



PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA PARA BARRAGEM DE MINERAÇÃO (PAEBM)

SEÇÃO I

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA PARA BARRAGEM DE MINERAÇÃO

CAVA DE GERMANO

GERMANO BARRAGENS

CAVA DE GERMANO

ESTUDOS DE DAM BREAK, PAEBM, PAGC, PSB

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA PARA BARRAGEM DE MINERAÇÃO (PAEBM)

SEÇÃO I PAEBM DA CAVA GERMANO

R E V I S Õ E S	17	APROVADO	L	10/12/2024	GPR	GPR	AMA	AMA
	16	PARA APROVAÇÃO	B	30/09/2024	GPR	FS	AMA	AMA
	15	APROVADO	L	15/04/2024	FS	FS	AV	AV
	14	PARA APROVAÇÃO	B	15/03/2024	FS	FS	AV	AV
	13	APROVADO	L	28/06/2023	FS	FS	AV	AV
	12	PARA APROVAÇÃO	B	16/06/2023	FS	FS	AV	AV
	11	APROVADO	L	11/10/2022	FS/BS	AV	OJR	AV
	10	APROVADO	L	01/06/2022	BS	AV	OJR	AV
	09	REF. RESOLUÇÃO ANM 95/2022 E ATUALIZAÇÃO DE CADASTRO	B	27/04/2022	JVL	AV	OJR	AV
	08	APROVADO	L	18/02/2022	JVL	AV	OJR	AV
	07	ATUALIZAÇÃO	B	08/11/2021	JVL/BS	JVL	OR	AV
	Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	PREP.	VERIF	APROV	LIBER.

T.E – TIPOS DE EMISSÃO

A – Preliminar C – P/ Conhecimento E – P/ Construção G – Conforme construído L – Aprovado
B – P/ Aprovação D – P/ Cotação F – Conforme comprado H – Cancelado

Preparado GPR	Verificado AMA	Aprovado AMA	Liberado AMA	Data 10/12/2024	O.S. 015
------------------	-------------------	-----------------	-----------------	--------------------	-------------

PAEBM – CAVA DE GERMANO

	Nº PROJETISTA I: POTSAM0031-1-TC-RTE-0014	Rev.: 17	PÁGINA: 1
	Nº PROJETISTA II: WA06223015-1-RH-RTE-0001		
 SAMARCO MINERAÇÃO S.A.		Nº SAMARCO: G102600-O-1RT003	

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS DO PAEBM	5
2	IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, COORDENADOR DO PAEBM E ENTIDADES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÕES	8
3	DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDEDOR, DA BARRAGEM E DE ESTRUTURAS ASSOCIADAS	8
4	DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE ALERTA E/OU EMERGÊNCIA EM NÍVEIS 1, 2 E/OU 3	15
5	AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE EMERGÊNCIA	18
6	DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS	25
7	RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E LOGÍSTICOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA	34
8	PROCEDIMENTOS DE COMUNICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO (INCLUINDO O FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO)	37
9	DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO GERAL DO SISTEMA DE ALERTA PARA A POPULAÇÃO A JUSANTE, INCLUINDO SEU MODO DE ACIONAMENTO	38
10	ESTUDO DO CENÁRIO DE RUPTURA HIPOTÉTICA DA ESTRUTURA (DAM BREAK)	42
11	MEDIDAS ESPECÍFICAS, EM ARTICULAÇÃO COM O PODER PÚBLICO, PARA RESGATAR ATINGIDOS, PESSOAS E ANIMAIS, PARA MITIGAR IMPACTOS AMBIENTAIS, PARA ASSEGURAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL E PARA RESGATAR E SALVAGUARDAR O PATRIMÔNIO CULTURAL	48
12	DESCRIÇÃO DAS ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO, COM A RESPECTIVA SINALIZAÇÃO, DESENVOLVIDA EM CONJUNTO COM A DEFESA CIVIL	51
13	DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO PARA OS ENVOLVIDOS E PARA AS COMUNIDADES POTENCIALMENTE	

AFETADAS, COM A REALIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS SIMULADOS PERIÓDICOS	56
14 RESPONSABILIDADES E ATRIBUIÇÕES NO PAEBM	60
15 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO UTILIZADO NA BARRAGEM DE MINERAÇÃO	65
16 REGISTROS DOS TREINAMENTOS DO PAEBM	78
17 RELAÇÃO DAS AUTORIDADES COMPETENTES QUE RECEBERAM O PAEBM E OS RESPECTIVOS PROTOCOLOS	78
18 RELATÓRIO DE CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE (RCCA)	78
19 DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA	79
20 RELATÓRIO DE CONFORMIDADE E OPERACIONALIDADE DO PAEBM (RCO)	79
21 ATUALIZAÇÃO E REVISÃO DO PAEBM	80
22 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
23 QUALIFICAÇÃO DA EMPRESA E DA EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PAEBM	81
24 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
APÊNDICES	86
APÊNDICE A - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)	87
APÊNDICE B – FICHAS DE EMERGÊNCIA	89
APÊNDICE C – MAPA GERAL DE ABRANGÊNCIA DA MANCHA DE INUNDAÇÃO	98
APÊNDICE D – MAPA DE ÍNDICE DE IMPACTO (ZAS)	99
APÊNDICE E – MAPA DE PONTOS E ESTRUTURAS SENSÍVEIS (ZAS)	100
ANEXOS	101

ANEXO A – LISTA DE CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS	102
ANEXO B – CARTA DE NOMEAÇÃO DO COORDENADOR DO PAEBM	103
ANEXO C – AUTORIDADES PÚBLICAS QUE RECEBERAM O PAEBM	104
ANEXO D – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAEBM	105
ANEXO E – PLANOS DE AÇÃO GERAL DE RESPOSTA DO PAEBM	106
ANEXO F – RELATÓRIO DE CONFORMIDADE E OPERACIONALIDADE DO PAEBM (RCO)	107

1 APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS DO PAEBM

A WALM BH ENGENHARIA LTDA. (WALM) foi contratada pela SAMARCO MINERAÇÃO S/A (SAMARCO) para **atualização** do Plano de Ação de Emergência para Barragem de Mineração (PAEBM) da Cava de Germano, localizada na Unidade Industrial de Germano, no município de Mariana – MG.

A elaboração do PAEBM foi pautada nos resultados obtidos nos estudos de ruptura hipotética (*dam break*) da Cava de Germano desenvolvidos pela FUGRO (2023), apresentado sinteticamente no Item 10. Este estudo considera o rompimento da Cava de Germano descaracterizada. Por tanto, não é considerado que o rompimento desta estrutura seja capaz de provocar um rompimento em cascata das estruturas localizadas imediatamente a jusante no Complexo de Germano,

De acordo com Artigo 9º da Lei Ordinária Estadual nº 23.291/2019 (Minas Gerais), todos os municípios situados a jusante da barragem deverão receber a cópia deste PAEBM e este será adotado como diretriz pela Defesa Civil para coordenação de ações de emergência, com apoio da SAMARCO. Por se tratar de uma estrutura descaracterizada o rompimento da Cava de Germano impacta exclusivamente a Unidade Industrial de Germano localizada no município de Marina – MG.

Este PAEBM está em consonância com os preceitos e os requerimentos estabelecidos pelo seguinte arcabouço legal:

- Lei Federal de Segurança de Barragens nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000;
- Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência – PAE (ANA, 2016), do Manual de Gerenciamento de Desastres – Sistema de Comando em Operações elaborado pela Defesa Civil;

- Lei Estadual Ordinária nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que institui a Política Estadual de Segurança de Barragens;
- Ofício Circular 02/2019 GMG/CEDEC de 26 de junho de 2019, que solicita informações complementares ao PAEBM, preenchimento do questionário de pesquisa e encaminhamento de Termo de Referência para elaboração dos estudos de cenários de ruptura hipotética de barragens;
- Plano de Segurança para as comunidades próximas a barragens de mineração – CEDEC – Minas Gerais: GMG. 2019;
- Alterações na Lei nº 12.334/2010 dadas pela Lei Federal nº 14.066, de 30 de setembro de 2020;
- Resolução ANM nº 95 de 07 de fevereiro de 2022, em vigor desde 22/02/2022, que consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração e revoga outros dispositivos, entre eles a Portaria DNPM nº 70.389, de 17 de maio de 2017; a Resolução ANM nº 13, de 08 de agosto de 2019; e a Resolução ANM nº 32, de 11 de maio de 2020;
- Resolução ANM nº 130 de 24 de fevereiro de 2023, em vigor desde 01/03/2023, que altera a Resolução ANM nº 95, de 7 de fevereiro de 2022, e dá outras providências;
- Resolução ANM nº 142 de 16 de outubro de 2023 que dispõe sobre a padronização dos dados geográficos informados nos documentos técnicos apresentados à Agência Nacional de Mineração - ANM ou produzidos no âmbito dessa Autarquia.
- Resolução GMG/CEDEC nº 83 de 16 de abril de 2024 que estabelece os requisitos mínimos necessários para elaboração, análise e aprovação da Segunda Seção do Plano de Ação de Emergência, concernentes à competência do órgão Estadual de Proteção e Defesa Civil, expressa no Decreto Estadual n. 48.078, de 05 de novembro de 2020.

- Manuais e guias de boas práticas internacionais divulgados pela *Federal Emergency Management Agency (FEMA)*, *The International Commission on Large Dams (ICOLD)*;
- Resolução ANM nº 175 de 01 de agosto de 2024, em vigor desde 02/09/2024, que altera a Resolução ANM nº 95, de 7 de fevereiro de 2022, e dá outras providências.

Cabe destacar que o principal objetivo do PAEBM é evitar ou minimizar perdas de vidas humanas provocadas pelos efeitos decorrentes de uma eventual ruptura da Cava de Germano. Dessa forma, o presente documento reúne informações e descreve os procedimentos mínimos necessários ao controle e resposta a situações adversas que afetem a segurança das estruturas e possam causar danos à vida.

Outrossim, questões referentes aos PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS, responsáveis pela INTEGRIDADE FÍSICA DA BARRAGEM, são tratados no MANUAL DE OPERAÇÃO DA BARRAGEM, no PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM e nas AUDITORIAS ANUAIS. Uma compilação dos procedimentos preventivos e corretivos está apresentada no Item 6 deste PAEBM. Ressalta-se que a SAMARCO deve manter este capítulo e respectivos apêndices atualizados, e em consonância com os documentos supramencionados.

Todos os mapas gerados pela WALM encontram-se disponíveis em formato KMZ.

2 IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, COORDENADOR DO PAEBM E ENTIDADES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÕES

Os contatos de emergência dos representantes a serem notificados são listados no ANEXO A – LISTA DE CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS. A verificação dos contatos e telefones deverá ser realizada periodicamente, com frequência mínima semestral, procedendo a atualização sempre que houver mudanças nos agentes listados no fluxo de notificação do PAEBM. Estas ações estão sob responsabilidade da empresa SAMARCO.

3 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDEDOR, DA BARRAGEM E DE ESTRUTURAS ASSOCIADAS

3.1 INFORMAÇÕES DO EMPREENDEDOR E LOCALIZAÇÃO GERAL

A SAMARCO MINERAÇÃO S.A. é uma empresa brasileira de mineração, de capital fechado, controlada pelas acionistas BHP BILLITON BRASIL LTDA. e VALE S.A. Fundada em 1977, a SAMARCO tem como principal produto pelotas de minério de ferro.

A empresa possui três concentradores instalados na unidade de Germano, no município de Mariana, Minas Gerais, além de quatro usinas de pelotização na unidade de Ubu, no município de Anchieta, Espírito Santo. As duas unidades industriais são interligadas por três minerodutos, com quase 400 km de extensão cada, os quais transportam a polpa de minério de ferro, percorrendo 25 municípios entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O mineroduto da SAMARCO conta com duas estações de bombas: a Estação de Bombas 1, localizada ainda na Unidade de Germano, e a Estação de Bombas 2 no município de Matipó – MG, ambas com a função de fornecer energia e impulsionar o deslocamento da polpa.

A Mina de Germano localiza-se, aproximadamente, nas coordenadas UTM 660.562 E, 7.763.642 N (SIRGAS 2000), a uma altitude média de 950 m, na área dos edifícios industriais e administrativos da planta da SAMARCO. Imediatamente a norte dessas instalações está localizada a Cava de Germano e, a sudeste, as barragens Germano e Eixo 1, com estruturas e diques associados. A jusante dessas estruturas, ao longo do córrego

Santarém, encontra-se a Barragem Nova Santarém e os Diques S3 e S4. A localização das estruturas da Unidade de Germano é apresentada na Figura 3.1, a seguir.

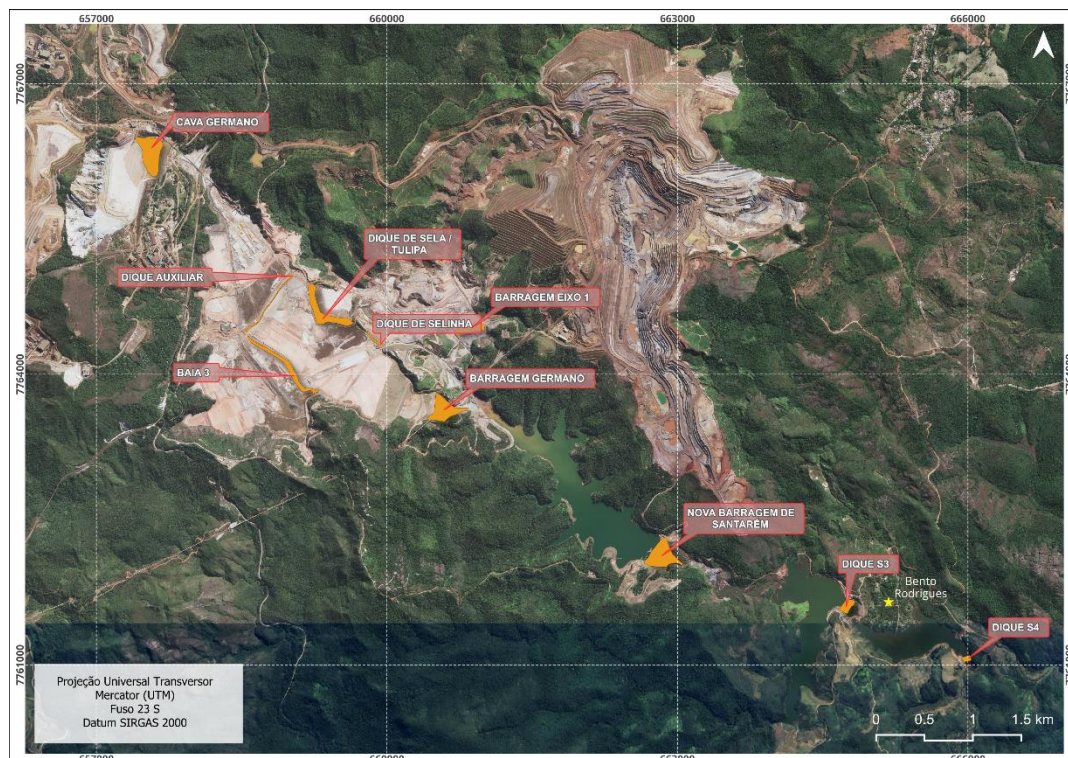


Figura 3.1 – Localização geral das estruturas da Unidade de Germano.

O trajeto até a Unidade de Germano, a partir de Belo Horizonte leva cerca de 2,5 horas, e totaliza 143 km. Saindo da região centro-sul da capital, percorre-se a rodovia BR-356/040, sentido sul, por 25 km até a saída 563 – em direção a Itabirito, Ouro Preto e Mariana. Segue-se pela BR-356 por mais 84km, até a saída para a rodovia MG-129, na cidade de Mariana, em curva acentuada à esquerda. A partir de então, percorre-se a MG-129 na direção do distrito de Santa Rita Durão, por 27 km, até a portaria da SAMARCO. O acesso às estruturas do Complexo Germano é feito por meio de estradas internas do empreendimento.

Nos itens a seguir, é apresentada de forma resumida a descrição da Cava de Germano. Uma descrição mais detalhada pode ser encontrada no estudo de ruptura hipotética (*dam break*) da Cava de Germano, documento nº G102693-G-1RT002, elaborado pela FUGRO em 2023.

3.2 DESCRIÇÃO GERAL DA CAVA DE GERMANO

A Cava de Germano é uma estrutura resultante do processo de lavra do minério de ferro, exaurida no final da década de 1980. Desde então, a cava foi preenchida pelo empilhamento de rejeitos arenosos. Conforme o relatório G122600-O-1RT006, do projeto *As Is* elaborado pela NORTHWEST CORPORATION (2017) a crista da estrutura era na elevação 1.005 m, totalizando um volume de 16,6 milhões de metros cúbicos. Não obstante, 2 milhões de metros cúbicos, do total armazenado, foram escavados e removidos entre 2019 e 2020, de modo que a crista foi rebaixada e atualmente se encontra na cota 996,0 m, e o volume máximo do reservatório atual é de 14,6 milhões de m³.

Segundo informações do Relatório de Inspeção de Segurança Regular (G102600-O-1RI003) elaborado pela GEOHYDROTECH (2020) a disposição de rejeito está paralisada. A Figura 3.2, a seguir, contém a vista superior da Cava de Germano e os encartes de localização da estrutura. Em seguida, na Figura 3.3, pode ser verificada a seção típica da Cava de Germano.

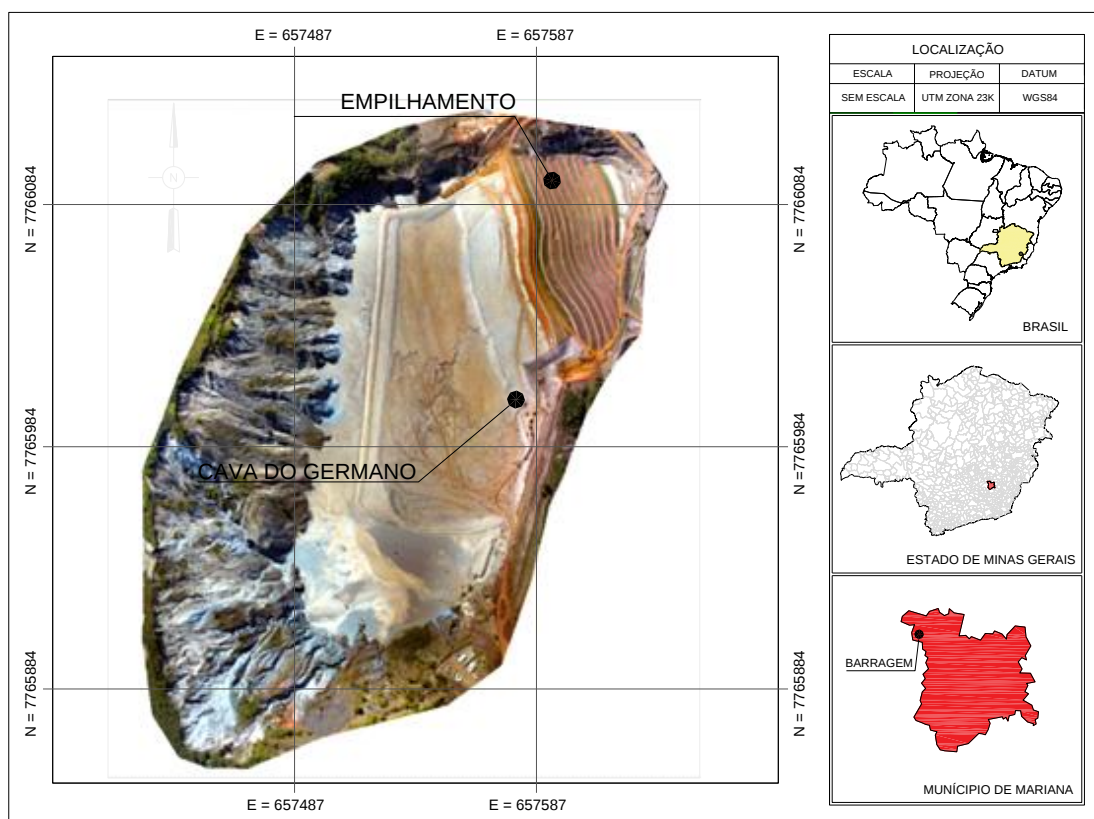


Figura 3.2 – Localização da Cava de Germano.

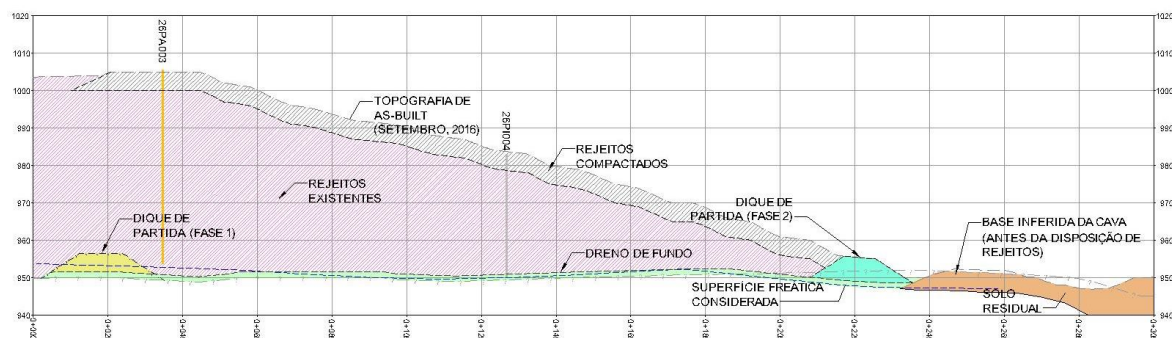


Figura 3.3 – Seção típica do Empilhamento Drenado da Cava de Germano. (NORWEST 2017, Projeto As Is, G122610-O-100008).

Na Tabela 3.1 são apresentadas as principais características técnicas da Cava de Germano.

Tabela 3.1 – Características técnicas de projeto da Cava de Germano.

CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO	
Dados Gerais	
Finalidade	Disposição de rejeitos
Cota Atual da Crista	996,00 m na ombreira direita e 1.005,00 m na ombreira esquerda
Altura Máxima	51,0 m
Comprimento da Crista	454,0 m
Volume do Reservatório	13,1 milhões de m ³
Drenagem interna	O dreno localizado no pé do talude de jusante do Empilhamento da Cava do Germano recebe a contribuição da drenagem interna do barramento, com as obras de descaracterização houve o prolongamento dos drenos e os fluxos foram direcionados para jusante, por um bueiro que passa por baixo das vias de acesso e rodovia, desembocando na Bacia do Chico
Instrumentação	24 piezômetros tipo Casagrande (PI); 28 piezômetros de corda vibrante (PA); 10 INAS's (LI); 6 inclinômetros (IN); 26 marcos de superfície (ZI); 1 Radar 1 medidor de vazão 1 estação meteorológica

Vertedouro

O manejo de águas é realizado pelo sistema de drenagem do escoamento de águas superficiais que conta com: canal em concreto com seção trapezoidal, canal em degraus em concreto com seção trapezoidal, dois bueiros em concreto com célula dupla retangular, canal com degraus em concreto com seção retangular, bacia de dissipação do tipo USBR III, e canal em concreto com seção retangular.

O sistema extravasor da Cava de Germano foi projetado pela PIMENTA DE ÁVILA em 1998 e construído ao longo da ombreira direita. Esse sistema era composto por tubos flauta metálicos conectados a uma galeria de concreto, que foi plugada em 2020. A drenagem superficial direciona o fluxo de água para o reservatório do Dique Auxiliar da Barragem Germano, por meio de canaletas periféricas nas ombreiras do Empilhamento. As vazões defluentes do Dique Auxiliar são transferidas para o reservatório do Dique Baía 3, por meio de um conjunto de bueiros (G102300-G-1RT003).

O trabalho realizado pela NORWEST Corporation em 2018 (G122600-O-1RT021_R-03) também contemplou a adequação do sistema de drenagem da Cava de Germano. O sistema proposto recebe o escoamento vindo da Cava de Germano e da bacia hidrográfica circundante e o direciona para um bueiro localizado próximo ao pé da barragem da Cava de Germano. Esse, por sua vez, direciona o escoamento por um outro bueiro, localizado debaixo da estrada de transporte da mina e da rodovia estadual MG-129, até a Barragem Germano, localizada a jusante da cava. No presente estudo foi considerado o cenário de descaracterização da Cava de Germano, apresentado no relatório G122692-D-1RT002, elaborado pela STANTEC.

3.4 CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA QUANTO AO DPA

A classificação da Cava de Germano quanto ao DPA foi revisada a partir do novo estudo de *dam break* da estrutura elaborado pela FUGRO (2023) através do preenchimento do Quadro 5 - Classificação quanto ao Dano Potencial Associado – DPA (resíduos e rejeitos) descrito no Anexo IV da Resolução ANM nº 95/2022, o qual não possui alterações realizadas nas Resoluções ANM Nº 130/2023 e 175/2024.

Ressalta-se que esta reavaliação da pontuação para classificação quanto ao DPA deu-se a partir da mancha de ruptura elaborada pela FUGRO (2023), considerando o rompimento com corrida de massa.

O preenchimento do referido Quadro 5 considera informações sobre quatro características, descritas a seguir:

- (a) Volume Total do Reservatório, item para a qual a Cava Germano recebe uma pontuação **intermediária (3 pontos – médio)** por ter um volume entre 5 milhões e 25 milhões de m³;
- (b) Existência de população a Jusante, para a qual a cava recebe pontuação **média (5 pontos - frequente)** por existir impactar acessos e rodovia estadual. Além disso a mancha impacta a Unidade Industrial de Germano, onde ocorre permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas;
- (c) Impacto ambiental, para a qual e recebe uma pontuação **baixa (0 pontos – insignificante)** pois área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT);
- (d) Impacto socioeconômico, para a qual recebeu **1 ponto (baixo)** pois na área atingida pela mancha de inundação existe pequena concentração de benfeitorias, como residências e infraestrutura agrícola, industrial ou de relevante interesse socioeconômico ou cultural.

A soma da pontuação apresentada nos itens acima (a + b + c + d) alcança **9 pontos**, o que corresponde à classificação de DPA **médio** (maior que 7 pontos e menor que 13 pontos). Na Tabela 3.2 é apresentado o Quadro 5 da Resolução 95/2022 (Anexo IV) os itens e as pontuações nas quais a Cava de Germano se enquadra estão destacados na cor azul. Ao final também é apresentada a classificação do DPA considerando o somatório da pontuação.

Tabela 3.2 – Quadro 5 - Classificação quanto ao Dano Potencial Associado – DPA (resíduos e rejeitos) e pontuação revisada conforme descrito no Anexo IV da Resolução ANM nº 95/2022 (WALM, 2024).

Volume Total do Reservatório (a)	Existência de população a Jusante (b)	Impacto ambiental (c)	Impacto socioeconômico (d)
Muito Pequeno < = 500 mil m ³ 1	INEXISTENTE (não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) 0	INSIGNIFICANTE (área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT) 0	INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem) 0
Pequeno 500 mil a 5 milhões de m ³ 2	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) 3	POUCO SIGNIFICATIVO (área afetada a jusante da barragem - (não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT) 2	BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômica cultural na área afetada a jusante da barragem) 1
Médio 5 milhões a 25 milhões de m ³ 3	FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) 5	SIGNIFICATIVO (área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) 6	MÉDIO (existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômica cultural na área afetada a jusante da barragem) 3
Grande 25 milhões a 50 milhões m ³ 4	EXISTENTE (existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) 10	MUITO SIGNIFICATIVO (barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A - Não Inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT) 8	ALTO (existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômica cultural na área afetada a jusante da barragem) 5
Muito Grande > = 50 milhões m ³ 5		MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO (barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I - Perigosos segundo a NBR 10.004 da ABNT) 10	
DPA = (a) + (b) + (c) + (d) = 3 + 5 + 0 + 1 = 9 (DPA médio).			

4 DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE ALERTA E/OU EMERGÊNCIA EM NÍVEIS 1, 2 E/OU 3

Este item apresenta a definição dos níveis de alerta com identificação dos critérios e parâmetros objetivos para tomada de decisão juntamente com ação a ser adotada para cada nível. As informações de Situação de Alerta e para os Níveis de Emergência NE-1, NE-2 e NE-3 estão apresentadas na Tabela 4.1 e Tabela 4.2, conforme Resolução ANM nº 95/2022, alterado pelas Resoluções ANM nº 130/2023 e nº175/2024.

Importante destacar que uma condição de emergência pode ser constatada conforme os preceitos da Resolução ANM nº 95/2022 ¹ ou ainda em qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura.

Para classificação do nível de emergência, o Coordenador do PAEBM deverá obter informações adicionais ou, se necessário, dirigir-se ao local da ocorrência e avaliar a situação.

Cabe destacar que a classificação de uma situação de emergência independe da condição anterior, ou seja, a barragem poderá sair de uma situação normal para o Nível de Emergência 3, sem a necessidade de a classificação de risco passar pelos Níveis de Emergência 1 ou 2.

¹ Alterada pelas Resoluções ANM nº 130/2023 e nº175/2024.

Tabela 4.1 – Situação de Alerta.

Situação de Alerta	Descrição dos critérios objetivos que caracterizam o nível	Ação a ser tomada a partir da caracterização da respectiva Situação de Alerta
NÍVEL DE ALERTA	i. Detecção de anomalia que resulte em pontuação 6 (seis) do quadro de Estado de Conservação (Quadro 3 do anexo IV da Resolução ANM nº 95/2022) no Extrato de Inspeção Regular.	Realizar a manutenção imediata conforme orientação da equipe de Geotecnia de modo a evitar a progressão dessa anomalia, evitando comprometer a segurança das estruturas.

Tabela 4.2 – Níveis de Emergência NE-1, NE-2 e NE-3.

Nível de Emergência	Descrição dos critérios objetivos que caracterizam o nível	Ação a ser tomada a partir da caracterização do respectivo Nível de Emergência
NÍVEL DE EMERGÊNCIA 1 (NE-1) ESTADO DE PRONTIDÃO Segurança da estrutura afetada em menor grau, e maneira remediável e factível de ser controlada internamente pelo empreendedor.	ii. Quando a barragem de mineração estiver com Categoria de Risco Alta; ou iii. Quando for detectada anomalia com pontuação 6 (seis) na mesma coluna do Quadro 3 – Matriz de Classificação Quanto à Categoria de Risco (1.2 – Estado de Conservação) do Anexo IV da Resolução Nº 95/2022 da ANM em 4 (quatro) EIR seguidos; ou iv. Quando for detectada anomalia com pontuação 10 (dez) no EIR; ou v. Qualquer situação elencada no §1º do art. 5º da Resolução Nº 95/2022 da ANM; ou vi. Quando o Fator de Segurança drenado estiver entre $1,30 \leq FS < 1,50$; ou vii. Fator de Segurança não drenado de pico estiver entre $1,20 \leq FS < 1,30$ ou viii. Para qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura.	Fluxograma de Notificação para o NÍVEL 1
NÍVEL DE EMERGÊNCIA 2 (NE-2) ESTADO DE ALERTA Situação de Emergência do Nível 1 não extinta ou não controlada afetando a segurança estrutural da barragem. Considera-se que a situação ainda é passível de mitigação.	i. Quando o resultado das ações adotadas na anomalia referida no inciso I for classificado como “não controlado”, de acordo com a definição do § 1º do art. 31 da Resolução Nº 95/2022; ou ii. Quando o Fator de Segurança drenado estiver entre $1,10 \leq FS < 1,30$; ou iii. Fator de Segurança não drenado de pico estiver entre $1,00 \leq FS < 1,20$.	Fluxograma de Notificação para o NÍVEL 2
NÍVEL 3 (NE-3) ESTADO DE EMERGÊNCIA Situação de Emergência fora de controle pelo empreendedor.	i. A ruptura é inevitável ou está ocorrendo; ou ii. Quando o Fator de Segurança drenado estiver abaixo de 1,10; ou iii. Fator de Segurança não drenado de pico estiver abaixo de 1,00.	Fluxograma de Notificação para o NÍVEL 3

5 AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE EMERGÊNCIA

A

Figura 5.1 apresenta o mapa chave do plano de evacuação para a hipótese de ruptura da Cava de Germano. Esse mapa contém a localização da folha de mapa que compõem o presente documento e uma síntese das informações mínimas necessárias à evacuação de cada localidade.

Nos fluxogramas a seguir é apresentada a Organização de Resposta a Emergência (ORE) para situações adversas envolvendo a Cava de Germano para Situação de Alerta e Níveis de Emergência (NE) 1, 2 e 3.

O fluxo de notificação de emergência para o Situação de Alerta está representado na Figura 5.2 **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Os fluxos de notificação de emergência para os Níveis de Emergência NE-1, NE-2 e NE-3 estão representados a seguir nas **Erro! Fonte de referência não encontrada., Erro! Fonte de referência não encontrada. e**

Nível 3 de Emergência – NE-3

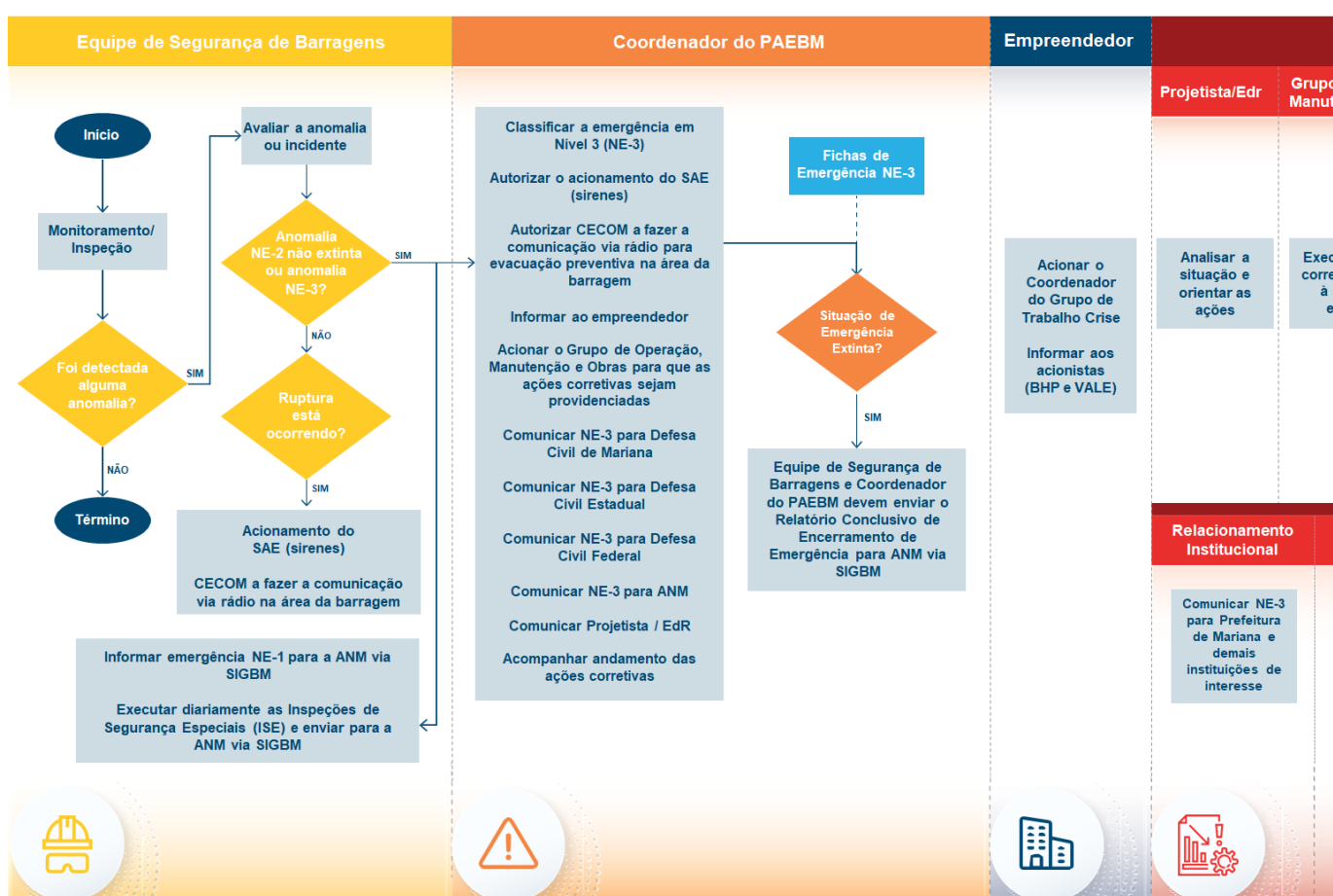


Figura 5.5, respectivamente.

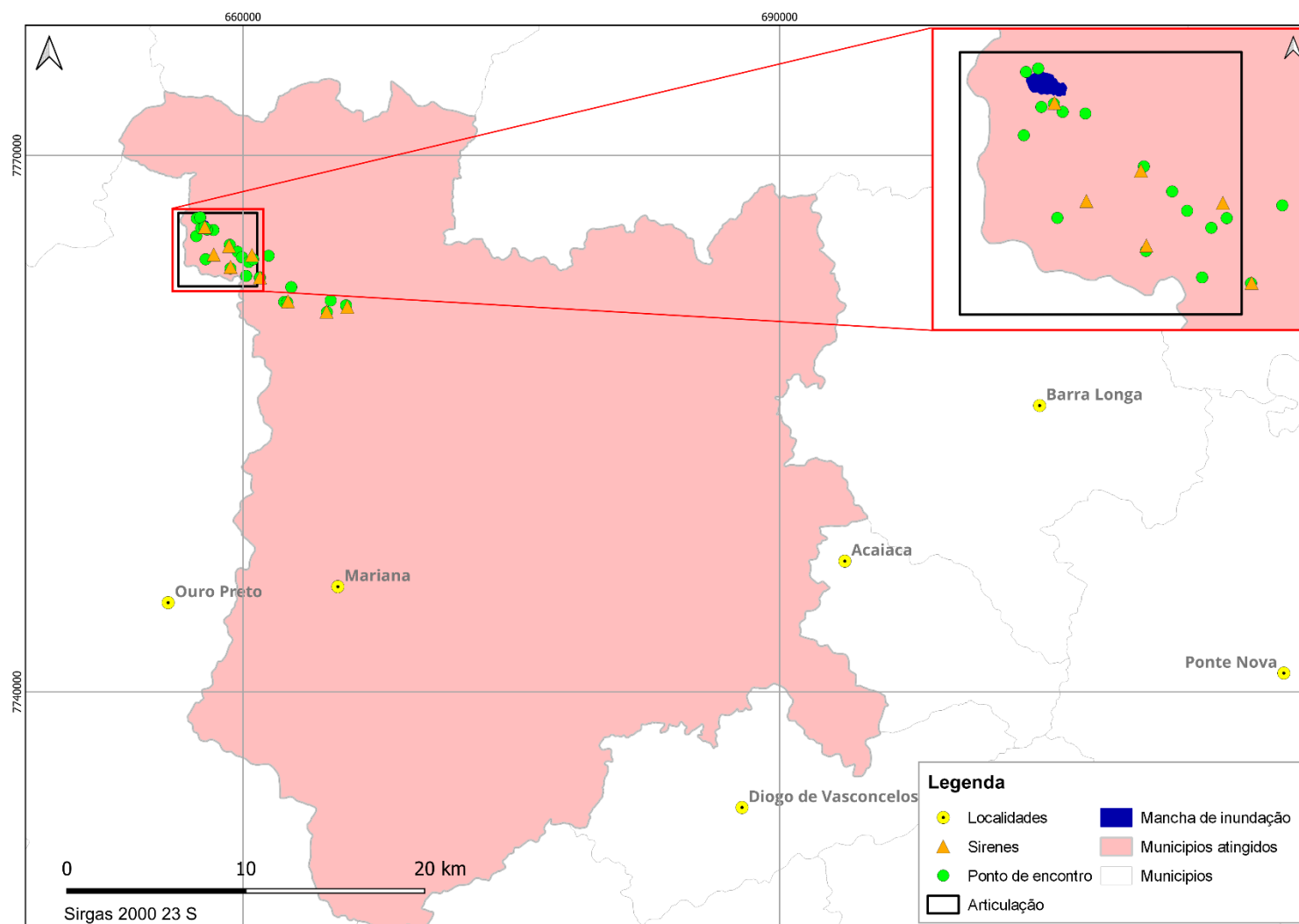


Figura 5.1 – Mapa chave do plano de evacuação do PAEBM da Cava de Germano (WALM, 2024)

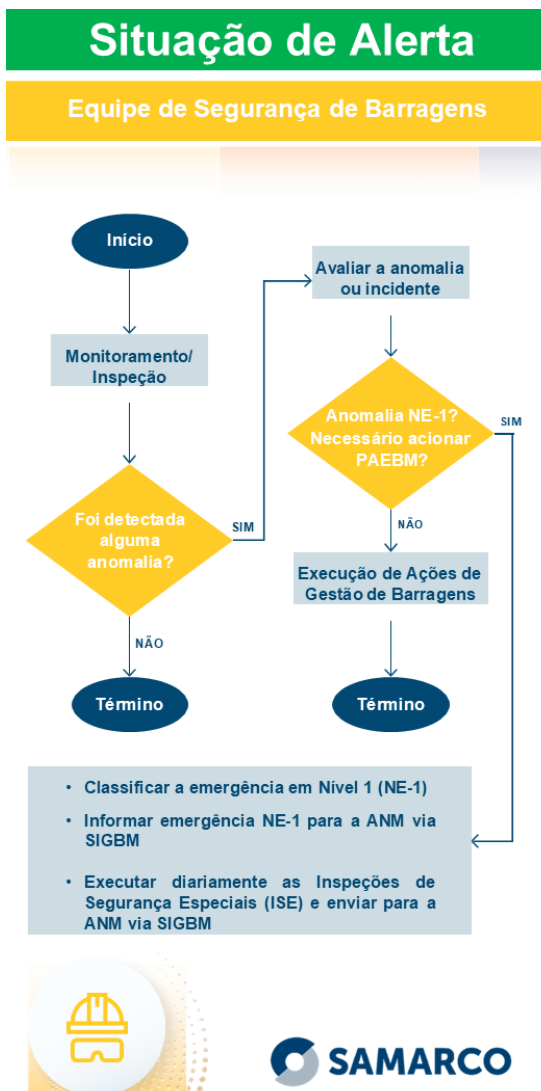


Figura 5.2 - Comunicação emergencial – **Situação de Alerta**. Fonte: SAMARCO, 2024.

Nível 1 de Emergência – NE-1

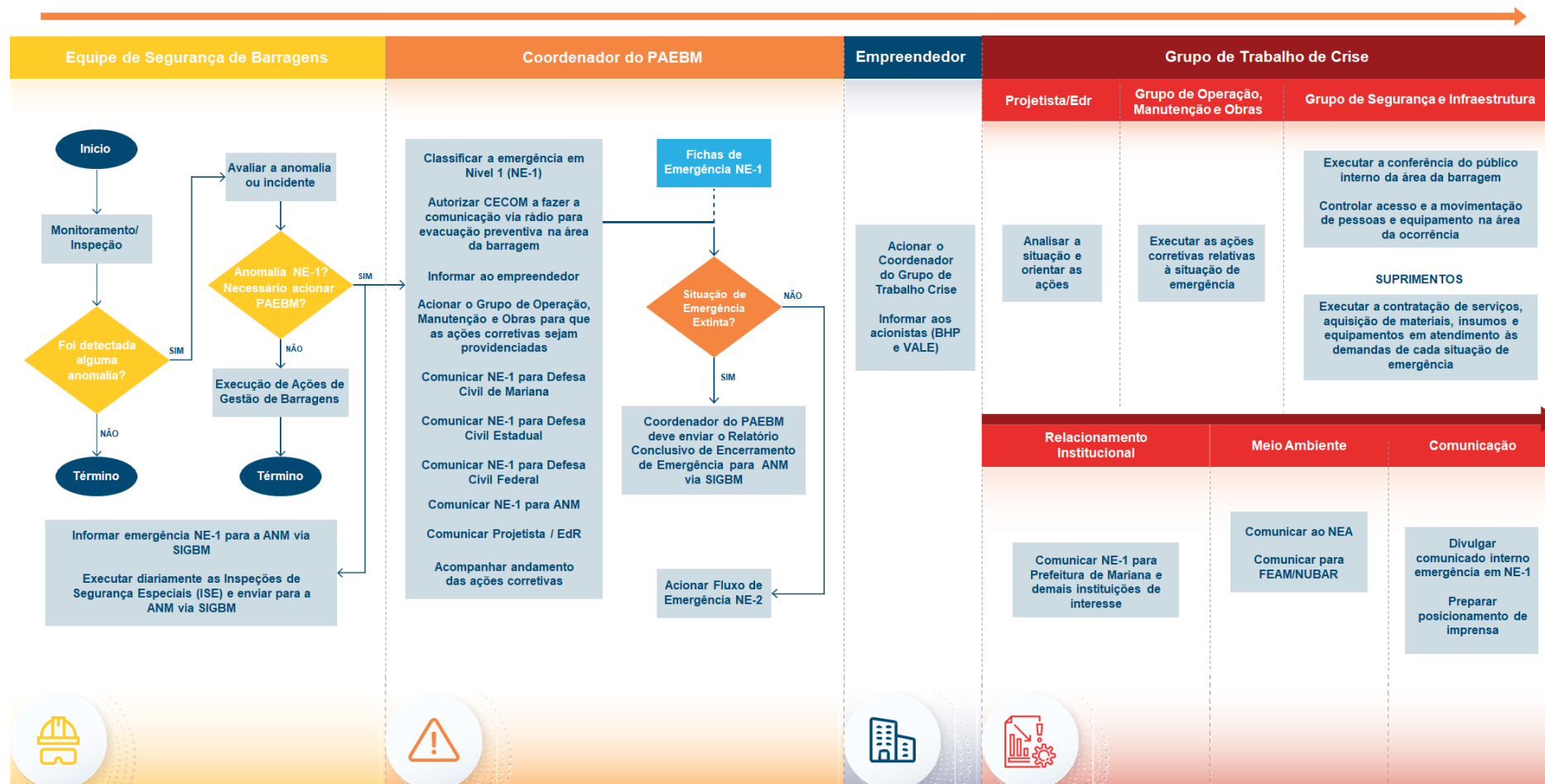


Figura 5.3 - Comunicação emergencial – Nível de Emergência NE-1. Fonte: SAMARCO, 2024.

Nível 2 de Emergência – NE-2

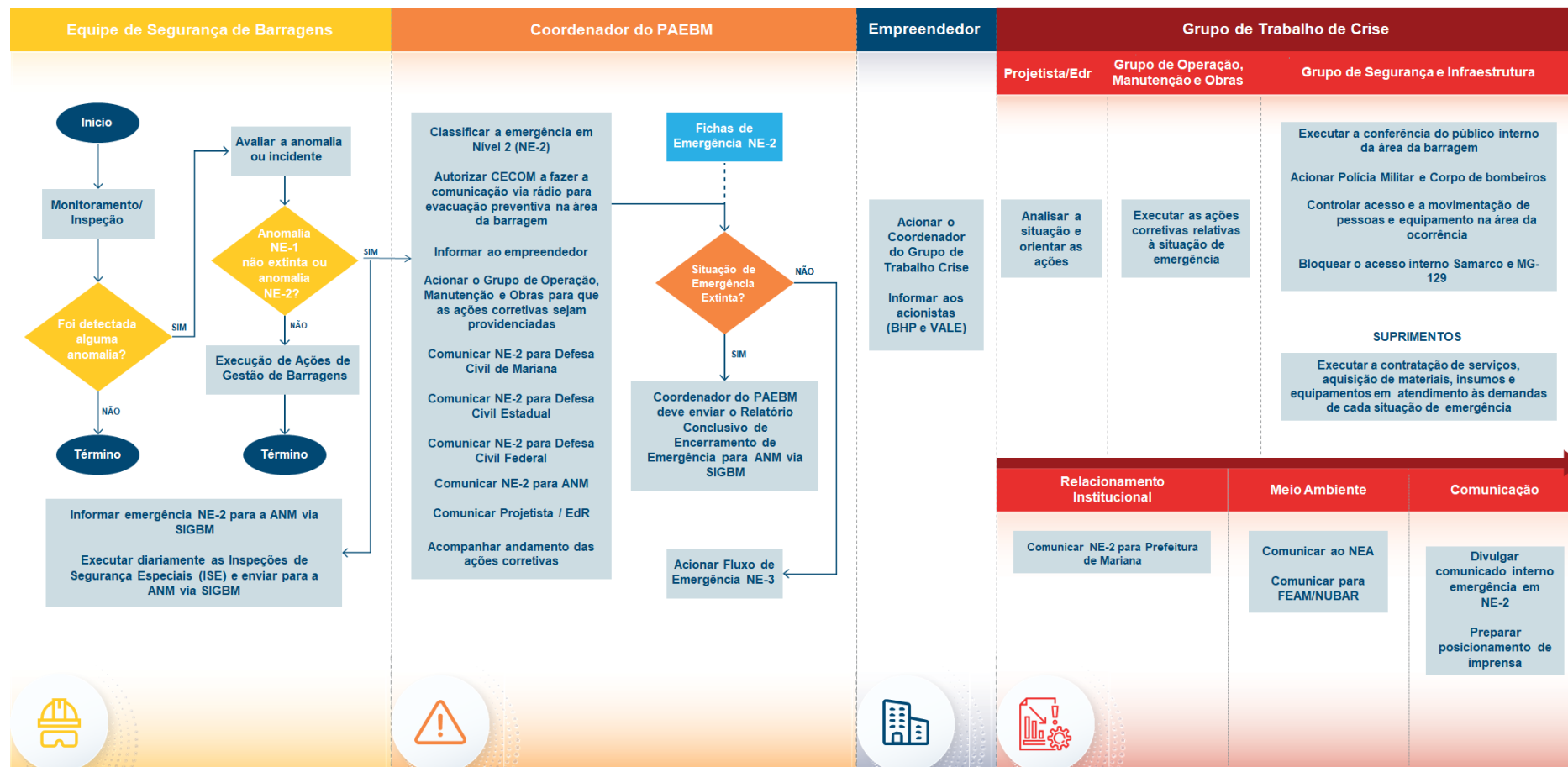


Figura 5.4 – Comunicação emergencial – Nível de Emergência NE-2. Fonte: SAMARCO, 2024.

Nível 3 de Emergência – NE-3

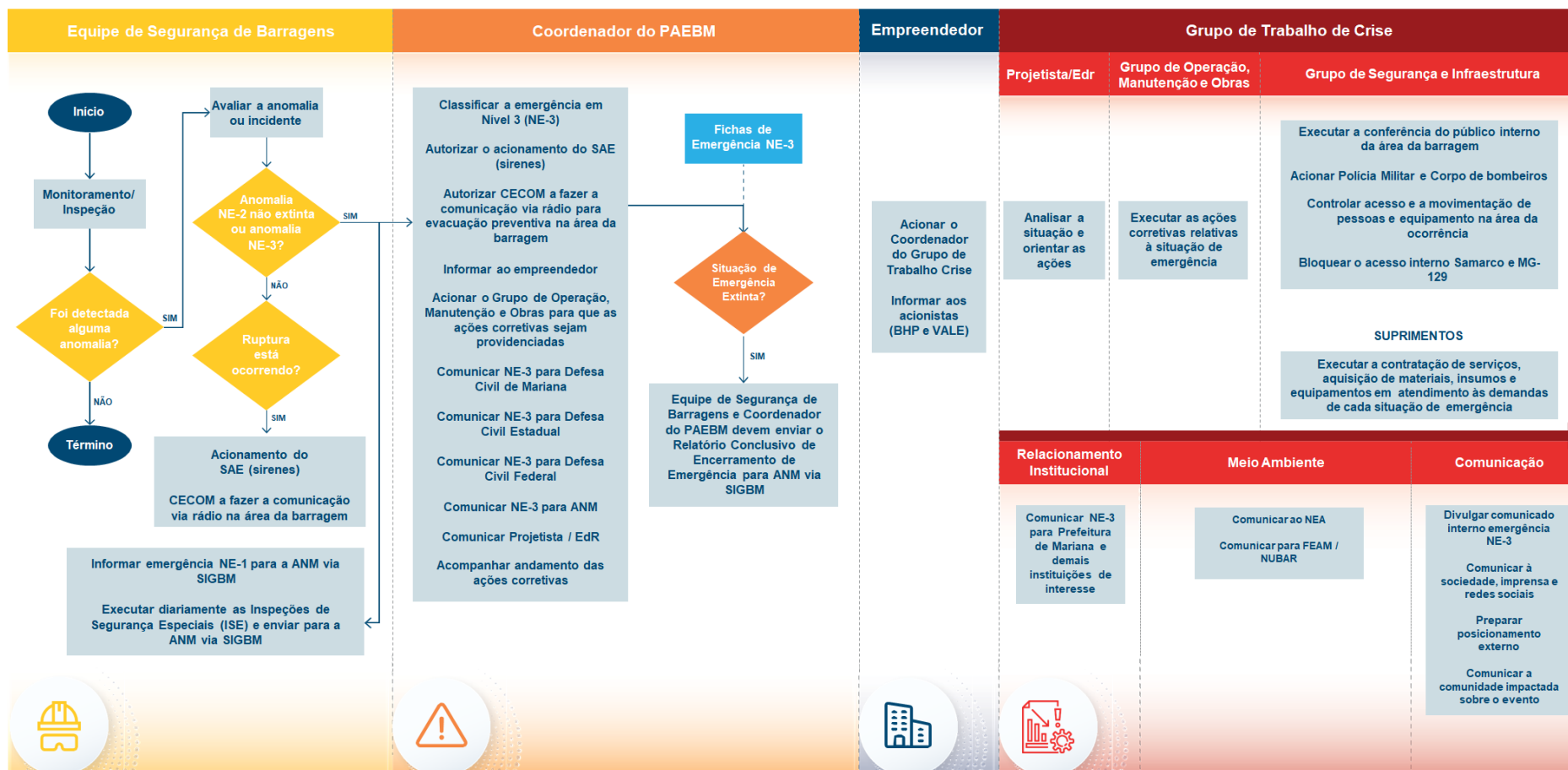


Figura 5.5 – Comunicação emergencial – Nível de Emergência NE-3. Fonte: SAMARCO, 2024.

A lista de contatos internos e externos está apresentada no ANEXO A – LISTA DE CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS desse PAEBM e os fluxos de comunicação que devem ser seguidos para a situação de Alerta e para os Nível de Emergência NE-1, NE-2 e NE-3 são apresentados no Item **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Os Planos de Ação Geral que devem ser implementados para a situação de Alerta e para os Níveis de Emergência NE-1, NE-2 e NE-3 estão apresentados no ANEXO E – PLANOS DE AÇÃO GERAL DE RESPOSTA DO PAEBM, desse PAEBM. Estes contêm as medidas a serem implementadas a partir da identificação do risco (nível de alerta), com a identificação de cada responsável pelas ações. Além disso, contêm os seguintes itens:

- Ação a ser realizada;
- Responsável pela realização;
- Quando a ação deve ser realizada, e;
- Como ela será realizada.

No APÊNDICE B – FICHAS DE EMERGÊNCIA são apresentados protocolos de procedimentos mínimos esperados de acordo com as possíveis anomalias a serem identificadas.

A identificação e a assinatura dos envolvidos nas ações necessárias em uma emergência: Coordenador Municipal de Proteção e Defesa Civil, prefeito e de todos os agentes públicos que possuem responsabilidades no plano de ação, incluindo secretários municipais e demais autoridades locais estão apresentadas no Plano de Segurança da Barragem (PSB) da Cava de Germano.

No caso do Nível de alerta para NE-3, os seguintes conjuntos de mapas devem ser consultados:

- APÊNDICE C – MAPA GERAL DE ABRANGÊNCIA DA MANCHA DE INUNDAÇÃO;
- APÊNDICE D – MAPA DE ÍNDICE DE IMPACTO (ZAS);
- APÊNDICE E – MAPA DE PONTOS E ESTRUTURAS SENSÍVEIS (ZAS);

6 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS E CORRETIVOS

Os procedimentos preventivos e corretivos deverão ser aplicados somente se a estrutura apresentar condições de segurança suficientes para a intervenção proposta, atendendo aos preceitos da NR 22².

Caso não seja possível intervir de forma a garantir a segurança de todos os trabalhadores envolvidos nas atividades deverá ser imediatamente acionado o Nível de Emergência 3, indicando que a situação encontrada ou a ação de eventos externos à barragem representa possibilidade de falhas. Nesse caso devem ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos decorrentes de um eventual colapso da barragem. Os órgãos competentes também devem ser imediatamente contatados para procederem a solicitação de outras medidas cabíveis. Adicionalmente, as intervenções em áreas não seguras podem ser realizadas, por exemplo, com equipamentos não tripulados.

6.1 PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS

Importa ressaltar que o PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PSB), com todos os seus procedimentos e informações, CONSTITUI A PRINCIPAL FERRAMENTA DE PREVENÇÃO DE FALHAS NA ESTRUTURA, ou seja, todos os procedimentos preventivos, responsáveis para manutenção da segurança da barragem, constam no PSB. Da mesma forma, o próprio Manual de Operação da barragem deverá fornecer subsídios para a realização de trabalhos preventivos, tendo como objetivo a avaliação e a redução dos riscos estruturais, operacionais e ambientais, com destaque para:

- Projeto básico da configuração final e da condição de fechamento da barragem;
- Manual de Operação da barragem/reservatório de rejeitos;
- Inspeções de segurança;
- Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR);
- Programa de instrumentação e monitoramento da barragem;

² Norma Regulamentadora que tem por objetivo disciplinar os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento da atividade mineira com a busca permanente da segurança e saúde dos trabalhadores.

- Monitoramento periódico dos níveis e geometria de assoreamento da barragem (batimetria);
- Monitoramento pluviométrico;
- Monitoramento do volume mínimo para laminação de cheia do reservatório;
- Manutenção preventiva da barragem e estruturas associadas.

Os procedimentos aqui descritos são de responsabilidade da SAMARCO. Cabe ressaltar que todos os procedimentos devem estar também de acordo com a NR 22.

No caso de falha nos procedimentos preventivos, procedimentos de emergência serão tomados conforme ações previstas no PAEBM.

A seguir estão detalhados os procedimentos preventivos elencados. Cabe mencionar que a SAMARCO tem autonomia para atualizar e revisar este conteúdo sempre que julgar necessário.

6.1.1 Projeto Básico da Configuração Final e das Etapas de Alçamento

A descrição geral da Cava de Germano e estruturas associadas encontra-se apresentada no Capítulo 3 desse PAEBM.

6.1.2 Manual de Operação

O Manual de Operação deverá contemplar os aspectos indispensáveis para o programa de inspeção, auscultação, operação e manutenção das estruturas civis da barragem, além dos procedimentos de gestão a serem implementados de forma planejada e criteriosa.

Um exemplo de padrão internacional para estruturas da dimensão e características do reservatório de Rejeitos de Germano é o “*Operation, Maintenance and Surveillance Manual*” (OM&S Manual) da *Mining Association of Canada* (MAC). É recomendado que o monitoramento e manutenção das estruturas do reservatório sigam o padrão referido no documento referenciado. Em particular, o sistema provisório de manejo das águas pluviais deve cumprir com os requisitos de operação, manutenção e monitoramento nele estabelecidos.

Alguns aspectos do Manual OM&S considerados pontos chave na gestão de segurança das estruturas do sistema de disposição de rejeitos de Germano incluem:

- Inspeções de Segurança Regular de Rotina;
- Inspeção Anual de Segurança Regular;
- Programa de Instrumentação e Monitoramento (Leituras e Análise);
- Manutenção da barragem e estruturas adjacentes.

6.1.3 Inspeções de Segurança Regular de Rotina

Um programa efetivo de inspeções é essencial para identificar problemas e fornecer uma manutenção segura de uma barragem.

Em acordo com as diretrizes da Resolução ANM nº 95/2022³, a SAMARCO realiza inspeção de segurança regular de rotina, com frequência mínima quinzenal na Cava de Germano. Cabe ressaltar o comunicado da ANM publicado dia 11/02/2019 e modificado dia 21/02/2019, no qual consta ser necessária inspeção especial diária com lançamento de informações no SIGBM para barragens alteadas a montante.

As inspeções deverão ser executadas por pessoal qualificado e treinado para identificar desvios em relação às normas e irregularidades, denominadas de anomalias, que possam se desenvolver e afetar potencialmente ou de imediato a segurança da barragem. Em conjunto com a inspeção regular, as Fichas de Inspeção Regular deverão ser preenchidas de acordo com os requisitos regulatórios.

As fichas de Inspeção Regular deverão ser repassadas à Equipe de Segurança de Operação da Barragem, independentemente de haver ou não anomalias identificadas. No caso de identificação de alguma anomalia, a Equipe de Segurança de Operação da Barragem deverá avaliar e determinar sua severidade (Nível de Emergência), além de elaborar o plano de ação para correção.

Além disso, no caso de anomalias, deverão ser executadas Inspeções Especiais na frequência necessária até que a anomalia seja extinta ou controlada.

Cabe ressaltar que as inspeções regulares devem ser feitas sempre considerando pelo menos as características físicas, hidráulicas, hidrológicas, geotécnicas, além da

³ Alterada pelas resoluções ANM nº130/2023 e 175/2024.

estabilidade estrutural e adequação operacional das instalações, incluindo sistemas de bombeamento, quando necessário.

Sendo assim, as inspeções regulares de rotina são atividades essenciais para avaliação do estado de segurança da estrutura, uma vez que permitem detectar visualmente anomalias, deficiências operacionais dos elementos que a compõem e/ou outra condição que possa vir a comprometer sua estabilidade.

6.1.4 Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR)

Conforme disposto na Resolução ANM nº 95/2022⁴, sobre o Relatório de Inspeção de Segurança Regular, este semestralmente deverá ser elaborado observando os prazos e modo de envio definidos na referida resolução, que contém a Declaração de Condição de Estabilidade da estrutura.

De acordo com a legislação em vigor, o Relatório de Inspeção de Segurança Regular da estrutura é elaborado com base nas observações de campo e análise dos documentos e projetos existentes, visando estabelecer um diagnóstico das condições geotécnicas de segurança da estrutura frente à passagem de cheias, controle de percolação e estabilidade física da estrutura. O relatório ainda apresenta a avaliação do resultado da inspeção e revisão dos registros de instrumentação disponíveis, indicando a necessidade de manutenção e reparos.

A Declaração de Condição de Estabilidade deve ser emitida por Responsável Técnico devidamente qualificado e registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA).

6.1.5 Programa de Instrumentação e Monitoramento

Um programa de instrumentação e monitoramento para uma barragem, bem planejado e criterioso, serve para verificar o desempenho da estrutura e permitir antever os comportamentos insatisfatórios, fornecendo indicativos para situações indesejáveis.

É fundamental controlar as variáveis obtidas via instrumentação (deslocamentos, deformações, poropressões, tensões, dentre outros). A utilização desses instrumentos é de

⁴ Alterada pelas resoluções ANM nº130/2023 e 175/2024.

extrema importância e sua localização em pontos corretos para eficácia do sistema de monitoramento é fundamental e deve ser definida pelo projetista, assim como os níveis de controle de cada instrumento.

Os dados obtidos da instrumentação devem ser analisados por engenheiro geotécnico responsável pela segurança da barragem. Esse profissional avalia o comportamento geral da barragem, correlacionando os índices obtidos no monitoramento com valores de referência, caso existam. Esta análise deve ser parte integrante do Manual de Operação, documento que deve ser atualizado na fase operacional da barragem ou quando acontecer qualquer alteração dos procedimentos operacionais do sistema de controle das águas pluviais e/ou de manejo dos rejeitos, obras de reforço e/ou de alteamento da estrutura e complementação da instrumentação.

Considera-se que o conceito de níveis de referência (atenção, alerta e emergência) relacionados com a elevação da superfície freática, deverá ser atualizado com frequência mínima a ser determinada pela SAMARCO, observando as necessidades normativas e de legislação. Geralmente esses valores de referência são verificados em uma análise da diminuição do fator de segurança da estrutura relacionado com a elevação da superfície freática dentro do maciço. Ressalta-se que esta verificação considera apenas possibilidades de falhas relacionadas à superfície freática (instabilidade e *piping*), sendo que outros tipos de falha podem e devem ser estudados, sendo definidas referências através de outros métodos que se fizerem necessários.

O Item 15 descreve detalhes sobre o sistema de monitoramento utilizado. A instrumentação tem sido aperfeiçoada ao longo do tempo com a instalação de novos equipamentos.

A SAMARCO possui um protocolo de ações para eventos relacionados à instrumentação, o qual define as etapas de monitoramento/inspeção, avaliação geotécnica, verificação da necessidade de acionamento do PAEBM e execução de ações preventivas/corretivas. O protocolo deverá ser atualizado de acordo com a legislação vigente e com as considerações deste PAEBM.

6.1.6 Manutenção preventiva da barragem

Programas de manutenção periódica são necessários para prevenir a deterioração dos componentes que fazem parte da barragem. O programa de manutenção periódica da barragem inclui as seguintes atividades, não se limitando a estas, que devem ser feitas de forma contínua:

- Manutenção do acesso ao *site*;
- Manutenção de sinalizações;
- Manutenção e inspeção geral da estrutura;
- Manutenção regular da instrumentação;
- Manutenção da crista;
- Manutenção da proteção dos taludes;
- Manutenção e/ou reparação de erosões;
- Manutenção e controle de vegetação e tocas de animais;
- Manutenção do sistema de drenagem superficial;
- Manutenção das encostas ao longo do perímetro da estrutura e seu reservatório;
- Observação de qualquer vazamento, surgências com carreamento ou não de material ou áreas de infiltração;
- Monitoramento do desenvolvimento de modificações na bacia hidráulica, que materialmente aumentem o escoamento superficial advindo de tempestades;
- Cortes de vegetação rotineiros;
- Remoção de material a montante que comprometa a capacidade do sistema extravasor, entre outros.

Os serviços de manutenção da barragem também são acionados a partir de observações constatadas nas inspeções regulares de rotina, durante a operação e/ou em auditorias realizadas por empresas contratadas. A manutenção é programada e realizada de modo a impedir a sua progressão e/ou associação com outros, evitando ameaças à segurança da estrutura. Dentre os serviços de manutenção geral da barragem, são providenciados os seguintes reparos, quando se fazem necessários:

- Reparo das sinalizações;
- Limpeza de canaletas e caixas de drenagem superficial;

- Reparo de sulcos de erosão nos taludes, bermas e no terreno das ombreiras;
- Reparo da sinalização da identificação de instrumentos;
- Reparo ou substituição de instrumentos;
- Limpeza da área de saída do dreno de fundo (saída do tapete);
- Poda da cobertura vegetal (grama);
- Replante da cobertura vegetal (grama) nas áreas de falha;
- Reaterro da crista, para correção de eventuais recalques e correção da drenagem;
- Remoção de cupinzeiros, formigueiros e tocas de animais do talude de jusante da barragem;
- Reparo das estradas de acesso à barragem;
- Reparo das cercas de proteção da barragem e do reservatório;
- Remoção de materiais flutuantes nos emboques das estruturas extravasoras;
- Reparo do concreto do sistema extravasor e canais de drenagem superficial.

A SAMARCO mantém o barramento com revestimento vegetal controlado, livre de vegetação arbustiva e arbórea permitindo inspeção visual adequada da estrutura.

6.2 PROCEDIMENTOS CORRETIVOS

Importante ressaltar que o próprio PSB, com todos os seus procedimentos e informações, também **constitui a principal ferramenta de correção de falhas na estrutura**, ou seja, todos os procedimentos corretivos responsáveis pela manutenção da segurança da barragem constam no PSB e deverão ser de pleno conhecimento do Coordenador do PAEBM.

Para responder a qualquer procedimento de emergência são necessários recursos físicos que devem estar disponíveis para a equipe de operação e manutenção da barragem. Os recursos para respostas à emergência, de acordo com os procedimentos relacionados aos cenários acidentais, constam no Item 7 desse documento. As ações de procedimentos corretivos possuem prioridade de atendimento pela equipe de Operação e Manutenção.

As situações de emergência que, porventura, possam ocorrer na barragem estão associadas a determinadas causas, que por sua vez apresentam evidências que possibilitam sua identificação. As possíveis causas, e suas evidências, para cada modo de falha encontram-se apresentadas na Tabela 6.1 e devem ser atualizadas pela SAMARCO

sempre que detectada nova anomalia ou causa. A Tabela 6.2 apresenta a relação das situações de emergência com respectivos Níveis de Emergência e Fichas de Emergência.

Destaca-se que os equipamentos disponíveis não são alocados para atendimento à emergência, eles são equipamentos que compõem o quadro operacional da empresa e na declaração da emergência serão revertidos diretamente para controle e mitigação da situação adversa identificada.

Tabela 6.1 – Causas e evidências associadas aos modos de falha passíveis de ocorrer.

Modo de Falha	Causa	Evidências
Erosão Interna	Percolação não controlada de água no maciço ou na fundação – padrão de percolação não esperado	- Surgências de água com ou sem carreamento de partículas - Aumento das vazões em surgências ou locais não previstos - Variação das poropressões e níveis de água - Variação das vazões dos drenos de fundo - Existência de <i>sinkholes</i> - Existência de trincas e/ou subsidências
	Colmatção do sistema de drenagem interna	- Surgências de água com ou sem carreamento de partículas - Aumento das vazões em surgências ou locais não previstos - Variação das poropressões e níveis de água - Variação das vazões dos drenos de fundo
	Instabilidade estrutural da galeria	- Surgências de água com ou sem carreamento de partículas - Existência de <i>sinkholes</i>, principalmente no alinhamento do eixo da galeria - Existência de trincas e/ou subsidências, principalmente no alinhamento do eixo da galeria
	Falha de engenharia (projetos) e operação	- Surgências de água com ou sem carreamento de partículas - Aumento das vazões em surgências ou locais não previstos - Variação das poropressões e níveis de água - Variação das vazões dos drenos de fundo - Existência de <i>sinkholes</i> - Existência de trincas e/ou subsidências
Instabilização	Baixa resistência do material de fundação / maciço	- Recalque diferencial do maciço ou ruptura de taludes - Surgimento de erosões - Existência de trincas e/ou subsidências - Visualização de superfície crítica de ruptura
	Movimentações internas fundação / maciço	- Recalque diferencial do maciço ou ruptura de taludes - Existência de trincas e/ou subsidências - Visualização de superfície crítica de ruptura - “<i>Sand Boils</i>”
	Evolução de processos erosivos	- Existência de sulcos evoluindo para ravinamentos - Existência de <i>sinkholes</i> - Existência de trincas e/ou subsidências
	Eventos sísmicos	- Captação do evento pelos instrumentos de medição - Recalque diferencial do maciço ou ruptura de taludes - Surgimento de trincas e/ou erosões - Subsidência (s) - Visualização de superfície crítica de ruptura
	Elevação das poropressões pelo maciço ou fundação	- Variação das poropressões (leitura dos piezômetros) - Saturação do maciço - Colmatção do sistema de drenagem interna

Modo de Falha	Causa	Evidências
	Falha de engenharia e de planejamento/execução dos projetos	- Recalque diferencial do maciço ou ruptura de taludes - Existência de trincas e/ou subsidências - Visualização de superfície crítica de ruptura
	Liquefação	- Suscetibilidade à liquefação - Considerar gatilho desconhecido, sem evidências (ruptura repentina)

Para a descrição detalhada das AÇÕES CORRETIVAS A SEREM TOMADAS para cada situação de emergência, por nível de emergência, deve-se consultar o APÊNDICE B – FICHAS DE EMERGÊNCIA.

Para responder a qualquer procedimento de emergência são necessários recursos físicos que devem estar disponíveis para a equipe de operação e manutenção da barragem. A relação dos recursos e materiais disponíveis para uma situação de emergência está relacionada no Item 8 deste documento e deverá ser sempre mantida atualizada pela SAMARCO.

Tabela 6.2 – Relação das situações de emergência com respectivos Níveis de Emergência e Fichas de Emergência.

Situação de Emergência	Modo de Falha	Nível de Emergência	Ficha de Emergência
Surgência nas áreas de jusante, com ou sem carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.	Erosão Interna	1	Ficha 1
Quando o resultado das ações adotadas na anomalia durante o NE-1 for classificado como “não controlado”.		2	Ficha 5
Percolação não controlada pelo maciço com carreamento de grande volume de sólido e aumento acelerado de vazão, levando a desestabilização do maciço.		3	Ficha 8
- Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura. - Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, processos erosivos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.	Instabilização	1	Fichas 2, 3 e 4
As ações adotadas no NE-1 não foram efetivas e, portanto, a anomalia não foi extinta ou controlada.		2	Fichas 6 e 7
Instabilização em evolução e desenvolvimento da brecha de ruptura. A ruptura é iminente ou está ocorrendo.		3	Fichas 9

7 RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E LOGÍSTICOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

7.1 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA

O fornecimento de energia elétrica do Complexo Industrial de Germano é realizado pela concessionária FURNAS, estando a SAMARCO interligada ao Sistema da Rede Básica.

Em situações de falta de energia elétrica, o Centro de Monitoramento e Inspeção da SAMARCO (CMI) possui um sistema de energia ininterrupta composto por dois equipamentos de UPS e dois geradores, que garantem a operação contínua de todo o sistema. Os equipamentos em campo possuem o próprio sistema de alimentação por geradores e painéis solares, que atuam em caso de falta de energia. Tais instalações estão localizadas fora da área potencialmente impactada na hipótese de falha em alguma estrutura da Cava de Germano.

As sirenes instaladas, tanto na área industrial quanto nas comunidades a jusante do Complexo de Germano, possuem alimentação de energia alternativa, feita por meio de painéis solares, que alimentam um banco de baterias. Na hipótese de falta de energia elétrica e necessidade de acionamento do sistema de alerta, o mesmo possui autonomia de 72 horas.

7.2 SALA DE EMERGÊNCIA E SISTEMA DE ALERTA

No Item 15 deste documento, são detalhadas todas as atividades realizadas no Centro de Monitoramento e Inspeção da SAMARCO (CMI).

7.3 RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS MOBILIZÁVEIS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A demonstração da capacidade de mobilização de recursos em uma situação de emergência deverá ser atualizada sempre que necessário. Isso inclui a mobilização de recursos humanos, conforme listado no ANEXO A – LISTA DE CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS, deste PAEBM.

Importante mencionar que, na hipótese de o empreendedor não dispor de algum dos recursos listados, a SAMARCO deverá complementar o cadastro interno, com os

fornecedores dos itens que não estiverem disponíveis no empreendimento. Esse cadastro será armazenado junto à Célula de Contratos da SAMARCO e/ou Setor de Suprimentos, para que seja acionado em caso de necessidade.

O cadastro de fornecedores deverá ser mantido sempre atualizado, de modo que o mesmo possa contribuir no controle da emergência.

As listagens dos recursos de atendimento a emergência e resgate e dos transportes disponíveis são apresentadas também na Seção II, deste PAEBM.

7.3.1 Recursos internos da SAMARCO

A SAMARCO mantém, desde o início da sua operação, funcionários dedicados à promoção da saúde e à proteção da integridade do colaborador no local de trabalho, em conformidade com as diretrizes estabelecidas para a formação do setor de Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT.

No caso de rompimento da barragem, o corpo funcional da SAMARCO deverá estar, de alguma forma, dedicado às ações de resposta. Em termos de organização, a SAMARCO atribui ao Representante Legal do Empreendedor/Coordenador do PAEBM a obrigação de responder à Diretoria, à comunidade, aos colaboradores e às autoridades locais quanto às eventuais emergências ocorridas, quando aplicável.

No que tange aos equipamentos e recursos materiais necessários ao pleno atendimento emergencial, é inviável que a Mina os tenha em sua totalidade, visto não ser esta a sua atividade fim. Isso por que, além de não ser parte do negócio da empresa, trata-se de recursos destinados ao atendimento de uma adversidade complexa.

A SAMARCO conta com recursos disponíveis classificados de duas maneiras, recursos de emergência utilizados pela Brigada e recursos de atendimento pré-hospitalar.

A Tabela 7.1 apresenta uma lista de recursos que deverá estar disponível na área industrial.

Tabela 7.1 – Lista de recursos que deverá estar disponível na área industrial.

RECURSOS	LOCAL
Ambulatório Médico	-
Enrocamento	Mina de Germano
Geotêxtil	Almoxarifado
Escada prolongável	Carretinha da Brigada

RECURSOS		LOCAL
Cintos de segurança		Carretinha da Brigada
Pás		Carretinha da Brigada
Conjunto de fita amarela/preta/área interditada		Carretinha de Brigada e diversos setores
Esguichos jato sólido/neblina		Caminhões Pipa
Bombas costais		Carretinha da Brigada
Mangueiras		Caminhões Pipa
		Hidrante central
Abafadores		Carretinha de Brigada
Facão		Carretinha de Brigada
Foíce		Carretinha de Brigada
Perneiras de Couro		Carretinha de Brigada
Luvas Vaqueta		Carretinha de Brigada
Respiradores Descartáveis		Carretinha de Brigada
Extintores PQS, Água, CO ₂ e ABC		Todas as áreas
Caminhão Pipa		Mineração
		(deslocamento de acordo com a necessidade)
Cantil (água potável)		Carretinha da Brigada
Ferramenta combinada (enxada / rastelo / machado / chibanca)		Carretinha da Brigada
2 Kit de 1º socorros	talas moldáveis	Área Industrial
	gases	
	soro fisiológico	
	reanimador manual (ambú)	
	ataduras	
	manta térmica	
	esparadrapo	
	colar cervical	
	óculos proteção	
	máscara facial RCP com válvula antirrefluxo	
	luvas cirúrgicas	
	manta para estancar hemorragia	
	maca	
	tesoura	
	fita zebrada	
Cones de sinalização		Diversos setores

Os materiais de construção, eventualmente necessários, tais como: cal, bentonita, cimento, areia, brita (1 a 3), sacos aniagem, ráfia, juta ou similar, manta de geotêxtil drenante (tipo Bidim), deverão ser adquiridos com fornecedores locais.

7.3.2 Recursos externos da SAMARCO

Os recursos externos a serem usados nos atendimentos de emergência deverão ser viaturas e equipamentos disponíveis nos órgãos e entidades envolvidos no PAEBM. É fato que o Coordenador do PAEBM poderá solicitar a participação de profissionais com determinada especialização e até mesmo experiência comprovada. Neste sentido, a SAMARCO não deverá se limitar a agir utilizando profissionais internos, conforme já citado. Se necessário poderão ser contratadas e acionadas empresas especializadas.

Além da SAMARCO, destacam-se neste PAEBM entidades de apoio e demais organizações da sociedade civil (hospitais, rádios, jornais, associações de classe, entidades religiosas, dentre outras) que, de alguma forma, poderão ter participação nas ações de resposta e reconstrução.

8 PROCEDIMENTOS DE COMUNICAÇÃO E NOTIFICAÇÃO (INCLUINDO O FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO)

O sistema de alerta deve estar munido de avisos (identificação dos pontos de encontro/pontos de espera, rotas de fuga e vias a serem bloqueadas) e alertas (avisos sonoros) para orientação das pessoas quanto ao abandono das áreas potencialmente afetadas pela ruptura. Ao ouvirem o sinal de alerta de emergência, as áreas inseridas no limite da inundação serão evacuadas imediatamente, ou seja, todas as pessoas não envolvidas com as ações de resposta deverão se deslocar para o ponto de encontro mais próximo e aguardar orientações adicionais da Defesa Civil, com apoio da SAMARCO.

No caso de emergências classificadas como Nível 1 (NE-1) será anunciado, por meio do sistema de rádio para evacuação preventiva na área das barragens (até o Dique S4). O fluxo de comunicação apresentado no Item 5 - Figura 5.3 - será acionado.

Para o Nível de Emergência 2 (NE-2) será anunciado, por meio do sistema de rádio para evacuação preventiva na área das barragens (até o Dique S4). O fluxo de comunicação apresentado no Item 5 - Figura 5.4 - será acionado.

Para o Nível de Emergência 3 (NE-3) serão acionadas as sirenes da Unidade Industrial de Germano. O fluxo de comunicação apresentado no Item 5 - Figura 5.5 - será acionado.

9 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO GERAL DO SISTEMA DE ALERTA PARA A POPULAÇÃO A JUSANTE, INCLUINDO SEU MODO DE ACIONAMENTO

O sistema de alerta deverá ser acionado pela SAMARCO na Zona de Autossalvamento (ZAS). A extensão da mancha é inferior a 1 Km, desta forma toda a mancha foi considerada ZAS e não foi definida Zona de Salvamento Secundário (ZSS). A mancha está circunscrita à área industrial da SAMARCO e não atinge edificações ou pessoas fora do Complexo de Germano, portanto o acionamento do SAE é de responsabilidade exclusiva da SAMARCO. Não é mais compartilhado com a Defesa Civil Municipal ou outras entidades públicas que componham o sistema de resposta e emergência do Estado. A área possui densidade de pessoas flutuante e só é acessada por colaboradores que passaram por treinamento e conhecem a localização dos pontos de encontro e as rotas de fuga.

9.1 LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA (ENDEREÇOS E COORDENADAS GEOGRÁFICAS) DE CADA SIRENE

O Sistema de Alerta de Emergência (SAE) é monitorado 24 horas por dia, 7 dias por semana, pela equipe técnica da SAMARCO. O sistema de alerta/alarme da Cava de Germano possui 9 sirenes e a Tabela 9.1 expõe a relação das sirenes citadas. Em caso de indisponibilidade de alguma sirene, a equipe de manutenção do sistema deve ser acionada imediatamente.

Tabela 9.1 – Relação de sirenes e coordenadas planas (Fonte: SAMARCO, 2024).

Localização/Endereço	Latitude	Longitude
79SR001 – Mirante ^[1]	7764459.95	658358.64
79SR002 – Sela ^[1]	7764934.71	659213.34
79SR003 – ETI	7763177.73	660945.86
79SR004 – Baía 3	7763763.44	659298.11
79SR005 – Santarém ^[1]	7764431.20	660495.42
79SR006	7761841.70	662505.62
79SR007	7765996.12	657859.87
79SR100 – Bento Rodrigues (lado Rio Gualaxo) ^[1]	7761535.54	665830.66
79SR101 – Bento Rodrigues (lado Vila SAMARCO) ^[1]	7761257.28	664667.91

^[1] As sirenes indicadas são atingidas pela mancha hipotética de inundação da Cava de Germano. A verificação foi feita por sobreposição dos pontos e da mancha em ambiente GIS

Em caso de indisponibilidade de alguma sirene, a equipe de manutenção do sistema deve ser acionada imediatamente. Das 9 sirenes que compõem o sistema de alerta, 5 estão dentro da mancha hipotética de inundação da Cava de Germano.

9.2 MODO DE ACIONAMENTO

As estratégias de acionamento do sistema de alerta estão apresentadas de forma geral na Figura 5.3, Figura 5.4 e Figura 5.5 indicadas no Item 5, e estão detalhadas nos Planos de Ação Geral por nível de emergência apresentado no ANEXO E – PLANOS DE AÇÃO GERAL DE RESPOSTA DO PAEBM.

Para o sistema de acionamento automático das sirenes, foram definidas algumas premissas para que o acionamento aconteça sem intervenção humana caso necessário. Da mesma forma, é importante pensar nos casos de acionamento indevido. Sendo assim, para cada estrutura específica, foram definidas árvores de eventos considerando os manuais de operação, os modos de falha de cada estrutura, boas práticas da engenharia e orientações do EoR, projetistas e consultorias. A árvore de eventos referente a Cava de Germano, pode ser observada na Figura 9.1.

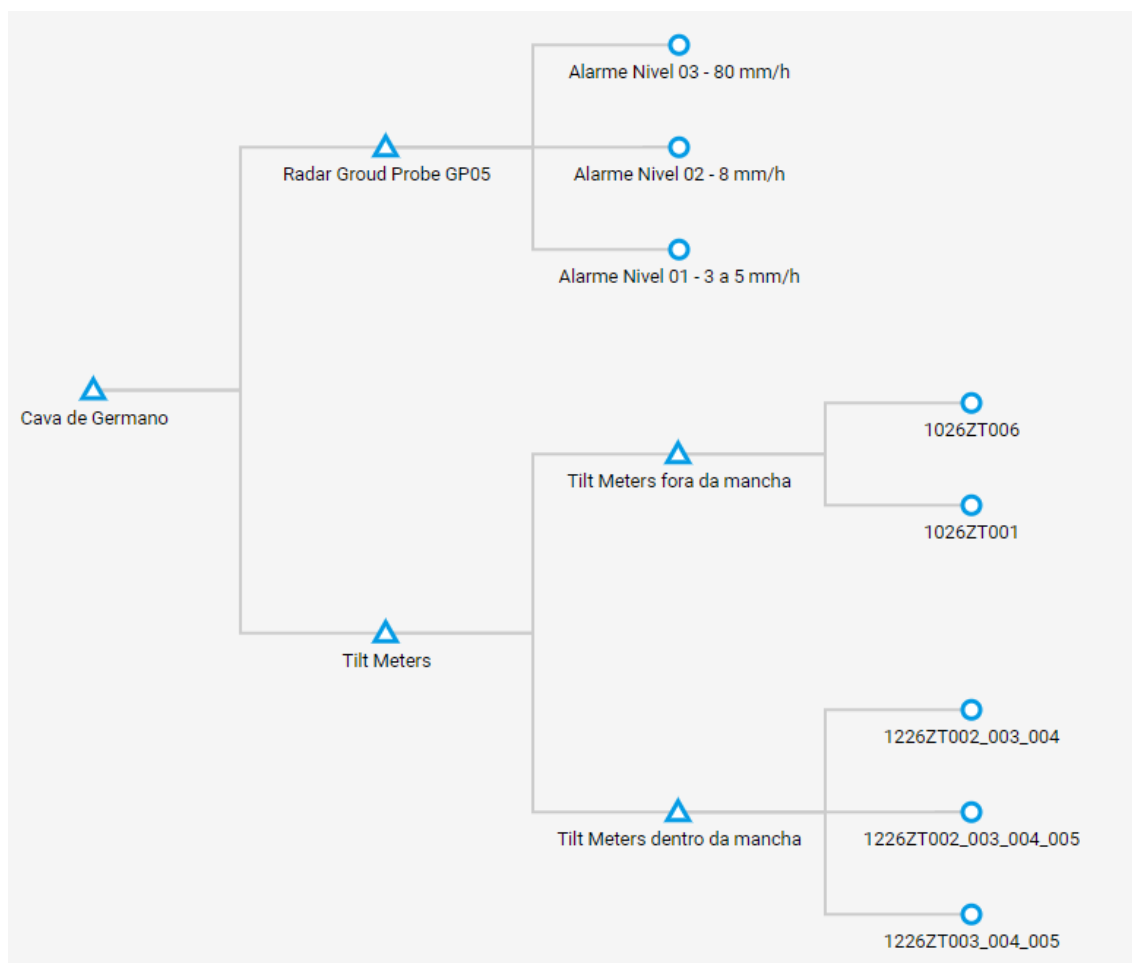


Figura 9.1 – Árvore de eventos da Cava de Germano.

Com a árvore de eventos construída, o acionamento automático das sirenes em campo acontecerá caso uma combinação de fatores seja atendida. Anteriormente ao atingimento dessa condição crítica, um alerta interno será acionado no CMI, de forma que a elevação do nível da estrutura e evacuação da zona de autossalvamento possa acontecer de forma preventiva, caso necessário.

Para verificação do funcionamento do sistema de sirenes existe uma rotina mensal de acionamento delas em alto volume, para que a sua disponibilidade física seja verificada. Dessa forma, todos trabalhadores envolvidos têm ciência de que elas estão funcionando de forma adequada.

Por fim, diariamente também são gerados *reports* sobre o status das árvores de eventos elaborados para cada estrutura, indicando a operacionalidade dos sensores e o status de seus alarmes. A Figura 9.2 apresenta um trecho exemplo de um *report* diário da árvore

de eventos. Para fins de manutenções preditivas, preventivas e corretivas, os instrumentos das árvores de eventos são tratados como prioridade máxima.

Matipó																					
Mapa		Medidor de Nível				Tilt Meters															
		TAG	Status do Instrumento	Status do Alarme	TAG	Status do Instrumento	Status do Alarme	TAG	Status do Instrumento	Status do Alarme											
		1025-LIT-106	✓	✓	1025-2T-001	✓	✓	1025-2T-007	✓	✓											
		1025-LIT-107	✓	✓	1025-2T-002	✓	✓	1025-2T-008	✓	✓											
		25LIT004	✓	✓	1025-2T-003	✓	✓	1025-2T-009	✓	✓											
					1025-2T-004	✓	✓	1025-2T-010	✓	✓											
SAE																					
Germão				Matipó				Muniz Freire		CMI											
Barragem		Bento Rodrigues		Paracatu de Cima		Boriba		Barra Longa		TAG		Status		TAG		Status		TAG		Status	
TAG	Status	TAG	Status	TAG	Status	TAG	Status	TAG	Status	TAG	Status	TAG	Status	TAG	Status	TAG	Status	TAG	Status	TAG	Status
79SR001	✓	79SR100	✓	79SR130	✓	79SR150	✓	79SR180	✓	79SR201	✓	MOO-79SR0501	✓	Sirene 01	✓	Sirene/ Giroled CMI	✓	✓	✓	✓	✓
79SR002	✗	79SR101	✓	79SR131	✓	79SR151	✓	79SR181	✓	79SR202	✓	MOO-79SR0502	✓	Sirene 02	✓						
79SR003	✓	Camargos		79SR132	✓	Pedras		79SR190	✓	79SR203	✓	MOO-79SR0503	✓	Sirene 03	✓						
79SR004	✓	TAG	Status	Paracatu de Baixo		79SR160	✓	79SR191	✓	79SR204	✓	MOO-79SR0504	✓	Sirene 04	✓						
79SR005	✓	79SR110	✓	TAG	Status	79SR161	✓	79SR192	✓	79SR205	✓	MOO-79SR0505	✓	Sirene 05	✓						
79SR006	✓	Ponte do Gama		79SR140	✓	79SR162	✓	79SR193	✓	79SR206	✓	MOO-79SR0506	✓	Sirene 06	✓						
79SR007	✓	TAG	Status	79SR141	✓	79SR170	✓	79SR200	✓												
		79SR120	✓	79SR142	✓																
		79SR121	✓																		
Legenda																					
✗	Off Line	✓	Operando	1	Manutenção	➔	Instrumento acionado na Árvore														
Observações																					
1025ZT001 - última atualização 07/12/2022.																					

Figura 9.2 – Exemplo de trecho de *report* da árvore de eventos.

10 ESTUDO DO CENÁRIO DE RUPTURA HIPOTÉTICA DA ESTRUTURA (DAM BREAK)

Os estudos de ruptura hipotética da Cava de Germano foram desenvolvidos e atualizados pela FUGRO (2023). A revisão da FUGRO apresenta os resultados da modelagem a partir da premissa de descaracterização da estrutura. O estudo de ruptura hipotética (*Dam Break*) da Cava de Germano está apresentado integralmente no Relatório Técnico G102693-G-1RT002 elaborado pela FUGRO.

O estudo está dividido em 3 etapas principais:

- 1) Definição de um cenário de ruptura crível (modo de falha);
- 2) Estimativa do volume potencialmente mobilizável;
- 3) Estimativa do alcance do volume potencialmente mobilizável.

O modo de falha selecionado para o estudo de ruptura hipotética da Cava do Germano, considerando sua condição final, foi a ocorrência de uma série de sismos de magnitude baixa, da ordem de 3, associada a condição inicial de freática de longo prazo, onde os drenos estão colmatados, gerando considerável excesso de poropressão.

Conforme apresentado por Stark et al. (2022), eventos sísmicos como os que ocorreram na ocasião da ruptura da Barragem de Fundão em 2015, geram excesso de poropressão que se dissipa lentamente, de acordo com as características dos materiais. A ocorrência de sismos sucessivos de pequena magnitude pode resultar em excessos de poropressão nos materiais saturados que resultem em ruptura, após o carregamento sísmico cessar. Assim, representou-se os eventos sísmicos no modelo por meio do coeficiente ru , que corresponde à razão entre a poropressão e a tensão vertical total.

Definido o modo de falha, é necessário estimar o volume potencialmente mobilizável. A estimativa do volume potencialmente mobilizável foi feita utilizando-se o software Slide 3, da Rocscience. O modelo da pilha foi dividido em 6 materiais, mais a fundação,

conforme

indicado

na

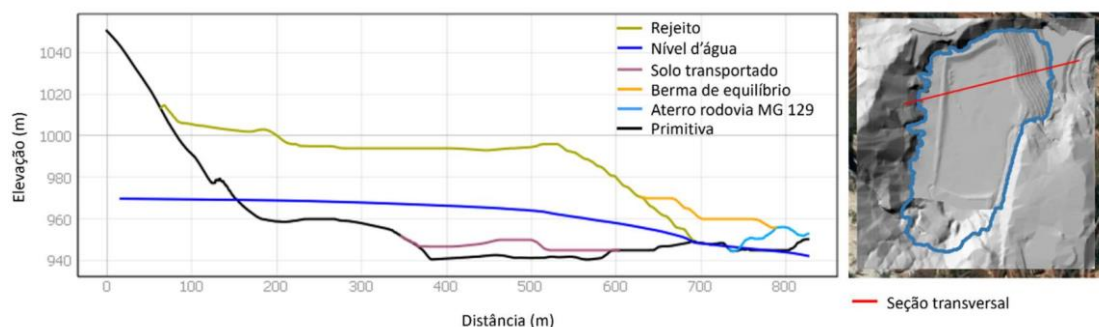


Figura 10.1. Para o material abaixo da superfície freática, portanto, saturado, aumentou-se o coeficiente ru até se obter superfícies de ruptura com fatores de segurança inferiores a 1,05. Também se considerou geração de poropressão no material acima da superfície freática, mas de menor magnitude. As avaliações de estabilidade foram feitas pelo método de Bishop simplificado, considerando superfícies elipsoides.

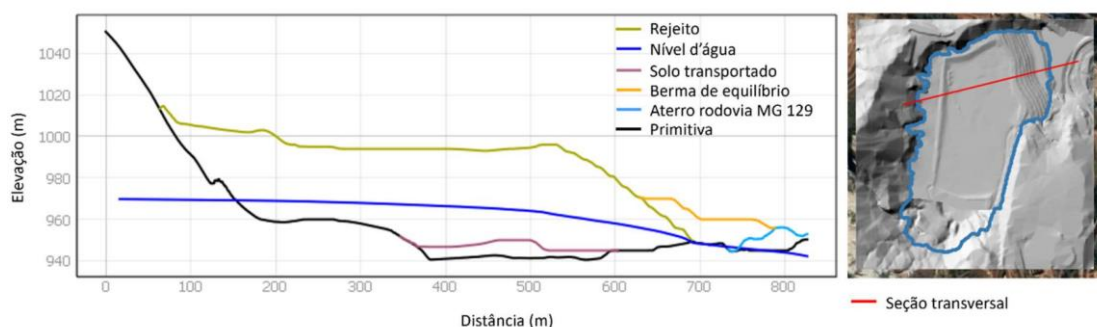


Figura 10.1 – Seção ilustrativa passando pelos materiais da Cava do Germano para o cenário da geometria final do projeto de descaracterização.

A condição crítica foi obtida com ru de 0,45 no material saturado e de 0,15 no material acima da superfície freática. O valor de ru de 0,45 está de acordo com o que seria esperado para os rejeitos saturados, para uma sequência de sismos, conforme indicado em Stark et al (2022).

A superfície selecionada como volume potencialmente mobilizável foi aquela que resultou no maior volume (1.058.670 m³), possuindo fator de segurança de até 1,05. A Figura 10.2 mostra a vista em perspectiva da superfície crítica. A Figura 10.3 apresenta a planta e uma seção transversal à superfície crítica.

Em termos da dinâmica da corrida, essa ocorre de forma bastante rápida. A chegada da frente da onda de ruptura ocorre em menos de 1 minuto na região final do trecho de propagação, que é na região operacional da mina. Com relação às velocidades máximas, elas chegaram até 17,7 m/s.

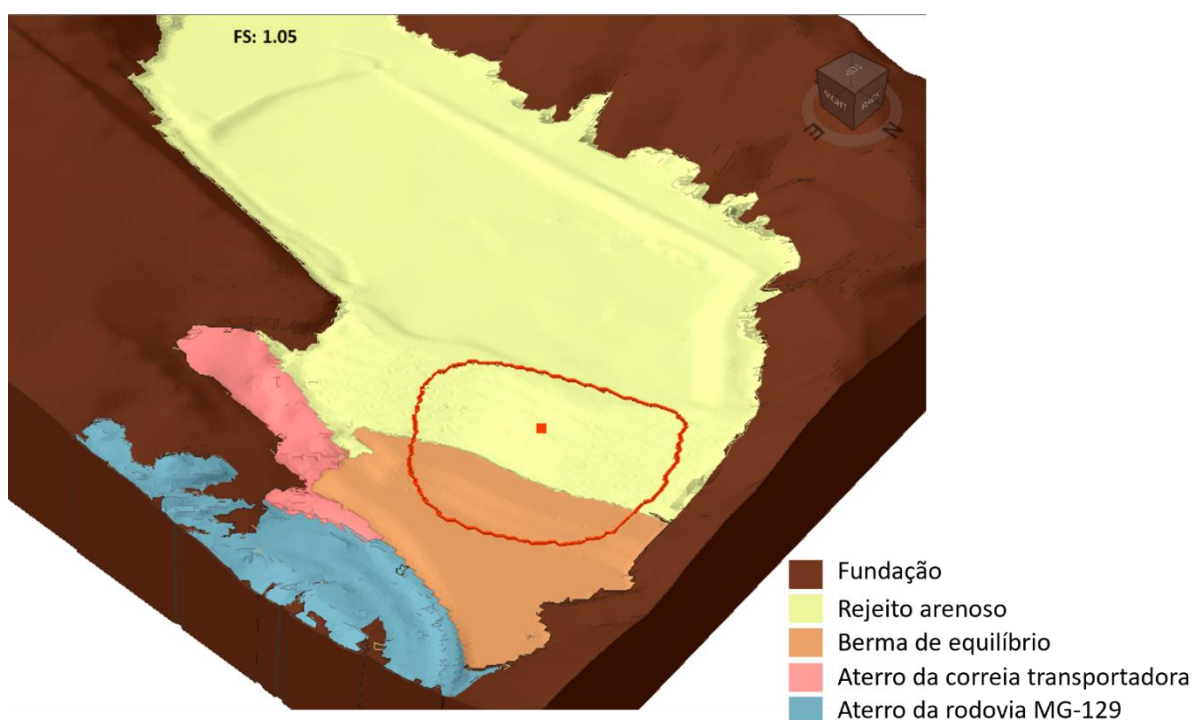


Figura 10.2 – Cunha crítica para a geometria final da pilha (volume 1.058.670 m³ e FS = 1,05)

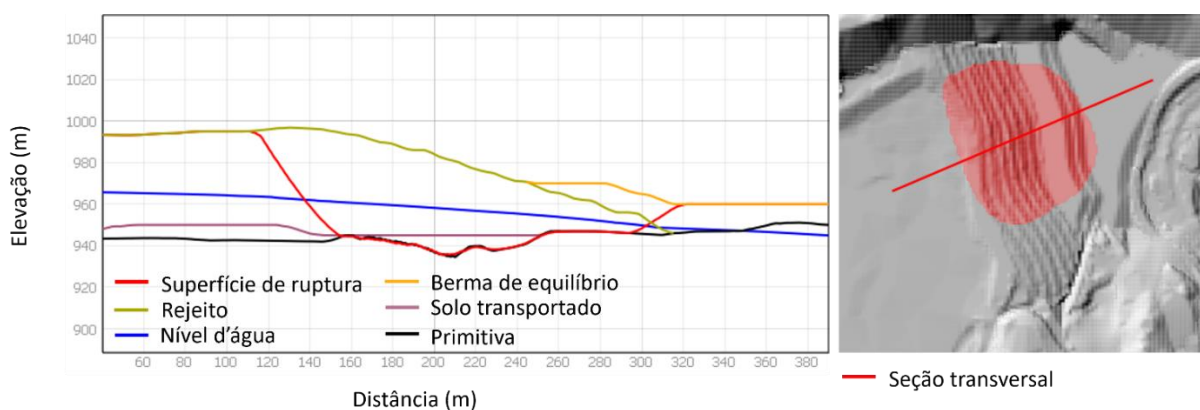


Figura 10.3 – Cunha crítica para a geometria final da pilha – Planta e seção transversal

Avaliando-se o índice de impacto da propagação do volume mobilizado, adotou-se a metodologia proposta por Jakob, Stein e Ulmi (2012) para avaliação da vulnerabilidade de edificações frente ao impacto de *debris flow*. Considera-se que essa metodologia seja mais adequada para representar o impacto de corridas de massa. Nela, uma base de dados de 68 corridas de massa foi avaliada frente à profundidade e velocidade da massa movimentada, tipo de estrutura atingida e dano causado. Definiu-se um índice de impacto ou intensidade (I_{DF}) como o produto da profundidade máxima da massa movimentada (d) e o quadrado da velocidade máxima de propagação da mancha (v). Observando o índice de impacto e, associado à uma análise estatística dos casos elencados, definiu-se quatro classes de dano às estruturas: apenas sedimentação, pequeno dano estrutural, dano estrutural considerável e completa destruição. Essa classificação, com base no I_{DF} , foi utilizada para determinação da magnitude de dano associado à propagação da ruptura hipotética da Cava do Germano.

Importante destacar que o talude remanescente da superfície de ruptura é majoritariamente confinado pelo material deslizado, resultando em um talude de, aproximadamente, 15 m na seção de maior altura. Assim, não se justifica a realização de análises de rupturas progressivas, já que os taludes tenderão a diminuir de altura e, então, não mobilizarão grande volume de material para deslizamento.

10.1 DEFINIÇÃO DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

De acordo com a Resolução ANM nº 95/2022 e a Lei Estadual Ordinária nº 23.291/2019, a Zona de Autossalvamento (ZAS) refere-se à região cujo tempo de chegada da onda de cheia provocada pela ruptura da barragem é tão curto que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente, devendo-se adotar a maior das seguintes distâncias para a sua delimitação: a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a 30 minutos, ou 10 km.

A Zona de Auto Salvamento (ZAS) dessa estrutura foi definida como coincidente com a mancha, visto que a mesma possui extensão inferior a 10 Km e tempo de chegada inferior a 30 min.

10.2 DEFINIÇÃO DA ZONA DE SEGURANÇA SECUNDÁRIA (ZSS)

Conforme descrito na Resolução ANM nº 95/2022 a Zona de Segurança Secundária (ZSS) é tida como região do Mapa de Inundação, não definida como ZAS.

A Zona de Segurança Secundária não foi definida pois a mancha, em sua totalidade coincide com ZAS.

10.3 CURSOS D'ÁGUA AFETADOS EM CASO DE ROMPIMENTO DA CAVA DE GERMANO

A mancha está circunscrita à área industrial da SAMARCO e não atinge nenhum curso d'água.

10.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS VULNERÁVEIS POTENCIALMENTE AFETADOS (ZAS E ZSS)

A caracterização socioeconômica de domicílios do vale a jusante da Unidade Industrial da SAMARCO foi realizada pela empresa Expressão Socioambiental nos anos de 2021 e 2022, por meio do cadastro de imóveis (coordenadas geográficas e fotos), de pessoas e de animais. Entretanto, a mancha da Cava de Germano descaracterizada não extrapola os limites da área industrial da SAMARCO e, portanto, não atinge domicílios do vale de jusante.

10.4.1 Edificações Potencialmente Afetadas

A mancha está circunscrita à área industrial da SAMARCO e não atinge edificações ou pessoas fora do Complexo de Germano. A área de risco possui densidade de pessoas flutuante e só é acessada por colaboradores que passaram por treinamento e conhecem a localização dos pontos de encontro e as rotas de fuga.

10.4.2 Identificação da População Vulnerável

A mancha está circunscrita à área industrial da SAMARCO e não atinge edificações ou pessoas fora do Complexo de Germano. A área de risco possui densidade de pessoas flutuante e só é acessada por colaboradores que passaram por treinamento e conhecem a localização dos pontos de encontro e as rotas de fuga.

10.4.3 Identificação dos animais

A mancha está circunscrita à área industrial da SAMARCO e não atinge edificações fora do Complexo de Germano. Portanto, não há presença de animais domésticos ou destinados à agropecuária.

10.4.4 Mapeamento de Acessos, Rodovias e Travessias

O mapeamento dos acessos, rodovias e travessias das áreas correspondentes ao perímetro de abrangência manchas de inundação hipotéticas foi realizado com base em informações disponibilizadas por fontes secundárias (DNIT, 2010), bem como na interpretação de imagens aéreas (levantamento aerofotogramétrico).

A mancha impacta diretamente acessos internos da SAMARCO e a rodovia estadual MG-129, ambos no município de Mariana, MG. Mais detalhes sobre os pontos de bloqueio e as rotas alternativas podem ser encontrados no Item 11.1 Pontos de bloqueio e rotas alternativas.

A representação dos acessos atingidos pela hipótese de ruptura faz parte do APÊNDICE E – MAPA DE PONTOS E ESTRUTURAS SENSÍVEIS (ZAS).

10.4.5 Populações e equipamentos sensíveis

A mancha está circunscrita à área industrial da SAMARCO e não atinge edificações ou pessoas fora do Complexo de Germano. Desta forma populações e equipamentos sensíveis não são afetados pela ruptura hipotética da Cava de Germano. A área de risco possui densidade de pessoas flutuante e só é acessada por colaboradores que passaram por treinamento e conhecem a localização dos pontos de encontro e as rotas de fuga.

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

Conforme disposto no Item 12 do Anexo II - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança da Barragem, da Resolução ANM nº 95 e, que não sofreu alterações da Resolução ANM Nº 130, o PAEBM deve conter *medidas específicas, em articulação com o Poder Público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural.*

Evidencia-se o atendimento a essa determinação nos itens que compõem as Seções II, III, IV e V deste PAEBM. Essas seções cumprem as determinações do Decreto Estadual 48.078/2020, o qual solicita a inclusão das ações de proteção da comunidade, fauna e patrimônio histórico seguindo as diretrizes de cada órgão: GMG-CEDEC, Sisema/FEAN, IEPHA, IMA.

11.1 PONTOS DE BLOQUEIO E ROTAS ALTERNATIVAS

No caso de uma emergência Nível de 3 da Cava de Germano (ruptura) a mancha de inundação provocará impactos em vias de acessos interno, e na rodovia estadual MG-129. A MG-129 liga o município de Mariana aos municípios Ouro Preto, a sul, e Catas Altas, a norte. A Tabela 11.1 a seguir mostra as vias que precisaram ser bloqueadas, a coordenada sugerida para bloqueio e as rotas alternativas quando se aplica. Os bloqueios serão realizados com objetivo de evitar o trânsito de veículos e pessoas na área da mancha de inundação. A Figura 11.1 abaixo mostra as informações de pontos de bloqueio especializadas.

Tabela 11.1 – Locais de bloqueio e rotas alternativas.

Rodovia	Ponto de Bloqueio	Coordenada		Quem	Como	Rota alternativa
	Local de fechamento	Latitude	Longitude			
Acesso	Acesso à direita, antes da portaria da SAMARCO.	20°11'29.97"S	43°29'27.15"O	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Controlar acesso e a movimentação de pessoas e equipamento na área da ocorrência.	Acesso será restrito a pessoas autorizadas.
Acesso	Acesso da direita após a Portaria da Vale Mina de Fábrica Nova	20°12'6.25"S	43°29'21.38"O	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Controlar acesso e a movimentação de pessoas e equipamento na área da ocorrência.	Acesso será restrito a pessoas autorizadas.
MG-129	MG-129 sentido Mariana / Catas Altas	20°12'6.25"S	43°29'22.85"O	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Controlar acesso e a movimentação de pessoas e equipamento na área da ocorrência.	Retorno pela MG-129 até Mariana, BR-356 até Belho Horizonte, BR-318 até trevo da MG-129 e deslocamento MG-129 do trevo com a BR-381 até Catas Altas.
MG-129	MG-129 sentido Catas Altas / Mariana	20°11'31.04"S	43°29'12.58"O	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Controlar acesso e a movimentação de pessoas e equipamento na área da ocorrência.	Retorno pela MG-129 até a BR-381, BR-381 até Belho Horizonte, BR-356 até Mariana e deslocamento através da MG-129 até trevo SAMARCO.

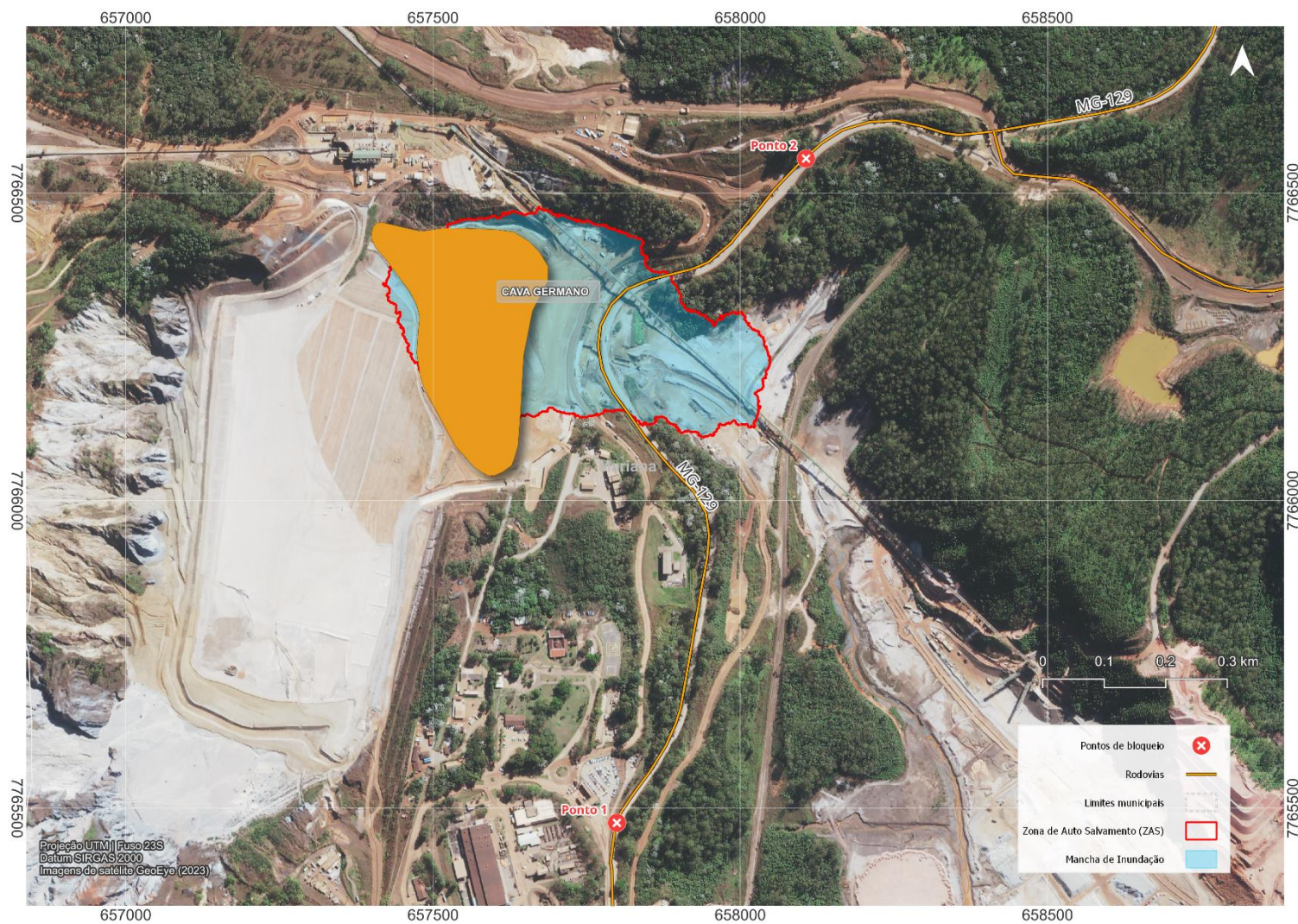


Figura 11.1 – Pontos de bloqueio de acessos.

11.2 LISTA CONTENDO NÚMERO E ESPÉCIE DE ANIMAIS POR RESIDÊNCIA/PROPRIEDADE RURAL

A mancha está circunscrita à área industrial da SAMARCO e não atinge edificações fora do Complexo de Germano. Portanto, não a presença de animais domésticos ou destinados à agropecuária.

11.3 TABELA COM O NOME E O ENDEREÇO DOS LOCAIS PREVIAMENTE MAPEADOS PARA ONDE OS ANIMAIS SERÃO REMOVIDOS EM CASO DE EVACUAÇÃO DE EMERGÊNCIA.

A mancha está circunscrita à área industrial da SAMARCO e não atinge edificações fora do Complexo de Germano. Portanto, não a presença de animais domésticos ou destinados à agropecuária.

11.4 LISTA CONTENDO A LOCALIZAÇÃO (ENDEREÇO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS) DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS, EDIFICAÇÕES/MONUMENTOS HISTÓRICOS E LOCAIS COM ACERVOS HISTÓRICOS

A SAMARCO contratou a empresa especializada Expressão Socioambiental (2021/2022) para realizar o levantamento dos bens culturais e arqueológicos do vale a jusante da Unidade industrial de Germano. Entretanto, a mancha está circunscrita à área industrial da SAMARCO, não atinge sítios arqueológicos, monumentos históricos, locais com acervos históricos ou algum outro bem cultural.

12 DESCRIÇÃO DAS ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO, COM A RESPECTIVA SINALIZAÇÃO, DESENVOLVIDA EM CONJUNTO COM A DEFESA CIVIL

Este item aborda o atendimento a determinação do Item 13 do Anexo II - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança da Barragem da Resolução ANM nº 95/2022⁵, apresentando os pontos de encontro (ZAS) informando o tempo de chegada da mancha,

⁵ Alterada pelas resoluções ANM nº130/2023 e 175/2024.

as rotas de fuga, e quantificando os totais de pessoas que se deslocarão para o referido ponto.

12.1 PONTOS DE ENCONTRO (ZAS) INFORMANDO O TEMPO DE CHEGADA DA MANCHA, AS ROTAS DE FUGA, E DELIMITANDO A ÁREA/COMUNIDADE QUE DESLOCARÃO PARA O REFERIDO PONTO

As informações relativas aos pontos de encontro e rota de fuga estão contidas no APÊNDICE E – MAPA DE PONTOS E ESTRUTURAS SENSÍVEIS (ZAS).

12.2 TABELA COM O NÚMERO DE PESSOAS ESPERADAS EM CADA PONTO DE ENCONTRO, BEM COMO A ESPECIFICAÇÃO DA ÁREA EM METROS QUADRADOS DO PONTO DESTINADA A ABRIGAR AS PESSOAS (ZAS)

A Tabela 12.1 apresenta, a partir do levantamento realizado pela Expressão Socioambiental (2022) o número de pessoas esperadas em cada ponto de encontro, bem como a especificação da área (m²) do ponto destinado a abrigar as pessoas (ZAS).

Tabela 12.1 – Relação de pontos de encontro e número de pessoas esperadas por ponto de encontro na ZAS.

A - Ponto de encontro (inserir nome do local e endereço)	B - População estimada para o ponto de encontro ^[i]	C - Tamanho em metros quadrados da área do ponto de encontro ^[iii] (m²)	D - Número de pessoas por m² (B/C)	E – Número de pessoas por metro quadrado é menor que 3 pessoas/m² (sim ou não)
Ponto 01, Reservatório Cava	58	104,453	0,56	Sim
Ponto 02, Ombreira Direita Cava	51	749,706	0,07	Sim
Ponto 03, Ombreira Esquerda Cava	144	136,15	1,06	Sim
Ponto 04, Pinheirinho	131	142,247	0,92	Sim
Ponto 20 - Crista OE Cava	17	103,956	0,16	Sim
Ponto 21 - Bacia do Chico	0	182,725	0,00	Sim
Ponto 44, Pé da Cava	0	161,705	0,00	Sim
TOTAL	401	***	***	***

^[i] Todos os pontos estão inseridos na área industrial, a população esperada é flutuante. Neste caso, foi estimada como sendo equivalente ao total de pessoas que no último simulado (25/04/2024) compareceram aos pontos de encontro.

^[iii] As áreas (m²) dos pontos de encontro foram obtidas por meio de interpretação de imagem aérea

A SAMARCO conta com 23 pontos de encontro nas áreas internas da Unidade de Germano e deve garantir área suficiente para abrigar todos os seus funcionários e colaboradores. Ressalta-se, o número de funcionários e colaboradores da SAMARCO que se encontram na área das barragens da Unidade de Germano é flutuante e a sua quantificação baseia-se na participação de funcionários e colaboradores em simulados internos. O número total de funcionários e colaboradores que participaram do simulado em 2024 foi 1389, em 2023 foi 393, em 2021 foi 486, no simulado de 2019, participaram 620, enquanto, em 2018, participaram 470 pessoas.

12.3 TABELA COM INFORMAÇÕES RELATIVAS AO TEMPO DE EVACUAÇÃO PARA CADA ROTA DE FUGA, AO TEMPO DE CHEGADA DA ONDA DE INUNDAÇÃO, À DENSIDADE POPULACIONAL NA ROTA DE FUGA E AO NÍVEL DE EMERGÊNCIA INDICADO PARA EVACUAÇÃO (ZAS)

A Tabela 12.2 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**apresenta, a partir da metodologia proposta no Anexo E da Resolução GMG Nº 83, de 16 de Abril de 2024, informações relativas ao tempo de evacuação para cada Rota de Fuga, ao tempo de chegada da corrida de massa, à densidade populacional na rota de fuga e ao nível de emergência indicado para a evacuação. O Tempo Total de Evacuação da Área de Risco é 08m43s, isto é, o maior tempo entre os tempos de evacuação de cada rota de fuga. Em razão da configuração espacial rural cada rota de fuga atende a um único setor de evacuação, então o tempo de para cada rota de fuga é coincidente com o tempo de evacuação do seu respectivo setor. Para todas as rotas de fuga considerou-se 1,05 m/s como estimativa de velocidade de deslocamento. Considerando o baixo número de pessoas para cada rota de fuga os valores de tempo de estrangulamento em sua maioria são inferiores a 1 minuto.

Devido à grande flutuação no número de pessoas presentes no Complexo de Germano, em razão da existência de obras, optou-se por assumir que o número de pessoas esperadas em cada Ponto de Encontro é o mesmo número de pessoas que ali se apresentaram no último simulado de evacuação, realizado em 2023. Contudo é importante reafirma que a evacuação interna se inicia já em NE-1, ao passo que a evacuação da ZAS tem início em NE-2.

Tabela 12.2 – Informações relativas ao tempo de evacuação para cada rota de fuga, ao tempo de chegada da onda de inundação, à densidade populacional na rota de fuga e ao nível de emergência indicado para evacuação.

Rota de Fuga	A – Ponto de encontro de destino	B - Tempo estimado de saída da área de risco (00min:00seg)	C - Tempo em minutos de chegada da onda de inundação (00h00min00seg)	B < C? (Sim, Não)	D – Evacuação indicada em qual nível de emergência ^[1]
Rota 01	Ponto 01, Reservatório Cava	8:53	< 6 min	Não	1
Rota 01	Ponto 02, Ombreira Direita Cava	8:02	< 6 min	Não	1
Rota 01	Ponto 03, Ombreira Esquerda Cava	5:17	< 6 min	Não	1
Rota 01	Ponto 04, Pinheirinho	4:43	< 6 min	Não	1
Rota 01	Ponto 20, Crista OE Cava	8:48	< 6 min	Não	1
Rota 01	Ponto 21, Bacia do Chico	3:35	< 6 min	Não	1
Rota 01	Ponto 44, Pé da Cava	5:28	< 6 min	Não	1

^[1] As rotas com evacuação preventiva em NE-1 estão localizadas na área industrial da Samarco. O nível de emergência adotado para evacuação de pessoas na ZAS (Item D) para validação das rotas de fuga considera os critérios que foram assumidos no documento do PAEBM da estrutura.

13 DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO PARA OS ENVOLVIDOS E PARA AS COMUNIDADES POTENCIALMENTE AFETADAS, COM A REALIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS SIMULADOS PERIÓDICOS

O Anexo II da Resolução 95 - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança da Barragem, em seu Item 14 (o qual não sofreu alterações da Resolução ANM Nº 130), determina que o PAEBM deve conter a *Descrição dos programas de treinamento e divulgação para os envolvidos e para as comunidades potencialmente afetadas, com a realização de exercícios simulados periódicos*, abordada neste capítulo.

Todos os componentes da Organização de Resposta a Emergência (ORE) deverão receber treinamento periódico, visando capacitá-los para o desempenho das atribuições previstas neste Plano e a avaliação da eficácia dos procedimentos estabelecidos no PAEBM. Treinamentos específicos para as pessoas com função de comando ou supervisão serão realizados com o objetivo de aprimorar sua capacidade de tomada de decisão perante situações de pressão e o relacionamento com as equipes e pessoas sob a sua responsabilidade direta, com superiores hierárquicos e também com representantes das autoridades, do público e de outras entidades (ONGs, imprensa etc.).

Segundo os artigos 47 e 48 da Resolução ANM nº 95:

Art. 47 - Os treinamentos internos a serem realizados pelo empreendedor, no máximo a cada 6 (seis) meses, em consonância com o inciso III do art. 38 desta Resolução, com participação da equipe externa contratada para realizar a ACO e emitir a DCO devem ser acompanhados e aprovados pelo empreendedor, compreendendo:

I - Exercícios expositivos internos: apresentações expositivas em salas de treinamento, onde são explicados os procedimentos descritos no PAEBM.

II - Exercícios de fluxo de notificações internos: exercícios conduzidos pelo empreendedor com o objetivo de testar os procedimentos de notificação interna presentes no PAEBM.

III - Exercícios simulados internos:

a) Hipotético: é um teste hipotético e lúdico de efetividade e operacionalidade do PAEBM feito em sala de treinamento, com situações de tempo próximas ao

real previsto. É feito para avaliar a capacidade e o tempo de resposta do empreendedor em caso de emergência; e

b) Prático: compreende exercícios de campo simulando uma situação de emergência envolvendo a ativação e mobilização dos centros de operação internas de emergências, pessoal e recursos disponíveis, inclusive dos procedimentos de evacuação internos.

§ 1º O inciso III deve ser executado optando-se pelas alíneas a) ou b), sendo que a alínea b) deve ser executada, obrigatoriamente, pelo menos 1 (uma) vez durante o ano calendário para composição da ACO.

§ 2º Os treinamentos internos têm por objetivo contribuir para manter o estado de prontidão, uma vez que permitem uma maior familiarização dos envolvidos com os seus elementos e atribuições inerentes ao PAEBM concluindo pela evolução operacional do citado Plano.

Art. 48 - O empreendedor, com participação da equipe externa contratada e após validação do mapa de inundação, fica obrigado a promover e realizar Seminários Orientativos anuais, com participação das prefeituras, organismos de defesa civil, equipe de segurança da barragem, demais empregados do empreendimento, população compreendida na ZAS e, caso tenha sido solicitado formalmente pela defesa civil, população compreendida na ZSS também.

Parágrafo único. O citado Seminário Orientativo referenciado no caput deve compreender a exposição do mapa de inundação envolvendo participantes internos e externos visando a discussão de procedimentos não abrangendo um teste real.

De acordo com o Art. 38 da Resolução ANM nº 95 (não sofreu alterações da Resolução ANM Nº 130), cabe ao empreendedor da barragem de mineração, em relação ao PAEBM:

III - promover treinamentos internos, no máximo a cada 6 (seis) meses, e manter os respectivos registros das atividades.

O objetivo do treinamento é evitar ou minimizar perdas de vidas humanas decorrentes de uma eventual ruptura de barragem, e ele consiste na apresentação das barragens, dos procedimentos preventivos da gestão de segurança, do Centro de Comunicação da SAMARCO, e principalmente os procedimentos de emergência com a apresentação dos pontos de encontro, rotas de fuga e do sistema de alerta. O acesso à área de barragens só é permitido ao profissional que esteja com o treinamento em dia, o que é verificado através do selo específico no crachá. As listas com os registros dos treinamentos são arquivadas no PSB da estrutura e podem ser observadas neste PAEBM em ANEXO D – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAEBM.

O exercício de simulado interno de emergência das barragens do Complexo de Germano será realizado anualmente ou de acordo com o definido pelo Comitê Gestor de Defesa Civil do município de Mariana.

A SAMARCO deve construir o cronograma de simulados em conjunto com a Defesa Civil. A responsabilidade da realização dos simulados é do município com o apoio da SAMARCO, e, por esta razão, as datas propostas devem ser canceladas pela Defesa Civil Municipal.

No dia 25 de abril de 2024 foi realizado o Simulado de Emergência, considerando as estruturas da Barragem de Germano até o Dique S4 e a Cava de Germano. Cerca de 1389 pessoas entre trabalhadores, organizadores e observadores participaram do exercício. Nesta ação, foi possível colocar em prática o Plano de Ação de Emergência para Barragem de Mineração (PAEBM), desenvolvido pela SAMARCO Mineração SA.

13.1 ORIENTAÇÃO DE CAMPO – USO DO APLICATIVO PROX

Além dos mapas anexos ao PAEBM é possível utilizar o aplicativo Prox para orientação de campo. O aplicativo surge da colaboração entre a Defesa civil e os empreendedores, na gestão da transparência de informações de barragens.

Através do Prox a população pode acessar manchas de inundação, rotas de fuga e pontos de encontro (Figura 13.1). Além disso, é possível alternar a visualização do mapa entre estrutura de arruamentos (Google Maps) e imagem de satélite a fim de facilitar a localização.

O Prox atua como sistema redundante de alerta para população. A comunicação a ele é feita via CMI para qualquer um dos níveis de emergência. O Prox é um exemplo do uso de tecnologia para promover autonomia e engajar a população para uma eventual situação de emergência.

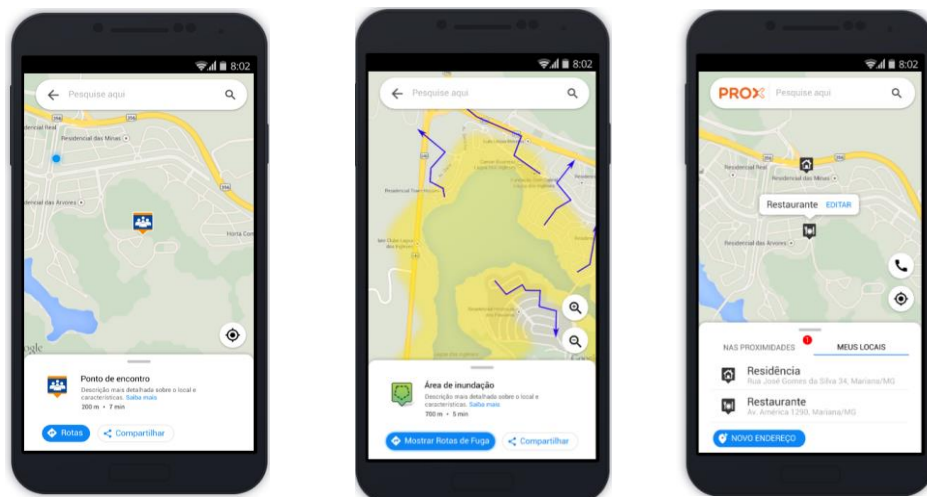


Figura 13.1 – Visualização do Aplicativo por aparelho móvel.

Os representantes das defesas civis municipais cadastrados, possuem números com permissão para visualização das informações por aplicativo e na versão web.

- Instalador do app:
 - http://bit.ly/prox_ios
 - http://bit.ly/prox_android
- Site do projeto PROX
 - www.segurancaprox.com.br
 - http://bit.ly/PROX_COMOAGIREMEMERGENCIA



Instalador
Android



Instalador iOS

14 RESPONSABILIDADES E ATRIBUIÇÕES NO PAEBM

Em atendimento ao disposto no Anexo II - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança da Barragem, da Resolução ANM nº 95, que passa a vigorar com as alterações constantes do Anexo II da Resolução ANM Nº 130, de 24 de fevereiro de 2023, este capítulo relaciona as responsabilidades e atribuições no PAEBM (empreendedor, coordenador do PAEBM, equipe técnica e Defesa Civil), incluindo ciência expressa do coordenador sobre suas obrigações.

14.1 RESPONSABILIDADES DA SAMARCO COMO EMPREENDEDOR

De acordo com o Art. 38 da Resolução ANM nº 95⁶, cabe ao empreendedor da Barragem de Mineração, em relação ao PAEBM:

⁶ Alterada pelas resoluções ANM nº130/2023 e nº 175/2024.

I - providenciar a elaboração do PAEBM, incluindo o estudo e o mapa de inundação;

II - disponibilizar informações, de ordem técnica, para a Defesa Civil, para as prefeituras e para as demais instituições indicadas pelo governo municipal, quando solicitado formalmente;

III - promover treinamentos internos, no máximo a cada 6 (seis) meses, e manter os respectivos registros das atividades;

IV - realizar, juntamente com os órgãos locais de proteção e defesa civil, exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem e, caso solicitado formalmente pela Defesa Civil, apoiar e participar de simulados de situações de emergência na ZSS, devendo manter registros destas atividades no Volume V do PSB;

V - designar formalmente o coordenador do PAEBM e seu substituto;

VI - possuir equipe de segurança da barragem capaz de detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de alerta e emergência, descritos no art. 41 desta Resolução;

VII - declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAEBM;

VIII - executar as ações previstas no fluxograma de notificação;

IX - notificar a defesa civil estadual, municipal e nacional, as prefeituras envolvidas, os órgãos ambientais competentes e a ANM em caso de situação de emergência;

X - emitir e enviar, via SIGBM, a DEE, de acordo com o modelo do estabelecido no citado sistema, em até 5 (cinco) dias após o encerramento da citada emergência;

XI - providenciar a elaboração do RCCA, conforme art. 43 desta Resolução, com a ciência do responsável legal da barragem, dos organismos de defesa civil e das prefeituras envolvidas;

XII - 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;

XIII - prestar apoio técnico aos municípios potencialmente impactados nas ações de elaboração e desenvolvimento dos Planos de Contingência Municipais, realização de simulados e audiências públicas;

XIV - 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;

XV - 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;

XVI - ter pleno conhecimento do conteúdo do PAEBM, nomeadamente do fluxo de notificações;

XVII - assegurar a divulgação do PAEBM e o seu conhecimento por parte de todos os entes envolvidos;

XVIII - orientar, acompanhar e dar suporte no desenvolvimento dos procedimentos operacionais do PAEBM;

XIX - avaliar, em conjunto com a equipe técnica de segurança de barragem, a gravidade da situação de emergência identificada;

XX - acompanhar o andamento das ações realizadas, frente à situação de emergência e verificar se os procedimentos necessários foram seguidos;

XXI - executar as notificações previstas no fluxograma de notificações;

XXII - para as barragens de mineração com DPA médio, quando o item “existência de população a jusante” atingir 10 pontos ou o item “impacto ambiental” atingir 10 pontos no quadro de Dano Potencial Associado constante do Anexo IV, ou DPA alto, instalar, nas comunidades inseridas na ZAS, sistema sonoro ou outra solução tecnológica de maior eficácia, com redundância, visando alertar a 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 a sucedê-lo;

XXIII - para os casos não contemplados no inciso XXII, e quando o item de "população a jusante" obtiver pontuação 3 (três) ou 5 (cinco), instalar sistema sonoro ou outra solução tecnológica de maior eficácia no entorno da estrutura, preferencialmente fora da mancha de inundação de modo a alertar as pessoas possivelmente afetadas;

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

XXV - notificar imediatamente à ANM, à autoridade licenciadora do Sisnama e ao órgão de proteção e defesa civil qualquer alteração das condições de segurança da barragem que possa implicar acidente ou desastre.

§ 1º Os períodos semestrais a que se refere o inciso III devem ser entendidos como aqueles compreendidos entre o primeiro e o sexto mês de um ano e entre o sétimo e décimo segundo mês do ano.

§ 2º A designação a que se refere o inciso V não exime o empreendedor da responsabilidade legal pela segurança da barragem.

14.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAEBM

São atribuições do coordenador do PAEBM:

- 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 participantes. Cópia do PAEBM atualizado estará disponível:
 - Na Sala de Emergência (CMI);
 - No escritório da Geotecnia;
 - No escritório Central;
 - Prefeitura e Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil do município de Mariana;
- Em caso de emergência deverá obter informações adicionais ou, se necessário, dirigir-se ao local da ocorrência e avaliar a situação. Caso a situação seja controlável (Nível de Emergência 1 e 2), o Coordenador do PAEBM deverá orientar as devidas ações corretivas;
- Avaliar, em conjunto com a equipe técnica de segurança de barragem, a gravidade da situação de emergência identificada;
- Orientar, acompanhar e dar suporte no desenvolvimento dos procedimentos operacionais do PAEBM;

- 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 de Operação da Barragem, a Declaração de Encerramento da Emergência e informá-la a ANM por meio do sistema SIGBM, em até 5 dias decorridos da classificação da anomalia como extinta ou controlada.

De acordo com o Art. 39 da Resolução ANM n° 95⁷, *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, e estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência da barragem.*

O termo de ciência expressa do coordenador sobre suas obrigações no PAEBM é apresentado no ANEXO B – CARTA DE NOMEAÇÃO DO COORDENADOR DO PAEBM.

14.3 RESPONSABILIDADES DA EQUIPE TÉCNICA DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

De acordo com o Art. 2º da Resolução ANM n° 95/2022^{Erro! Indicador não definido.} (Inciso XXIII) referente a equipe técnica de segurança da barragem, assegura que são responsabilidades compartilhadas entre a Equipe de Segurança de Operação da Barragem e coordenador do PAEBM:

- Realizar inspeção de Segurança da Barragem conforme Resolução ANM n° 95/2022⁷;
- Cuidar de todas as ações e providenciar a mão de obra, equipamentos, materiais e serviços necessários para o tratamento das situações e anomalias que possam afetar a integridade da barragem;

⁷ Alterada pelas resoluções ANM n° 130/2023 e n° 175/2024.

- Avaliar e Classificar os Níveis de Emergência, conforme Resolução ANM n° 95/2022, transcritos no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste PAEBM;
- Elaborar, junto com a Equipe de Segurança de Operação da Barragem, a Declaração de Encerramento da Emergência, e informá-la à ANM por meio do sistema SIGBM, em até 5 dias decorridos da classificação da anomalia como extinta ou controlada.

14.4 RESPONSABILIDADES DA DEFESA CIVIL

O sistema de Defesa Civil, composto pelos coordenadores e Corpo de Bombeiros, receberá cópia atualizada deste PAEBM, de forma a permitir a sua estruturação para atendimento em situação de emergência, relacionada ao rompimento da barragem.

A Defesa Civil, com o apoio da SAMARCO, deverá treinar os agentes envolvidos na Organização da Resposta a Emergência para participar de um plano de evacuação em caso de emergência. Esse treinamento envolve não apenas a criação de canal de comunicação entre a SAMARCO e as pessoas que irão exercer função de facilitador em caso de emergência, mas também serão orientadores da população no que se refere às rotas de fuga, acessos a serem evitados e locais de encontro.

Sob a coordenação da Defesa Civil, este PAEBM deverá ser articulado e integrado com outros planos de emergência locais e regionais.

15 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO UTILIZADO NA BARRAGEM DE MINERAÇÃO

15.1 ATIVIDADES REALIZADAS NO CENTRO DE MONITORAMENTO E INSPEÇÕES DA SAMARCO (CMI)

A SAMARCO possui hoje a capacidade de monitoramento contínuo da operação de suas estruturas geotécnicas. O Centro de Monitoramento e Inspeção (CMI), apresentado na Figura 15.1, conta com uma infraestrutura instalada composta por uma sala dedicada com funcionamento 24 horas por dia, 7 dias por semana, para atendimento a necessidade de acompanhamento contínuo dessas estruturas.



Figura 15.1 – Centro de Monitoramento e Inspeção (CMI).

O CMI é responsável pelo monitoramento de uma série de instrumentos manuais e automatizados, além da realização das inspeções visuais periódicas em estruturas como barragens, cavas, pilhas, taludes industriais e diques de contenção de sedimentos. A aquisição de dados de monitoramento manual de instrumentos e inspeções visuais é realizada por meio de um tablet, cujos dados são sincronizados ao sistema integrador de dados na sala do CMI. Os técnicos da sala de controle então executam análises de consistência e tratamento dos dados manuais coletados em campo e automatizados, e disponibilizam para diversos clientes.

O escopo do CMI engloba a aquisição, registro e processamento sistemático dos dados por uma equipe devidamente qualificada e capacitada, obtidos através de uma gama extensa de diferentes tipos de instrumento de monitoramento geotécnico. A Figura 15.2 apresenta os métodos que são utilizados no CMI para o acompanhamento das estruturas.



Figura 15.2 – Tecnologias utilizadas para o monitoramento das estruturas geotécnicas.

Os trabalhos são realizados com uma frequência rigorosa respeitando os manuais de segurança e operação de cada estrutura, boas práticas da engenharia, solicitações dos geotécnicos responsáveis pelas estruturas, engenheiros de registro (EoR) e auditorias.

A equipe do CMI é composta por:

- Técnicos de sala de controle;
- Técnicos de campo;
- Analistas de Geotecnia;
- Engenheiros de Geotecnia;
- Coordenador de Geotecnia.

Todas as estruturas geotécnicas de responsabilidade da SAMARCO são monitoradas pela equipe de geotecnia e hidrogeologia, desde as estruturas localizadas em Germano, até as estruturas em Matipó, Candongas, Muniz Freire e Anchieta.

O CMI conta também com um sistema automático de sirenes, cujo acionamento é regido por árvores de eventos automatizadas, desenhadas especificamente para as estruturas geotécnicas considerando seus manuais de operação e modos de falha. O sistema conta com uma redundância para acionamento manual das sirenes em caso de necessidade.

15.2 INSTRUMENTAÇÃO

A instrumentação instalada nas estruturas, é definida em conjunto com os projetistas e consultoria, com base nas características específicas de cada uma. Adota-se como principal premissa o acompanhamento em tempo real e período integral da estrutura. Para isso, faz-se uso de instrumentos de coleta automatizada. Adicionalmente, a aquisição de dados pode ser realizada em campo e posteriormente sincronizada no software integrador de dados, conforme mencionado anteriormente. Todos os dados coletados tanto automaticamente quanto manualmente são armazenados em um banco de dados específico.

Na aquisição automatizada de dados de monitoramento, o instrumento está ligado a um sistema de telemetria, com envio de dados via sinal de radiofrequência e/ou fibra ótica. As leituras são tomadas com uma periodicidade pré-definida, de acordo com a necessidade estabelecida pela equipe de geotécnicos, projetistas/ consultorias e as legislações aplicáveis.

A seguir serão apresentados os tipos de instrumentação utilizados nas estruturas geotécnicas da SAMARCO. O manual de operação de cada estrutura indica os tipos e os quantitativos necessários de cada instrumento de monitoramento.

- **Indicadores de Nível d'água e Piezômetros:** instrumentos que medem o nível de água e a carga piezométrica do solo (poropressão) em diferentes profundidades, utilizado para a medida in situ de pressões neutras e subpressões.

Na SAMARCO há 2 tipos de piezômetros instalados, os piezômetros de corda vibrante (acústicos) e os de tubo aberto (Casagrande). Os acústicos têm seu funcionamento baseado em um fio esticado conectado em uma das extremidades a um diafragma. Uma vibração é aplicada ao fio, cuja frequência de ressonância é proporcional a quão tensionado ele está. Com a pressão da água aplicada ao diafragma, esse nível de tensionamento varia, alterando a frequência de vibração do fio. Ao medir essa frequência, é possível encontrar o valor de poropressão através da equação de conversão definida nas fichas de calibração dos sensores.

Os do tipo Casagrande possuem uma câmara drenante instalada em uma posição conhecida, onde é possível medir o nível de água desde a sua base, determinando assim a poropressão no subsolo. Os indicadores de nível de água, são bem similares aos piezômetros Casagrande, entretanto possuem uma célula drenante submetida a pressão atmosférica onde pode-se obter o nível do lençol freático no maciço.

A aquisição dos dados desses instrumentos pode ser realizada de forma manual, a cada 15 dias em média ou automatizada, com uma coleta realizada a cada 30 minutos.

- **Inclinômetro:** instrumento utilizado para determinar deformações e deslocamentos horizontais em subsuperfície, decorrentes da compressibilidade dos materiais do aterro da estrutura, que podem desenvolver fissuras transversais, erosão interna e superfícies potenciais de ruptura. A coleta dos dados é realizada manualmente com auxílio de um torpedo que permite a realização de leituras a cada 50 cm.

Como produto deste monitoramento, são gerados relatórios gráficos de profundidade versus deslocamentos com as leituras realizadas quinzenalmente, em média.

- **Medidor de vazão:** instrumento que mede o volume de líquido percolado, por meio de uma seção, em determinado tempo. A determinação de vazões contínuas é feita em um registrador da variação da lâmina d'água, onde a coleta dos dados pode ser automatizada, com envio de dados por telemetria ou anotada manualmente.

A leitura desse tipo de instrumento é realizada quinzenalmente quando a coleta é manual, e em média a cada 1 hora, nos casos de coleta automatizada.

- **Acelerômetros e Geofones:** instrumento utilizado para monitoramento de vibração na barragem, através da medição de abalos sísmicos de origem natural ou induzida (ex.: desmontes por explosivo ou tráfego de equipamentos). O monitoramento ocorre em três eixos: vertical (cota), transversal (Coordenada Norte) e longitudinal (Coordenada Leste), e apresenta como resultado as seguintes variáveis: Aceleração, Velocidade e Deformação.

A coleta de dados pelo sistema de monitoramento sísmico é online e em tempo real, sendo os eventos relevantes processados e as variáveis definidas para cada evento.

- **Tiltímetros:** instrumentos utilizados para o monitoramento de deslocamentos angulares na estrutura, primordialmente para o acionamento automático do sistema de sirenes. São

coletados os dados de inclinação dos sensores e a variação desta inclinação é acompanhada.

As leituras são automatizadas e realizadas a cada 30 minutos. Inclinações superiores a um limite pré-estabelecido geram um aumento na frequência de leituras para cada 30 segundos. A Figura 15.3 abaixo, apresenta os tiltímetros existentes na Cava de Germano.



Figura 15.3 – Tiltímetros da Cava de Germano.

- **Radar:** acrônimo da expressão “*radio detection and ranging*”, é um equipamento que interage com um alvo, com registro de potência, variação temporal e o tempo de retorno. Funcionam pela emissão e captação de ondas eletromagnéticas, utilizando a técnica de interferometria, onde variações milimétricas na superfície monitorada entre duas aquisições consecutivas são apresentadas como deslocamento. Atualmente há dois tipos de radares em operação na área da SAMARCO Mineração: o de abertura real (RAR – *Real Aperture Radar*) e o de abertura sintética (SAR – *Sinthetic Aperture Radar*).

O escaneamento de uma estrutura completa pelo radar depende do radar e da estrutura monitorada, podendo variar de 1,5 a 9 minutos. O radar realiza escaneamentos da estrutura continuamente, com registros fotográficos.

- **Estação Total Robótica:** equipamento de alta precisão, para realização do monitoramento de deslocamentos horizontal e vertical, a partir de uma base georreferenciada e de pontos fixos instalados na estrutura, como marcos superficiais e prismas, conforme objetivo do monitoramento. Com esta metodologia, obtém-se a movimentação real nos três eixos de coordenadas (x, y e z), informando o deslocamento do ponto nas variáveis: direção, grandeza e velocidade do movimento. É possível verificar se a estrutura está tendo movimentação e calibrar níveis de segurança.

A leitura de todos os prismas de uma estrutura depende do radar e da estrutura monitorada, podendo variar de 5 a 20 minutos. A estação robótica realiza leituras continuamente.

- **Estação meteorológica:** equipamento para medição de índices pluviométricos/precipitação, temperatura do ar, umidade, pressão, velocidade e direção do vento. Esses dados são coletados em tempo real, integrados por telemetria, armazenados em um banco de dados e apresentados, conforme periodicidade desejada (horária ou diária).
- **InSAR (radar em satélites):** permite análise e monitoramento da deformação do terreno, utilizando imagens de satélite em banda X (resolução 3x3m), em órbitas ascendentes e descendentes nas direções dos deslocamentos Leste-Oeste e Norte-Sul (quando possível) e na Vertical, obtidos pelo processamento dos produtos de alta resolução, através da tecnologia de interferometria por SAR orbital, com precisão milimétrica para deslocamentos lentos.

Os satélites orbitais perpassam a área da SAMARCO em uma média de a cada 11 dias, realizando escaneamento de topo o complexo de Germano e região ao longo do mineroduto.

- **Videomonitoramento:** monitoramento visual das estruturas geotécnicas em que é possível acompanhar em tempo real o andamento das obras, eventos de chuvas, anomalias nas estruturas e condições de segurança (Figura 15.4). As imagens são armazenadas por pelo menos 90 dias em atendimento as normas e legislações vigentes, para visualização posterior em caso de necessidade.

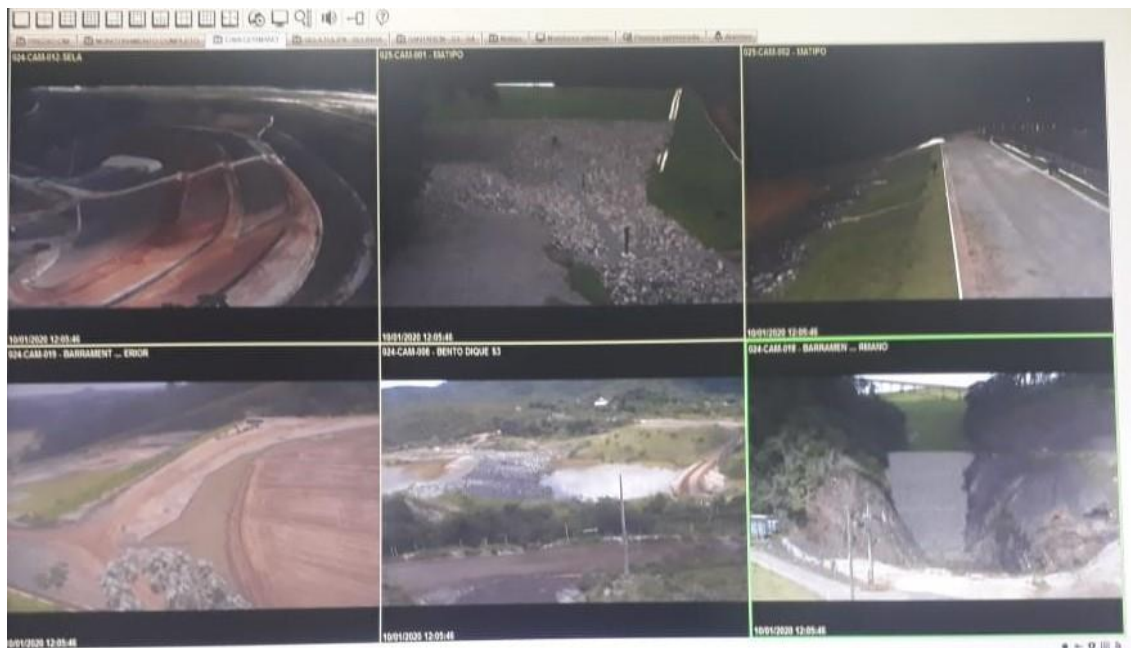


Figura 15.4 – Monitoramento por câmeras.

- **Topobatimetria:** a junção de dados adquiridos por voos aéreos não tripulados (VANT) e um sistema ecobatímetro possibilita a análise geométrica das estruturas da SAMARCO. Com esse tipo de monitoramento é possível controlar a taxa de assoreamento em reservatórios e estruturas geotécnicas. Dentre as entregas geradas por este tipo de monitoramento, têm-se os produtos para análise de nuvem de pontos, ângulos de talude, identificação de erosões e anomalias de natureza geométrica nas estruturas geotécnicas.

Os levantamentos topobatimétricos são realizados conforme a necessidade da estrutura com frequência máxima semanal.

- **Célula de pressão:** Instrumento que permite medir a tensão atuante no seu ponto de instalação. Associado a um instrumento do tipo piezômetro, é possível medir a tensão efetiva no mesmo ponto. São instrumentos importantes para conferir o carregamento atuante na estrutura e as condições de estabilidade.

A sua leitura pode ser realizada de forma manual ou automática, sendo a frequência de leituras específica para cada estrutura. Em média, as leituras são realizadas semanalmente.

Inspeção

A inspeção é um processo de avaliação visual qualitativa, através de visitas periódicas de campo, com a finalidade de se observar as condições e desempenho da estrutura. As inspeções são registradas através do preenchimento de um formulário específico da estrutura de forma digital, com auxílio de um tablet e um software especialista. O preenchimento digital do formulário de inspeção permite anexar todo o registro fotográfico pertinente à inspeção que está sendo realizada e, além disso, permite a aquisição de dados de forma organizada e auditável.

As inspeções podem ter diferentes níveis de abordagem, detalhamento e periodicidade, constituindo elementos fundamentais no controle das estruturas. Os itens comumente observados são abatimentos localizados, danos aos sistemas de proteção, surgências de água, desagregação de blocos de rochas, fissuras por ressecamento, tração ou recalques diferenciais, obstrução da drenagem superficial, erosões laminares ou ravinamento, vazões excessivas, deformações ou subsidência do terreno, bem como todos os outros pontos descritos no manual de operação de cada estrutura.

As inspeções de campo são realizadas pelos engenheiros e técnicos da equipe de Geotecnia e Hidrogeologia, compreendendo todas as estruturas geotécnicas da SAMARCO, conforme orientação dos manuais de operação específicos.

As anomalias verificadas durante as inspeções são registradas em campo e posteriormente avaliadas pela equipe de Geotecnia da Gerência de Geotecnia. Caso a anomalia registrada represente uma situação de risco, é conduzida uma avaliação técnica, para definição do nível de acionamento dentro do PAEBM. As anomalias que não demandam acionamento do plano são gerenciadas, conforme procedimentos internos.

Os resultados das inspeções ficam armazenados em sistemas específicos sob gestão dos Geotécnicos responsáveis.

Gestão de Dados

Os sistemas de gerenciamento são fundamentais para a segurança e integridade de todo o processo de aquisição de dados. Tais sistemas apresentam rastreabilidade de todo o processo de entrada, utilização, alteração e disponibilização de dados, com registro e níveis de permissão de acesso dos usuários, definição de papéis e responsabilidades. Os dados devem ser armazenados de forma organizada e funcional e com ferramentas de validação e consistência atribuídas por parâmetros auditáveis, permitindo acesso às informações nos diversos estágios de tomadas de decisões, com visualização otimizada, contextualizada e personalizada.

Atualmente o CMI integra os dados da instrumentação no software SHMS (Figura 15.5) como banco de dados principal, além de outros softwares específicos de alguns instrumentos, criando uma interação dinâmica entre vários instrumentos de controle geotécnico. Os dados das inspeções são armazenados no software GeoInspector (Figura 15.6), ambos desenvolvidos pela Intelltech para a necessidade específica da SAMARCO.

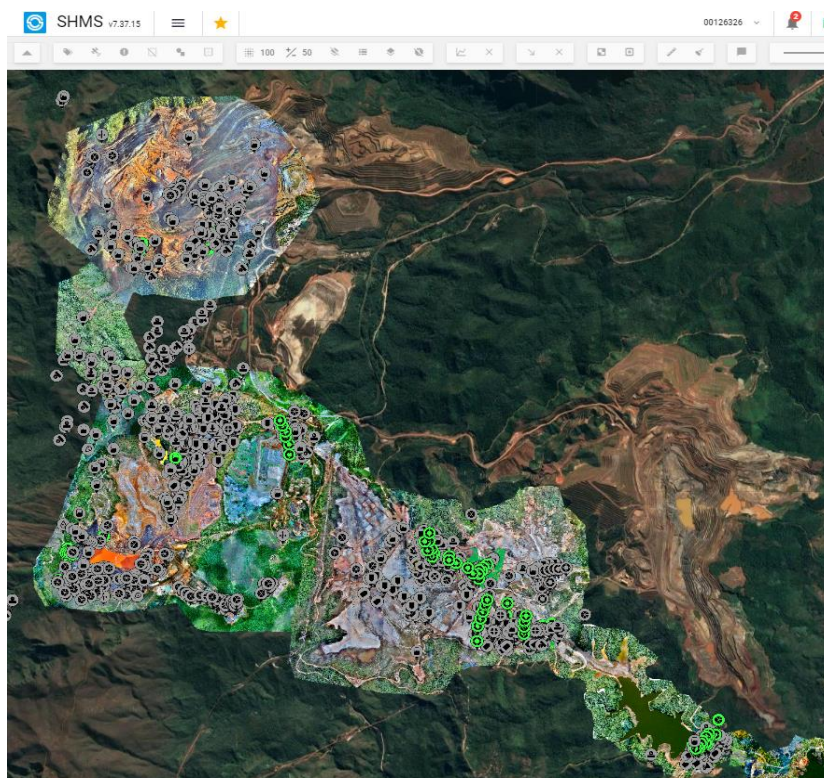


Figura 15.5 – Tela de monitoramento 2D do software SHMS.

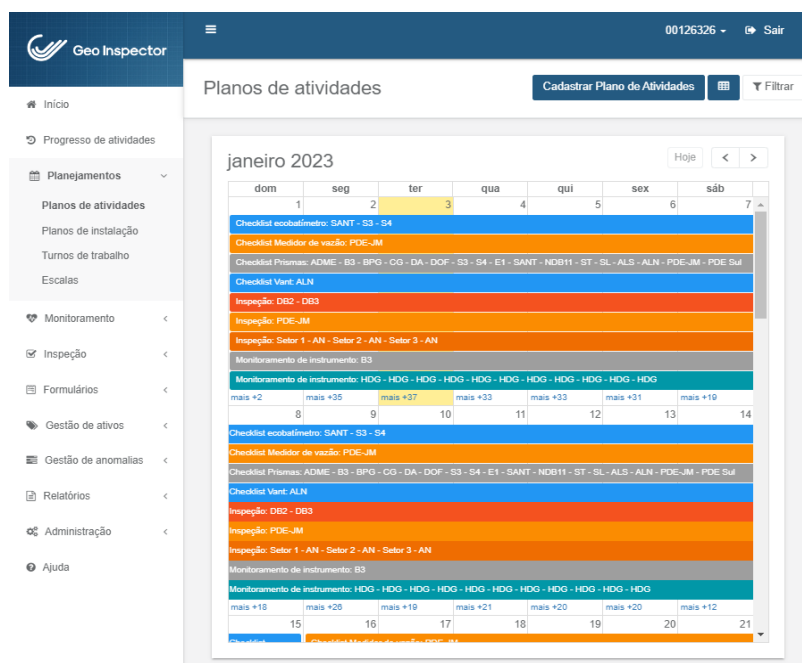


Figura 15.6 – Tela de planejamento das atividades no software GeoInspector.

Processos e procedimentos de report dos resultados

Os dados do monitoramento tanto manuais quanto automatizados que são integrados no software SHMS são acompanhados em tempo real pela equipe da sala de controle. Para isso, foram criados para cada grupo e tipo de instrumento, alarmes operacionais e de níveis de controle. Além disso, foram criados *templates* para cada estrutura (Figura 15.7), para avaliação rápida e individualizada da condição de cada uma. Através da análise dos *templates* e das notificações geradas pelo sistema é possível avaliar problemas como falta de coleta de dados, problemas de alimentação, atingimento de um nível de controle ou variações em leituras consecutivas acima do esperado.

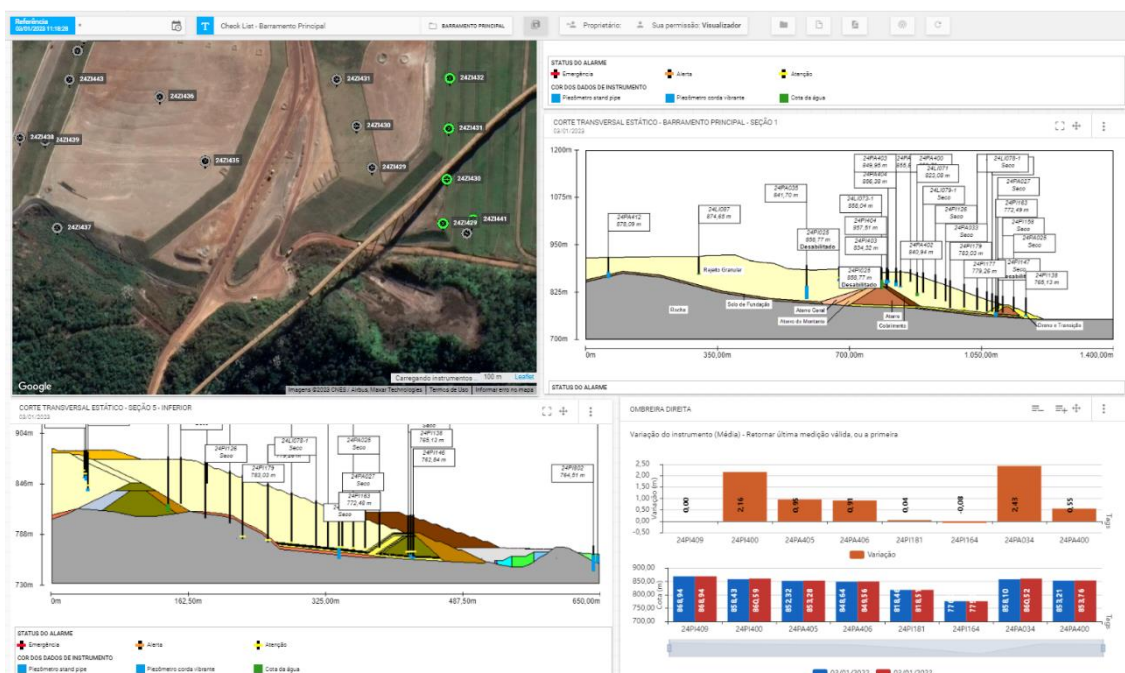


Figura 15.7 – Exemplo de *template*.

Com essa análise, são gerados os *reports* diários, semanais e quinzenais, de acordo com o que foi definido para cada tipo de report. Os *reports* são enviados via e-mail para os envolvidos e são armazenados em pasta específica no *sharepoint*, onde podem ser consultados sempre que necessário.

Foi definido como padrão ideal para *report* dos resultados o modelo de *One Page Report*. Sendo assim, a informação sobre todos os sensores instalados é repassada de forma rápida e visual. A Figura 15.8, a seguir, exemplifica um *report* diário da Mina de Germano.

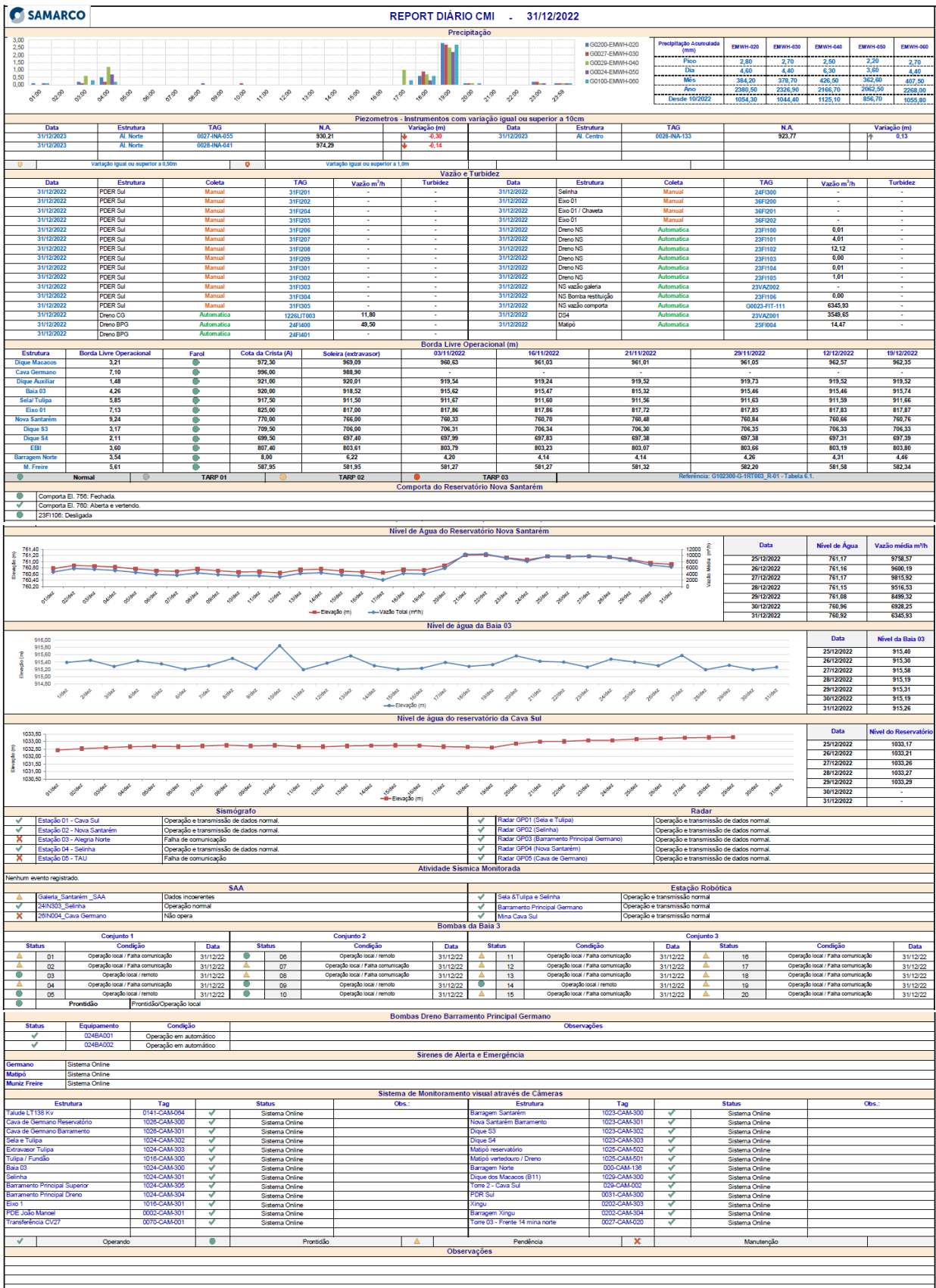


Figura 15.8 – Exemplo de report diário.

16 REGISTROS DOS TREINAMENTOS DO PAEBM

Os registros dos treinamentos são gerenciados pelo Saber SAMARCO, e estão inseridos no PSB da estrutura e reproduzidos no ANEXO D – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAEBM, deste PAEBM.

17 RELAÇÃO DAS AUTORIDADES COMPETENTES QUE RECEBERAM O PAEBM E OS RESPECTIVOS PROTOCOLOS

Conforme a Resolução ANM nº 95 (Art. 35 sem alterações da Resolução ANM Nº 130): *devem ser entregues cópias físicas atualizadas do PAEBM para os órgãos de proteção e defesa civil dos municípios inseridos no mapa de inundação ou, na inexistência destes órgãos, na prefeitura municipal.*

§ 1º *Os respectivos protocolos de recebimento devem ser inseridos no PAEBM.*

A Lei Estadual Ordinária nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, expressa que o PAEBM também deve estar disponível no empreendimento, no órgão ambiental competente e nas prefeituras dos municípios situados na área a jusante da barragem, conforme Capítulo 1 deste PAEBM. O controle de entrega é realizado a partir de atas de reunião, cujas evidências são dispostas no PSB da estrutura e no ANEXO C – AUTORIDADES PÚBLICAS QUE RECEBERAM O PAEBM, deste PAEBM.

Além das autoridades públicas, cópias físicas deste documento devem estar disponíveis:

- No Centro de Monitoramento e Inspeções da SAMARCO (CMI);
- No escritório da Geotecnia;
- No escritório Central.

18 RELATÓRIO DE CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE (RCCA)

O Item 18 (não alterado na Resolução ANM Nº 130) do Anexo II - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança da Barragem (Resolução ANM nº 95) determina que o PAEBM deve conter o *Relatório de Causas e Consequências do Acidente (RCCA)*, *contendo, no mínimo:*

- a) *Descrição detalhada do evento e possíveis causas;*
- b) *Relatório fotográfico;*
- c) *Descrição das ações realizadas durante o acidente;*
- d) *Em caso de ruptura, a identificação das áreas afetadas;*
- e) *Consequências do evento, inclusive danos materiais, à vida e à propriedade;*
- f) *Proposições de melhorias para revisão do PAEBM;*
- g) *Manifestação de ciência e concordância por parte do empreendedor, no caso de pessoa física, ou do titular do cargo de maior hierarquia na estrutura da pessoa jurídica, sobre o relatório e suas recomendações.*

Entende-se que este item se aplica apenas para os casos em que tenha havido registro de acidente na estrutura. Até a presente data não houve nenhum acidente nem anomalia que levasse ao acionamento do nível de emergência 3 do PAEBM da Cava de Germano, portanto, não há relatórios de causas e consequências.

19 DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA

Até a presente data não foi verificada nenhuma anomalia que levasse ao acionamento do PAEBM da Cava de Germano, portanto não existem declarações de encerramento a serem citadas neste documento.

20 RELATÓRIO DE CONFORMIDADE E OPERACIONALIDADE DO PAEBM (RCO)

O Item 20 do Anexo II - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança da Barragem da Resolução ANM nº 95/2022⁸ determina que o PAEBM deve ser apresentado com o respectivo Relatório de Conformidade e Operacionalidade – RCO.

A RCO deverá ser elaborada anualmente e seguir os requisitos da Resolução ANM nº 95/2022, descritos na Seção V – da Avaliação de Conformidade e Operacionalidade do PAEBM. O RCO do PAEBM da Cava de Germano pode ser observado no ANEXO F –

⁸ Alterada pelas resoluções ANM nº130/2023 e nº175/2024.

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE E OPERACIONALIDADE DO PAEBM (RCO),
deste PAEBM.

21 ATUALIZAÇÃO E REVISÃO DO PAEBM

Conforme o Art. 36 da Resolução 95, o *PAEBM deve ser atualizado, sob responsabilidade do empreendedor, sempre que houver alguma mudança nos meios e recursos disponíveis para serem utilizados em situação de emergência, bem como no que se refere à verificação e à atualização dos contatos e telefones constantes no fluxograma de notificações ou quando houver mudanças nos cenários de emergência.*

As atualizações, após concluídas, serão devidamente anotadas e assinadas em folha de controle de alteração e divulgadas para todos os órgãos que receberam e possam vir a utilizar o PAEBM.

Sem prejuízo de estar sempre atualizado, o PAEBM deverá ser revisado nas situações descritas os incisos do Art. 37 da Resolução ANM nº 95/2022, o que *implica reavaliação das ocupações a jusante e dos possíveis impactos a ela associado, assim como atualização do mapa de inundação (Parágrafo único).*

22 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste documento foi apresentado o Plano de Ação de Emergência de Barragem de Mineração (PAEBM) para a Cava de Germano. Destaca-se que o objetivo do PAEBM é orientar o salvamento e reduzir o risco de perdas de vidas humanas decorrentes da inundação na hipótese de ruptura de barragens. Para tanto, o PAEBM estabelece uma organização prévia para que as ações emergenciais sejam adequadas e prontamente acionadas, em caso de ocorrências de situações adversas que exponham a estrutura a riscos de falha.

Este plano está embasado e limitado aos dados, informações técnicas e aos resultados do atual estudo de ruptura hipotética, nº G102693-G-1RT001, desenvolvido e elaborado pela Walm em 2024.

A SAMARCO poderá fazer tantas cópias quantas quiser deste plano para as partes que estiverem envolvidas em trabalhos especificamente referentes ao assunto deste documento. Os meios eletrônicos são suscetíveis a modificações não autorizadas, a deterioração e a incompatibilidade. Portanto, nenhuma parte poderá confiar exclusivamente nas versões eletrônicas deste plano.

Qualquer situação adversa será imediatamente comunicada ao Coordenador do PAEBM, que juntamente com o responsável legal pelo empreendimento, classificará o risco e acionará o fluxo de comunicação, conforme a gravidade da situação.

Cabe destacar que questões referentes aos procedimentos preventivos, responsáveis pela integridade física da estrutura, são tratados no Plano de Segurança da Barragem, inspeções regulares pela Equipe de Segurança de Operação da Barragem da SAMARCO e nas Auditorias existentes.

Treinamentos específicos para as pessoas com função de comando ou supervisão serão realizados com o objetivo de aprimorar sua capacidade de tomada de decisão perante situações de pressão e o relacionamento com as equipes e pessoas sob a sua responsabilidade direta, com superiores hierárquicos e também com representantes das autoridades, do público e de outras entidades (ONG, imprensa etc.).

23 QUALIFICAÇÃO DA EMPRESA E DA EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PAEBM

A WALM BH ENGENHARIA, empresa responsável pela atual revisão do Plano de Ação de Emergência para Barragem de Mineração (PAEBM) da Cava de Germano e respectivos mapas, possui equipe multidisciplinar com conhecimento para atuação em diversas áreas da barragem de mineração, em conformidade com o que determina o Art. 59 da Resolução ANM nº 95/2022, sendo que, o artigo em questão não possui alterações relacionadas com as Resoluções ANM nº 130/2023 e nº 175/2024.

As informações de contato da WALM foram apresentadas no ANEXO A – LISTA DE CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS, deste PAEBM.

Tabela 23.1 – Equipe técnica da WALM BH ENGENHARIA envolvida na elaboração deste documento.

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	REGISTRO PROFISSIONAL	ÁREA/ ATUAÇÃO
Alinne Mizukawa	Engenheira Ambiental	MG20242826552	Coordenadora do projeto
Amanda de Moraes Motta	Engenheira Ambiental	335880	Elaboração do relatório
Eliane Voll	Geóloga	MG93906D	Análise espacial e Geoprocessamento
Clara Yumi de Moraes	Geógrafa	-	Análise espacial e Geoprocessamento
Fernanda Araujo da Silva	Geógrafa	-	Análise espacial e Geoprocessamento
Gláuber Pontes Rodrigues	Engenheiro Agrônomo	062161295-2	Elaboração do relatório
Isabella Ramalho	Engenheira de Planejamento	-	Planejamento
Túlio Assad	Geógrafo	-	Análise espacial e Geoprocessamento

24 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. Resolução Nº 95, de 07 de fevereiro de 2022: Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração. – Brasília: ANM, 2022.

_____. Resolução Nº 130, de 24 de fevereiro de 2023: Altera a Resolução ANM nº 95, de 7 de fevereiro de 2022, e dá outras providências. – Brasília: ANM, 2023.

_____. Resolução Nº 142, de 16 de outubro de 2023: Dispõe sobre a padronização dos dados geográficos informados nos documentos técnicos apresentados à Agência Nacional de Mineração - ANM ou produzidos no âmbito dessa Autarquia. – Brasília: ANM, 2023.

_____. Resolução Nº 175, de 01 de Agosto de 2024: Altera a Resolução ANM nº 95, de 7 de fevereiro de 2022, que consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração. – Brasília: ANM, 2024.

_____. **Manual de Entrega da Mancha de Inundação.** 1 ed. Fevereiro de 2024.

BRASIL. Lei n. 12.334, de 10 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Brasília, 2010.

_____, 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).

_____. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora Nº 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017. Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração e estabelece os detalhamentos do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração. 2017.

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY – FEMA. **Federal Guidelines for Inundation Mapping of Flood Risks Associated with Dam Incidents and Failures.** 1ed. julho, 2013.

GABINETE MILITAR DO GOVERNADOR DO ESTADO DE MG – GMG/COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL – CEDEC. Ofício Circular 02, de 26 de junho de 2019.

HYDRONIA. **RiverFlow2D, Two-Dimensional River Dynamics Model. Reference Manual.** Pembroke Pines, Hydronia, LLC, 2016, 236p.

JULIEN, P.Y. **Erosion and Sedimentation.** New York, Cambridge University Press, 2ed., 2010, 371p.

JULIEN, P.Y.; O'BRIEN. J.S. Selected notes on debris flow dynamics. *In: Recent Developments on Debris Flows*. Springer, p. 144-162, 1997.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº62, de 17 de dezembro de 2002. Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, resíduos e reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do>>. Acesso em: 15 de jan. 2020.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº87, de 17 de junho de 2005. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, resíduos e reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do>>. Acesso em: 15 de jan. 2020.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº124, de 09 de outubro de 2008. Complementa a Deliberação Normativa COPAM No 87, de 06/09/2005, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do>>. Acesso em: 15 de jan. 2020.

MINAS GERAIS. Coordenadoria estadual de defesa civil/gabinete militar do governador (CEDEC/GMG). OFÍCIO CIRCULAR nº 02/2012.

MINAS GERAIS. COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL/GABINETE MILITAR DO GOVERNADOR (CEDEC/GMG). Plano de Segurança para as comunidades próximas a barragens de mineração. 2019.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019. Institui a política estadual de segurança de barragens. Diário Oficial de Minas Gerais 2019; 26 fev.

MINAS GERAIS. Coordenadoria estadual de defesa civil/gabinete militar do governador (CEDEC/GMG). INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 01/2021.

MINAS GERAIS. Gabinete Militar do Governador. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Resolução GMG N° 83, de 16 de abril de 2024: Estabelece os requisitos mínimos necessários para elaboração, análise e aprovação da Segunda Seção do Plano de Ação de Emergência, concernentes à competência do órgão Estadual de Proteção e Defesa Civil, expressa no Decreto Estadual n. 48.078, de 05 de novembro de 2020. – Belo Horizonte: GMG, 2024.

MURILLO, J., GARCÍA-NAVARRO, P., BURGUETE, J. Wave Riemann description of friction terms in unsteady shallow flows: Application to water and mud/debris floods, **Journal of Computational Physics**, v.231, p.1963–2001, 2012.

NATIONAL INVENTORY OF DAMS (NID). Emergency Action Plan (EAP) Rock Creek Watershed, Dam N°.

O'BRIEN, J. S., JULIEN, P.Y. Physical properties and mechanics of hyperconcentrated sediment flows. In: Specialty conference - delineation of landslide, flash flood and debris flow hazards in Utah, 1984, Logan. **Anais...** Utah State University, 1985. p. 260-279.

RIBEIRO, V. Q. F. **Proposta de metodologia para avaliação dos efeitos de rupturas de estruturas de disposição de rejeitos**. 2015. 267 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

RICO, M.; BENITO, G.; DíEZ-HERRERO, Floods from tailings dam failures. **Journal of Hazardous Materials**, v. 154, p. 79-87, 2007.

WALM BH ENGENHARIA. **Estudo de ruptura hipotética da Cava de Germano**, Relatório G102693-G-1RT001, 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE A - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

Página 1/2


Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG
ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232621083
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais
INICIAL

1. Responsável Técnico

ANA PAULA PARENTI VIANNA

Título profissional: **ENGENHEIRA CIVIL**

RNP: **1403637997**

Registro: **0400000056580MG**

Empresa contratada: **WALM BH ENGENHARIA LTDA**

Registro Nacional: **0000057997-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SAMARCO MINERACAO S.A.**

CPF/CNPJ: **16.628.281/0003-23**
RODOVIA MG-116,5

Nº: **S/N**

Complemento: **Mina do Germano**

Bairro: **Zona Rural**

Cidade: **MARIANA**

UF: **MG**

CEP: **35420000**

Contrato: **WBH 062-23-PT-007-Rev 1**

Celebrado em: **28/11/2023**

Valor: **R\$ 60.641,62**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA MG-116,5

Nº: **S/N**

Complemento: **Mina do Germano**

Bairro: **Zona Rural**

Cidade: **MARIANA**

UF: **MG**

CEP: **35420000**

Data de Início: **01/12/2023**

Previsão de término: **31/03/2024**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **OUTROS**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **SAMARCO MINERACAO S.A.**

CPF/CNPJ: **16.628.281/0003-23**

4. Atividade Técnica

10 - Coordenação

Quantidade

Unidade

40 - Estudo > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > BARRAGENS E DIQUES > DE BARRAGENS > #5.2.1.2 - DE TERRA

3,00

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

WBH 062-23-PT-007-Rev 1 - ADEQUAÇÃO DE ESTUDOS DE DAMBREAK E PAEBM PARA BARRAGEM DO GERMANO E PAEBM PARA BARRAGEM DE GERMANO, CAVA DE GERMANO E EIXO 1.

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/legislacao/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente de que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

ANA PAULA PARENTI VIANNA - CPF: 740.201.616-15

Local

data

SAMARCO MINERACAO S.A. - CNPJ: 16.628.281/0003-23

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 5466B
Impresso em: 22/12/2023 às 10:25:38 por: , ip: 45.164.7.94

www.crea-mg.org.br
Tel: 0800 031 2732

atendimento@crea-mg.org.br
Fax:






Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG**ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232621083****Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais**

INICIAL

Valor da ART: **R\$ 254,59**Registrada em: **21/12/2023**Valor pago: **R\$ 254,59**Nosso Número: **8603408456**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 5466B
Impresso em: 22/12/2023 às 10:25:38 por: , ip: 45.164.7.94

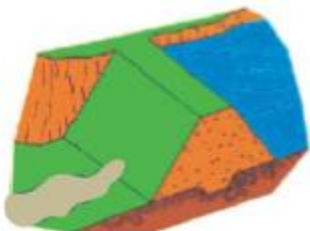
www.crea-mg.org.br
Tel: 0800 031 2732

atendimento@crea-mg.org.br
Fax:



APÊNDICE B – FICHAS DE EMERGÊNCIA

Fichas de emergência – NÍVEL DE EMERGÊNCIA 1 – (NE-1)

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 1
	NÍVEL DE EMERGÊNCIA	NE-1
	MODO DE FALHA	EROSÃO INTERNA
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Surgência nas áreas de jusante, com ou sem carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.		
CROQUIS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
	- Ocorrência de erosões no maciço. - Ruptura parcial ou global dos taludes.	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
- Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-1. - Inspecionar 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. - Comunicar à equipe de engenharia da SAMARCO e ao projetista da estrutura para avaliação da situação encontrada. - Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência. - Caso o problema evolua e/ou a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 2 e para a Ficha de Emergência nº 7.		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura e avaliação da instrumentação	

RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		Materiais de construção; equipamentos de medição de vazão; equipamentos de terraplenagem
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 2
	NÍVEL DE EMERGÊNCIA	NE-1
	MODO DE FALHA	INSTABILIZAÇÃO
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.		
CROQUIS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
		1. Diminuição da resistência do maciço. 2. Diminuição do Fator de Segurança. 3. Redução da seção transversal e instabilização do maciço. 4. Evolução para ruptura do barramento, se não tratado adequadamente.
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
1. Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-1. 2. Inspecionar cuidadosamente o local onde se observaram trincas, deformações ou recalques, registrar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. 3. Avaliação pelo Engenheiro Geotécnico e/ou equipe responsável pela barragem, para identificar a causa do problema e subsidiar a tomada de decisão sobre qual a metodologia utilizar para solucioná-lo. 3.1. Caso se verifique a ocorrência de trincas, realizar correção da trinca de modo eficiente utilizando técnicas de construção adequadas, conforme orientação da equipe de segurança da barragem (sellar trinca contra infiltração e escoamento superficial). 3.2. Se for constatada deformações e recalques realizar os reparos e/ou correção da geometria utilizando técnicas de construção e materiais adequados, conforme orientação da Equipe de Segurança. 4. Comunicar à equipe de engenharia da SAMARCO e ao projetista da estrutura para avaliação da situação encontrada. 5. Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência. 6. Caso o problema evolua e/ou a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 2 e para a Ficha de Emergência nº 8.		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura e avaliação da instrumentação

RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		Materiais de construção e equipamentos de terraplenagem
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 3
	NÍVEL DE EMERGÊNCIA	NE-1
	MODO DE FALHA	INSTABILIZAÇÃO
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.		
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS		
1. Diminuição da resistência do maciço. 2. Diminuição do Fator de Segurança. 3. Redução da seção transversal e instabilização do maciço. 4. Evolução para ruptura do barramento.		
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
1. Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-1. 2. Realizar inspeção cuidadosa pelo Engenheiro Geotécnico e/ou equipe responsável pela barragem, para identificar a causa do problema e subsidiar a tomada de decisão sobre qual a metodologia utilizar para solucioná-lo. 3. Caso se verifique a ocorrência de sulcos profundos de erosão: 3.1. Realizar reparo da erosão utilizando técnicas de construção e materiais adequados, conforme orientação do Engenheiro Geotécnico e/ou equipe responsável e registrar a localização, extensão e profundidade. 3.2. Verificar as condições do sistema de drenagem superficial e, se necessário, prosseguir com a manutenção do mesmo, de modo a garantir a eficiência deste sistema. 3.3. Recompôr a proteção superficial (rip-rap, grama, etc.) do talude, para proteção contra ocorrência de novos processos erosivos. 4. Caso se verifique a ocorrência de depressões (abatimentos) e escorregamentos: 4.1. Proceder a recuperação do trecho escorregado ou abatido através da recomposição do material e de sua proteção vegetal, utilizando técnicas de construção adequadas. 4.2. Registrar a localização, extensão e o deslocamento do escorregamento. 4.3. Verificar se a instrumentação está registrando níveis dentro dos limites aceitáveis de segurança. 5. Comunicar à equipe de engenharia da SAMARCO e ao projetista da estrutura para avaliação da situação encontrada. 6. Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência. 7. Caso o problema evolua e/ou a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 2 e para a Ficha de Emergência nº 8.		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura e avaliação da instrumentação

RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS

Materiais de construção e equipamentos de terraplenagem


FICHA DE EMERGÊNCIA
Nº 4
NÍVEL DE EMERGÊNCIA
NE-1
MODO DE FALHA
INSTABILIZAÇÃO
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

No caso em que pelo menos uma das seções transversais monitoradas por instrumentos (PZ's, INA's, Inclínômetros, Radar, etc.) instalados em cotas distintas atingirem o nível de atenção, a ser definido pela projetista, para condições drenadas e não drenadas.

CROQUIS DA ANOMALIA
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS


1. Diminuição da resistência do maciço.
2. Diminuição do Fator de Segurança.
3. Redução da seção transversal e instabilização do maciço.
4. Evolução para ruptura do barramento, se não tratado adequadamente.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)

1. Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-1.
2. Inspecionar cuidadosamente a estrutura com intuito de verificar qualquer anomalia que possa comprometer a segurança da barragem.
3. Avaliar toda instrumentação geotécnica e com intuito de identificar qualquer anomalia que possa comprometer a segurança da barragem.
4. Comunicar à equipe de engenharia da SAMARCO e ao projetista da estrutura para avaliação da situação encontrada.
5. Caso seja necessário, implementar a solução proposta pela empresa projetista para adequação da condição de segurança da barragem.
6. Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência.
7. Caso o problema evolua e/ou a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 2 e para a Ficha de Emergência nº 9.

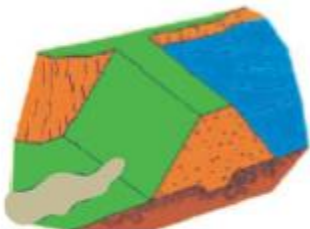
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO

Inspeções periódicas / Análise visual /
Leitura e avaliação da instrumentação

RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS

Materiais de construção e equipamentos de terraplenagem

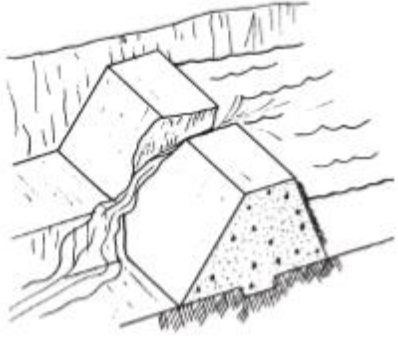
Fichas de emergência – NÍVEL DE EMERGÊNCIA 2– (NE-2)

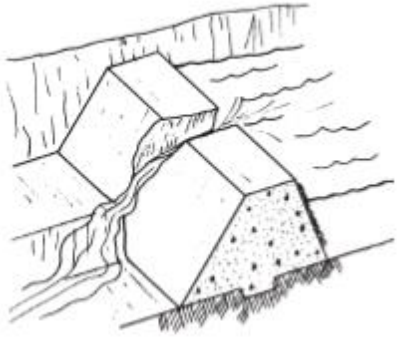
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 5
	NÍVEL DE EMERGÊNCIA	NE-2
	MODO DE FALHA	EROSÃO INTERNA
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Quando o resultado das ações adotadas na anomalia durante o NÍVEL 1 for classificado como “ não controlado ”.		
CROQUIS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
	1. Erosões no maciço. 2. Diminuição do fator de segurança. 3. Instabilidade parcial ou global dos taludes. 4. Possibilidade de ruptura da barragem, caso as ações mitigadoras adequadas não sejam tomadas.	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
1. Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2. 2. Avaliar a gravidade da situação. 3. Avaliar tecnicamente a <u>opção</u> de realizar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do mesmo). 4. Avaliar tecnicamente a <u>opção</u> de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório. 5. Monitorar a ocorrência. 6. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura. 7. Caso o problema evolua e/ou a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 3.		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura de instrumentação
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		Materiais de construção; equipamentos de medição de vazão; equipamentos de terraplenagem
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 6

	NÍVEL DE EMERGÊNCIA	NE-2
	MODO DE FALHA	INSTABILIZAÇÃO
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
As ações adotadas no NE-1 não foram efetivas e, portanto, <u>a anomalia não foi extinta ou controlada.</u>		
CROQUIS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
	1. Instabilidade parcial do maciço. 2. Diminuição do fator de segurança. 3. Possibilidade de ruptura da barragem.	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
1. Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2. 2. Avaliar a gravidade da situação. 3. Avaliar tecnicamente a opção de se providenciar o rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas para auxiliar no esvaziamento do reservatório). 4. Avaliar tecnicamente a opção de implantar sistema de extravasão adicional, para esvaziar mais rapidamente o reservatório. 5. Monitorar a ocorrência. 6. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura. 7. Caso o problema evolua e/ou a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 3.		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura e avaliação da instrumentação
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		Materiais de construção e equipamentos de terraplenagem
	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 7
	NÍVEL DE EMERGÊNCIA	NE-2

	MODO DE FALHA	INSTABILIZAÇÃO
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
No caso em que pelo menos uma das seções transversais monitoradas por instrumentos (PZ's, INA's, Inclinômetros, Radar, etc.) instalados em cotas distintas atingirem o nível de alerta, a ser definido pela projetista, para condições drenadas e não drenadas.		
CROQUIS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
	1. Diminuição da resistência do maciço. 2. Diminuição do Fator de Segurança. 3. Redução da seção transversal e instabilização do maciço. 4. Evolução para ruptura do barramento, se não tratado adequadamente.	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
1. Implementar fluxo de notificação interno e externo para NE-2. 2. Inspecionar cuidadosamente a estrutura com intuito de verificar qualquer anomalia que possa comprometer a segurança da barragem. 3. Avaliar toda instrumentação geotécnica e com intuito de identificar qualquer anomalia que possa comprometer a segurança da barragem. 4. Comunicar <u>urgentemente</u> à equipe de engenharia da SAMARCO e ao projetista da estrutura para avaliação da situação encontrada. 5. Caso seja necessário, implementar a solução proposta pela empresa projetista para adequação da condição de segurança da barragem. 6. Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência. 7. Caso o problema evolua e/ou a solução apresentada não seja eficaz deve-se passar para a implementação do fluxo de notificação externo do Nível de Emergência 3.		
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeções periódicas / Análise visual / Leitura e avaliação da instrumentação	
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS	Materiais de construção e equipamentos de terraplenagem	

Fichas de emergência – NÍVEL DE EMERGÊNCIA 3– (NE-3)

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 8
	NÍVEL DE EMERGÊNCIA	NE-3
	MODO DE FALHA	EROSÃO INTERNA
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Percolação não controlada do maciço com carreamento de grande volume de sólido e aumento acelerado de vazão, levando a desestabilização do maciço.		
CROQUIS DA ANOMALIA	POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS	
	- 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/ rejeitos 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 MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
- 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: Durante a ocorrência: - 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: - Executar recuperação das áreas atingidas: diagnosticar e indicar tratamentos. - Remover sedimentos/ rejeitos transportados. - Realizar Estudo Ambiental na área impactada. - Remover material do leito do curso de água. - Recuperar locais atingidos.		

	FICHA DE EMERGÊNCIA	Nº 9
	NÍVEL DE EMERGÊNCIA	NE-3
	MODO DE FALHA	INSTABILIZAÇÃO
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA		
Instabilização em evolução e desenvolvimento da brecha de ruptura. A ruptura é iminente ou está ocorrendo. <i>(Levando em consideração a boa prática da engenharia geotécnica, a Potamos recomenda adotar fator de segurança menor ou igual a 1,1, no mínimo, para acionamento do Nível 3 do PAEBM nas condições drenadas e não drenadas. No caso da instabilização por liquefação o fator de segurança deve ser referente à condição de resistência residual)</i>		
CROQUIS DA ANOMALIA		POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS
		1. Impactos em APP – Área de Preservação Permanente nas faixas marginais ao leito dos cursos de água. 2. Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica. 3. Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante, com danos a benfeitorias e aos moradores. 4. Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes. 5. Assoreamento dos cursos de água a jusante da barragem com deposição de sedimentos no leito do rio a jusante e possível alteração da calha principal dos rios em alguns trechos. 6. 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 MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL)		
1. REALIZAR IMEDIATAMENTE ALERTA NA REGIÃO DE AUTOSSALVAMENTO. 2. Implementar fluxo de notificação externo NE-3. 3. Iniciar ações de gestão de crise com planos específicos de resposta, tais como: Durante a ocorrência: 4. Providenciar a construção de estruturas de contenção temporárias a jusante da barragem para barrar a continuidade de fluxo de material. 5. Providenciar o rebaixamento do reservatório. Após a ocorrência: 6. Executar recuperação das áreas atingidas: diagnosticar e indicar tratamentos; 7. Remover sedimentos/ rejeitos transportados. 8. Realizar Estudo Ambiental na área impactada. 9. Remover material do leito do curso de água. 10. Recuperar locais atingidos.		

**APÊNDICE C – MAPA GERAL DE ABRANGÊNCIA DA MANCHA DE
INUNDAÇÃO**

Número SAMARCO	Descrição
G102693-D-100012	GERMANO - BARRAGENS CAVA DE GERMANO ESTUDOS DE DAM BREAK, PAEBM, PAGC, PSB APÊNDICE C - MAPA GERAL DE ABRANGÊNCIA DA MANCHA DE INUNDAÇÃO ATUALIZAÇÃO PAEBM CAVA DE GERMANO

APÊNDICE D – MAPA DE ÍNDICE DE IMPACTO (ZAS)

Número SAMARCO	Descrição
G102693-D-100023	GERMANO - BARRAGENS CAVA DE GERMANO ESTUDOS DE DAM BREAK, PAEBM, PAGC, PSB APÊNDICE D – MAPA DE ÍNDICE DE IMPACTO (ZAS) ATUALIZAÇÃO PAEBM CAVA DE GERMANO

APÊNDICE E – MAPA DE PONTOS E ESTRUTURAS SENSÍVEIS (ZAS)

Número SAMARCO	Descrição
G102693-D-100024	GERMANO - BARRAGENS CAVA DE GERMANO ESTUDOS DE DAM BREAK, PAEBM, PAGC, PSB APÊNDICE E - MAPA DE PONTOS E ESTRUTURAS SENSÍVEIS (ZAS) ATUALIZAÇÃO PAEBM CAVA DE GERMANO

ANEXOS

ANEXO A – LISTA DE CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS

ANEXO B – CARTA DE NOMEAÇÃO DO COORDENADOR DO PAEBM

ANEXO C – AUTORIDADES PÚBLICAS QUE RECEBERAM O PAEBM

ANEXO D – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAEBM

ANEXO E – PLANOS DE AÇÃO GERAL DE RESPOSTA DO PAEBM

**ANEXO F – RELATÓRIO DE CONFORMIDADE E OPERACIONALIDADE
DO PAEBM (RCO)**