



PLANO DE AÇÕES EMERGENCIAIS (PAE)

DIQUE B2

Belo Horizonte, Fevereiro de 2020

GERMANO - BARRAGENS

PILHA DE DISPOSIÇÃO DE ESTERIL JOÃO MANOEL

ESTUDOS DE DAM BREAK, PAEBM, PAGC, PSB

PLANO DE AÇÕES EMERGENCIAIS (PAE) – DIQUE B2

RELATÓRIO TÉCNICO

R E V I S Õ E S								
	2	Aprovado	L	19/02/2020	GOLDER	GP	PM	MD
	1	Atendendo a Comentários	B	18/02/2020	GOLDER	GP	PM	MD
0	Emissão preliminar	A	28/01/2020	GOLDER	GP	PM	MD	
Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	PREP.	VERIF	APROV	LIBER.	

T.E – TIPOS DE EMISSÃO

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

Preparado Golder	Verificado Gabriela Prinz	Aprovado Paula Martins	Liberado Marcelo Diniz	Data 19/02/2020	O.S.
---------------------	------------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------	------

	Nº PROJETISTA I: RT-033_169-515-1327_02-J	Rev.: 02	PÁGINA: 2
	SAMARCO MINERAÇÃO S.A.	Nº SAMARCO: G103093-G-1RT003	

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO	5
2.0	APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS	6
3.0	DESCRIÇÃO GERAL DO DIQUE B2	6
4.0	AÇÕES DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVL	11
4.1	Lista de Contatos Internos e Externos Juntamente com o Fluxo de Comunicações que deve ser seguida em Caso de Emergência	11
4.2	Tabela com 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	18
4.3	Descrição de Sala de Controle e Monitoramento da Barragem e os Recursos Utilizados para o Monitoramento (Instrumentos Utilizados, Responsável pelo Monitoramento, horário de Funcionamento da Sala de Controle).	19
4.3.1	Inspeção	25
4.3.2	Sistema de Gerenciamento de Dados.....	26
4.4	Estratégias de Acionamento do Plano com os Órgãos Federais/Estaduais/Municipais e Comunicação de Emergência com a Comunidade	27
4.5	Fluxograma com as Ações para Acionamento do Sistema de Alerta/Alarme	29
4.6	Estudo de Cenário de Ruptura Hipotética da Barragem (Dam Break)	29
4.6.1	Trecho de Estudo da Área de Inundação	29
4.6.2	Cenários de Ruptura Hipotética (“Dam Break”)	31
4.6.3	Modelagem	31
4.6.4	Definição e considerações sobre a Zona de Autossalvamento (ZAS)	32
4.6.5	Resultados Obtidos	32
4.6.6	Danos Potenciais.....	38
4.6.7	Mancha de inundação	38
4.7	Localização do Sistema de Alerta/Alarme (Endereço e Coordenadas Geográficas) de cada Sirene 42	
4.8	Tabela com o Número de Moradias/Edificações, a Localização e o Número de Pessoas Afetadas que estão Concernidas na Mancha de Inundação	42
4.9	Lista com as Coordenadas Geográficas de cada Moradia/Edificação Situadas na ZAS, bem como Números de Pessoas Cadastradas por Imóvel.	42
4.10	Tabela com o Nome e Endereço dos Locais Previamente Mapeados Para Onde as Pessoas Residentes na ZAS serão Removidas em Caso de Evacuação de Emergência.	42
4.11	Lista Contendo a Identificação e Endereço das Pessoas com Dificuldade de Locomoção ou Necessidades Especiais. Especificar Qual a Patologia da Pessoa.	42
4.12	Mapa por Ponto 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 (tamanho mínimo a3). 42	

4.13	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).	44
4.14	Tabela com a Indicação das Rodovias Federais, Estaduais E Vias Urbanas	44
4.15	Mapa com Pontos de Bloqueio e Rotas Alternativas.....	44
4.16	Lista Contendo Número e Espécie de Animais por Residência/Propriedade Rural	45
4.17	Tabela com o Nome e o Endereço dos Locais Previamente Mapeadas para Onde os Animais serão Removidos em Caso de Evacuação de Emergência.	45
4.18	Lista Contendo a Localização (Endereço E Coordenadas Geográficas) de Sítios Arqueológicos, Edificações/ Monumentos Históricos e Locais com Acervos Históricos.....	45
4.19	Plano de Ação Geral de Resposta a ser Implementado por Nível de Alerta.....	45
4.20	Cronograma com Datas e Localidades, Onde Serão Realizados Exercícios Simulados para Capacitação do Público Interno e Externo da Empresa nos Procedimentos de Evacuação das Áreas de Risco. 53	
ANEXO I– ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART) DO PROFISSIONAL RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PAE PARA O DIQUE B2.		54
4.21	Referências Bibliográficas	55
4.21.1	Informações disponibilizadas	56
4.22	Considerações Finais	57
4.23	Declaração de Ciência do Empreendedor	58

1.0 INTRODUÇÃO

A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. (Golder) foi contratada pela Samarco Mineração S.A. (Samarco) para prestar serviço de consultoria na elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE) do dique B2. A estrutura é de propriedade da Samarco e está localizada no córrego João Manuel, afluente do rio Piracicaba, no município de Mariana, estado de Minas Gerais.

Esse PAE apresenta as ações de proteção da comunidade, fauna e patrimônio histórico em atendimento ao Ofício Circular 02-2019 GMG/CEDEC. Esse relatório contém as informações solicitadas conforme prevê Art. 31, §1º da Portaria 70.389/2017 e Art. 9, §1º da Lei 23.291/19 além das exigências já previstas na legislação vigente que dispõe este PAE.

Este documento tem como intuito identificar e compilar os principais procedimentos e ações de prevenção e correção a serem realizadas, de maneira satisfatória, frente às situações de emergência que possam ocorrer no dique B2 e em sua área de influência. O PAE é caracterizado por ser uma importante ferramenta de gestão e gerenciamento da estrutura da barragem. De acordo com a portaria 70.389/2017, o PAE 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 a verificação e a atualização dos contatos e telefones constantes no fluxograma de notificações ou quando houver mudanças nos cenários de emergência.

A elaboração deste PAE está embasada e limitada aos dados, às informações técnicas e aos resultados do estudo de ruptura hipotética do dique B2, cujos resultados estão apresentados no item 4.6 deste documento desenvolvido pela Golder em 2018 com a utilização dos documentos disponibilizados pela Samarco e listados no Item 4.21.1 deste documento. Destaca-se que futuras atualizações das informações e dos documentos técnicos citados acima, bem como alteração da condição operacional das estruturas componentes do dique B2, resultarão na elaboração deste PAE. É importante ressaltar que para definição das situações de emergência e das ações associadas neste PAE, o dique B2 está atualmente em operação.

2.0 APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS

Este PAE tem por objetivo definir os procedimentos de identificação e de classificação das anomalias, situações de alerta e de emergência que porventura venham a colocar em risco a integridade do dique B2.

Com a identificação das anomalias e/ou das situações de alerta e de emergência, é competência deste plano definir os agentes a serem notificados de tais ocorrências e o fluxo de comunicações com a finalidade de evitar um possível acidente, perdas de vidas humanas e mitigar os impactos sociais, econômicos e ambientais ocasionados no caso de uma ruptura ou um acidente.

3.0 DESCRIÇÃO GERAL DO DIQUE B2

Fundada em 1977, a Samarco é uma empresa brasileira de mineração e de beneficiamento de minério ferro, de capital fechado, controlada em partes iguais por dois acionistas: VALE S.A. e BHP Billiton. A mina e as instalações industriais de beneficiamento do minério estão localizadas na Unidade Industrial de Germano, localizada nas cidades de Mariana e Ouro Preto, em Minas Gerais. No estado do Espírito Santo, a Samarco possui quatro usinas de pelotização localizadas na Unidade Industrial de Ubu, no município de Anchieta, no estado do Espírito Santo. Estas duas unidades industriais são interligadas por três minerodutos, com quase 400 quilômetros de extensão, que transportam a polpa de minério de ferro entre os dois estados, passando por 25 municípios.

O dique B2 está localizado a oeste do distrito de Santa Rita Durão (Mariana/MG), ao sul da Mina Alegria, no córrego João Manuel, afluente do rio Piracicaba, no município de Mariana, estado de Minas Gerais. Sua coordenada aproximada é 7.768.893N / 656.970E, Fuso 23 (*datum* Sirgas 2000). O acesso a esta unidade, a partir de Belo Horizonte, se faz através das rodovias BR-040 até o trevo da Lagoa dos Ingleses, posteriormente pela BR-356 até Mariana, segue-se então pela rodovia MG-129 até a portaria principal.

Este dique foi projetado pela empresa Geoestrutural Consultoria e Projetos em 2009 com a finalidade de conter os sedimentos da Pilha de Estéril João Manoel. É uma estrutura no qual o sistema extravasor está conformado no próprio maciço sendo considerada uma estrutura gálgavel, autodrenante, constituída em enrocamento lançado e esteirado, com desnível máximo de 10,0 m, possuindo crista na elevação 921,2 m com largura de 7,8 m e comprimento aproximado de 43,0 m. Os taludes de montante e jusante possuem declividade de 1V:1,3 a 1,5H e 1V:2,5H, respectivamente.

O vertimento é realizado através de uma calha vertente em enrocamento em dimensões maiores e com seção trapezoidal implantada na região central do maciço do dique. Esse sistema extravasor é constituído de uma soleira vertente, de um canal rápido conformado no próprio maciço e de uma bacia de dissipação de energia.

O dique B2 não possui instrumentação de monitoramento instalada e a jusante encontra-se implantado o dique B3, que possui a mesma função de contenção de sedimentos.

A Figura 1 apresenta a localização do dique B2. O arranjo geral e a seção típica estão apresentados nas figuras Figura 2 e Figura 3 respectivamente.

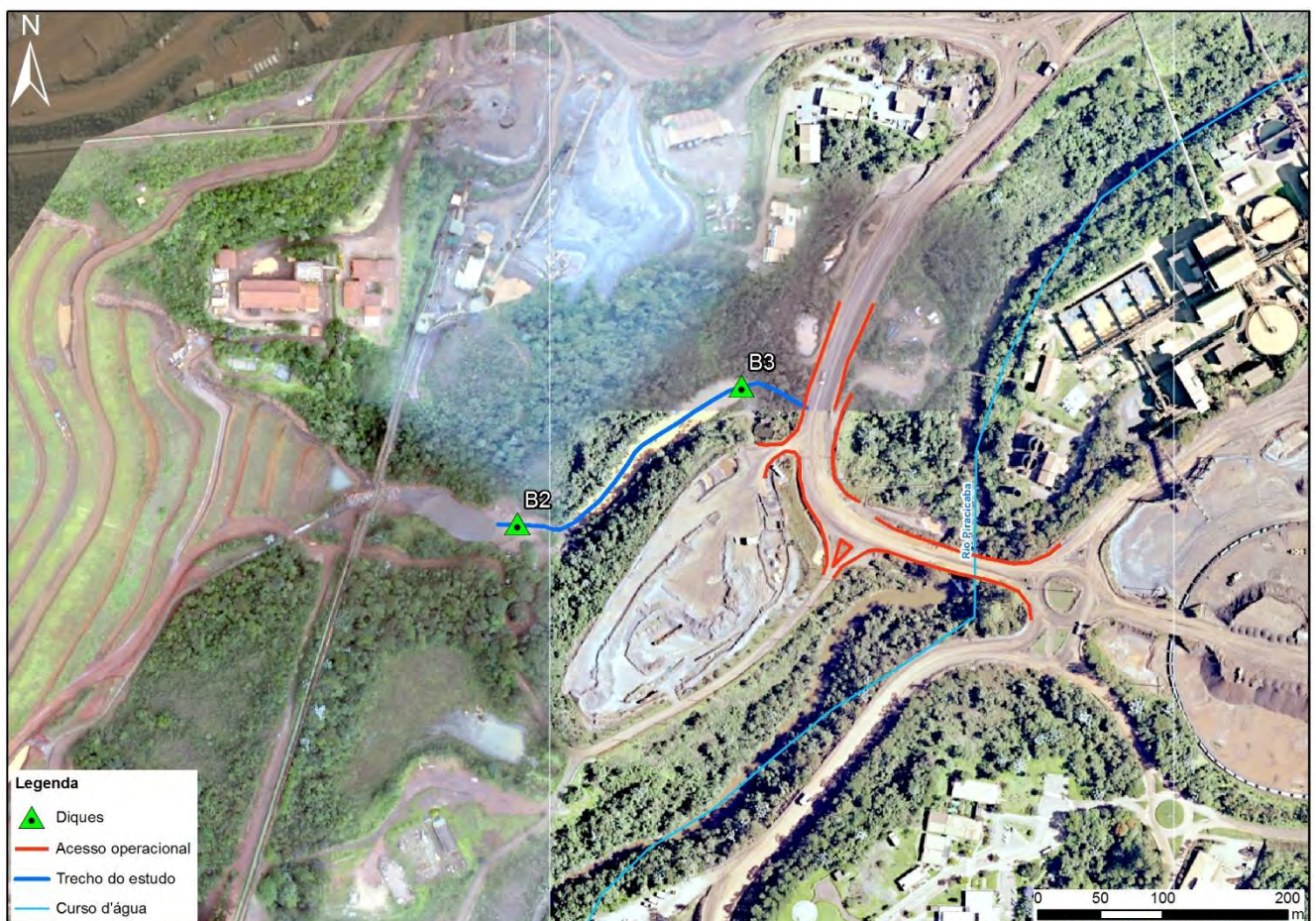


Figura 1 – Localização do dique B2 no município de Mariana.

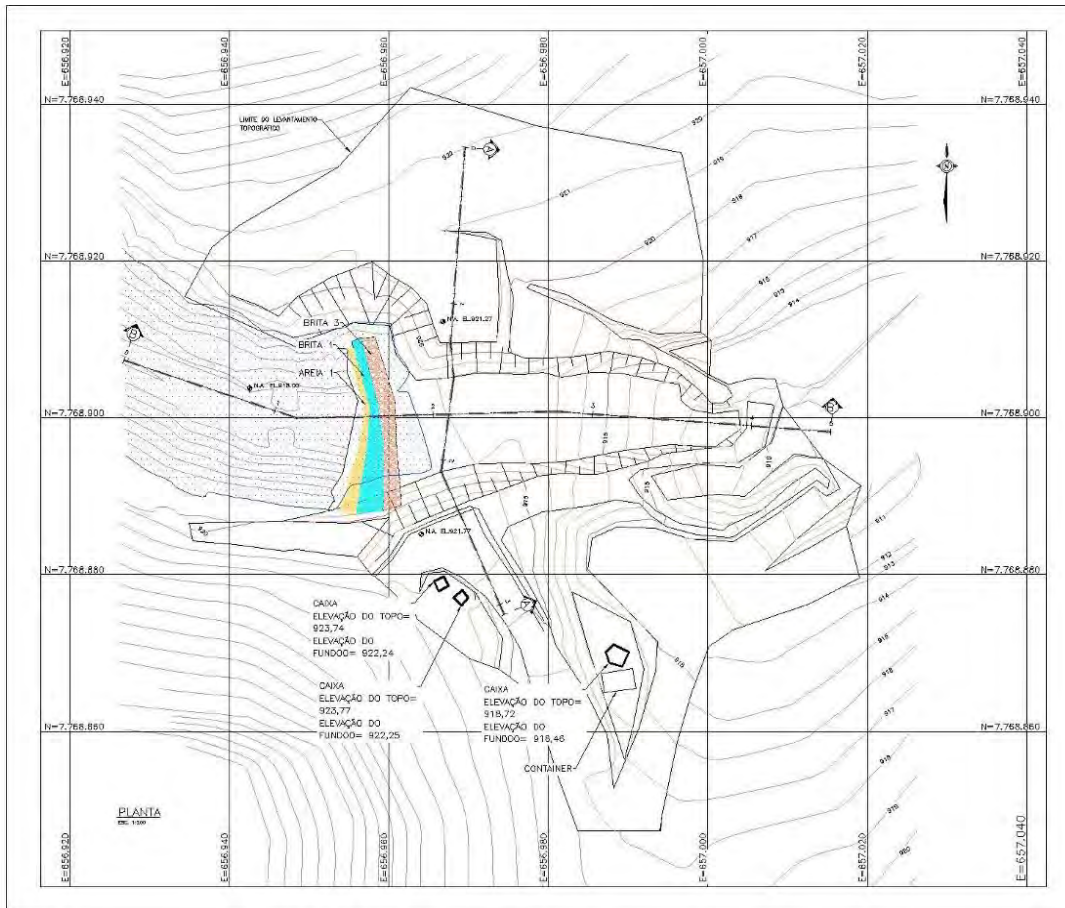


Figura 2 – Arranjo geral do dique B2 (Fonte: G103000-O-1RT008).

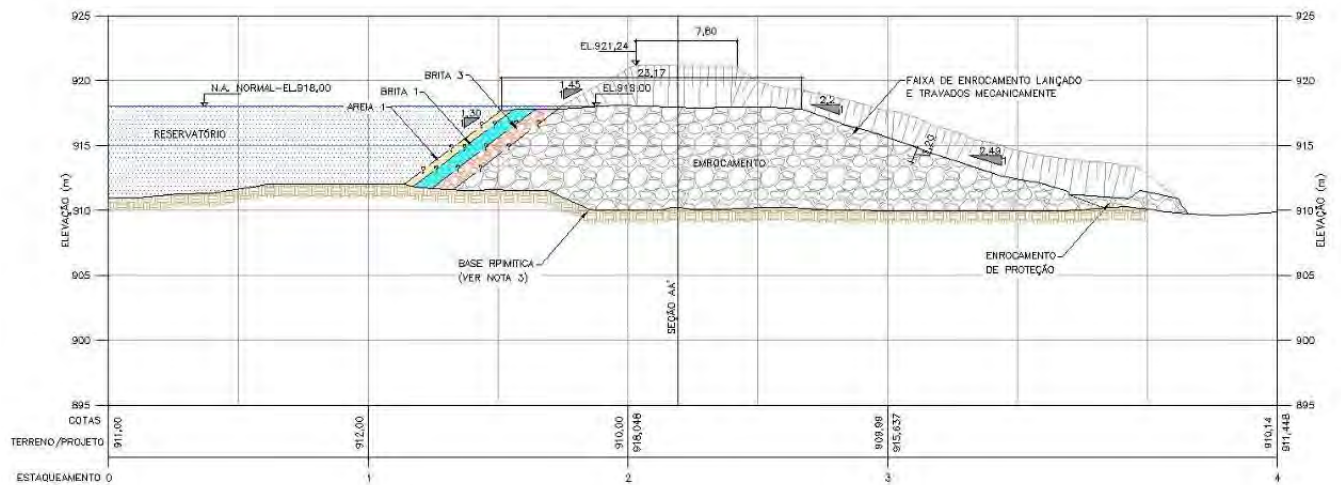


Figura 3: Seção típica do dique B2 (Fonte: G103000-O-1RT008).

As Tabela 1 e Tabela 2 a seguir apresentam as principais características do dique B2. A Figura 4, Figura 5 e Figura 6 expõem o maciço da estrutura, extravasor e o reservatório respectivamente.

Tabela 1: Dados Gerais do dique B2.

Dados Gerais	Dique B2
Representante legal	Rodrigo Alvarenga Vilela - CREA 27157/D – Crea BA
Representante técnico pela segurança do dique	Cesar Luiz Alves - CREA 80.146/D
Função Atual	Contenção de sedimentos da Pilha de Estéril João Manoel.
Empresa Projetista	Geoestrutural Consultoria e Projetos em 2009.
Etapa Construtiva Atual	Única.
Sondagens e investigações	Realizada em 2017 pela empresa Fugro
Data Conclusão	Não disponível.
Classificação do Dique (*)	Classe E
Classificação de risco (*)	Baixo
Classificação do Dano Potencial Associado (DPA) (*)	Baixo
Classificação COPAM nº 62 (dez. 2002) e nº.87 (jun. 2005) **	Classe II

* Dados coletados do documento G103000-O-1RT001.

** Dados coletados do documento G103000-O-1RT008

Tabela 2: Características estruturais do dique B2.

Dique	
Tipo de Seção	Homogênea
Elevação da crista	El. 921,2 m (manm)
Altura máxima do maciço	11,2 m
Extensão Aproximada da Coroamento	43,0 m
Largura do Coroamento	7,8 m
Inclinação do Talude de jusante	2,5H:1V
Inclinação do Talude de montante	1,3 a 1,5H:1V
Filtro Vertical (Areia)	Não possui.
Tapete Horizontal (Areia e Brita)	Não possui
Sistema Extravasor	
Seção e Material	Seção trapezoidal revestido com enrocamento conformado no maciço do dique.
Soleira	El. 918,0 m (manm)
Base*	12,0 m
Altura*	3,0 m
Comprimento	39,0 m
Comprimento da bacia de dissipação	5,0 m
Reservatório	
Área da bacia de contribuição	4.810 m ²
Área máxima do Reservatório (El. 921,2 m)	2.410 m ²
Volume máximo do reservatório (El. 918,0 m)	6.820 m ³
Volume atual da Crista (El. 921,2 m)	18.540 m ³
N.A Max. Normal	EL. 918,0 m (manm)
Vazão máxima do extravasor (TR 10.000 anos)	135 m ³ /s

*Dados coletados do documento G103090-O-1RT002



Figura 4: Vista a montante do maciço do dique B2 (Fonte: G103093-G-1RT001_R-01).



Figura 5: Vista do extravasor do dique B2 (Fonte: G103093-G-1RT001_R-01).



Figura 6: Vista do reservatório do Dique B2 de jusante para montante (Fonte: G103093-G-1RT001_R-01)

4.0 AÇÕES DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

4.1 Lista de Contatos Internos e Externos Juntamente com o Fluxo de Comunicações que deve ser seguida em Caso de Emergência

Tabela 3: Lista de contatos internos

NOME	CELULAR	TELEFONE COMERCIAL	OUTRO
REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDIMENTO			
Titular: Rodrigo Alvarenga Vilela	██████████	██████████	-
Suplente: Reuber Luiz Neves Koury	██████████	██████████	-
COORDENADOR DO PAE			
Titular: Cesar Luiz Alves	██████████████████	██████████	-
Suplente: Alexandre Gonçalves Santos	██████████	██████████	-
EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM			
GEOTECNIA			
Titular: Alexandre Gonçalves Santos	██████████	██████████	-
Suplente: Leone César Meireles	██████████	██████████	-

NOME	CELULAR	TELEFONE COMERCIAL	OUTRO
MONITORAMENTO			
Titular: João Paulo Chiste Costa	██████████	██████████	-
Suplente: Rodrigo Dos Passos Borges	██████████	██████████	
COMITÊ DE CRISE			
Titular: Carlos Antonio de Amorim Neto	██████████	██████████	-
Suplente: Claudio Siqueira Dos Santos	██████████	██████████	-
GRUPO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E OBRAS			
GEOTECNIA			
Titular: Wallace Campolina	██████████	██████████	-
Suplente: -	-	-	-
MANUTENÇÃO			
Titular: Fabiano Malta da Silva	██████████	██████████	-
Suplente: Marco Aurelio Tito De Paula	██████████	██████████	-
GRUPO DE SEGURANÇA E INFRAESTRUTURA			
SEGURANÇA DO TRABALHO			
Titular: Lindomar Martins Mesquita	██████████	██████████	-
Suplente: João Bernardes de Souza Junior	██████████	██████████	-
CENTRO DE CONTROLE DE EMERGÊNCIA (CECOM)			
Titular: Lindomar Martins Mesquita	██████████	██████████	-
Suplente: Ricardo Luiz da Costa Torres	██████████	██████████	-
SEGURANÇA PATRIMONIAL			
Titular: Winder Rodrigues Pinheiro	██████████	██████████	-
Suplente: Arley dos Santos	██████████	██████████	██████████ ██████████
SAÚDE OCUPACIONAL			
Titular: Claudio Gionardoli Teixeira	██████████	██████████	-
Suplente: Carla Cristina Veloso	██████████	██████████	-

NOME	CELULAR	TELEFONE COMERCIAL	OUTRO
RELACIONAMENTO INSTITUCIONAL			
Titular: Guilherme Louzada Vancura de Moraes	██████████	██████████	
Suplente: Marcelo Quintino dos Santos Júnior	██████████	██████████	-
MEIO AMBIENTE			
Titular: João Batista Soares Filho	██████████	██████████	██████████ ██████████
Suplente: Vinicius Loyola Lopes	██████████	██████████	-
COMUNICAÇÃO			
Titular: Flávia Jacques Drumond	██████████	██████████	-
Suplente: Verônica Braga Alvarenga Carvalho	██████████	██████████	-
AUTOMAÇÃO			
Titular: Cezar Inocencio Santiago Valadares	██████████	██████████	-
Suplente: Vinicius Vilela Wiermann	██████████	██████████	-
SUPRIMENTOS			
Titular: Jefferson de Oliveira Silva	██████████	██████████	-
Suplente: Mauro Sérgio Fiaux Jordão	██████████	██████████	-
JURÍDICA E SEGUROS			
Titular: Rodrigo de Lima Mendes Campos	██████████	██████████	-
Suplente: Waleska de Figueiredo Maciel	██████████	██████████	-
RECURSOS HUMANOS			
Titular: Victor Magnum Vieira Ramos	██████████	██████████	-
Suplente: Adriana Viana Ferreira	██████████	██████████	-

Tabela 4: Lista de contatos externos - Órgãos/Entidades Municipais

Órgãos municipais	Pessoa de contato	Telefone geral	Celular
Prefeitura Municipal de Mariana	Prefeito: Duarte Eustáquio Gonçalves Júnior	██████████	-
	Vice Prefeito: Newton Geraldo Xavier Godoy	██████████	

Órgãos municipais	Pessoa de contato	Telefone geral	Celular
Prefeitura Municipal de Ouro Preto	Prefeito: Julio Ernesto de Grammont Machado de Araujo Vice Prefeito: Ailton Miranda Silva	[REDACTED]	
Coordenadoria Municipal de Proteção e defesa civil de Ouro Preto	Neri Moutinho	[REDACTED]	
Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) - Mariana	Welbert Stopa	[REDACTED]	[REDACTED]
Defesa Civil de Mariana -MG	-	199	-
Corpo de Bombeiro de Mariana	-	193	-
Corpo de Bombeiro de Ouro Preto	-	[REDACTED]	-
Polícia Militar	-	190	-
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Mariana (SAAE)	-	[REDACTED]	-

Tabela 5: Lista de contatos externos - Órgãos/Entidades Estaduais

Órgãos estaduais	Pessoa de contato	Telefone Geral	Celular 24h
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC/MG)	-	[REDACTED]	-
Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD)	-	[REDACTED]	-
Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM)	-	[REDACTED]	-
Núcleo de Emergência Ambiental (NEA)	-	[REDACTED]	[REDACTED]
Agência Nacional de Mineração - ANM (MG)		[REDACTED]	[REDACTED]

Tabela 6: Lista de contatos externos - Órgãos/Entidades Federais

Órgãos federais	Pessoa de contato	Telefone geral	Celular 24h
Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)	Renato Nilton Ramlow	[REDACTED]	[REDACTED]
Agência Nacional de Mineração (ANM)	-	[REDACTED]	-
Defesa Civil Nacional	Humberto de Azevedo Viana Filho	[REDACTED]	
Comitê Bacia Hidrográfica do Alto Piracicaba.	-	[REDACTED]	-

Tabela 7: Lista de contatos externos – VALE – EFVM

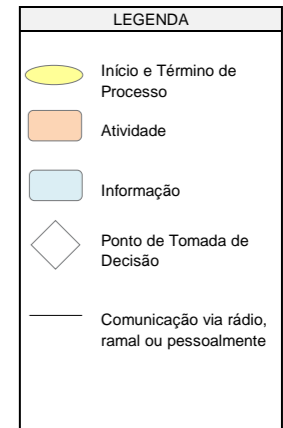
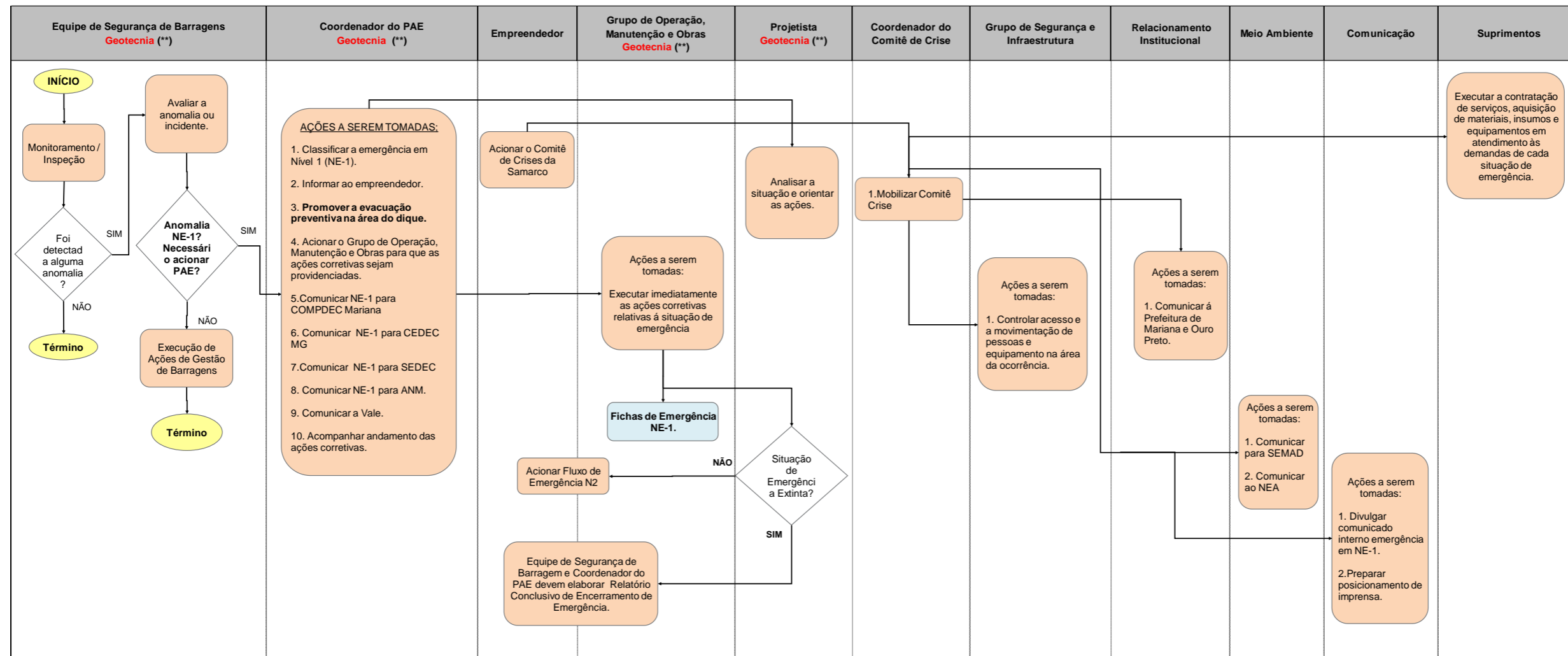
NOME	TELEFONE GERAL	CELULAR 24H
Ricardo Giovenardi		[REDACTED]



FLUXOGRAMA DETALHADO DE NOTIFICAÇÃO DO PLANO DE AÇÕES EMERGENCIAIS DO DIQUE B2

NÍVEL DE EMERGÊNCIA 1 (*)

Situação Adversa identificada resultante na pontuação máxima de 10 pontos em qualquer coluna do quadro Estado de Conservação e qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura

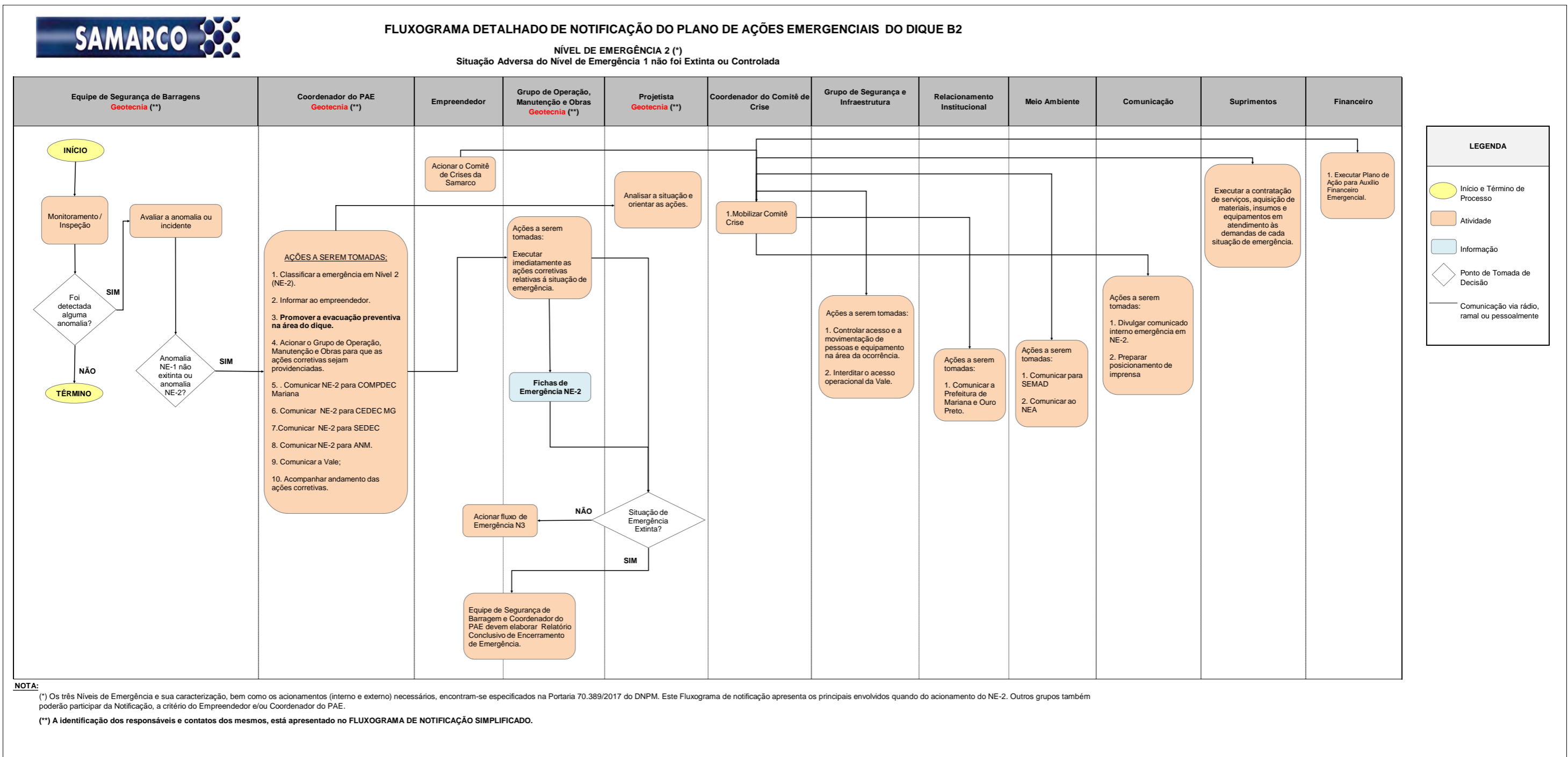


NOTA:

(*) Os três Níveis de Emergência e sua caracterização, bem como os acionamentos (interno e externo) necessários, encontram-se especificados na Portaria 70.389/17 do DNPM. Este Fluxograma de notificação apresenta os principais envolvidos quando do acionamento do NE-1. Outros grupos também poderão participar da Notificação, a critério do Empreendedor e/ou Coordenador do PAE.

(**) A identificação dos responsáveis e contatos dos mesmos, está apresentado no FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO SIMPLIFICADO

Figura 7: Fluxograma de Notificação para Nível de Emergência 1 do dique B2.



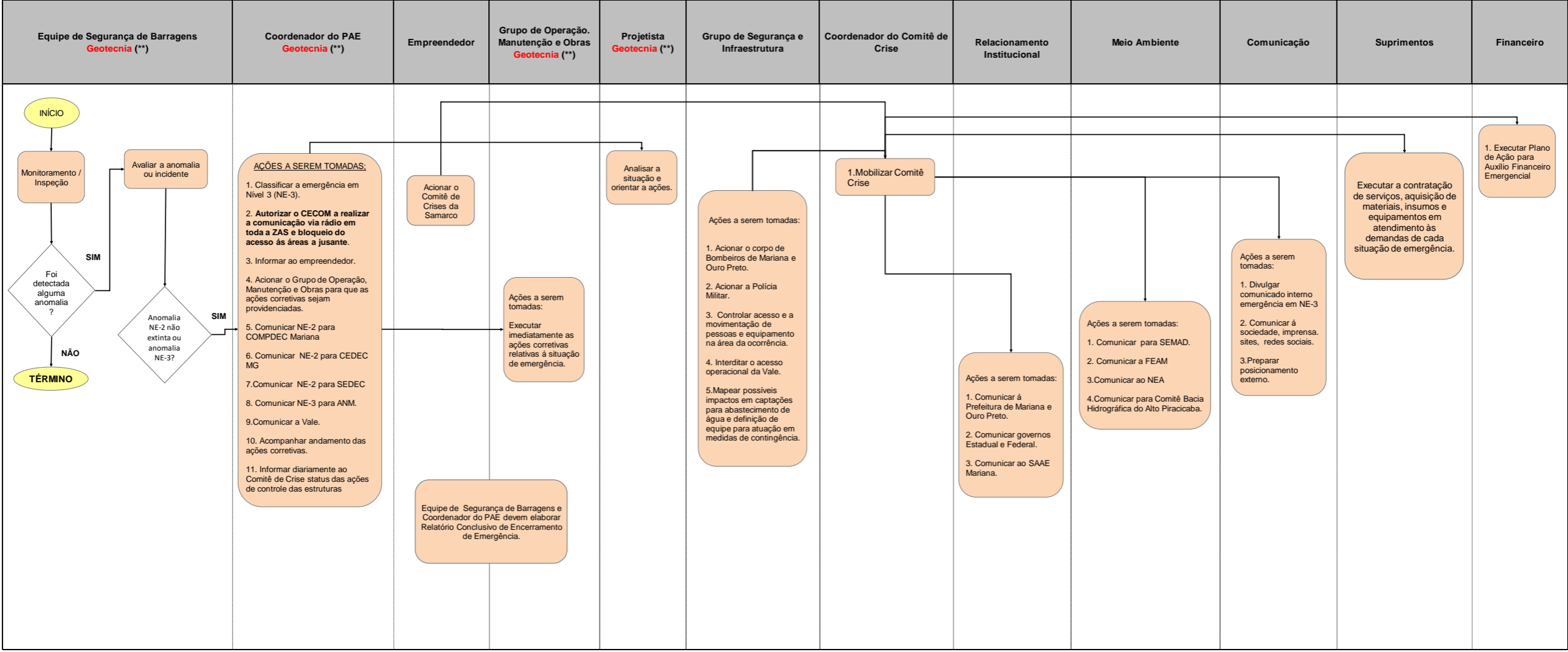
NOTA:
 (*) Os três Níveis de Emergência e sua caracterização, bem como os acionamentos (interno e externo) necessários, encontram-se especificados na Portaria 70.389/2017 do DNP. Este Fluxograma de notificação apresenta os principais envolvidos quando do acionamento do NE-2. Outros grupos também poderão participar da Notificação, a critério do Empreendedor e/ou Coordenador do PAE.
 (**) A identificação dos responsáveis e contatos dos mesmos, está apresentado no FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO SIMPLIFICADO.

Figura 8: Fluxograma de Notificação para Nível de Emergência 2 do dique B2



FLUXOGRAMA DETALHADO DE NOTIFICAÇÃO DO PLANO DE AÇÕES EMERGENCIAIS DO DIQUE B2
NIVEL DE EMERGÊNCIA 3 (*)

Situação de Ruptura Iminente ou Ocorrendo



LEGENDA

- Início e Término de Processo
- Atividade
- Ponto de Tomada de Decisão
- Comunicação via rádio, ramal ou pessoalmente

NOTA:
 (*) Os três Níveis de Emergência e sua caracterização, bem como os acionamentos (interno e externo) necessários, encontram-se especificados na Portaria 70.389/2017 do DNPM. Este Fluxograma de notificação apresenta os principais envolvidos quando do acionamento do NE-3. Outros grupos também poderão participar da Notificação, a critério do Empreendedor e/ou Coordenador do PAE.
 (**) A identificação dos responsáveis e contatos dos mesmos, está apresentado no FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO SIMPLIFICADO.

Figura 9: Fluxograma de Notificação para Nível de Emergência 3 do dique B2

4.2 Tabela com 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

Tabela 8: Nível de alerta para NE-1.

Níveis de segurança e risco de ruptura		Ações esperadas para cada nível de emergência	Responsável
<p>NÍVEL 1 (NE-1)</p> <p>ESTADO DE PRONTIDÃO</p> <p>Segurança da estrutura afetada em menor grau, de maneira remediável e factível de ser controlada internamente pelo empreendedor</p>	<p>ESTADO DE CONSERVAÇÃO: Detecção de anomalias que resulte na pontuação máxima de 10 pontos em qualquer coluna do quadro de Estado de Conservação de acordo com o anexo V da Portaria DNPM n° 70.389/2017 com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.</p> <p>GALGAMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume livre disponível para trânsito de cheias inferior ao de projeto; • Quando a elevação no nível de água do reservatório ultrapassar o limite de borda livre do projeto; • Quando houver obstrução parcial do sistema extravasor que comprometa o regime e o volume de escoamento; • Quando a altura de escoamento de água atingir o limite da borda livre das paredes do vertedouro. <p>PIPING: Surgência nas áreas de jusante com carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.</p>	<p>Ações de Notificação: Fluxograma de Notificação para o NÍVEL 1</p>	<p>Equipe de Segurança da Barragem</p>

Tabela 9: Nível de alerta para NE-2

Níveis de segurança e risco de ruptura		Ações esperadas para cada nível de emergência	Responsável
<p>NÍVEL 2 (NE-2)</p> <p>ESTADO DE ALERTA</p> <p>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</p>	<p>ESTADO DE CONSERVAÇÃO Situação das anomalias detectadas no nível 1 quando não controladas (de acordo com a definição do § 1º do art. 27 da Portaria DNPM 70.389/2017) ou em evolução</p> <p>GALGAMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quando a elevação no nível de água do reservatório ultrapassar em 50% o limite de borda livre do projeto; • Quando houver obstrução parcial do sistema extravasor que comprometa o regime e o volume de escoamento provocando erosões no maciço da barragem; • Quando a altura de escoamento de água ultrapassar o limite da borda livre das paredes do vertedouro provocando erosões no maciço da barragem. <p>PIPING Quando o resultado das ações adotadas na anomalia durante o NÍVEL 1 for classificado como “não controlado”.</p>	<p>Ações de Notificação: Fluxograma de Notificação para o NÍVEL 2</p>	<p>Equipe de Segurança da Barragem / Coordenador do PAE</p>

Tabela 10: Nível de alerta para NE-3

Níveis de segurança e risco de ruptura		Ações esperadas para cada nível de emergência	Responsável
NÍVEL 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	ESTADO DE CONSERVAÇÃO Situação das anomalias detectadas no nível 1 quando não controladas (de acordo com a definição do § 1º do art. 27 da Portaria DNPM 70.389/2017) ou em evolução GALGAMENTO Elevação no nível de água do reservatório com borda livre nula ou com galgamento do maciço, podendo haver formação de brecha e vazamento do conteúdo para jusante. PIPING Quando o resultado das ações adotadas na anomalia durante o NÍVEL 1 for classificado como “não controlado”.	Ações de Notificação: Fluxograma de Notificação para o NÍVEL 3	Equipe de Segurança da Barragem / Coordenador do PAE

4.3 Descrição de Sala de Controle e Monitoramento da Barragem e os Recursos Utilizados para o Monitoramento (Instrumentos Utilizados, Responsável pelo Monitoramento, horário de Funcionamento da Sala de Controle).

A SAMARCO possui hoje a capacidade de monitoramento contínuo da operação de suas barragens por meio de instrumentos e de inspeções visuais periódicas, que conta com uma infraestrutura instalada para atender a essas demandas, denominada Centro de Monitoramento e Inspeção (CMI), Figura 10.



Figura 10: Visão geral do CMI.



O CMI é responsável pelo monitoramento de uma série de instrumentos utilizados no processo de aquisição, registro e processamento sistemático dos dados (auscultação quantitativa) e inspeção visual sistemática nas estruturas da barragem, cavas, pilhas de estéreis e diques de contenção de sedimentos.

Todas as atividades de coleta dos dados de instrumentos automatizados ou lidos em campo através de leitura manual, além das inspeções visuais, são realizadas por técnicos devidamente capacitados. Os métodos utilizados no CMI podem ser visualizados no infográfico indicado pela Figura 11.



Figura 11: Infográfico do sistema de monitoramento do Centro de Monitoramento e Inspeção Geotécnico da Samarco (CMI).

Após a coleta dos diversos dados de monitoramento e inspeção, os técnicos da sala de controle do CMI executam análises de consistência e tratamento dos dados, que são disponibilizados para diversos clientes

Os trabalhos são realizados com uma frequência rigorosa respeitando os manuais de segurança de cada estrutura.

A equipe do CMI é composta por:

- Técnicos de sala de controle;

- Técnicos de campo;
- Engenheiros.
- Coordenador.

Todas as estruturas Geotécnicas do complexo são monitoradas pela equipe da Geotecnia e Hidrogeologia, inclusive estruturas em Matipó e Anchieta.

Instrumentação

A aquisição de dados pode ser feita em campo pela equipe técnica, através da leitura manual dos instrumentos, registrados em tablets e que após sincronização ficam armazenados no banco de dados específico.

Na aquisição automatizada o instrumento está ligado a um sistema de telemetria, sem intervenção manual. As leituras são feitas em uma frequência pré-definida, de acordo com a necessidade estabelecida pela equipe de geotécnicos.

Abaixo segue uma breve descrição de alguns instrumentos e tecnologias de monitoramento:

- **INA / Piezômetro:** Instrumentos que medem o nível de água e a carga piezométrica do solo, ou a poropressão em diferentes profundidades, utilizado para a medida in situ de pressões neutras e subpressões. Na Samarco há 2 tipos instalados, os piezômetros de corda vibrante (acústicos) e os de tubo aberto (Casagrande).

Os primeiros 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. 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.

- **Slope Stability Radar:** acrônimo da expressão “*radio detection and ranging*” para avaliar a estabilidade dos taludes, 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 sub-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*).

- **Estação Total Robótica:** equipamento de alta precisão, para realização do monitoramento de deslocamentos horizontal e vertical, a partir de uma base georeferenciada 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.

- **Estação meteorológica:** equipamento para medição de índices pluviométricos/precipitação, temperatura do ar, umidade, pressão, velocidade e direção do vento. Estes dados são coletados em tempo real, integrados por telemetria, armazenados em um banco de dados e apresentados, conforme periodicidade desejada (horária ou diária).

- **Acelerômetro:** instrumento utilizado para monitoramento de vibração na barragem, através da medição de abalos sísmicos naturais ou induzidos (ex.: desmontes por explosivo ou tráfego de equipamentos). O monitoramento ocorre em três eixos: vertical (cota), transversal (Coordenada Norte) e longitudinal (Coordenada Leste), informando as seguintes variáveis: Aceleração, Velocidade, Deformação.

- **Medidores de vazão:** instrumento que mede o volume de líquido que escoar (percolação), por meio de uma seção, na unidade de 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.

- **Inclinômetros:** 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.

- **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.

- **Vídeo-Monitoramento**: as imagens são visualizadas em tempo real (Figura 12) ou, caso necessário, podem ser recuperadas para visualização posterior. Com este monitoramento acompanha-se o andamento das obras, eventos de chuvas, anomalias nas estruturas e condições de segurança.

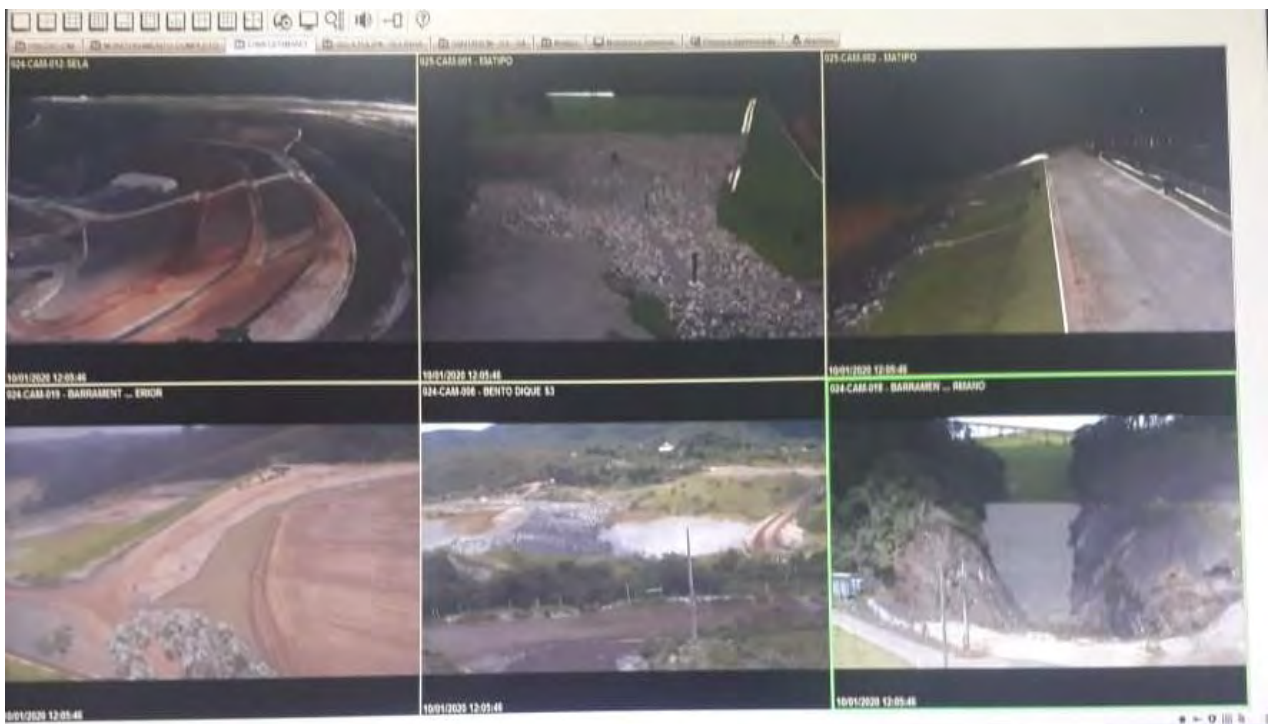


Figura 12: Monitoramento por câmeras

- **Topobatimetria**: A junção de dados adquiridos por VANT e um sistema ecobatímetro possibilita a análise geométrica das estruturas Samarco. Com este tipo de monitoramento é possível controlar a taxa de assoreamento em reservatórios e estruturas geotécnicas (Figura 13). Dentre as entregas geradas por este tipo de monitoramento, tem-se os produtos para análise de nuvem de pontos (Figura 14 e Figura 15), ângulos de talude, identificação de erosões e anomalias de natureza geométrica nas estruturas Samarco.

Produtos Gerados – Topobatimetria

6

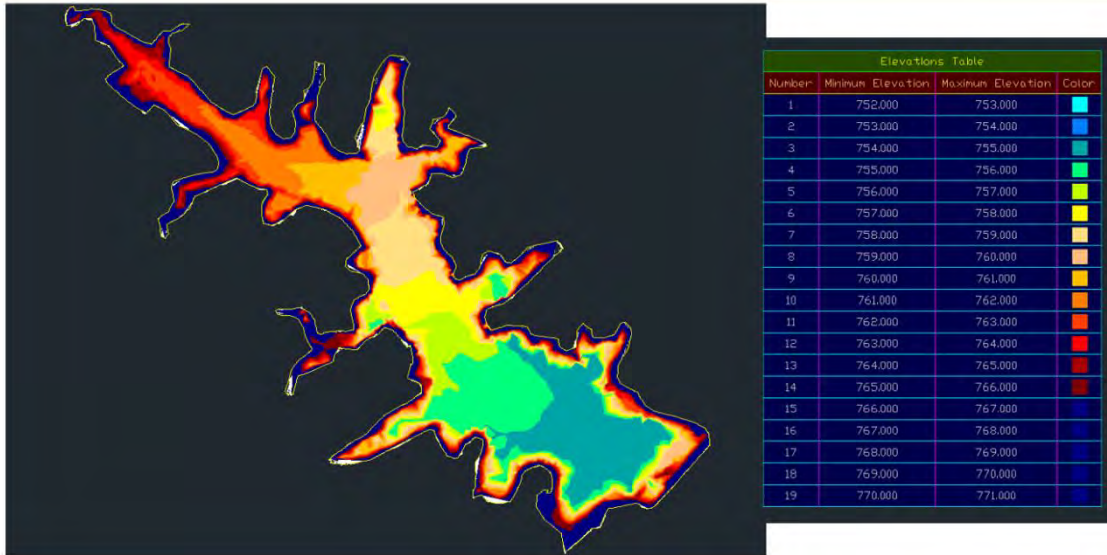


Figura 13: Resultado de topobatimetria.



Figura 14: Resultado Nuvem de pontos



Figura 15: Resultado Nuvem de pontos renderizada

4.3.1 Inspeção

A inspeção é um processo de avaliação qualitativa, através de visitas periódicas de campo, com a finalidade de se observar as condições e desempenho, através do preenchimento de um formulário de descrição, digital ou manual. 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. Todas as inspeções são acompanhadas de registro fotográfico.

As inspeções de campo são realizadas pelos engenheiros e técnicos da equipe de Geotecnia e Hidrogeologia, compreendendo todas as estruturas geotécnicas da Samarco.

As anomalias verificadas durante as inspeções são avaliadas pela equipe de Geotecnia da GGH e, caso represente uma situação de risco, deverá ser feita uma avaliação técnica, para definição do nível de acionamento dentro do PAE. 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.



4.3.2 Sistema de Gerenciamento 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 Centro de Monitoramento e Inspeção tem o software SHMS (Figura 16 e Figura 17) como banco de dados principal, além de outros softwares específicos de alguns instrumentos, criando uma interação dinâmica entre vários instrumentos de controle geotécnico.

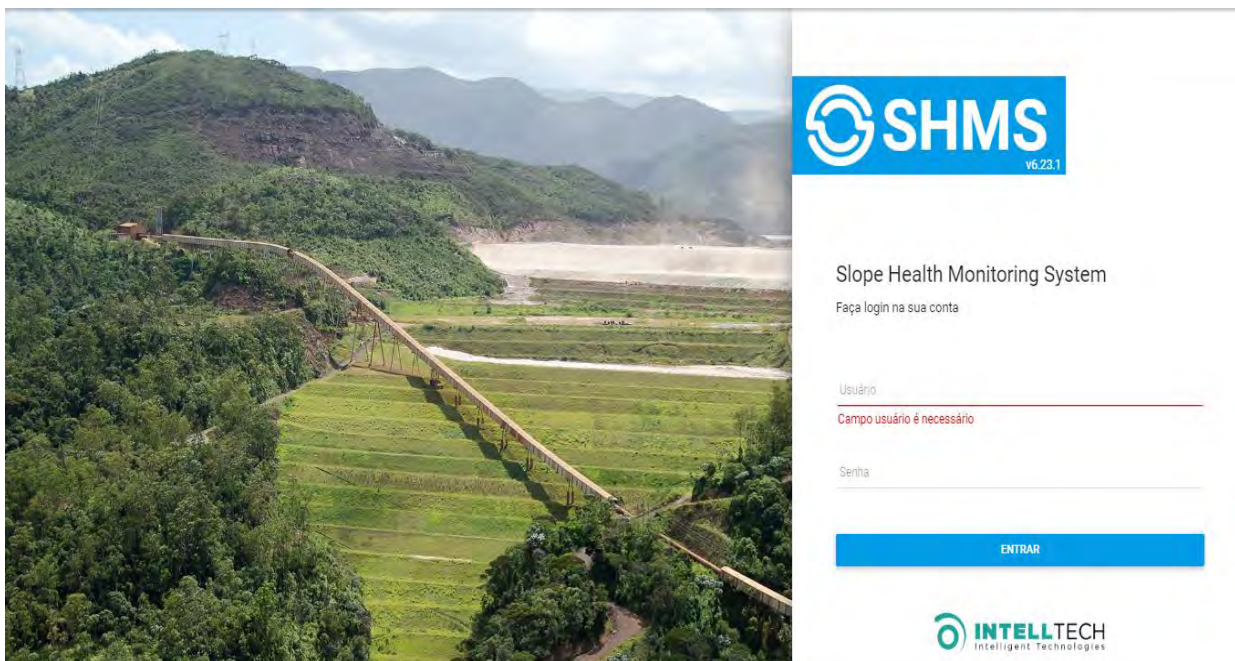


Figura 16: Software de interação dos instrumentos

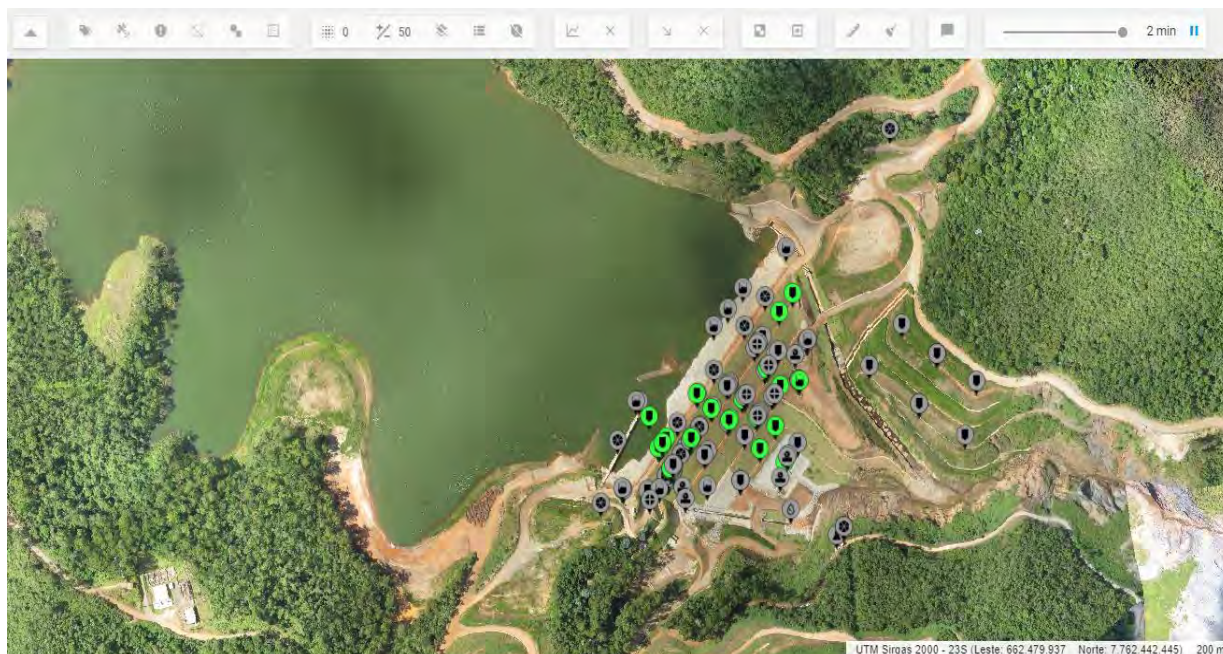


Figura 17: Visualização 2D do software

4.4 Estratégias de Acionamento do Plano com os Órgãos Federais/Estaduais/Municipais e Comunicação de Emergência com a Comunidade

As estratégias de acionamento do plano com órgãos governamentais estão apresentadas de forma geral nas figuras Figura 7, Figura 8 e Figura 9 indicadas no 4.1, e estão detalhadas nos Planos de Ação Geral por nível de emergência apresentado no item 4.



FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO SIMPLIFICADO DO PLANO DE AÇÕES EMERGENCIAIS DO DIQUE B2

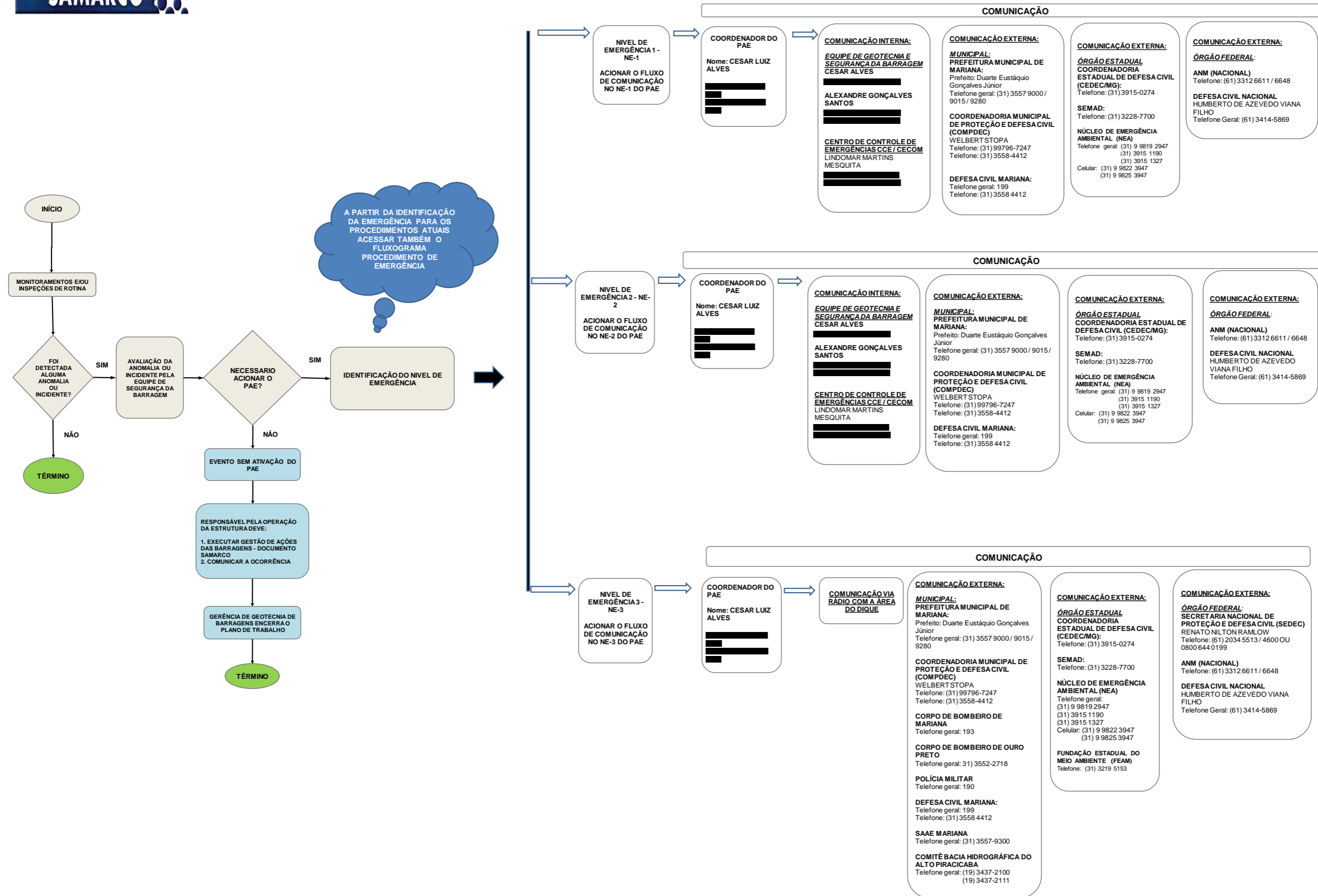


Figura 18: Fluxograma Simplificado de Notificação de Emergência do dique B2.

4.5 Fluxograma com as Ações para Acionamento do Sistema de Alerta/Alarme

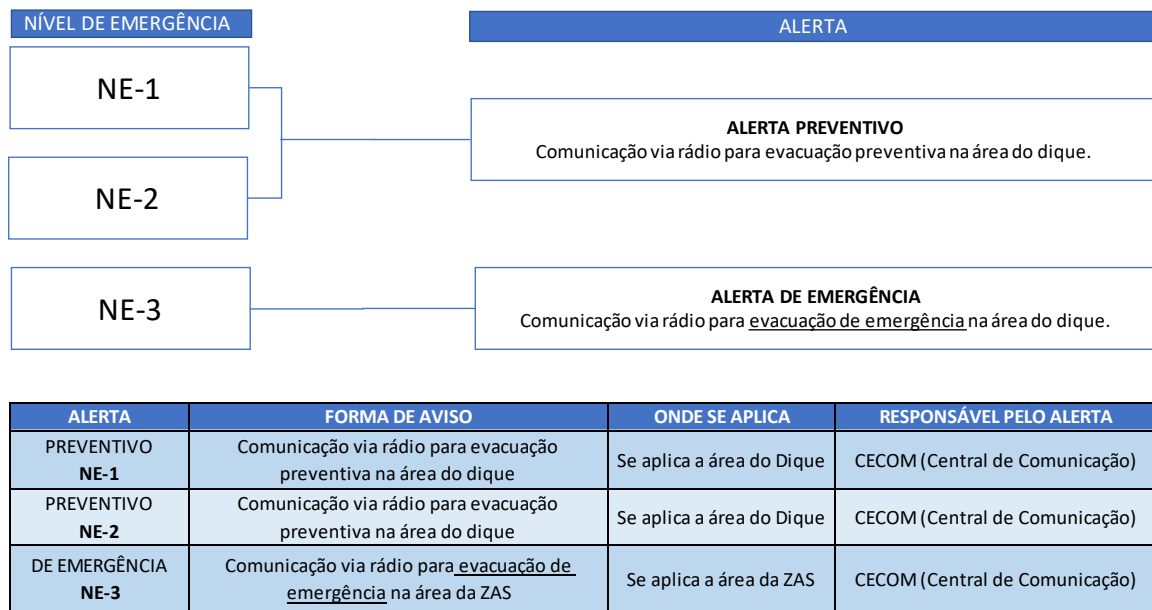


Figura 19: Fluxo de ações para acionamento do sistema de alerta por nível de emergência

4.6 Estudo de Cenário de Ruptura Hipotética da Barragem (Dam Break)

Este item apresenta as principais informações da análise de cenários de ruptura hipotética do dique B2 e consequente inundação da área de jusante.

4.6.1 Trecho de Estudo da Área de Inundação

A Figura 20 apresenta a localização da área de estudo da inundação resultante de uma ruptura hipotética do dique B2.



Figura 20: Localização da Área de Estudo.

A onda de cheia proveniente da ruptura hipotética se estenderá do maciço do dique B2 até o acesso operacional da Vale, passando pelo reservatório do dique B3. Assim, o estudo de inundação contempla apenas um trecho com extensão total de cerca de 300 m.

A principal característica do trecho é a presença do reservatório do dique B3 que se desenvolve na direção Sudoeste-Nordeste ao longo de uma extensão aproximada de 200 m. Como informado, as informações geométricas correspondentes a esse reservatório foram obtidas a partir da batimetria realizada em julho de 2017. O reservatório do dique B3 apresenta profundidades média e máxima de 1,5 m e 3,0 m, respectivamente.

O trecho inicial entre o maciço do dique B2 e o reservatório de B3 apresenta uma extensão aproximada de 50 m e declividade média do talvegue da ordem de 2,4%. Já o trecho mais a jusante entre o maciço de B3 e o acesso operacional da mineradora Vale possui cerca de 50 m de extensão e declividade média do talvegue da ordem de 2%.



As planícies de inundação são predominantemente ocupadas por vegetação de médio porte, não havendo edificações ou equipamentos de infraestrutura.

4.6.2 Cenários de Ruptura Hipotética (“Dam Break”)

Os cenários de ruptura hipotética considerados para o dique B2 foram os seguintes:

- Galgamento;
- *Piping*.

Ruptura por Galgamento

Embora as barragens de empreendimentos minerários sejam projetadas para, de modo seguro, permitir o fluxo das vazões de uma cheia decamilenar, uma cheia induzida para o evento de galgamento é exigida como indicado no documento Dam Safety Guidelines da Canadian Dam Association (CDA, 2007) e em sua revisão de 2013 (CDA, 2013). A ruptura hipotética de barragem por galgamento é considerada na análise da modelagem e no mapeamento das manchas de inundação, uma vez que seu resultado poderia ser catastrófico na inundação a jusante.

Ruptura por Piping

A modelagem por *piping* do dique B2 foi conduzida para determinar as condições de inundação esperadas e avaliar os danos da inundação total associado com uma ruptura em condições climatológicas típicas de um dia qualquer. Para a ruptura em condições climatológicas típicas é razoável assumir que o nível do reservatório esteja no nível operacional.

4.6.3 Modelagem

A modelagem foi realizada para determinar as vazões associadas à ruptura hipotética do dique B2 e para o preparo dos mapas com as manchas de inundação oriundas desta ruptura. De acordo com a experiência da Golder e o entendimento de seus profissionais em relação ao estudo, foram utilizados:

- Os resultados dos estudos hidrológicos contidos no relatório do projeto “As Is” do dique B2, elaborado pela Geoestável Consultoria e Projetos Ltda. (GEOESTÁVEL, 2018);
- Informações hidrológicas disponíveis no Atlas Digital das Águas de Minas (UFV/SEAPA/SEMAD, 2018);

- O modelo FLDWAV, desenvolvido pelo National Weather Service (NWS, 1998), para determinar as vazões associadas à ruptura do dique; e
- O modelo River Analysis System (HEC-RAS), desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center do United States Army Corps of Engineers (USACE, 2016), para a modelagem hidráulica das cheias de inundação a jusante do dique, indicado para modelagem de água (fluido Newtoniano).

4.6.4 Definição e considerações sobre a Zona de Autossalvamento (ZAS)

Conforme a Lei Estadual 23.291 de 25 de fevereiro de 2019, a definição para a Zona de Autossalvamento (ZAS) é:

“porção do vale a jusante da barragem em que não haja tempo suficiente para uma intervenção da autoridade competente em situação de emergência”.

Para este estudo considerou-se a definição estabelecida pela Lei Estadual 23.291 de 25 de fevereiro de 2019 no qual determina que a delimitação da extensão da zona de autossalvamento, será considerada a maior entre as duas seguintes distâncias a partir da barragem: 10km ao longo do curso do vale ou a porção do vale passível de ser atingida pela onda de inundação num prazo de trinta minutos.

A Portaria nº 70.389/2017 do DNPM, também estabelece diretrizes para definição da Zona de Autossalvamento, porém, por se tratar de uma definição menos atual do que apresentada na Lei Estadual 23.291 de 25 de fevereiro de 2019, o presente estudo adota esta última definição.

No caso do dique B2, como a extensão aproximada do trecho de estudo é de 300 m, inferior ao limite mínimo de 10 km definido pela Lei Estadual 23.291 de 25 de fevereiro de 2019, a ZAS é coincidente com a mancha de inundação para os cenários estudados.

4.6.5 Resultados Obtidos

Os resultados das modelagens foram apresentados para 5 seções transversais e estão disponíveis na íntegra no relatório do estudo de Dam Break. Inicialmente foram simulados dois modelos para a ruptura hipotética do dique B2 considerando os cenários de galgamento e *piping*.

No entanto, observou-se que o hidrograma de ruptura do dique B2 por galgamento apresenta uma vazão de pico e um volume pouco superior ao do hidrograma afluente associado ao evento de 10.000 anos de tempo de retorno (TR). Dessa forma, a modelagem foi realizada para um terceiro cenário correspondente ao hidrograma afluente de TR de 10.000 anos, sem a ocorrência da ruptura do dique B2.

Para a obtenção do hidrograma de TR de 10.000 anos foi determinado o hidrograma unitário (HU) afluente ao reservatório, a partir das informações do hidrograma e da vazão de pico (101 m³/s) de 1.000 anos de TR do dique B3, disponíveis no relatório de verificação hidráulica do seu sistema extravasor (GEOESTÁVEL, 2017). Admitindo que as vazões em B2 e B3 são praticamente iguais e que as formas dos hidrogramas de TR 1.000 e 10.000 são semelhantes, o hidrograma de 10.000 anos foi construído tendo por base os valores do HU e a vazão de pico de TR de 10.000 anos em B3 (135,4 m³/s). O hidrograma obtido é apresentado na Figura 21.

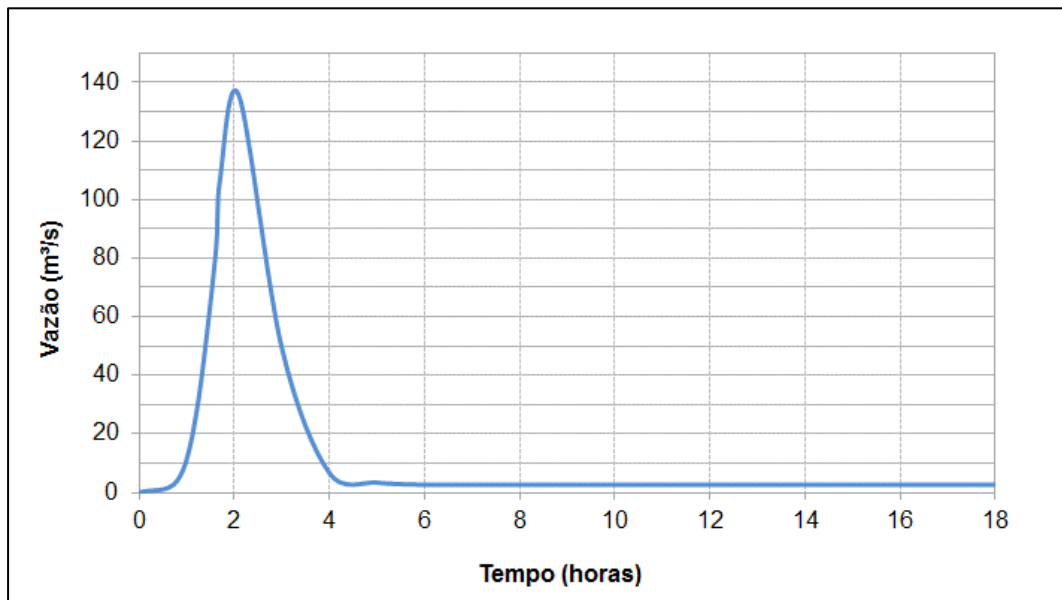


Figura 21: Hidrograma Afluente ao Reservatório do dique B2 com 10.000 anos de Tempo de Retorno.

Os resultados das três modelagens estão apresentados para cinco seções transversais. Para os cenários de galgamento e do hidrograma de 10.000 anos sem ruptura foi definido também um ponto de interesse sobre o acesso operacional para apresentação de resultados. Este ponto se localiza no trecho mais baixo do acesso operacional, mas fora do aterro sob o qual localiza-se o bueiro.

Esses resultados estão resumidos nas tabelas Tabela 11 a Tabela 15, apresentando as seguintes informações:

- Para as seções transversais:
 - Elevação de fundo ou mínima;
 - Tempo previsto para a chegada da cheia (admitiu-se a chegada da cheia quando foi observado um incremento do NA de 0,1 m em determinada seção);
 - Tempo previsto para o nível máximo da cheia;



- Elevação do nível de água máximo previsto da cheia, utilizado nos mapas de inundação;
- Profundidade máxima prevista da cheia;
- Velocidade máxima prevista do fluxo da cheia;
- Vazão de pico prevista da cheia nas seções transversais.
- Para o ponto sobre o acesso operacional:
 - Elevação do terreno;
 - Elevação do nível de água máximo previsto da cheia;
Profundidade máxima prevista da cheia acima do terreno.

Tabela 11: Resultados da Simulação da Ruptura do Dique B2 por Galgamento – Seções Transversais.

Número da Seção	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação de Fundo Adotada (m)	Ruptura por Galgamento					
				Tempo de Chegada da Cheia (h)	Tempo do N.A. Máximo da Cheia (h)	N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Fundo (m)	Velocidade Máxima de Fluxo (m/s)	Vazão de Pico da Cheia (m³/s)
1	Dique B2	42	910,0	0,1	0,4	915,3	5,3	4,0	147,3
2	Reservatório do Dique B3	75	908,0	0,1	0,4	915,3	5,4	2,1	147,2
3	Reservatório do Dique B3	156	907,5	0,1	0,4	915,3	5,6	1,8	147,0
4	Dique B3	242	902,9	0,1	0,4	915,3	12,4	0,7	146,9
5	Montante do acesso operacional	262	902,5	0,1	0,4	915,3	12,8	0,5	146,9

Obs.: N.A. = Nível de Água; Prof. = Profundidade; Máx. = Máxima.

Tabela 12: Resultados da Simulação da Ruptura do Dique B2 por Galgamento – Ponto de Interesse.

Número da Ponto	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação do Terreno Adotada (m)	Ruptura por Galgamento	
				N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Terreno (m)
1	Acesso operacional	295	914,5	915,3	0,8

Obs.: N.A. = Nível de Água; Prof. = Profundidade; Máx. = Máxima.

Tabela 13: Resultados da Simulação do Hidrograma de 10.000 Anos de Tempo de Retorno – Seções Transversais.

Número da Seção	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação de Fundo Adotada (m)	Hidrograma de TR 10.000 Anos					
				Tempo de Chegada da Cheia (h)	Tempo do N.A. Máximo da Cheia (h)	Elevação do N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Fundo (m)	Velocidade Máxima de Fluxo (m/s)	Vazão de Pico da Cheia (m³/s)
1	Dique B2	42	910,0	0,1	1,4	915,3	5,3	3,5	135,3
2	Reservatório do Dique B3	75	908,0	0,1	1,4	915,3	5,4	2,2	135,1
3	Reservatório do Dique B3	156	907,5	0,1	1,4	915,3	5,6	1,9	134,5
4	Dique B3	242	902,9	0,1	1,4	915,3	12,4	0,6	134,3
5	Montante do acesso operacional	262	902,5	0,1	1,4	915,3	12,8	0,5	134,2

Obs.: N.A. = Nível de Água; Prof. = Profundidade; Máx. = Máxima.

Tabela 14: Resultados da Simulação do Hidrograma de 10.000 Anos de Tempo de Retorno – Ponto de Interesse.

Número da Ponto	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação do Terreno Adotada (m)	Hidrograma de TR 10.000 Anos	
				N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Terreno (m)
1	Acesso operacional	295	914,5	915,3	0,8

Obs.: N.A. = Nível de Água; Prof. = Profundidade; Máx. = Máxima.

Tabela 15: Resultados da Simulação da Ruptura do Dique B2 por Piping

Número da Ponto	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação do Terreno Adotada (m)	Ruptura por <i>Piping</i>				
				Tempo de Chegada da Cheia (h)	Tempo do N.A. Máximo da Cheia (h)	Elevação do N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Terreno (m)	Velocidade Máxima de Fluxo (m/s)
1	Dique B2	42	910,0	0,1	0,1	910,8	0,8	2,0
2	Reservatório do Dique B3	75	908,0	0,1	0,1	910,7	2,7	1,1
3	Reservatório do Dique B3	156	907,5	0,1	0,1	910,6	3,0	0,9
4	Dique B3	242	902,9	0,1	0,1	904,6	1,7	0,6
5	Montante do acesso operacional	262	902,5	0,1	0,1	904,6	2,1	0,5

Obs.: N.A. = Nível de Água; Prof. = Profundidade; Máx. = Máxima.



Os resultados do estudo para o dique B2 foram usados para dar suporte às seguintes conclusões:

- Comparando os resultados obtidos para os cenários de ruptura por galgamento e do hidrograma de TR de 10.000 anos, sem ruptura, que apresentam vazões de pico de 147,3 m³/s e 135,3 m³/s, respectivamente, verifica-se que o incremento em termos de vazão de pico proporcionado pela ruptura do dique B2 (12,0 m³/s) é relativamente baixo, da ordem de 9%. Dessa forma, conclui-se que o evento de 10.000 anos é por si só crítico, mesmo sem ocorrer a ruptura do maciço;
- A vazão de pico do cenário de ruptura por *piping* (14,3 m³/s) apresenta uma ordem de grandeza bem inferior às vazões de pico associadas aos cenários de galgamento e do evento de 10.000 anos de tempo de retorno;
- Apesar da diferença na vazão de pico, observa-se que o nível máximo da cheia é o mesmo para os dois cenários (galgamento e 10.000 anos), igual a 915,3 m. Da mesma forma, as manchas de inundação apresentadas para esses dois cenários são praticamente iguais. Isso ocorre porque o acesso operacional da mineradora Vale cria condições hidráulicas singulares, uma vez que o bueiro existente não comporta vazões da magnitude que foram simuladas, resultando em acúmulo de água entre o dique B3 e o acesso operacional. Essa condição particular indica também que a ruptura por galgamento do dique B3 em função da ruptura do dique B2 não é provável, uma vez que o maciço de B3 estará submerso pelo evento de 10.000 anos antes de se romper;
- Como a elevação do N.A. máximo é a mesma para os cenários de galgamento e 10.000 anos (915,3 m), a profundidade máxima obtida para esses dois cenários também é igual, correspondendo a 12,8 m na seção imediatamente a montante do acesso operacional;
- O nível máximo da cheia observado para o cenário de *piping* é de 910,8 m na região do reservatório do dique B3 e de 904,6 m no trecho entre B3 e o acesso operacional, resultando em profundidades máximas de 3,0 m na região do reservatório e de 2,1 m no trecho a montante do bueiro;
- O tempo de chegada do nível máximo da cheia varia de 0,1 hora para o cenário de ruptura por *piping*, 0,4 hora para ruptura por galgamento e 1,4 hora para o evento associado ao hidrograma de 10.000 anos, e é o mesmo para todas as seções transversais. Verifica-se que o tempo de chegada do nível máximo é menor para o cenário de ruptura por galgamento do que para o hidrograma de 10.000 anos. Essa diferença se deve à pequena diferença entre o formato dos hidrogramas e, principalmente, ao fato de que o tempo associado ao evento de galgamento é considerado a partir do início da ruptura, enquanto para o evento de 10.000 anos é considerado a partir do início do hidrograma;

- O tempo de chegada da cheia, que foi considerado como o tempo necessário para que o nível de água aumentasse 10 cm (0,1 m), é muito pequeno para todos os cenários simulados. Assim sendo, é adotado o tempo mínimo considerado igual a 0,1 hora;
- As velocidades máximas do fluxo são observadas no início do trecho da modelagem e variam de 2,0 m/s para o cenário de ruptura por *piping*, 3,5 m/s para o evento associado ao hidrograma de 10.000 anos e 4,0 m/s para ruptura por galgamento;
- Para o ponto de interesse sobre o acesso operacional verifica-se a mesma profundidade de inundação para os cenários de ruptura por galgamento e hidrograma de 10.000 anos de tempo de retorno, igual a 0,8 m, uma vez que a elevação máxima do nível de água observada para esses dois cenários é a mesma (915,3 m). Ressalta-se mais uma vez que este ponto se localiza no trecho mais baixo do acesso operacional, mas fora do aterro sob o qual localiza-se o bueiro;
- Para o cenário de 10.000 anos o tempo necessário para rebaixar em 5,0 m o nível de água na seção imediatamente a montante do acesso operacional é de 1,3 horas.

Considerando os resultados obtidos, verifica-se que o galgamento do acesso operacional para os cenários de ruptura do dique B2 e para o evento associado ao hidrograma de 10.000 anos de tempo de retorno poderá ocorrer, porém, em um ponto mais baixo que está fora do seu aterro. Assim, a possibilidade de ruptura do acesso operacional por galgamento não é considerada. Ressalta-se que não foram feitas quaisquer análises para a ruptura do acesso operacional além da verificação da possibilidade de galgamento do mesmo.

4.6.6 Danos Potenciais

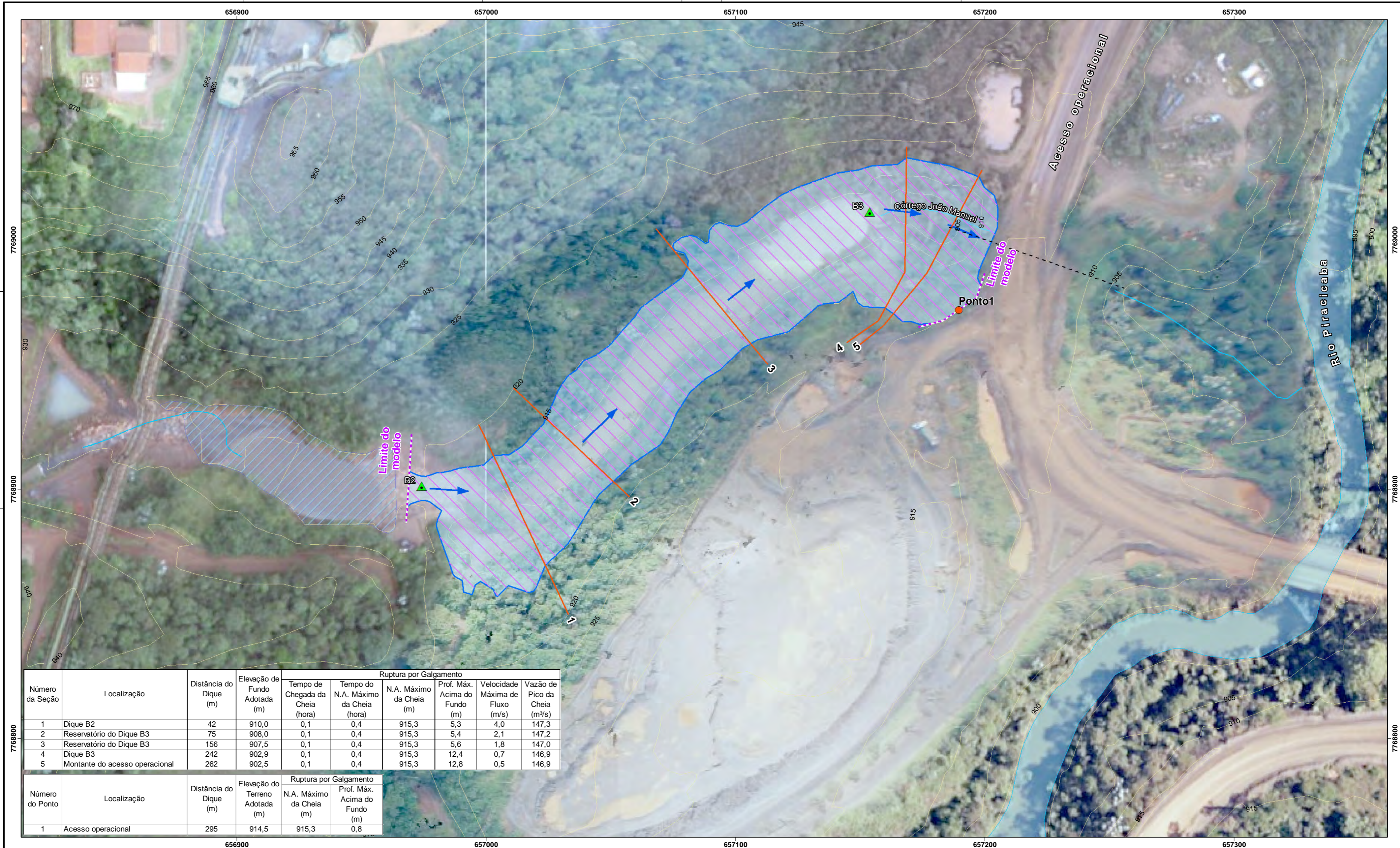
Neste item estão apresentados os danos potenciais que serão ocasionados caso ocorra o rompimento do dique B2, conforme segue:

- Bloqueio de acessos operacional da mineradora Vale;
- Destruição da camada vegetal, deposição de sedimentos, impacto à fauna e flora local.

Como mencionado anteriormente, a ZAS do dique B2 corresponde à distância da mancha de inundação na simulação do rompimento do dique delimitado a 300 m a jusante do dique. Este limite foi definido para o cenário de maior dano, ou seja, o TR de 10.000.

4.6.7 Mancha de inundação

As Figura 22 a Figura 24 apresentam as manchas de inundação.



Número da Seção	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação de Fundo Adotada (m)	Ruptura por Galgamento					
				Tempo de Chegada da Cheia (hora)	Tempo do N.A. Máximo da Cheia (hora)	N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Fundo (m)	Velocidade Máxima de Fluxo (m/s)	Vazão de Pico da Cheia (m³/s)
1	Dique B2	42	910,0	0,1	0,4	915,3	5,3	4,0	147,3
2	Reservatório do Dique B3	75	908,0	0,1	0,4	915,3	5,4	2,1	147,2
3	Reservatório do Dique B3	156	907,5	0,1	0,4	915,3	5,6	1,8	147,0
4	Dique B3	242	902,9	0,1	0,4	915,3	12,4	0,7	146,9
5	Montante do acesso operacional	262	902,5	0,1	0,4	915,3	12,8	0,5	146,9

Número do Ponto	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação do Terreno Adotada (m)	Ruptura por Galgamento	
				N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Fundo (m)
1	Acesso operacional	295	914,5	915,3	0,8

LEGENDA

- Pontos de interesse
- ▲ Diques
- Bueiro
- Seções transversais
- Limites do modelo
- Curva de nível
- Curso d'água
- Fluxo de água
- Área potencialmente inundável para ruptura por galgamento
- Zona de auto-salvamento
- Reservatório

LOCALIZAÇÃO

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000 - Fuso 23 K

0 12,5 25 50 m

ESCALA GRÁFICA

PROJETO: ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA DIQUE B2

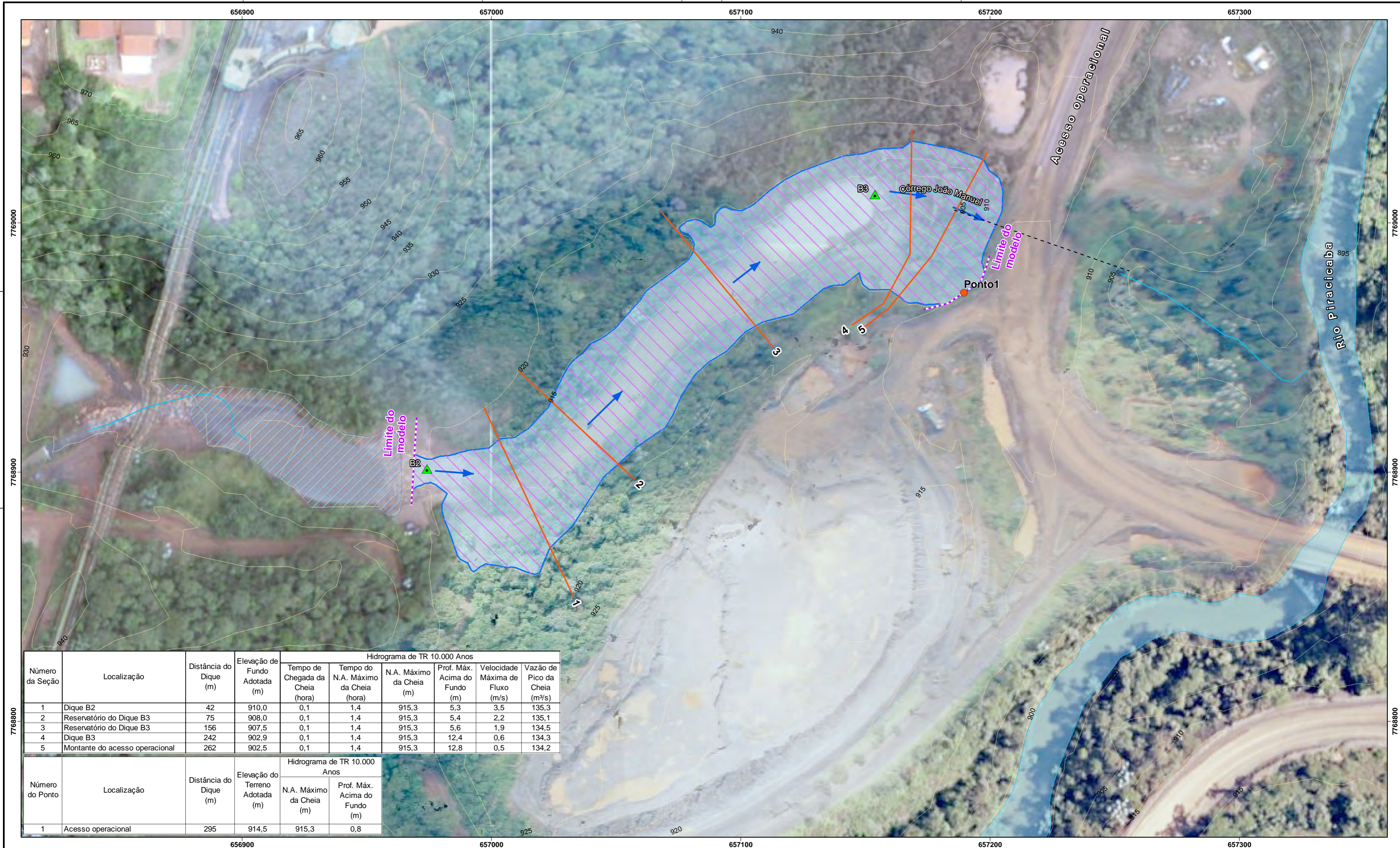
TÍTULO: ÁREA DE INUNDAÇÃO PARA RUPTURA POR GALGAMENTO

GOLDER

Nº PROJETO: 169-515-1327 ESCALA: 1:1.000

GIS: NEIziano mai/2018 **Figura**

REV: WViIdgal 00 **22**



Número da Seção	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação de Fundo Adotada (m)	Hidrograma de TR 10.000 Anos					
				Tempo de Chegada da Cheia (hora)	Tempo do N.A. Máximo da Cheia (hora)	N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Fundo (m)	Velocidade Máxima de Fluxo (m/s)	Vazão de Pico da Cheia (m³/s)
1	Dique B2	42	910,0	0,1	1,4	915,3	5,3	3,5	135,3
2	Reservatório do Dique B3	75	908,0	0,1	1,4	915,3	5,4	2,2	135,1
3	Reservatório do Dique B3	156	907,5	0,1	1,4	915,3	5,6	1,9	134,5
4	Dique B3	242	902,9	0,1	1,4	915,3	12,4	0,6	134,3
5	Montante do acesso operacional	262	902,5	0,1	1,4	915,3	12,8	0,5	134,2

Número do Ponto	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação do Terreno Adotada (m)	Hidrograma de TR 10.000 Anos	
				N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Fundo (m)
1	Acesso operacional	295	914,5	915,3	0,8

LEGENDA

- Pontos de interesse
- ▲ Diques
- - - Bueiro
- Seções transversais
- Limites do modelo
- Curva de nível
- Curso d'água
- Fluxo de água
- Área potencialmente inundável para hidrograma de TR 10.000 anos
- Zona de auto-salvamento
- Reservatório

LOCALIZAÇÃO

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000 - Fuso 23 K

0 12,5 25 50 m

ESCALA GRÁFICA

PROJETO: **ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA DIQUE B2**

TÍTULO: **ÁREA DE INUNDAÇÃO PARA HIDROGRAMA DE TR 10.000 ANOS**

	Nº PROJETO: 169-515-1327	ESCALA: 1:1.000
	GIS: NEIziano	mai/2018
REV: WViidgal	00	Figura 23



Número da Seção	Localização	Distância do Dique (m)	Elevação de Fundo Adotada (m)	Ruptura por Piping					
				Tempo de Chegada da Cheia (hora)	Tempo do N.A. Máximo da Cheia (hora)	N.A. Máximo da Cheia (m)	Prof. Máx. Acima do Fundo (m)	Velocidade Máxima de Fluxo (m/s)	Vazão de Pico da Cheia (m³/s)
1	Dique B2	42	910,0	0,1	0,1	910,8	0,8	2,0	14,3
2	Reservatório do Dique B3	75	908,0	0,1	0,1	910,7	2,7	1,1	13,2
3	Reservatório do Dique B3	156	907,5	0,1	0,1	910,6	3,0	0,9	11,7
4	Dique B3	242	902,9	0,1	0,1	904,6	1,7	0,6	7,6
5	Montante do acesso operacional	262	902,5	0,1	0,1	904,6	2,1	0,5	7,4

LEGENDA

- Diques
- Curso d'água
- Bueiro
- Fluxo de água
- Seções transversais
- Área potencialmente inundável para ruptura por piping
- Limites do modelo
- Zona de auto-salvamento
- Curva de nível
- Reservatório

LOCALIZAÇÃO

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000 - Fuso 23 K

ESCALA GRÁFICA

PROJETO: ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA DIQUE B2

TÍTULO: ÁREA DE INUNDAÇÃO PARA RUPTURA POR PIPING

	Nº PROJETO: 169-515-1327	ESCALA: 1:1.000
	GIS: NEIziano	mai/2018
REV: WViIdgal	00	Figura 24

4.7 **Localização do Sistema de Alerta/Alarme (Endereço e Coordenadas Geográficas) de cada Sirene**

Em caso de alerta de Nível 3, para os barramentos de B2 e B3, localizados em Mariana, o alerta será realizado via rádio de comunicação, em que o Centro de Comunicação de Emergência (CECOM) da Samarco será responsável por emitir o comunicado, nas Faixa 01 - específica para a Mina Norte, onde é obrigatória a sincronização do rádio para todos os trabalhadores que estiverem no local - e Faixa 04, convencionada para comunicação de emergências em toda Samarco. Quanto aos trabalhadores e terceirizados da Companhia Vale do Rio Doce, o CECOM da Samarco se comunicará com o Centro de Comunicação de Emergência da Vale, por meio de e-mail e contato telefônico, que será responsável por emitir e compartilhar o alerta de emergência, conforme suas diretrizes

4.8 **Tabela com o Número de Moradias/Edificações, a Localização e o Número de Pessoas Afetadas que estão Concernidas na Mancha de Inundação**

Não se aplica pois não há moradias/edificações na mancha de inundação.

4.9 **Lista com as Coordenadas Geográficas de cada Moradia/Edificação Situadas na ZAS, bem como Números de Pessoas Cadastradas por Imóvel.**

Não se aplica pois não há moradias/edificações na mancha de inundação.

4.10 **Tabela com o Nome e Endereço dos Locais Previamente Mapeados Para Onde as Pessoas Residentes na ZAS serão Removidas em Caso de Evacuação de Emergência.**

Não se aplica pois não existem pessoas residentes na ZAS.

4.11 **Lista Contendo a Identificação e Endereço das Pessoas com Dificuldade de Locomoção ou Necessidades Especiais. Especificar Qual a Patologia da Pessoa.**

Não se aplica pois não existem pessoas residentes na ZAS.











4.12 **Mapa por Ponto 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 (tamanho mínimo a3).**

Na ZAS na barragem de B2, não há residentes. O Ponto de Encontro PE 19 foi designado para abrigar possíveis trabalhadores temporário no caso de um rompimento da estrutura (Figura 25) (Tabela 16).

Tabela 16: Relação do ponto de encontro e número de pessoas esperadas, com área em m²

Barragem	Ponto de Encontro	Número de pessoas esperadas	Área (m) aproximada do ponto de encontro
B2	PE 19	NA	10 m ²



- LEGENDA**
-  Ponto de encontro
 -  Diques
 -  Bueiro
 -  Seções transversais
 -  Limites do modelo
 -  Curso d'água
 -  Fluxo de água
 -  Área potencialmente inundável para ruptura por galgamento
 -  Zona de auto-salvamento
 -  Reservatório



Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000 - Fuso 23 K



PROJETO:
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO DO DIQUE B2

TÍTULO:
LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE ENCONTRO

	Nº PROJETO: 169-515-1327	ESCALA: 1:1.000
	GIS: mtaguar	fev/2020
REV: dlma	01	Figura 25

4.13 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).

Os pontos de encontro mapeados para o caso de ruptura da Cava do Germano não têm função de receber pessoas que residem permanentemente próximo à mancha de inundação. Eles recebem temporariamente empregados e trabalhadores que estão realizando algum tipo de atividade na área da Samarco. Desta forma, o número de pessoas esperadas em cada ponto pode oscilar dependendo das atividades em execução. Apesar disto, estes pontos de encontro são utilizados nos exercícios de simulação de evacuação interna da Samarco momento em que é verificada sua capacidade de ocupação.

4.14 Tabela com a Indicação das Rodovias Federais, Estaduais e Vias Urbanas

Não se aplica, pois a onda de cheia proveniente da ruptura hipotética não impactará rodovias federais, estaduais e vias urbanas.

4.15 Mapa com Pontos de Bloqueio e Rotas Alternativas

A onda de cheia proveniente da ruptura hipotética não impactará rodovias federais, estaduais e vias urbanas, entretanto existe a chance de comprometer o acesso operacional da Vale indicado na Figura 26. Este deverá ser interditado até verificação da integridade de sua estrutura e posterior liberação. Na Figura 26 também se apresenta a rota alternativa.



Figura 26: Rota alternativa.

4.16 Lista Contendo Número e Espécie de Animais por Residência/Propriedade Rural

Não se aplica, pois não há residências e propriedades rurais.

4.17 Tabela com o Nome e o Endereço dos Locais Previamente Mapeadas para Onde os Animais serão Removidos em Caso de Evacuação de Emergência.

Não se aplica, pois não há residências e propriedades rurais.

4.18 Lista Contendo a Localização (Endereço E Coordenadas Geográficas) de Sítios Arqueológicos, Edificações/ Monumentos Históricos e Locais com Acervos Históricos.

A empresa Expressão Socioambiental realizou estudo e verificou que não há nenhum bem material, imaterial e arqueológico na ZAS de B2.

4.19 Plano de Ação Geral de Resposta a ser Implementado por Nível de Alerta.

As Tabela 17, Tabela 18 e Tabela 19 apresentam o Plano de Ação Geral de resposta a ser implementado por cada nível de alerta.

Tabela 17: Plano de Ação Geral de Resposta para Nível de Emergência 1 – NE-1

Item	Ação a ser realizada	Responsável - Função	Responsável - Quem	Quando	Como
1	Executar monitoramento e inspeções e manutenções de rotina	Eng. Geotécnico/ Técnicos	Leone Meireles	Rotina, de acordo com Manual de operação	Utilizando de procedimentos e sistemas: Geoinspector, SHMS, são realizados monitoramentos e inspeções de campo, estes dados são interpretados e registrados em relatórios periódicos, objetivo é verificar e tratar anomalias ou emergência
2	Caso exista, classificar a emergência em Nível 1 (NE-1)	Coordenador PAE e Eng. Geotécnico	Cesar Alves e Leone Meireles	Assim que identificado anomalia que pode impactar na segurança da estrutura	Através da tabela do estado de conservação da estrutura e da tabela de definição dos níveis de alerta (item 2)
3	Informar estado de emergência ao empreendedor	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone
4	Fazer a comunicação via rádio nas Faixa 01 - específica para a Mina Norte, onde é obrigatória a sincronização do rádio para todos os trabalhadores que estiverem no local - e Faixa 04, convencionada para comunicação de emergências em toda Samarco	Centro de Comunicação de Emergência (CECOM)	Técnicos de sala do CECOM	Assim que recebido a comunicação do coordenador do PAE	Comunicação via rádio no CECOM
6	Acionar o Grupo de Operação, Manutenção e Obras para que as ações corretivas sejam providenciadas	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone / rádio
7	Comunicar NE-1 para COMPDEC de Mariana e Ouro Preto	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
8	Comunicar NE-1 para CEDEC de MG	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
9	Comunicar NE-1 para SEDEC	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
10	Comunicar NE-1 para ANM	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
11	Comunicar a Vale	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
12	Comunicar para projetista	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
13	Acompanhar andamento das ações corretivas	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que iniciadas as intervenções	Inspeções de campo e reuniões técnicas

Item	Ação a ser realizada	Responsável - Função	Responsável - Quem	Quando	Como
14	Acionar o Comitê de Crises da Samarco	Empreendedor	Rodrigo Vilela	Assim que receber a comunicação do coordenador do PAE	Via telefone
15	Mobilização do comitê de crise	Coordenador do Comitê de Crise	Carlos Antonio de Amorim Neto	Assim que receber comunicação do empreendedor	Reunir equipe do comitê de crise através de telefone no escritório central da Mina de Germano
16	Executar imediatamente as ações corretivas relativas à situação de emergência	Grupo de Operação, manutenção e obras	Wallace Campolina	Assim que receber comunicação do coordenador do PAE	Mobilização de recursos necessários para as intervenções
17	Caso necessário, analisar a situação e orientar as ações	Projetista	Geoestável	Assim que receber comunicação do coordenador do PAE	Visita técnica ao local e avaliação da situação de emergência
18	Controlar acesso e a movimentação de pessoas e equipamento na área da ocorrência	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Lindomar Martins Mesquita	Assim que mobilizado o comitê de crise	Mobilizar equipe de segurança patrimonial para auxiliar na evacuação preventiva e garantir o controle de acesso ao dique.
19	Notificar a prefeitura envolvida (Mariana e Ouro Preto)	Relacionamento Institucional	Guilherme Louzada Vancura de Moraes	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
20	Comunicar para SEMAD	Meio Ambiente	João Batista Soares Filho	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
21	Comunicar ao NEA	Meio Ambiente	João Batista Soares Filho	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
22	Divulgar comunicado interno sobre acionamento do PAE em NE-1	Comunicação	Flávia Jacques Drumond	Assim que mobilizado o comitê de crise	E-mail e WhatsApp funcionários
23	Preparar posicionamento de imprensa	Comunicação	Flávia Jacques Drumond	Assim que mobilizado o comitê de crise	Reunião de equipe de comunicação para definição da estratégia
24	Executar a contratação de serviços, aquisição de materiais, insumos e equipamentos em atendimento às demandas de cada situação de emergência	Suprimentos	Jefferson de Oliveira Silva	Assim que mobilizado o comitê de crise	Buscando fornecedores e formalizando contratos caso necessário
25	Com a extinção da anomalia, elaborar Relatório Conclusivo de Encerramento da Emergência	Coordenador PAE e Eng. Geotécnico	Cesar Alves e - Leone Meireles	Assim que a anomalia for extinta	Elaboração de relatório técnico

Tabela 18: Plano de Ação Geral de Resposta para Nível de Emergência 2 – NE-2.

Item	Ação a ser realizada	Responsável - Função	Responsável - Quem	Quando	Como
1	Executar monitoramento e inspeções e manutenções de rotina	Eng. Geotécnico/ Técnicos	Leone Meireles	Rotina, de acordo com Manual de operação	Utilizando de procedimentos e sistemas: Geoinspector, SHMS, são realizados monitoramentos e inspeções de campo, estes dados são interpretados e registrados em relatórios periódicos, objetivo é verificar e tratar anomalias ou emergência
2	Caso exista, classificar a emergência em Nível 2 (NE-2)	Coordenador PAE e Eng. Geotécnico	Cesar Alves e Leone Meireles	Assim que identificado anomalia que pode impactar na segurança da estrutura	Através da tabela do estado de conservação da estrutura e da tabela de definição dos níveis de alerta (item 2)
3	Informar estado de emergência ao empreendedor	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone
4	Fazer a comunicação via rádio nas Faixa 01 - específica para a Mina Norte, onde é obrigatória a sincronização do rádio para todos os trabalhadores que estiverem no local - e Faixa 04, convencionada para comunicação de emergências em toda Samarco	Centro de Comunicação de Emergência (CECOM)	Técnicos de sala do CECOM	Assim que recebido a comunicação do coordenador do PAE	
5	Promover evacuação preventiva na área da barragem	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via rádio ou telefone
6	Acionar o Grupo de Operação, Manutenção e Obras para que as ações corretivas sejam providenciadas	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone / rádio
7	Comunicar NE-1 para COMPDEC de Mariana	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
8	Comunicar NE-1 para CEDEC de MG	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
9	Comunicar NE-1 para SEDEC	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
10	Comunicar NE-2 para ANM	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
11	Comunicar a Vale	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
12	Comunicar a projetista	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone

Item	Ação a ser realizada	Responsável - Função	Responsável - Quem	Quando	Como
13	Acompanhar andamento das ações corretivas	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que iniciadas as intervenções	Inspeções de campo e reuniões técnicas
14	Acionar o Comitê de Crises da Samarco	Empreendedor	Rodrigo Vilela	Assim que receber a comunicação do coordenador do PAE	Via telefone
15	Mobilização do comitê de crise	Coordenador do Comitê de Crise	Carlos Antonio de Amorim Neto	Assim que receber comunicação do empreendedor	Reunir equipe do comitê de crise através de telefone no escritório central da Mina de Germano
16	Executar imediatamente as ações corretivas relativas à situação de emergência	Grupo de Operação, manutenção e obras	Wallace Campolina	Assim que receber comunicação do coordenador do PAE	Mobilização de recursos necessários para as intervenções
17	Caso necessário, analisar a situação e orientar as ações	Projetista	Geostável	Assim que receber comunicação do coordenador do PAE	Visita técnica ao local e avaliação da situação de emergência
18	Controlar acesso e a movimentação de pessoas e equipamento na área da ocorrência	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Lindomar Martins Mesquita	Assim que mobilizado o comitê de crise	Mobilizar equipe de segurança patrimonial para auxiliar na evacuação preventiva e garantir o controle de acesso ao dique.
19	Interditar acesso operacional da Vale	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Lindomar Martins Mesquita	Assim que mobilizado o comitê de crise	Mobilizar equipe de infraestrutura para interditar o acesso operacional da Vale.
20	Notificar a prefeitura envolvida (Mariana e Ouro Preto)	Relacionamento Institucional	Guilherme Louzada Vancura de Moraes	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
21	Comunicar para SEMAD	Meio Ambiente	João Batista Soares Filho	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
22	Comunicar ao NEA	Meio Ambiente	João Batista Soares Filho	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
23	Divulgar comunicado interno sobre acionamento do PAE em NE-2	Comunicação	Flávia Jacques Drumond	Assim que mobilizado o comitê de crise	E-mail e WhatsApp funcionários
24	Preparar posicionamento de imprensa	Comunicação	Flávia Jacques Drumond	Assim que mobilizado o comitê de crise	Reunião de equipe de comunicação para definição da estratégia
25	Executar a contratação de serviços, aquisição de materiais, insumos e equipamentos em atendimento às demandas de cada situação de emergência	Suprimentos	Jefferson de Oliveira Silva	Assim que mobilizado o comitê de crise	Buscando fornecedores e formalizando contratos caso necessário
26	Com a extinção da anomalia, elaborar Relatório Conclusivo de Encerramento da Emergência	Coordenador PAE e Eng. Geotécnico	Cesar Alves e Leone Meireles	Assim que a anomalia for extinta	Elaboração de relatório técnico

Tabela 19: Plano de Ação Geral de Resposta para Nível de Emergência 3 – NE-3.

Item	Ação a ser realizada	Responsável - Função	Responsável - Quem	Quando	Como
1	Executar monitoramento e inspeções e manutenções de rotina	Eng. Geotécnico/Técnicos	Leone Meireles	Rotina, de acordo com Manual de operação	Utilizando de procedimentos e sistemas: Geoinspector, SHMS, são realizados monitoramentos e inspeções de campo, estes dados são interpretados e registrados em relatórios periódicos, objetivo é verificar e tratar anomalias ou emergência
2	Classificar a emergência em Nível 3 (NE-3)	Coordenador PAE e Eng. Geotécnico	Cesar Alves e Leone Meireles	Assim que identificado anomalia que pode impactar na segurança da estrutura	Através da tabela do estado de conservação da estrutura e da tabela de definição dos níveis de alerta (item 2)
3	Autorizar a comunicação via rádio em toda a ZAS e bloqueio do acesso às áreas a jusante.	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via rádio ou telefone
4	Fazer a comunicação via rádio nas Faixa 01 - específica para a Mina Norte, onde é obrigatória a sincronização do rádio para todos os trabalhadores que estiverem no local - e Faixa 04, convencionada para comunicação de emergências em toda Samarco	Centro de Comunicação de Emergência (CECOM)	Técnicos de sala do CECOM	Assim que recebido a comunicação do coordenador do PAE	Comunicação via rádio no CECOM
5	Informar ao empreendedor	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone
6	Acionar o Grupo de Operação, Manutenção e Obras para que as ações corretivas sejam providenciadas	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone / rádio
7	Comunicar NE-1 para COMPDEC de Mariana e Ouro Preto	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
8	Comunicar NE-1 para CEDEC de MG	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
9	Comunicar NE-1 para SEDEC	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
10	Comunicar NE-3 para a ANM	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail
11	Comunicar a Vale	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone com registro posterior por e-mail

Item	Ação a ser realizada	Responsável - Função	Responsável - Quem	Quando	Como
12	Comunicar para projetista	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que classificado o nível de emergência	Via telefone
13	Acompanhar andamento das ações corretivas	Coordenador PAE	Cesar Alves	Assim que iniciadas as intervenções	Inspeções de campo e reuniões técnicas
14	Acionar o Comitê de Crises da Samarco	Empreendedor	Rodrigo Vilela	Assim que receber a comunicação do coordenador do PAE	Via telefone
15	Mobilização do comitê de crise	Coordenador do Comitê de Crise	Carlos Antonio de Amorim Neto	Assim que receber comunicação do empreendedor	Reunir equipe do comitê de crise através de telefone no escritório central da Mina de Germano
16	Executar imediatamente as ações corretivas relativas à situação de emergência	Grupo de Operação, manutenção e obras	Wallace Campolina	Assim que receber comunicação do coordenador do PAE	Mobilização de recursos necessários para as intervenções
17	Analisar a situação e orientar as ações	Projetista	Geoestável	Assim que receber comunicação do coordenador do PAE	Visita técnica ao local e avaliação da situação
18	Acionar Corpo de Bombeiros de Mariana e Ouro Preto	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Lindomar Martins Mesquita	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
19	Acionar Polícia Militar	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Lindomar Martins Mesquita	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
20	Controlar acesso e a movimentação de pessoas e equipamento na área da ocorrência	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Lindomar Martins Mesquita	Assim que mobilizado o comitê de crise	Mobilizar equipe de segurança patrimonial para auxiliar na evacuação preventiva e garantir o controle de acesso ao dique.
21	Interditar o acesso operacional da Vale	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Lindomar Martins Mesquita	Assim que sistema de alerta for acionado	Interditar o acesso.
22	Mapear possíveis impactos em captações para abastecimento de água e definição de equipa para atuação em medidas de contingência	Grupo de Segurança e Infraestrutura	Lindomar Martins Mesquita	Assim que sistema de alerta for acionado	Reunião com prefeituras atingidas e disponibilização de recursos para reabastecimento.
23	Comunicar a prefeitura envolvida (Mariana e Ouro Preto)	Relacionamento Institucional	Guilherme Louzada Vancura de Moraes	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
24	Comunicar governos Estadual e Federal	Relacionamento Institucional	Guilherme Louzada Vancura de Moraes	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone

Item	Ação a ser realizada	Responsável - Função	Responsável - Quem	Quando	Como
25	Comunicar a SAAE Mariana	Relacionamento Institucional	Guilherme Louzada Vancura de Moraes	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
26	Comunicar para SEMAD	Meio Ambiente	João Batista Soares Filho	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
27	Comunicar FEAM	Meio Ambiente	João Batista Soares Filho	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
28	Comunicar ao NEA	Meio Ambiente	João Batista Soares Filho	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
29	Comunicar para Comitê Bacia Alto Piracicaba	Meio Ambiente	João Batista Soares Filho	Assim que mobilizado o comitê de crise	Via telefone
30	Divulgar comunicado interno sobre acionamento do PAE em NE-3	Comunicação	Flávia Jacques Drumond	Assim que mobilizado o comitê de crise	E-mail e WhatsApp funcionários
31	Comunicar á sociedade, imprensa. sites, redes sociais	Comunicação	Flávia Jacques Drumond	Assim que mobilizado o comitê de crise	Reunião de equipe de comunicação para definição da estratégia
32	Preparar posicionamento externo	Comunicação	Flávia Jacques Drumond	Assim que mobilizado o comitê de crise	Reunião de equipe de comunicação para definição da estratégia
33	Executar a contratação de serviços, aquisição de materiais, insumos e equipamentos em atendimento às demandas de cada situação de emergência	Suprimentos	Jefferson De Oliveira Silva	Assim que mobilizado o comitê de crise	Buscando fornecedores e formalizando contratos caso necessário
34	Com a extinção da anomalia, elaborar Relatório Conclusivo de Encerramento da Emergência	Coordenador PAE e Eng. Geotécnico	Cesar Alves e Leone Meireles	Assim que a anomalia for extinta	Elaboração de relatório técnico

4.20 Cronograma com Datas e Localidades, Onde Serão Realizados Exercícios Simulados para Capacitação do Público Interno e Externo da Empresa nos Procedimentos de Evacuação das Áreas de Risco.

Os exercícios de simulado de emergência dos diques B2 e B3 serão realizados na frequência acordada com a defesa civil municipal. O cronograma de simulados deve ser construído e aprovado em conjunto com a Defesa Civil. A responsabilidade da realização dos simulados é do município com o apoio do empreendedor, e, por esta razão, as datas propostas devem ser canceladas pela defesa civil municipal.

ANEXO I- ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART) DO PROFISSIONAL RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PAE PARA O DIQUE B2.

4.21 Referências Bibliográficas

Agência Nacional de Águas - ANA, 2015 - Manual do Empreendedor - Volume IV - Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE

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.

BRASÍLIA (2002) - Manual de Segurança e Inspeção de Barragens – Ministério da Integração Nacional – Secretaria de Infra-estrutura hídrica – Próágua / Semi-árido – UGPO – Departamento de Projetos e Obras Hídricas – DPOH, 2002, 148p.

Canadian Dam Association - CDA. *Dam Safety Guidelines 2007*. 2007.

Canadian Dam Association - CDA. *Dam Safety Guidelines 2007*. 2013 Edition.

DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). 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 detalhes 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.

GEOESTÁVEL. *Verificação Hidrológica-Hidráulica – Avaliação e Elaboração de Projeto de Adequação do Sistema Extravaso do Dique B3*. Relatório Técnico G003000-D-1RT002_R-05. 2017.

GEOESTÁVEL. Projeto “As Is” do Dique B2. Relatório Técnico G103090-O-1RT002_R-01. 2018.

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 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 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 jan. 2020.

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.

Mining Association of Canada (MAC), Developing an Operation, Maintenance and Surveillance Manual for tailings and water Management Facilities.

National Weather Service – NWS. *NWS FLDWAV Model: Theoretical Description and User Documentation*. Prepared by D.L. Fread and J.M. Lewis. 1998.

SERNAGEOMIN - Servicio Nacional de Geología y Minería – Ministerio de Minería – Gobierno de Chile

United States Army Corps of Engineers - USACE. *HEC-RAS: River Analysis System*. Davis, 2016.

4.21.1 Informações disponibilizadas

Os dados e as informações existentes e fornecidas pela SAMARCO que foram utilizados como referências para elaboração do PAE do dique B2 estão apresentadas a seguir, bem como menção àquelas que na próxima atualização do PAE deverão existir ou constar do documento (Tabela 20).

Tabela 20: Documentos utilizados na elaboração do PAE.

Ítem	Documento nº	Título	Empresa / ano
1	G103090-O-1RT002_R-01	“As Is” – Relatório Técnico - Dique B2	Geoestável/ 2018
2	G103000-O-1RT001_R-02	Relatório de Inspeção de Segurança Regular	Dinésio Franco /2017
3	G103093-G-1RT001_R-01	Relatório Técnico – Estudo de Dam Break	Golder / 2018
4	G103090-O-1RT002_R-02	As Is” – Relatório Técnico - Dique B2	Geoestável/ 2018
5	G103000-O-1RT008_R-01	Relatório de Auditoria Técnica de Segurança	GeoHydroTech / 2019

4.22 Considerações Finais

A Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. (Golder) elaborou este PAE em consonância com os preceitos e os requerimentos constantes na Lei Federal de Segurança de Barragens nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, Lei Estadual 23.291 e Ofício CEDEC 02/2019.

Este plano está embasado e limitado aos dados, informações técnicas e aos resultados do atual estudo de ruptura hipotética do Dique B2 nº G103093-G-1RT001_R-01, desenvolvido e elaborado pela Golder em 2018, e documentos disponibilizados pela Samarco e listados no Item 4.21.1 deste documento.

Destaca-se que futuras atualizações das informações e dos documentos técnicos citados acima, bem como alteração da condição operacional das estruturas componentes do Dique B2 resultarão na elaboração deste PAE. Ressalta-se que para definição das situações de emergência e das ações associadas neste PAE, o Dique B2 está atualmente em operação.

A Golder não assume a responsabilidade por qualquer deficiência ou imprecisão neste plano resultante da credibilidade dada aos dados acima mencionados, ou pela utilização desse plano por terceiros.

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.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA.

Paula Martins
Engenheira Civil Sênior

Marcelo Diniz
Gerente do Projeto

4.23 Declaração de Ciência do Empreendedor

Declaro para fins de acompanhamento e comprovação, como representante legal da Samarco Mineração S.A – SAMARCO, que estou ciente do conteúdo deste relatório, relativo ao PAE (Plano de Ação de Emergência) do dique B2 e de todo o conteúdo do documento.

Mariana, 19 de fevereiro de 2020.



Rodrigo Alvarenga Vilela

CPF: 704.587.586-04