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Os equipamentos e recursos materiais apresentados na Tabela 10.1 compõem o quadro operacional da mina e no contexto de uma emergência, serão revertidos para atendimento e mitigação da situação adversa.

Em situação de emergência, o Coordenador do PAEBM solicitará que a equipe de Projetos providencie recursos para atendimento a emergência de acordo com o plano de ação apresentado.

Tabela 10.1 – Equipamentos e recursos materiais disponíveis e sua localização.

RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS	
Equipamento / Material	Quantidade
Caminhão bascula	20
Caminhão munck	1
Motoniveladora	1
Caminhão Pipa	2
Escavadeira	4
Caminhonete	6
Gerador	6
Pá carregadeira	7
Torre de iluminação	6
Trator de esteira	2
Veículo de passeio	7
Caminhão bascula	9
Escavadeira	2
Pá carregadeira	1
Rompedor	1
Long Reach	1
Comboio	1

11. RESPONSABILIDADES DURANTE A EMERGÊNCIA

Durante uma emergência os funcionários da ArcelorMittal Brasil de diversos setores possuem responsabilidades importantes vinculadas às suas respectivas competências, que em geral envolvem a detecção, avaliação e classificação da emergência, bem como a tomada de decisão, a notificação e emissão de alertas de evacuação às populações potencialmente afetadas a jusante da barragem. Além disso, há o suporte de autoridades e órgãos públicos nas notificações e nas ações para reduzir o impacto na área de influência.

Nesta seção são apresentadas as responsabilidades gerais no PAEBM, com destaque para aquelas relativas à ArcelorMittal Brasil, ao Coordenador do PAEBM, à Equipe de Monitoramento e à Equipe Técnica.

11.1. RESPONSABILIDADES DA ARCELORMITTAL BRASIL COMO EMPREENDEDOR DURANTE A EMERGÊNCIA

De acordo com a Portaria ANM nº 70.389/2017, o Empreendedor é definido como o agente privado ou governamental que explora a barragem para benefício próprio ou da coletividade. De acordo com essa Portaria, cabe ao Empreendedor da barragem em relação ao PAEBM as seguintes responsabilidades:

- providenciar a elaboração do PAEBM, incluindo o estudo de inundação e o mapa de inundação;
- disponibilizar informações, de ordem técnica, para a Defesa Civil, as prefeituras e demais instituições indicadas pelo governo municipal quando solicitado formalmente;
- promover treinamentos internos, no máximo a cada seis meses, e manter respectivos registros das atividades;
- apoiar e participar de simulados de situações de emergência realizados de acordo com o art. 8.º XI, da Lei n.º 12.608, de 19 de abril de 2012, em conjunto com prefeituras, organismos de Defesa Civil, equipe de segurança da barragem, demais empregados do empreendimento e a população compreendida na ZAS, devendo manter registros destas atividades no Volume V do PSB;
- designar formalmente o coordenador do PAEBM e seu substituto;
- possuir equipe de segurança da barragem capaz de detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os Níveis de Emergência 1, 2 e 3;
- declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAEBM;
- executar as ações previstas no fluxograma de notificação;

- notificar a Defesa Civil estadual, municipal e nacional, as prefeituras envolvidas, os órgãos ambientais competentes e a ANM em caso de situação de emergência;
- emitir e enviar via SIGBM, a Declaração de Encerramento de Emergência de acordo com o modelo do Anexo VI da Portaria, em até cinco dias após o encerramento da citada emergência;
- providenciar a elaboração do Relatório de Causas e Consequências do Evento de Emergência em Nível 3, com a ciência do responsável legal da barragem, dos organismos de Defesa Civil e das prefeituras envolvidas;
- fornecer aos organismos de Defesa Civil municipais os elementos necessários para a elaboração dos Planos de Contingência em toda a extensão do mapa de inundação;
- prestar apoio técnico aos municípios potencialmente impactados nas ações de elaboração e desenvolvimento dos Planos de Contingência Municipais, realização de simulados e audiências públicas;
- estabelecer, em conjunto com a Defesa Civil, estratégias de alerta, comunicação e orientação à população potencialmente afetada na ZAS sobre procedimentos a serem adotados nas situações de emergência auxiliando na elaboração e implementação do plano de ações na citada Zona;
- alertar a população potencialmente afetada na ZAS, caso se declare Nível de Emergência 3, sem prejuízo das demais ações previstas no PAEBM e das ações das autoridades públicas competentes;
- ter pleno conhecimento do conteúdo do PAEBM, nomeadamente do fluxo de notificações;
- assegurar a divulgação do PAEBM e o seu conhecimento por parte de todos os entes envolvidos;
- orientar, acompanhar e dar suporte no desenvolvimento dos procedimentos operacionais do PAEBM;
- avaliar, em conjunto com a equipe técnica de segurança de barragem, a gravidade da situação de emergência identificada;
- acompanhar o andamento das ações realizadas, frente à situação de emergência e verificar se os procedimentos necessários foram seguidos;
- executar as notificações previstas no fluxograma de notificações;
- 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;
- instalar, nas comunidades inseridas na ZAS, sistema de alarme, contemplando sirenes e outros mecanismos de alerta adequados ao eficiente alerta na ZAS, tendo como base o item 5.3, do "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 ou documento legal que venha sucedê-lo.

No contexto da ArcelorMittal Brasil, as áreas que atuarão como Empreendedor da Barragem Serra Azul serão a Gerência Geral de Tecnologia Mineração (CTO) e a Direção Geral Mineração, que deverão seguir as responsabilidades citadas anteriormente e indicadas na Portaria ANM nº 70.389/2017.

Algumas responsabilidades adicionais dessas áreas durante uma emergência da Barragem Serra Azul são descritas a seguir.

11.1.1. Gerência Geral de Tecnologia Mineração (CTO)

- atuar nos projetos de engenharia para desenvolvimento da solução definitiva para a emergência;
- contratação e gestão de consultorias geotécnicas para implantação das obras previstas dentro do escopo de descaracterização da Barragem de Serra Azul;
- interagir com as partes técnicas que dão suportes aos órgãos fiscalizadores;
- gerenciar as reuniões de alinhamento com o Ministério Público;
- reportar internamente a alta direção a evolução das medidas mitigadoras.

11.1.2. Direção Geral Mineração

- atuar junto ao PAEBM suportando as tomadas de decisões para o melhor encaminhamento das soluções para mitigação e retomada dos níveis de segurança da estrutura;
- ser canal de interação com as entidades reguladoras pautando os trabalhos e estudos em desenvolvimento de forma a dar clareza ao PAEBM;
- assumir a responsabilidade de direcionar todos os recursos para o correto e pleno atendimento do plano de ação em caso de emergência.

11.2. RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAEBM DURANTE A EMERGÊNCIA

De acordo com a Portaria ANM nº 70.389/2017, o Coordenador do PAEBM deve ser 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,

devendo estar treinado e capacitado para o desempenho da função. Suas principais atribuições são:

- executar as ações em situações de emergências previstas nos Fluxogramas de Notificação 1, 2 e 3, assim como a classificação do nível de risco;
- em caso de Níveis de Emergência 1, 2 e 3, realizar notificações aos agentes internos e externos contemplados nas listas de contatos e de acordo com os fluxogramas de notificação;
- aplicar ou designar responsável pelo treinamento de capacitação do PAEBM, cabendo aplicação a todos os empregados próprios e terceiros da unidade;
- estar à disposição dos organismos de Defesa Civil e demais órgãos governamentais por meio do número de telefone constante do PAEBM, em caso de situação de emergência declarada, e disponibilizar informações, de ordem técnica, quando solicitado formalmente;
- coordenar a evacuação interna quando necessário;
- manter a alta direção da empresa informada sobre a situação da barragem;
- autorizar bloqueio das vias internas e saídas de veículos da área interna do empreendimento da barragem;
- garantir a disponibilidade dos recursos necessários a serem utilizados nas ações corretivas e/ou emergenciais, tais como equipamentos, materiais e mão de obra;
- atualizar o PAEBM sempre que houver mudanças nos meios e recursos disponíveis para serem utilizados em uma situação de emergência, bem como no que se refere a verificação e a atualização dos contatos e telefones constantes no fluxo de notificação ou quando houver mudança nos cenários de emergência.

11.3. RESPONSABILIDADES DA EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NO FLUXO DE AÇÕES DO PAEBM DURANTE A EMERGÊNCIA

11.3.1. Saúde e Segurança

- coordenar e participar dos simulados internos e externos;
- dar suporte na elaboração de plano de ação e controle para as fases de Prevenção, Mitigação, Resposta e Recuperação;
- atuar nas atividades de Gestão de Crises e acolhimento em caso de evacuação da população a jusante;
- interagir com a Defesa Civil municipal e estadual para atendimento aos procedimentos necessários dentro do escopo de cada órgão;

- dar suporte ao isolamento das áreas de risco;
- apoiar tecnicamente o coordenador do plano na avaliação dos riscos gerados pela emergência aos trabalhadores;
- fornecer informações das ações realizadas durante a emergência para subsidiar a elaboração do Relatório de Encerramento do Evento de Emergência;
- contatar, em âmbito municipal, o hospital, o SAMU e o Corpo de Bombeiros, conforme lista de contatos.

11.3.2. Comunicação

- assessorar e orientar os colaboradores internos, *stakeholders* e comunidade para as ações de desenvolvimento, bem como para as informações institucionais;
- apoiar na construção das mensagens-chave para notificação à população potencialmente afetada;
- promover e/ou conceder aos órgãos de comunicação, conforme a ocorrência, entrevistas e coletivas de imprensa relativas às emergências ocorridas;
- fornecer informações das ações realizadas durante a emergência para subsidiar a elaboração do Relatório de Encerramento do Evento de Emergência;
- notificar a equipe do PAEBM para qualquer necessidade de posicionamento técnico e de segurança que considere a barragem e suas estruturas auxiliares;
- contatar, em âmbito municipal, a Imprensa, conforme lista de contatos.

11.3.3. Meio Ambiente

- identificar os riscos ao meio ambiente e avaliar os impactos ambientais, em decorrência da situação de emergência, repassando as informações ao coordenador do PAEBM;
- atuar no monitoramento ambiental das áreas afetadas;
- avaliar os impactos ambientais ocorridos e propor ações para mitigá-los, bem como medidas para evitar e/ou minimizar a incidência de novos impactos;
- acompanhar e prestar as informações necessárias aos representantes dos órgãos de meio ambiente;
- atuar na fiscalização das ações e projetos relativos à barragem;
- alertar para correta atuação e atendimento as leis de proteção ao meio ambiente;
- em caso de acionamento do plano de emergência dar o suporte no resgate e proteção dos animais da região da ZAS;
- realizar os estudos de impacto com implantação de medidas mitigadoras;
- contatar, em âmbito nacional, o CENAD, o IPHAN e o Ibama, conforme lista de contatos;

- contatar, em âmbito estadual, os órgãos ambientais SEMAD, IEPHA, FEAM, IMA, IGAM e IEF, conforme lista de contatos.

11.3.4. Centro de Monitoramento

- acompanhar o monitoramento geotécnico da estrutura;
- reportar qualquer anomalia, de imediato e a qualquer momento;
- realizar os relatórios diários de monitoramento geotécnico;
- realizar as inspeções diárias de campo, com emissão de ISE;
- manter o coordenador o PAEBM atualizado sobre a situação na estrutura;
- notificar os Pontos de Bloqueio dentro da ZAS;
- controlar a permanência de pessoas dentro da ZAS;
- acompanhar e informar a evolução da emergência;
- contatar, em caso de Níveis de Emergência 1, 2 e 3, o Coordenador do PAEBM e os responsáveis pelos Pontos de Bloqueio da ZAS.

11.3.5. Geotecnia

Responsável pelo apoio técnico à equipe do Centro de Monitoramento, participando as análises do monitoramento geotécnico e validação dos relatórios e procedimentos relacionados.

Suas principais atribuições são:

- acompanhar o monitoramento geotécnico da estrutura;
- reportar qualquer anomalia, de imediato e a qualquer momento;
- realizar os relatórios diários de monitoramento geotécnico;
- inserir as ISEs no SIGBM;
- certificar que os procedimentos estão sendo aplicados na condução das atividades;
- comunicar de imediato o coordenador do PAEBM em caso de emergência;
- acompanhar as inspeções de campo;
- checar os equipamentos de monitoramento;
- validar os dados de campo;
- acompanhar e informar a evolução da emergência.

11.3.6. Projetos

A Gerência de Projetos foi criada para mitigação do risco com a construção da ECJ (Estrutura de Contenção à Jusante) e para finalizar a descaracterização da Barragem de Serra Azul. Suas principais atribuições são:

- dar suporte ao Centro de Monitoramento, à Equipe de Geotecnia e ao Coordenador do PAEBM nas ações em caso de alteração no nível emergência da Barragem Serra Azul;
- dar suporte do planejamento das ações para mitigação;
- deslocar e coordenar o efetivo para as ações do PAEBM e de retomada do nível de segurança;
- reportar ao Coordenador do PAEBM a respeito do Plano de Ação (em caso de acionamento da emergência);
- realizar os relatórios diários de evolução de obras da ECJ;
- dar suporte à alta direção nas ações planejadas para correção ou mitigação da emergência.

11.3.7. Jurídico

- dar suporte à alta direção da empresa nas ações relativas à comunicação e atendimento aos órgãos reguladores durante o acionamento do nível de emergência;
- promover reuniões de alinhamento junto aos representantes de entidades reguladoras e comunidade, apoiando na interlocução e nos requisitos legais para atendimento à emergência.

11.4. RESPONSABILIDADES DA DEFESA CIVIL DURANTE A EMERGÊNCIA

A Defesa Civil tem o objetivo de reduzir os riscos e danos sofridos pela população em caso de desastres. Atua antes, durante e depois de desastres por meio de ações distintas e inter-relacionadas: Prevenção, Mitigação, Resposta e Recuperação. Suas principais atribuições são:

- estabelecer os requisitos mínimos necessários para elaboração e aprovação do Plano de Ação de Emergência – PAE concernentes à competência do órgão estadual de Proteção e Defesa Civil, expressa no Decreto Estadual nº 48.078, de 05 de novembro de 2020;
- atuar de acordo com as prerrogativas definidas na Lei Federal nº 12.608/2012, Lei Federal nº 12.340/2010, Portaria do Ministério da Integração nº 413/2018 e Instrução Técnica GMG/CEDEC nº 01/2021;
- atuar conforme definido na Seção II do PAEBM.

12. APÊNDICES

12.2. FORMULÁRIO DE DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA

Nível de Emergência: () Nível 1 () Nível 2 () Nível 3

Fazendo uso de minhas atribuições e responsabilidades definidas no Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM) estabelecido para a Barragem Serra Azul, levo a registro que, a partir das ____:____ horas do dia ____/____/____, foi declarada encerrada a situação de emergência conforme indicada acima, em função do restabelecimento das condições de segurança da barragem mediante as providências adotadas de _____

Itatiaiuçu, ____ de _____ de 20____.

Nome:

Cargo:

Assinatura:

12.3. FORMULÁRIO DE NOTIFICAÇÃO

Nível de Emergência: () Nível 1 () Nível 2 () Nível 3

Itatiaiuçu, ____ de _____ de 20____.

Em cumprimento ao Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM) estabelecido para a **Barragem Serra Azul**, notificamos aos destinatários abaixo relacionados que, a partir das ____:____ horas do dia ____/____/____, foi ativada a situação de emergência conforme Nível de Emergência indicado acima, devido a ocorrência de_____.

Os fatos ocorridos fazem com que se devam colocar em ação as recomendações e atividades apresentadas no referido PAEBM, do qual os Srs. dispõem de cópias.

Esta é uma mensagem de (declaração/alteração) do Nível de Emergência feita pelo Coordenador do PAEBM. Nós os manteremos atualizados sobre a evolução da situação.

Favor confirmar o recebimento desta Notificação ao Sr. _____ pelos telefones _____ / _____ ou e-mail _____.

Para informações adicionais, os Srs. podem entrar em contato com o Sr. _____ pelos telefones _____ / _____ ou e-mail _____.

Destinatários desta Notificação:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Nome:

Cargo:

Assinatura:

12.4. MODELO DE OFÍCIO PARA PROTOCOLO DE RECEBIMENTO DO PAEBM

Itatiaiuçu, ____ de _____ de 20____.

Ilmo. Sr.

Órgão público

Cidade/Estado

Assunto: Protocolo do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM).

ArcelorMittal S.A., pessoa jurídica de direito privado, inscrita no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas – CNPJ sob o nº 17.469.701/0150-18, com sede administrativa na Rodovia MG-431, km 10 – Fazenda Pacheco - Zona Rural – Itatiaiuçu/MG, vem, respeitosamente, perante Vossa Senhoria, em atendimento ao Art. 9º, § 1º, C/c Art. 24 da Lei Estadual nº 23.291/2019, bem como ao Art. 32 da Portaria ANM nº 70.389/2017, **apresentar a versão atualizada do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM) da Barragem Serra Azul**, em conformidade com a legislação aplicável.

Nome da Estrutura	Mina	Cidade / Estado de localização da estrutura	Versão do Doc. para Protocolo nº
Barragem Serra Azul	Serra Azul	Itatiaiuçu/MG	

Esta versão substitui eventuais protocolos anteriores do PAEBM da referida estrutura.

Atenciosamente,

.....
 Coordenador do PAEBM

12.5. RELATÓRIO DE CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DO EVENTO DE NÍVEL DE EMERGÊNCIA 3

Uma vez terminada a situação de Nível de Emergência 3, o empreendedor fica obrigado a apresentar à ANM, em até seis meses após o acidente, o Relatório de Causas e Consequências do Evento de Emergência em Nível 3. Além disso, esse documento deverá ser anexado ao Volume V do Plano de Segurança de Barragem.

O relatório deverá ser elaborado por profissional habilitado, externo ao quadro de pessoal do empreendedor, contendo, no mínimo, os seguintes tópicos:

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

12.6. FICHA DE EMERGÊNCIA – GALGAMENTO

Abaixo, serão apresentadas as Fichas de Emergência para os níveis 1, 2 e 3, respectivamente, para o modo de falha Galgamento.

Nessas fichas são apresentados os principais procedimentos de mitigação/monitoramento/reparação a serem tomados para cada situação anômala, além de destacar os possíveis impactos associados às possíveis ocorrências e outras orientações que podem ser utilizadas nessas situações.

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA: NE-1	FICHA DE EMERGÊNCIA Nº 1
	MODO DE FALHA: GALGAMENTO	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas (Pontuação 10 na coluna “Confiabilidade das Estruturas Extravasoras” da tabela de Estado de Conservação da Portaria ANM nº 70.389/2017).		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da borda livre; • Possibilidade de galgamento. 		
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-1; • 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: <ul style="list-style-type: none"> ○ Caso se verifique que o sistema extravasor está obstruído, providenciar sua desobstrução; ○ Se for constatada a diminuição do volume de amortecimento de cheias, providenciar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do reservatório); ○ Avaliar tecnicamente a opção 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; ○ Avaliar tecnicamente a opção de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório; ○ Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura. • Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência. 		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		
Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de instrumentação (régua limnimétrica).		
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO		
Não se aplica.		
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		
Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem.		

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA: NE-2	FICHA DE EMERGÊNCIA Nº 2
	MODO DE FALHA: GALGAMENTO	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
As ações adotadas no NE-1 não foram efetivas e, portanto, a anomalia não foi extinta ou controlada.		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do fator de segurança; • Possibilidade de galgamento. 		
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2; • Se for constatada a diminuição do volume de amortecimento de cheias, providenciar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas e/ou derivar parte da água para outro local); • Em caso de borda livre nula, avaliar tecnicamente a opção de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório; • 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; • Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência; • Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura; • 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 3. 		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		
Inspeções periódicas / Análise visual.		
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO		
Fita Sinalizadora.		
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		
Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem.		

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA: NE-3	FICHA DE EMERGÊNCIA Nº 3
	MODO DE FALHA: GALGAMENTO	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Galgamento do barramento com abertura de brecha de ruptura. A ruptura é iminente ou está ocorrendo.		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Impactos em APP – Área de Preservação Permanente nas faixas marginais ao leito dos cursos de água; • Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica; • Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante, com danos a benfeitorias e aos moradores; • Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes; • 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; • Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de rejeitos/sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos à fauna e flora características da região. 		
PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
<ul style="list-style-type: none"> • REALIZAR IMEDIATAMENTE ALERTA NA REGIÃO DE AUTOSSALVAMENTO • Implementar fluxo de notificação externo NE-3. • Iniciar ações de gestão de crise com planos específicos de resposta, tais como: <ul style="list-style-type: none"> ○ Durante a ocorrência: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Providenciar a construção de estruturas de contenção temporárias a jusante da barragem para barrar a continuidade de fluxo de material; ▪ Providenciar o rebaixamento do reservatório. ○ Após a ocorrência: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Executar recuperação das áreas atingidas: diagnosticar e indicar tratamentos; ▪ Remover sedimentos transportados; ▪ Realizar Estudo Ambiental na área impactada; ▪ Remover material do leito do curso de água; ▪ Recuperar locais atingidos. 		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		
Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de instrumentação.		
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO		
Não se aplica.		
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		
Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem.		

12.7. FICHA DE EMERGÊNCIA – EROSÃO INTERNA OU *PIPING*

Abaixo, serão apresentadas as Fichas de Emergência para os níveis 1, 2 e 3, respectivamente, para o modo de falha Erosão Interna ou *Piping*.

Nessas fichas são apresentados os principais procedimentos de mitigação/monitoramento/reparação a serem tomados para cada situação anômala, além de destacar os possíveis impactos associados às possíveis ocorrências e outras orientações que podem ser utilizadas nessas situações.

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA: NE-1	FICHA DE EMERGÊNCIA Nº 4
	MODO DE FALHA: EROSÃO INTERNA OU PIPING	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
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 (Pontuação 10 na coluna “Percolação” da tabela de Estado de Conservação da Portaria ANM nº 70.389/2017).		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Ocorrência de erosões no maciço; • Ruptura parcial dos taludes. 		
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-1; • 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; • Confirmar se a água percolada não possui sinais de carreamento de solo; • Caso seja possível, medir e monitorar a quantidade de fluxo e verificar se há aumento e/ou redução da vazão percolada; • Se o aumento de vazão e/ou carreamento de solo for verificado, deve-se executar imediatamente um dreno invertido; • Avaliar tecnicamente a opção de realizar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do mesmo); • Avaliar tecnicamente a opção de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório; • Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência. 		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		
Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de instrumentação (piezômetros).		
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO		
Fita sinalizadora.		
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		
Materiais de construção; equipamentos de medição de vazão; equipamentos de terraplenagem; bombas.		

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA: NE-2	FICHA DE EMERGÊNCIA Nº 5
	MODO DE FALHA: EROSÃO INTERNA OU PIPING	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
As ações adotadas no NE-1 não foram efetivas e, portanto, a anomalia não foi extinta ou controlada.		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Erosões no maciço; • Diminuição do fator de segurança; • Instabilidade parcial dos taludes; • Possibilidade de ruptura da barragem, caso as ações mitigadoras adequadas não sejam tomadas. 		
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2; • Avaliar a gravidade da situação; • Avaliar tecnicamente a opção de realizar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do mesmo); • Avaliar tecnicamente a opção de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório; • Monitorar a ocorrência; • Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura; • 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 6. 		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		
Inspeções periódicas / Análise visual.		
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO		
Fita sinalizadora.		
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		
Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem.		

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA: NE-3	FICHA DE EMERGÊNCIA Nº 6
	MODO DE FALHA: EROSÃO INTERNA OU <i>PIPING</i>	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Erosão regressiva (<i>piping</i>) com evolução e desenvolvimento da brecha de ruptura. Ruptura iminente ou está ocorrendo.		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Impactos em APP – Área de Preservação Permanente nas faixas marginais ao leito dos cursos de água; • Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica; • Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante, com danos a benfeitorias e aos moradores; • Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes; • 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; • Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de rejeitos/sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos à fauna e flora características da região. 		
PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
<ul style="list-style-type: none"> • REALIZAR IMEDIATAMENTE ALERTA NA REGIÃO DE AUTOSSALVAMENTO • Implementar fluxo de notificação externo NE-3. • Iniciar ações de gestão de crise com planos específicos de resposta, tais como: <ul style="list-style-type: none"> ○ Durante a ocorrência: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Providenciar a construção de estruturas de contenção temporárias a jusante da barragem para barrar a continuidade de fluxo de material; ▪ Providenciar o rebaixamento do reservatório. ○ Após a ocorrência: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Executar recuperação das áreas atingidas: diagnosticar e indicar tratamentos; ▪ Remover sedimentos transportados; ▪ Realizar Estudo Ambiental na área impactada; ▪ Remover material do leito do curso de água; ▪ Recuperar locais atingidos. 		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		
Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de instrumentação.		
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO		
Não se aplica.		
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		
Materiais de construção; equipamentos de medição de vazão; equipamentos de terraplenagem; bombas.		

12.8. FICHA DE EMERGÊNCIA – INSTABILIZAÇÃO

Abaixo, serão apresentadas as Fichas de Emergência para os níveis 1, 2 e 3, respectivamente, para o modo de falha Instabilização.

Nessas fichas são apresentados os principais procedimentos de mitigação/monitoramento/reparação a serem tomados para cada situação anômala, além de destacar os possíveis impactos associados às possíveis ocorrências e outras orientações que podem ser utilizadas nessas situações.

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA: NE-1	FICHA DE EMERGÊNCIA Nº 7
	MODO DE FALHA: INSTABILIZAÇÃO	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
<p>Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (Pontuação 10 na coluna “Deformações e Recalques” da tabela de Estado de Conservação da Portaria ANM nº 70.389/2017);</p> <p>Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (Pontuação 10 na coluna “Deterioração dos Taludes / Paramentos” da tabela de Estado de Conservação da Portaria ANM nº 70.389/2017).</p>		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da resistência do maciço; • Diminuição do Fator de Segurança; • Redução da seção transversal e instabilização do maciço; • Evolução para ruptura do barramento, se não tratado adequadamente. 		
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-1; • 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; • Inspeccionar cuidadosamente o local onde se observaram trincas, deformações ou recalques, registrar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes; • 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: <ul style="list-style-type: none"> ○ Caso se verifique a ocorrência de trincas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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); ○ Caso se verifique a ocorrência de deformações e recalques: <ul style="list-style-type: none"> ▪ realizar os reparos e/ou correção da geometria utilizando técnicas de construção e materiais adequados, conforme orientação da Equipe de Geotecnia; ○ Caso se verifique a ocorrência de sulcos profundos de erosão: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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; ▪ 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; ▪ Recompôr a proteção superficial (rip-rap, grama, etc.) do talude, para proteção contra ocorrência de novos processos erosivos; ○ Caso se verifique a ocorrência de depressões (abatimentos) e escorregamentos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proceder a recuperação do trecho escorregado ou abatido através da recomposição do material e de sua proteção vegetal, utilizando técnicas de construção adequadas; ▪ Registrar a localização, extensão e o deslocamento do escorregamento; ▪ Verificar se a instrumentação está registrando níveis dentro dos limites aceitáveis de segurança; 		

• Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência.
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO
Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de Instrumentação.
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO
Fita sinalizadora.
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS
Materiais de construção e equipamentos de terraplenagem.

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA: NE-2	FICHA DE EMERGÊNCIA Nº 8
	MODO DE FALHA: INSTABILIZAÇÃO	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
As ações adotadas no NE-1 não foram efetivas e, portanto, a anomalia não foi extinta ou controlada.		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Instabilidade parcial do maciço; • Diminuição do fator de segurança; • Possibilidade de ruptura da barragem. 		
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2; • Avaliar a gravidade da situação; • Avaliar tecnicamente a opção de se providenciar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do reservatório); • Avaliar tecnicamente a opção de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório; • Monitorar a ocorrência; • Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura; • 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. 		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		
Inspeções periódicas / Análise visual.		
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO		
Fita sinalizadora.		
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		
Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem.		

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA: NE-3	FICHA DE EMERGÊNCIA Nº 9
	MODO DE FALHA: INSTABILIZAÇÃO	
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Instabilização em evolução e desenvolvimento de brecha de ruptura. A ruptura é iminente ou está ocorrendo.		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Impactos em APP – Área de Preservação Permanente nas faixas marginais ao leito dos cursos de água; • Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica em algumas regiões; • Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante, com danos a benfeitorias e aos moradores; • Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes; • 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; • Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de rejeitos/sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos à fauna e flora características da região. 		
PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
<ul style="list-style-type: none"> • REALIZAR IMEDIATAMENTE ALERTA NA REGIÃO DE AUTOSSALVAMENTO; • Implementar fluxo de notificação externo NE-3; • Iniciar ações de gestão de crise com planos específicos de resposta, tais como: <ul style="list-style-type: none"> ○ Durante a ocorrência: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Providenciar a construção de estruturas de contenção temporárias a jusante da barragem para barrar a continuidade de fluxo de material; ▪ Providenciar o rebaixamento do reservatório. ○ Após a ocorrência: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Executar recuperação das áreas atingidas: diagnosticar e indicar tratamentos; ▪ Remover sedimentos transportados; ▪ Realizar Estudo Ambiental na área impactada; ▪ Remover material do leito do curso de água; ▪ Recuperar locais atingidos. 		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		
Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de Instrumentação.		
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO		
Não se aplica.		
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		
Bombas, materiais de construção e equipamentos de terraplenagem.		