

Plano de Ação de Emergência: Barragem Parque Primeiro de Maio

PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio

Belo Horizonte, 2022

Equipe:

Nilo de Oliveira Nascimento – professor titular, coordenador do estudo, EHR-UFMG

Luiz Rafael Palmier – professor titular, EHR-UFMG

Julian Cardoso Eleutério – professor adjunto, EHR-UFMG

Deyvid W. Barreto Rosa – engenheiro civil, mestre, doutorando

André Rocha da Silva – engenheiro ambiental, mestre, doutorando

Vanessa Lucena Cançado – economista, doutora

SUMÁRIO

1	Introdução	9
2	Apresentação e objetivo do Plano de Ação de Emergência, PAE.....	9
3	Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do Plano de Ação de Emergência – PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação	9
4	Descrição geral da barragem e estruturas associadas, incluindo acessos à barragem e características hidrológicas, geológicas e sísmicas.....	16
4.1	Localização e acesso	16
4.2	Características hidráulicas da Barragem Parque Primeiro de Maio	17
4.3	Características hidrológicas da Barragem Parque Primeiro de Maio	17
4.4	Características geológicas e sísmicas da Barragem Parque Primeiro de Maio	19
5	Instrumentação e Equipamentos	19
6	Classificação das situações de emergência em potencial conforme Nível de Resposta	20
6.1	Breve discussão sobre as situações de emergência	20
6.1.1	Evento pluvial extremo.....	20
6.1.2	Problemas estruturais nas fundações e nas ombreiras da barragem do Parque Primeiro de Maio	22
7	Fluxogramas das Notificações e por Nível de Resposta	24
8	Responsabilidades no Plano de Ação de Emergência – PAE (empreendedor, Coordenador do Plano de Ação de Emergência – PAE, equipe técnica e Defesa Civil)	34
8.1	Coordenador do PAE	34
8.2	Empreendedor.....	36
8.3	Equipes Técnicas.....	37
8.4	Grupo de Combate e Salvamento (Defesa Civil)	39
9	Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas, indicação da Zona de Autossalvamento - ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados	41
10	Zona de Autossalvamento - ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados	53
11	Uso do solo, população exposta e análise de vulnerabilidade das áreas potencialmente afetadas ..	55
11.1	Indicadores de ameaça, exposição, vulnerabilidade e risco de inundação: referencial conceitual, material e métodos	55
11.2	Estimativas de edificações e moradores atingidos.....	57
11.3	Índice de Risco Material (IRM), Índice de Risco Humano (IRH) e Índice de Criticidade (IRC)	60
11.4	Tempos de Chegada das Inundações	63
11.5	Infraestrutura Socioeconômica	64
11.6	Rede Viária.....	69
12	Sistema de alerta, setorização do alerta, rotas de fuga e pontos de encontro	71
13	Plano de Treinamento do Plano de Ação de Emergência	72
14	Meios e recursos disponíveis para serem utilizados em situações de emergência em potencial	76

15	Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação.....	76
16	Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do Plano de Ação de Emergência – PAE com os respectivos protocolos de recebimento	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Organograma.....	10
Figura 3.2. Composição do GID e GAI.....	11
Figura 3.3. Composição do GAE.....	12
Figura 4.1. Localização da barragem Parque Primeiro de Maio, com a área de drenagem do seu reservatório.	16
Figura 4.2. Área de drenagem e hidrografia da região (Fonte: BHMAP 2022).....	18
Figura 5.1. Comportas manuais instaladas nas laterais da Tulipa (Fonte: PSB Volume IV / SUDECAP, 2021).	19
Figura 7.1. Fluxograma de Notificações.	24
Figura 9.1. Hidrogramas de ruptura da Barragem Parque Primeiro de Maio para o cenário de tombamento.	41
Figura 9.2. Limites a montante e a jusante para simulação da onda proveniente de ruptura hipotética da Barragem Parque Primeiro de Maio – do dique da barragem até a confluência do Ribeirão do Onça e Rio das Velhas.	43
Figura 9.3. Modelo Digital de Terreno e área de simulação da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.....	44
Figura 9.4. Mapa com o uso e ocupação da região de propagação com base na classificação da imagem de satélite CBERS 04a.	44
Figura 9.5. Mapa global da região afetada pela propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.	46
Figura 9.6. Mapa global de profundidades máximas de inundação resultantes da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.	48
Figura 9.7. Mapa global de velocidades máximas de inundação resultantes da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.	49
Figura 9.8. Mapa global do risco hidrodinâmico da inundação resultante da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.	50
Figura 9.9. Mapa global de tempo de chegada mínimo da inundação resultante da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.	51
Figura 9.10. Mapa global de tempo de chegada para profundidade máxima da inundação resultante da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.....	52
Figura 10.1. Mapa global da Zona de Autossalvamento e Zona de Segurança Secundária resultante da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.....	54
Figura 11.1. População residente e número de domicílios na ZAS e ZSS, por grade estatística.	59
Figura 11.2. Índice de Risco Material e Índice de Risco Humano na mancha de inundação localizada na ZAS e ZSS.	61
Figura 11.3. Mapa de áreas inundáveis segundo o Índice de Criticidade na ZAS e ZSS.	62
Figura 11.4. Tempos de Chegada da Inundação, considerando as grades estatísticas localizadas na ZAS e ZSS.	63

Figura 11.5. Estabelecimentos de ensino diretamente atingidos pela ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio em cenário de tombamento.....	65
Figura 11.6. Atividades econômicas de médio ou grande porte, diretamente atingidas pela ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio em cenário de tombamento.....	66
Figura 11.7. Atividades econômicas com potencial de concentração de um número elevado de pessoas, diretamente atingidas pela ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio em cenário de tombamento.....	67
Figura 11.8. Distribuição do comprimento dos trechos viários afetados, por tipo de via.	69
Figura 12.1. Setores de alerta e evacuação e pontos de encontro.	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1. Contatos do Coordenador e do Empreendedor.....	13
Quadro 3.2. Grupos de Intervenção Direta.	13
Quadro 3.3. Grupos de Apoio Interno.....	14
Quadro 3.4. Grupos de Apoio Externo.	15
Quadro 6.1. Classificação das Emergências por Causas.	23
Quadro 8.1. Responsabilidades do Coordenador do PAE – SMOBI.	34
Quadro 8.2. Responsabilidades do Empreendedor.....	36
Quadro 8.3. Responsabilidades dos Grupos de Inspeção e Avaliação de Risco (GIAR) e de Manutenção (GM).	38
Quadro 8.4. Responsabilidades do Grupo de Operação.	38
Quadro 8.5. Responsabilidades do Grupo de Meio Ambiente.....	39
Quadro 8.6. Classificação das Emergências por Causas.	39
Quadro 11.1. Indicadores, hipótese, variáveis e índices.	57
Quadro 11.2. Principais vias afetadas pela mancha de inundação, ordenadas segundo extensão exposta ao risco.	69
Quadro 13.1. Plano de Treinamento do PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio: objetivos, modalidades e meios.	75
Quadro 14.1. Lista de equipamentos mínimos, administração local prevista para o contrato de manutenção de bacias.	76
Quadro 16.1. Instituições que receberam cópia do PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1. Principais características da Barragem Parque Primeiro de Maio e seu reservatório.	17
Tabela 6.1. Critérios para a avaliação de borda livre mínima no reservatório de Parque Primeiro de Maio (Enemax e FCO, 2021).	21
Tabela 6.2. Reservatório Parque Primeiro de Maio: bordas livre por tempos de retorno e duração do evento pluvial de projeto (Enemax e FCO, 2021).	21
Tabela 6.3. Reservatório Parque Primeiro de Maio: vazões afluentes e defluentes máximas por tempo de retorno e duração do evento pluvial de projeto (Enemax e FCO, 2021).	21
Tabela 9.1. Características do maciço e condições de ruptura da Barragem Parque Primeiro de Maio.	41
Tabela 9.2. Bases de dados utilizadas para construção do modelo hidrodinâmico de propagação de onda de cheia proveniente de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio.	42
Tabela 9.3. Descrição das metodologias empregadas para desenvolvimento dos diferentes mapas produzidos a partir dos resultados das simulações hidrodinâmicas de propagação de onda de cheia proveniente de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio.	47
Tabela 11.1. Estimativa do número de edificações, domicílios e moradores situados na ZAS e ZSS - Ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.	57
Tabela 11.2. Número de edificações situadas na ZAS e ZSS, segundo tipologia de uso do lote e zonas a jusante da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.	57
Tabela 11.3. Distribuição dos índices de risco, segundo classes, nas grades estatísticas situadas na ZAS e ZSS.	62
Tabela 11.4. Número de estabelecimentos de ensino e de atividades econômicas situadas na mancha de inundação, por zona – cenário de tombamento da barragem Parque Primeiro de Maio.	64
Tabela 11.5. Percentual de estabelecimentos de ensino e de atividades econômicas situadas na mancha de inundação, por zona – cenário de tombamento da barragem Parque Primeiro de Maio.	64
Tabela 11.6. Nome e endereço dos estabelecimentos de ensino situados na mancha de inundação, por zona – cenário de tombamento da barragem Parque Primeiro de Maio.	68
Tabela 11.7. Nome e endereço das atividades de potencial concentração de um número elevado de pessoas situadas na mancha de inundação, por zona – cenário de tombamento da barragem Parque Primeiro de Maio.	68

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA: BARRAGEM PARQUE PRIMEIRO DE MAIO

1 Introdução

O presente documento, o Plano de Ações Emergenciais da Barragem Parque Primeiro de Maio, elaborado pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da UFMG no âmbito do Contrato n. 14/2018 firmado entre a Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura da Prefeitura de Belo Horizonte e a Universidade Federal de Minas Gerais, é parte integrante de seu Plano de Segurança de Barragens.

2 Apresentação e objetivo do Plano de Ação de Emergência, PAE

O Plano de Ação de Emergência (PAE) da Barragem Parque Primeiro de Maio tem por objetivos identificar situações de emergência relacionadas à estabilidade estrutural e integridade física da barragem e definir ações, responsabilidades, procedimentos e meios materiais e técnicos para minimizar danos e perdas de vida que podem decorrer de tais situações de risco.

Mais especificamente, o PAE define responsabilidades e procedimentos para:

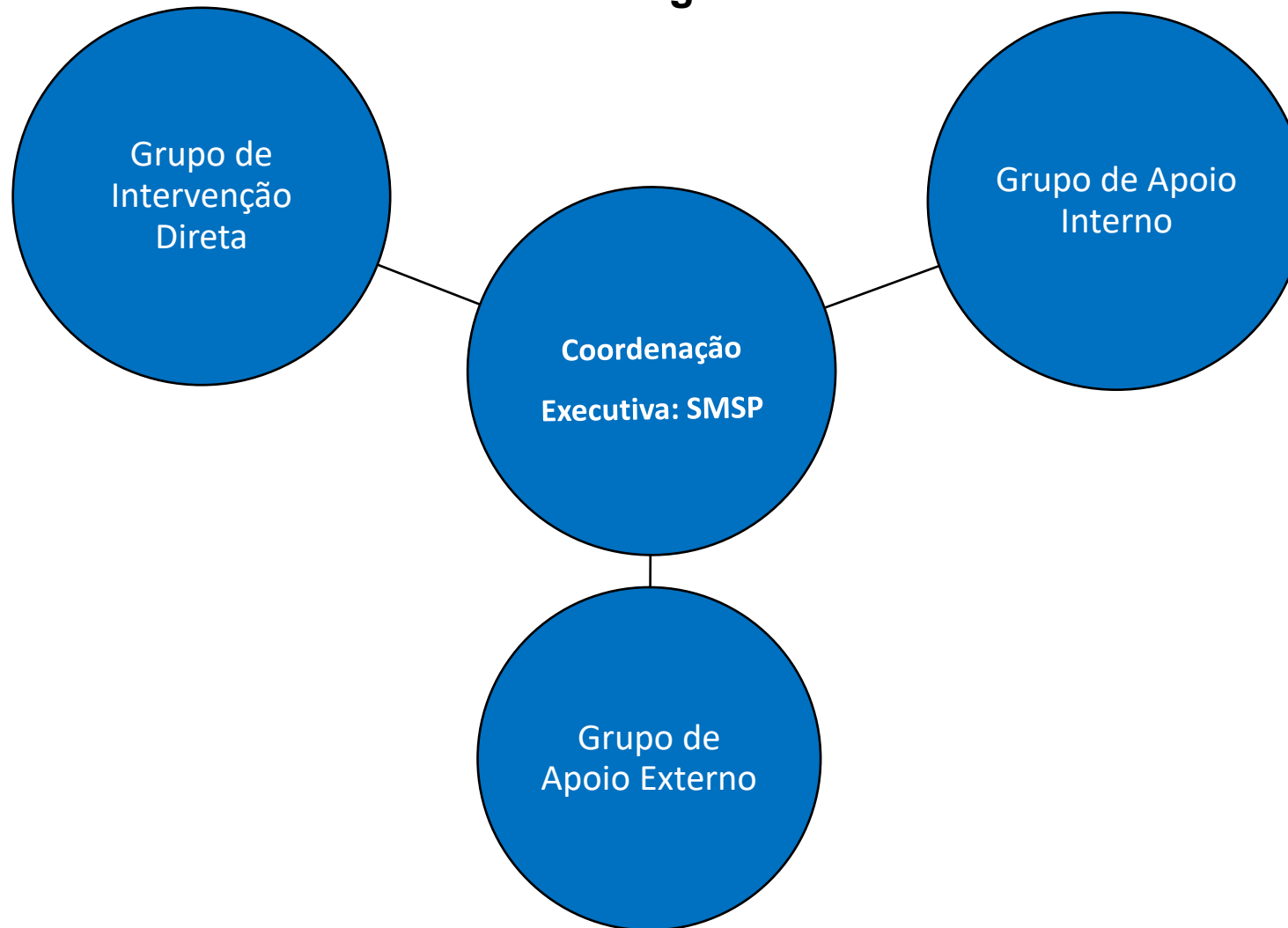
- Identificar e avaliar possíveis situações de emergência;
- Iniciar as ações corretivas e preventivas previstas em situações de emergência;
- Informar as autoridades competentes sobre situações de emergência, sua evolução temporal, correções implantadas e resultados obtidos;
- Alertar as comunidades potencialmente afetadas em situações de emergência conforme a classificação da emergência e o nível correspondente de resposta.

3 Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do Plano de Ação de Emergência – PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação

A Figura 3.1 contém o Organograma do PAE Parque Primeiro de Maio e as Figura 3.2 e Figura 3.3 a composição de cada Grupo.

Figura 3.1. Organograma.

Estrutura Organizacional



Mapeamento Institucional

Figura 3.2. Composição do GID e GAI.



Mapeamento Institucional

Figura 3.3. Composição do GAE



Do Quadro 3.1 ao Quadro 3.4 são listados os telefones de contato de entidades que compõem o Organograma do PAE.

Quadro 3.1. Contatos do Coordenador e do Empreendedor.

Posição no Organograma	Organismo	Nome do Responsável	Telefones de emergência
Coordenador do PAE	SMSP	Genilson Ribeiro Zeferino	3277-4414
Empreendedor	PBH: Prefeitura de Belo Horizonte	Fuad Noman	156

Quadro 3.2. Grupos de Intervenção Direta.

Grupo	Organismos	Nome do Responsável	Telefones de emergência
Inspeção e Avaliação de Risco	Subsecretaria de Zeladoria Urbana – SUZURB	Leonardo Gomes	3277-5299
	Gerência de Manutenção de Bacias de Controle de Cheias e Barragens - GMABC-OBI	Jaime Lourenço Lage	3277-8142
	Diretoria de Gestão de Águas Urbanas – DGAU-OBI	Ana Paula Fernandes Viana Furtado	3277-8191
Manutenção	– Subsecretaria de Zeladoria Urbana – SUZURB	Leonardo Gomes	3277-5299
	Diretoria de Infraestrutura da SUDECAP (DINF-SD)	Adriano Morato	3277-8081
Operação	SUDECAP	Henrique de Castilho Marques	3277-8001
	SUPDEC: Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil	Waldir Figueiredo Vieira	199
	SMOBI: Secretaria de Obras e Infraestrutura	Leandro César Pereira	3277-5010
	URBEL	Claudius Vinicius Leite Pereira	3277-8109/78113
	BHTRANS	Júlia Gallo	3379-5501
Combate e Salvamento	SUPDEC: Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil	Waldir Figueiredo Vieira	199
Meio Ambiente	SMMA: Secretaria de Meio Ambiente	Mario de Lacerda Werneck Neto	3246-0583
	SLU: Limpeza Urbana	Genedempsey Bicalho	3277-9333

Quadro 3.3. Grupos de Apoio Interno.

Grupo	Organismo	Nome do Responsável	Telefones de emergência
Comunicação	SMAIC: Secretaria de Assuntos Institucionais e Comunicação Social	Luiz Henrique Michalick	3277- 4148
	ASCOM: Comunicação Social	Luiz Henrique Michalick	3277-4650
	Assessoria de Comunicação da SUDECAP	Adília Dalbem	3277-8004
	Assessoria de Comunicação da SUPDEC	Reger Roger Victor	3277-8864
	COP-BH: Centro de Operações	Geórgia Ribeiro	3314-7870 e 98524-2545
Assistência Jurídica	SMOBI - Assessoria Jurídica	Patrícia Figueiredo	3277-5118
	PGM: Procuradoria Geral do Município	Hércules Guerra	3277-4075
Saúde, Atendimento de Urgência e Assistência	SMSA: Secretaria Saúde	Claudia Navarro Carvalho Duarte Lemos	3277-6392
	SMASAC: Secretaria de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania	Rosilene Rocha	3277-4562/4568
Segurança	SMOBI: Secretaria de Obras e Infraestrutura	Leandro César Pereira	3277-5010
	SMSP: Secretaria de Segurança Urbana e Patrimonial	Genilson Ribeiro Zeferino	3277-4414
	GMBH: Guarda Municipal	CMDT. Rodrigo Sérgio Prates	3277-4241/ 4335/ 4455/ 9256

Quadro 3.4. Grupos de Apoio Externo.

Grupo	Organismo	Nome do Responsável	Telefones de emergência
Combate e Salvamento	CEDEC: Defesa Civil do Estado de MG		99818-2400/3915-0274/3915-0998
	Corpo de Bombeiros Militar		193 ou 3379-3641/3379-3636/ 3609
Saúde e Atendimento de Urgência	Secretaria de Saúde do Estado		3215-7248/7251 ou plantão 9621-2229
	SAMU		192
Segurança Patrimonial e de Circulação Viária	Polícia Militar de Minas Gerais		190 ou 3307-0150
	Política Rodoviária Estadual		2123-1926/1903
	Polícia Rodoviária Federal		191 ou 3064-5385/5386
Meio Ambiente	Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável	Superintendência de Estratégia e Fiscalização Ambiental	3915-1919
	Instituto Mineiro de Gestão das Águas	Núcleo de Autos de Infração	3915-1281
	Fundação Estadual de Meio Ambiente		3915-1421
Operadoras de Serviços Públicos	COPASA: Saneamento		115
	CEMIG: Energia Elétrica		116
	GASMIG: Gás		3265-1000
	Telefonia:		

4 Descrição geral da barragem e estruturas associadas, incluindo acessos à barragem e características hidrológicas, geológicas e sísmicas

4.1 Localização e acesso

A Barragem Parque Primeiro de Maio localiza-se na Regional Norte do município de Belo Horizonte, dentro do parque homônimo, que foi inaugurado em 2008 pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH) no âmbito do Programa DRENURBS. O empreendimento se localiza em torno das coordenadas 19°51'18,04"S e 43°55'53,51"W (PSB Volume I, SUDECAP 2021). O maciço, o sistema extravasor, o reservatório e a sua área de drenagem estão todos inseridos no município de Belo Horizonte. O acesso ao parque Primeiro de Maio pode ser feito pela Rua Joana D'Arc. Na Figura 4.1 apresenta-se a localização da barragem Parque Primeiro de Maio, com a área de drenagem do seu reservatório e a hidrografia da região.

Figura 4.1. Localização da barragem Parque Primeiro de Maio, com a área de drenagem do seu reservatório.



4.2 Características hidráulicas da Barragem Parque Primeiro de Maio

A barragem compõe a bacia de detenção do Parque Primeiro de Maio, com funções de regularização de vazões, de amortecimento de cheias e paisagística, fazendo parte do Parque Primeiro de Maio. Não foram encontrados documentos ou informações sobre o projeto e construção da barragem (Volume V do PSB). A obra é um arco invertido em concreto com altura máxima de 6,50 m, com crista na el.787,50 m de comprimento igual a 68 m. O sistema de extravasão de cheias da Bacia de Detenção é composto por um vertedouro operacional tipo tulipa (PSB Volume I, SUDECAP 2021). A tulipa conta com uma comporta lateral para controle de vazão. Não existem manuais ou procedimentos de operação da comporta em questão (PSB Volume III, SUDECAP 2021). A estrutura controlada por comporta acoplada ao vertedouro não foi considerada para os cálculos de capacidade do vertedouro (PSB Volume II, SUDECAP 2021). Conforme cálculos realizados e, exigindo-se o atendimento aos critérios de borda livre mínima, o tempo de retorno admissível pelo sistema é de 20 anos (PSB Volume III, SUDECAP 2021). Considerando a configuração atual, as principais características da barragem, da área de armazenamento e do sistema extravasor são apresentadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

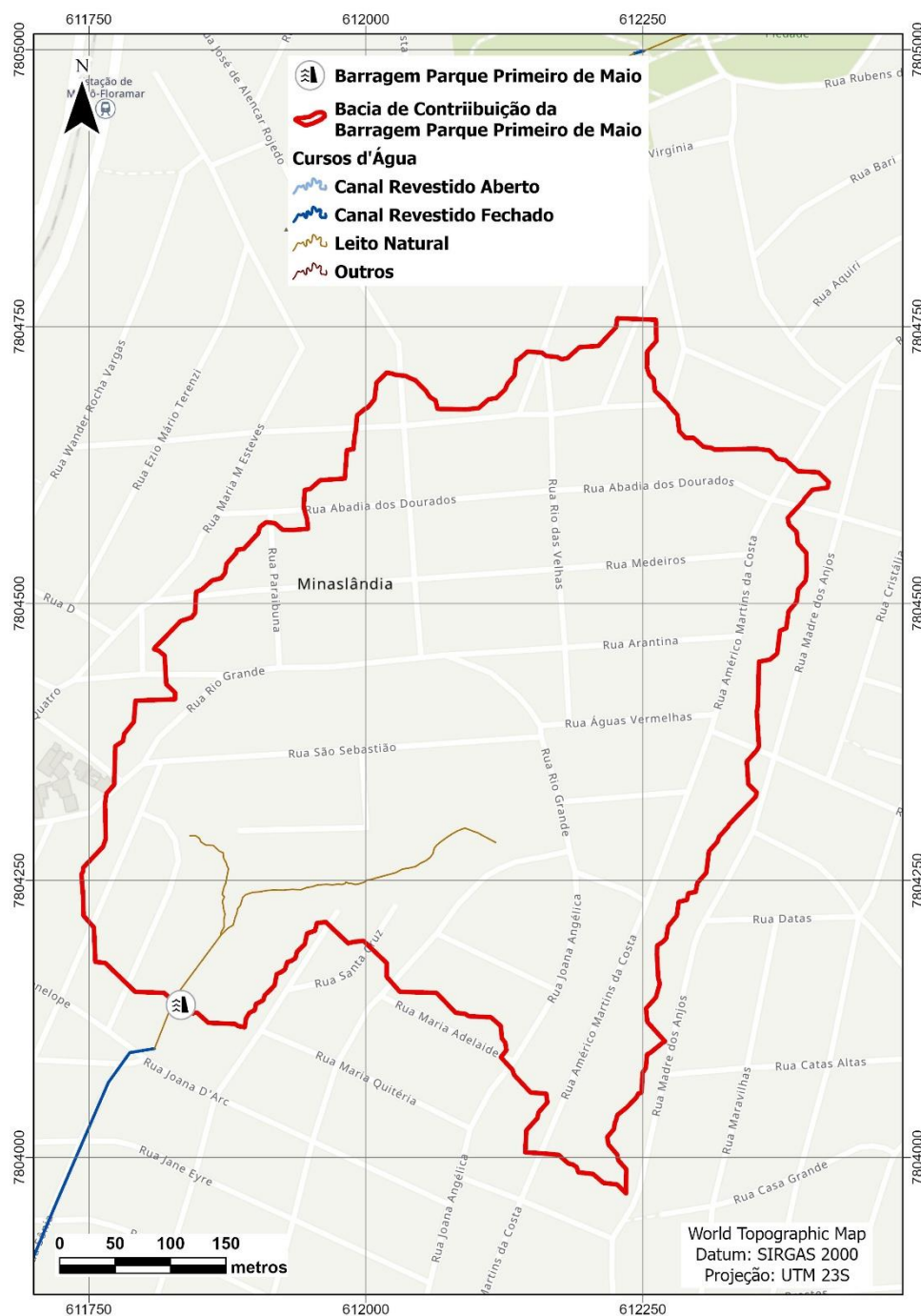
Tabela 4.1. Principais características da Barragem Parque Primeiro de Maio e seu reservatório.

Barragem	
Finalidade atual	Amortecimento de cheia, controle de vazões, paisagismo
Ano de início de projeto e construção/ano de inauguração	2008
Tipo	Arco invertido em concreto
Crista da barragem	el. 787,50m
Altura máxima do maciço	6,10m
Largura da crista	6,50m
Comprimento da crista	75,00m
Inclinação dos taludes	não se aplica
Reservatório	
NA máximo <i>maximorum</i>	el. 786,41m (TR 20 anos)
NA normal	el. 784,92m
Área inundada (NA normal)	1.599 m ²
Volume (NA normal)	1.004 m ³
Área de drenagem do reservatório	Aproximadamente 1,0 km ²
Vertedouro operacional 1	
Tipo	Tulipa
Dimensões	Circular, Ø1m x 1,72m
Número de vãos	1
Cota da soleira	el. 784,92m
Capacidade de vazão	2,59m ³ /s (TR 20 anos) 3,41m ³ /s (el. 787,50m)
Tipo de dissipação	Natural

4.3 Características hidrológicas da Barragem Parque Primeiro de Maio

A Barragem foi implementada no córrego Primeiro de Maio, afluente ao Ribeirão Isidoro. A bacia hidrográfica da Barragem Parque Primeiro de Maio possui área de drenagem de aproximadamente 1,0 km² (Figura 4.2). Localiza-se ao sul da bacia do Ribeirão do Isidoro. Abrange o bairro Minaslândia e porções do bairro Providência na regional Norte de Belo Horizonte. A região é bastante urbanizada, com taxas de impermeabilização atingindo cerca de 83%, com poucas áreas não ocupadas remanescentes (PSB Volume V, SUDECAP 2021).

Figura 4.2. Área de drenagem e hidrografia da região (Fonte: BHMAP 2022).



No estudo realizado em (PSB Volume V, SUDECAP 2021), foram realizadas simulações hidrológicas para se avaliar o funcionamento da estrutura. Constatou-se que o evento pluviométrico crítico corresponde ao tempo de retorno (TR) de 20 anos com duração de precipitação 1 hora. Para esse evento, o armazenamento no reservatório atinge a elevação de 786,41m, deixando uma borda livre de 1,09m em relação à crista da barragem. Para a elevação da crista, sem considerar borda livre, o TR admissível pelo sistema é de 50 anos. Por meio das simulações, foi demonstrado que o funcionamento do sistema é adequado até o TR de 50 anos, com o sistema liberando vazões da ordem de 3,00m³/s, sendo esse valor inferior à capacidade da galeria localizada a jusante, que é de aproximadamente 4,00 m³/s, segundo o projeto executivo. Logo, para que os critérios mínimos de borda livre sejam atendidos para TR superiores a 20 anos, é sugerido no estudo a construção de um vertedouro de emergência, conforme preconizado em projeto básico (PSB Volume V, SUDECAP 2021).

4.4 Características geológicas e sísmicas da Barragem Parque Primeiro de Maio

Segundo o (PSB Volume V, SUDECAP 2021), as investigações geológicas e geotécnicas realizadas, na época, na área de implantação do empreendimento estão descritas no Memorial e Orçamento Projeto Executivo Parque Urbano Primeiro de Maio, de agosto de 2006, elaborado pela B&L Escritório de Arquitetura. Consta no relatório que foi realizada uma campanha de sondagem SPT de 07 furos, com descrição anexada ao projeto executivo de implantação do parque. No estudo, por meio das sondagens realizadas foi indicada a presença de camada superior em aterro geralmente mal compactado, espessura variando de 1,10 a 2,80m, constituído por material argilo-siltoso e com presença de entulho; camada de aluvião em argila siltosa com areia fina cinza mole, sobreposta a areia fina siltosa cinza fofa com espessura de 3,95 a 7,25m; e solo residual em silte arenoso compacto mais profundamente. O nível d'água estava presente em todos os furos com cotas entre 781,71 e 782,15. Concluiu-se que o terreno de fundação para a execução da terraplenagem na área apresentava solos sedimentares de baixo suporte.

Ainda segundo o (PSB Volume V, SUDECAP 2021), a documentação em questão não inclui memória de cálculo e dimensionamento da estrutura. Também não foram identificadas análises de percolação pela fundação da estrutura e, devido à escassez de informações da época do projeto e dada a solução técnica empregada na construção da barragem de Primeiro de Maio, estudos de estabilidade foram desenvolvidos no (PSB Volume V, SUDECAP 2021), numa análise de estabilidade global adotando como condição limite a capacidade de tração das estacas de fundação. Segundo (PSB Volume V, SUDECAP 2021), de acordo com o relatório PRM-EST-21-001, os resultados das análises de estabilidade da barragem Primeiro de Maio indicaram condição não satisfatória de segurança para condições de carregamento excepcionais. O estudo indicou que a barragem se manteria estável para o NA Normal do reservatório, considerado como o nível da tulipa (elev. 784,92). No entanto, com a elevação sucessiva do NA no reservatório, a estrutura tenderia a não atender aos critérios de fator de segurança ou à condição limite de tração da estaca de montante, devido ao decorrente aumento do empuxo e da subpressão.

Assim, considerando a função de amortecimento de cheias da barragem, o (PSB Volume V, SUDECAP 2021) recomenda que a estrutura seja adequada adotando-se um arranjo similar do das barragens de Bonsucesso e do Engenho Nogueira, mantendo-se o vertedouro de operação (tulipa) e acrescentando-se um vertedouro de emergência de modo a garantir a defluência das cheias e a estabilidade da estrutura.

5 Instrumentação e Equipamentos

A barragem Parque Primeiro de Maio conta com uma comporta manual localizada na lateral da tulipa, que pode ser operada a partir da soleira da tulipa. A comporta está situada 70 cm abaixo da cota da soleira (Figura 5.1), e permite o rebaixamento do lago até a cota 784,22 através de um tubo de saída de 25 cm de diâmetro. O equipamento não possui procedimento operativo e também não possui rotina de abertura ou fechamento definida ao longo do ano ou em situações anômalas (PSB Volume II, SUDECAP 2021).

Figura 5.1. Comportas manuais instaladas nas laterais da Tulipa (Fonte: PSB Volume IV / SUDECAP, 2021).



A barragem Primeiro de Maio não possui instrumentos de monitoramento instalados. Apesar disso, a partir dos estudos de estabilidade e da inspeção visual de campo realizados no (PSB Volume V, SUDECAP 2021), não foi preconizada a instalação de instrumentos na barragem. Foi considerado que essa medida não agregaria conhecimento ao monitoramento da estrutura por se tratar de uma barragem assentada sobre estacas, não parecendo ser efetivo o monitoramento de pressões de fundação, e devido ao porte da estrutura que leva a entender que instrumentos de monitoramento de deslocamentos retornariam medidas pouco efetivas para a tomada de decisão, especialmente pela dificuldade de se realizar qualquer intervenção de reversão de esforços estruturais. Já o monitoramento de nível de água do reservatório de forma a se garantir o limite estabelecido pelos estudos foi colocado no estudo como uma medida mais efetiva para a segurança da barragem (PSB Volume V, SUDECAP 2021).

6 Classificação das situações de emergência em potencial conforme Nível de Resposta

Com base no Plano de Segurança de Barragens da Barragem Parque Primeiro de Maio (Enemax e FCO, 2021) a principal situação de emergência para a Barragem Parque Primeiro de Maio está relacionada a evento pluvial extremo, oferecendo risco de tombamento da estrutura. Esse risco pode ocorrer na eventualidade de um evento pluvial superior a eventos raros, como o evento PMP ou de TR superior a 500 anos quando, para alguns eventos extremos simulados, ocorre galgamento.

Conforme descrito mais em detalhes no item 9, por ser um barramento de concreto em arco, o rompimento pode ser considerado súbito e completo. O modo de falha adotado foi o tombamento do arco da barragem, de modo instantâneo, com duração de um minuto.

As simulações hidrológicas e hidráulicas realizadas no âmbito do PSB da Barragem Parque Primeiro de Maio indicam que o reservatório atende aos critérios mínimos de borda livre para eventos de 20 anos de tempo de retorno e com durações entre 10 minutos e 24 horas. Por outro lado, admitindo-se borda livre inferior, até o limite de 0,5 m, a estrutura atende a eventos de até TR = 100 anos (Enemax e FCO, 2021). Essa é uma situação de risco que deve ser acompanhada pelo GID durante a ocorrência de eventos de grande intensidade de precipitações.

Segundo o PSB da Barragem Parque Primeiro de Maio, as análises de estabilidade indicam condições não satisfatórias de segurança para condições de carregamento excepcionais, ou seja, eventos pluviais que aumentem de forma significativa o empuxo sobre o barramento, podendo levar a ruptura estrutural das estacas das fundações da barragem.

Com base nas análises empreendidas, ENEMAX e FCO (2021) recomendam, entre outras ações específicas ao PSB, as seguintes ações concernentes à barragem e ao reservatório:

- Projetar e construir um vertedouro de emergência de modo a garantir a defluência das cheias e a estabilidade da estrutura.
- Desassorear o lago, a fim de manter as condições de capacidade do reservatório e de estabilidade da barragem.

O item 6.1, a seguir, contém a descrição das situações de emergência, ações para a avaliação e acompanhamento dos problemas e implantação de medidas corretivas segundo o nível de resposta.

6.1 Breve discussão sobre as situações de emergência

6.1.1 Evento pluvial extremo

Os critérios adotados para a avaliação de borda livre mínima encontram-se na Tabela 6.1. Os dados geométricos da Barragem Parque Primeiro de Maio requeridos para as análises a seguir são, conforme ENEMAX e FCO (2021):

- Cota de coroamento da crista da barragem de terra 787,50m
- Cota da soleira do vertedouro operacional (tulipa) 784,92m.

Tabela 6.1. Critérios para a avaliação de borda livre mínima no reservatório de Parque Primeiro de Maio (Enemax e FCO, 2021).

Tempo de retorno (anos)	Borda livre mínima
1.000	1,0m
10.000	Segundo Saville <i>et al.</i> (1962) com vento ordinário
PMP	Admite-se borda livre mínima nula

Os resultados de simulação indicam duração crítica do evento pluvial em 1h e tempo de retorno de 20 anos, considerando-se o critério de borda livre de 1,0m. A barragem é galgada para todos os eventos de PMP simulados, exceto para a duração de 24h, como também para todos os eventos de TR superior a 500 anos e durações entre 1h e 8h.

Os resultados das simulações obtidos em estimativas de bordas livre e de vazões de pico afluentes e defluentes à bacia de detenção encontram-se sintetizados na Tabela 6.2. A Tabela 6.3 contém as vazões de pico afluentes e defluentes ao reservatório também estimadas por simulação hidrológica.

Tabela 6.2. Reservatório Parque Primeiro de Maio: bordas livre por tempos de retorno e duração do evento pluvial de projeto (Enemax e FCO, 2021).

Duração (horas)	TR 2 anos	TR 10 anos	TR 20 anos	TR 50 anos	TR 100 anos	TR 500 anos	TR 1.000 anos	TR 10.000 anos	PMP
0,17 (10')	2,32	1,98	1,84	1,46	1,32	0,99	0,86	0,44	galga
0,25 (15')	1,66	1,24	1,08	1,30	1,14	0,79	0,65		
0,50 (30')	1,94	1,49	1,30	1,06	0,89	0,50	0,34		
0,75 (45')	1,92	1,39	1,17	0,89	0,69	0,27			
1	1,92	1,33	1,09	0,80	0,59	galga	galga		
2	1,98	1,38	1,12	0,80	0,57				
3	2,05	1,47	1,21	0,89	0,64				
4	2,11	1,60	1,37	1,05	0,82				
8	2,22	1,93	1,74	1,47	galga	0,75	0,54		
14	2,30	2,12	2,02	1,81	1,64	1,20	0,99	0,32	
24	2,36	2,22	2,17	2,10	2,01	1,70	1,55	1,00	0,74

Tabela 6.3. Reservatório Parque Primeiro de Maio: vazões afluentes e defluentes máximas por tempo de retorno e duração do evento pluvial de projeto (Enemax e FCO, 2021).

Duração (horas)	TR 2 anos		TR 10 anos		TR 20 anos		TR 50 anos		TR 100 anos		TR 500 anos		TR 1.000 anos		TR 10.000 anos		PMP		
	QPA ⁽¹⁾	QPD ⁽²⁾	QPA	QPD	QPA	QPD	QPA	QPD	QPA	QPD	QPA	QPD	QPA	QPD	QPA	QPD	QPA	QPD	
0,17 (10')	2,86	0,71	4,93	1,64	5,87	1,82	7,22	2,25	8,27	2,38	10,90	2,68	12,10	2,78	16,35	3,10	18,54	galga	
0,25 (15')	3,81	2,03	5,28	2,46	6,31	2,60	7,76	2,40	8,89	2,55	11,70	2,84	12,99	2,95	17,46		19,73		
0,50 (30')	2,89	1,69	5,22	2,21	6,25	2,40	7,64	2,62	8,73	2,76	11,36	3,06	12,55	3,17	16,66		18,78		
0,75 (45')	2,70	1,72	5,06	2,32	6,06	2,52	7,43	2,76	8,50	2,91	11,05	3,23	12,22		16,22		18,21		
1	2,53	1,72	4,79	2,37	5,74	2,59	7,05	2,83	8,05	2,99	10,45	galga	11,46	galga	15,19		17,01		
2	2,02	1,65	3,67	2,33	4,36	2,56	5,29	2,83	6,01	3,00	7,65		8,42		10,92		12,14		
3	1,70	1,54	3,05	2,24	3,61	2,48	4,35	2,76	4,94	2,95	6,23		6,82		8,75		9,72		
4	1,49	1,41	2,60	2,10	3,05	2,34	3,64	2,63	4,09	6,37	5,16		3,20		5,62	7,19			7,98
8	1,05	1,04	1,81	1,71	2,11	1,94	2,51	2,24	5,36	galga	3,52		2,87		3,83	3,03	4,85		
14	0,78	0,78	1,37	1,37	1,61	1,59	1,92	1,85	2,15	2,05	2,69	2,49	2,93	2,68	3,70	3,19	4,06		
24	0,57	0,58	1,03	1,03	1,21	1,21	1,45	1,44	1,62	1,61	2,03	1,99	2,20	2,15	2,78	2,67	3,04	2,88	
Crítica	1h		1h		1h		1h		8h		>45' e <4h		>30' e <8h		>10' e <14h		<24h		

⁽¹⁾ QPA = Vazão de pico afluente em m³/s.

⁽²⁾ QPD = Vazão de pico defluente em m³/s.

As condições de operação descritas na Tabela 6.1 orientam a classificação de situações de emergência por ocorrência de evento pluvial extremo.

Eventos pluviais extremos podem conduzir a problemas operacionais e estruturais relacionados aos órgãos de controle hidráulico. No caso da Barragem Parque Primeiro de Maio, nota-se que as condições operacionais de seus controles hidráulicos bem como o volume de armazenamento e as eficiências de amortecimento asseguram borda livre adequada para os eventos simulados com tempos de retorno inferiores ou iguais a 20 anos. Por outro lado, bordas livres inferiores a 1,0 m, como é o caso para os eventos PMP e TR iguais ou

superiores a 50 anos, podem conduzir a situações de risco mais elevado por efeito de ventos, por exemplo, ou galgamento, conforme a duração dos eventos pluviais (ver Tabela 6.2).

Nota-se que os tempos de subida (tempos de pico) dos hidrogramas de contribuição ao reservatório são muito curtos, inferiores a 1 hora, o que resulta em tempos para alerta muito curtos. Nesse contexto, a previsão meteorológica e o monitoramento contínuo de NA no reservatório, ainda não disponível, desempenham um papel essencial. É recomendável que, com o aprimoramento da previsão com a utilização de informação radar, a Prefeitura de Belo Horizonte incorpore a simulação em tempo real para fins de alerta no caso da Barragem Parque Primeiro de Maio. É também recomendável a instalação de uma estação de monitoramento contínuo do NA do reservatório com transmissão de dados à DGAU.

Por outro lado, tendo em conta a capacidade de drenagem dos canais localizados a jusante da barragem Parque Primeiro de Maio, o Plano de Contingência de Inundações será provavelmente acionado para o NA do reservatório superior a 786,50 m, levando à mobilização da população potencialmente atingida por uma ruptura, para situações de risco de Nível de Resposta zero, sob a perspectiva do PAE. Segundo simulações realizadas no âmbito do PSB da Barragem Parque Primeiro de Maio, essa cota de NA pode ser atingida ou superada para eventos pluviais com tempos de retorno superiores a 20 anos e variadas durações.

6.1.2 Problemas estruturais nas fundações e nas ombreiras da barragem do Parque Primeiro de Maio

Conforme mencionado em parágrafos anteriores, o PSB contém uma análise de estabilidade global adotando como condição limite a capacidade de tração das estacas de fundação. Segundo o PSB, os resultados das análises de estabilidade da barragem Primeiro de Maio indicaram a barragem se manteria estável para o NA Normal do reservatório, considerado como o nível da tulipa (elev. 784,92). No entanto, com a elevação sucessiva do NA no reservatório para eventos pluviais de tempos de retorno superiores a 20 anos, a estrutura tenderia a não atender aos critérios de fator de segurança ou à condição limite de tração da estaca de montante, devido ao decorrente aumento do empuxo e da subpressão.

A leitura de NA da instrumentação a ser instalada no reservatório deverá ser realizada regularmente pelo Grupo de Inspeção e Avaliação de Risco (GIAR). Os valores obtidos devem ser comparados com a série histórica a cada nova leitura. As anormalidades referem-se a NAs que resultam em borda livre inferior a 1,0m.

Caso sejam detectadas anormalidades ou os valores estejam acima dos níveis de alerta e emergência, o GIAR deve:

- a) Informar o Coordenador do PAE a respeito da anomalia e fornecer uma avaliação preliminar do nível de emergência da situação;
- b) Solicitar ao Grupo de Manutenção (GM), a avaliação de conformidade de operação e leitura dos instrumentos;
- c) Conceber eventuais ações de manutenção e orientar o GM para que sejam empreendidas;
- d) Avaliar a eficiência das ações de manutenção e manter o Coordenador do PAE informado sobre a evolução da situação de emergência.

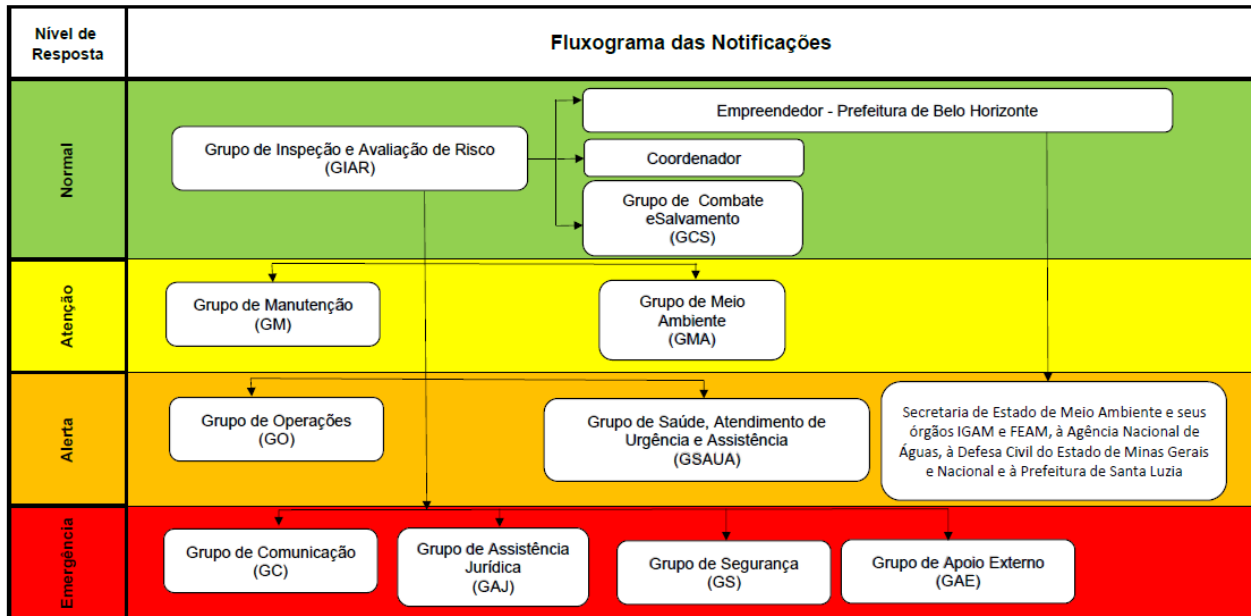
Situações de emergência relacionadas a trincas, abatimentos de aterros, erosão em ombreiras, erosão na encosta de instalação do rápido e problemas estruturais nas estruturas de vertimento e galerias são identificadas por inspeções visuais regulares. O GIAR deve avaliar a situação de emergência e reportar essas ocorrências. O Coordenador do PAE deve ser informado, em caso de detecção de problemas dessa natureza. O GIAR deve conceber medidas reparadoras e solicitar a intervenção do GM para implantá-las. O GIAR avalia, igualmente, os resultados obtidos com as medidas reparadoras e mantém o Coordenador do PAE informado sobre a evolução da situação de emergência.

Quadro 6.1. Classificação das Emergências por Causas.

Causa	Critério de Emergência	Nível de Risco da Emergência
Evento Chuvoso Extremo	Cota do Nível de Água (NA) no Reservatório Obstrução dos Vertedores	Nível 0 (Verde): $953,50 < NA < 966,50$
		Nível 1 (Laranja): $966,50 < NA < 967,50$
		Nível 2 (Vermelho): $NA > 967,5$
		Nível 1 (Laranja): - Cotas dos Piezômetros; - Cotas dos Marcos Superficiais; - Vazão da Drenagem Interna; - Anomalia de média dimensão, sem aparente evolução;
		Nível 2 (Vermelho): - Cotas dos Piezômetros; - Cotas dos Marcos Superficiais; - Vazão da Drenagem Interna; - Anomalia de média dimensão, com evidente evolução, ou anomalia de grande dimensão.
Abalos sísmicos de qualquer natureza	Anomalias: Aparecimento de trincas no maciço e/ou nas estruturas hidráulicas	Nível 0 (Verde): - Cotas dos Marcos Superficiais; - Anomalia de pequenas dimensões, sem aparente evolução;
Recalques ou colapso da fundação da barragem		Nível 1 (Laranja): - Cotas dos Marcos Superficiais; - Anomalia de média dimensão, sem aparente evolução;
Contração ou dilatação por ressecamento do solo do maciço ou das estruturas		Nível 2 (Vermelho): - Cotas dos Marcos Superficiais; - Anomalia de média dimensão, com evidente evolução, ou anomalia de grande dimensão.

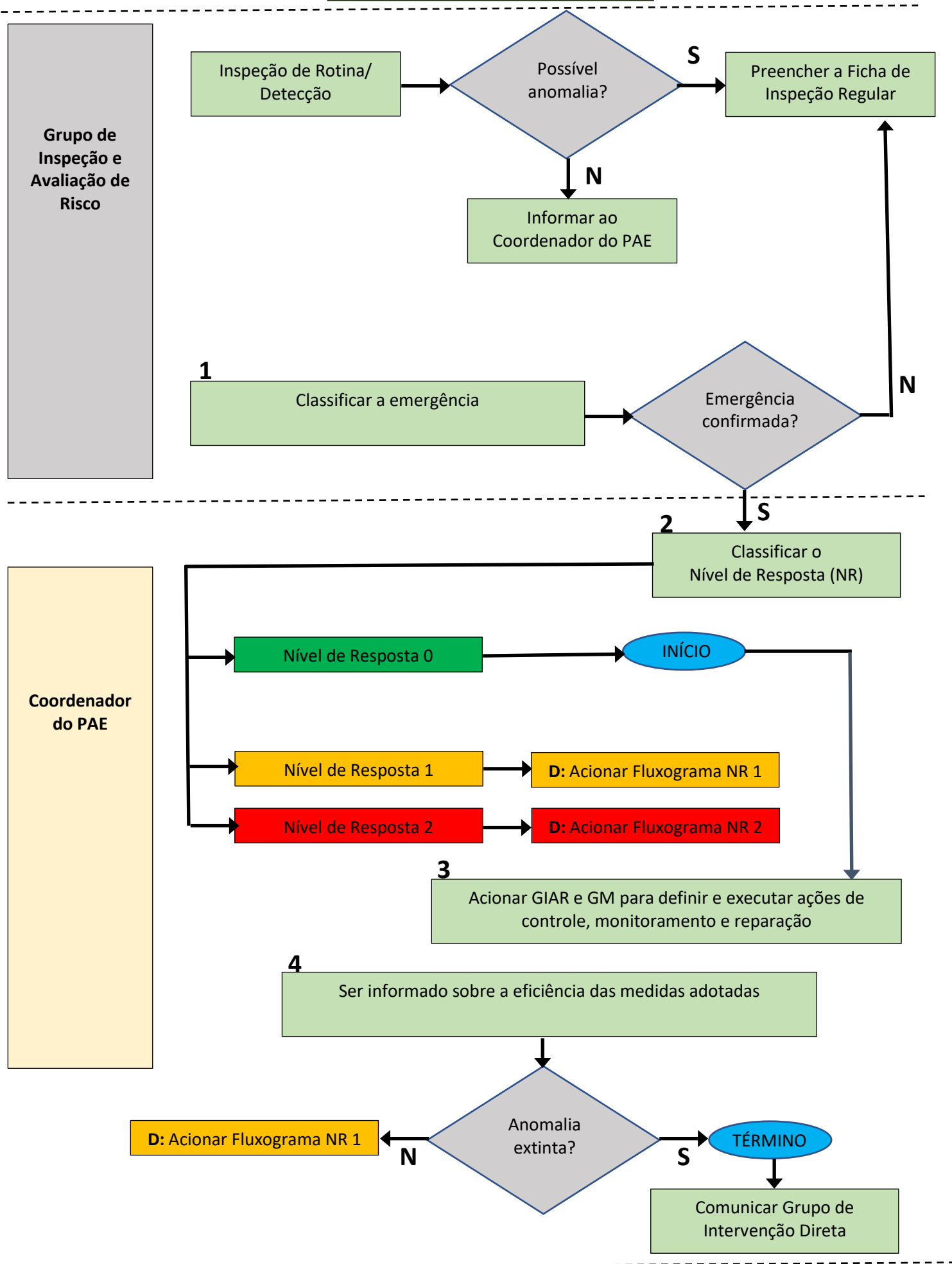
7 Fluxogramas das Notificações e por Nível de Resposta

Figura 7.1. Fluxograma de Notificações.



A seguir são apresentados fluxogramas para cada nível de resposta.

Nível de Resposta 0: Verde



Nível de Resposta 0 (página 2)

Empreendedor

1

Dar suporte o Coordenador do PAE conforme demanda

Grupo de
Manutenção

1

Avaliar e propor ações de controle e monitoramento

3

Solicitar
Recursos junto
ao
Empreendedor

Recursos
necessários
disponíveis?

N

S

2

Implantar ações e
informar evolução para
o Coordenador do PAE

Grupo de
Combate e
Salvamento

1

Dar suporte o Coordenador do PAE conforme demanda

Grupo de
Operação

1

Dar suporte o Coordenador do PAE conforme demanda

Grupo de Meio
Ambiente

1

Dar suporte o Coordenador do PAE conforme demanda

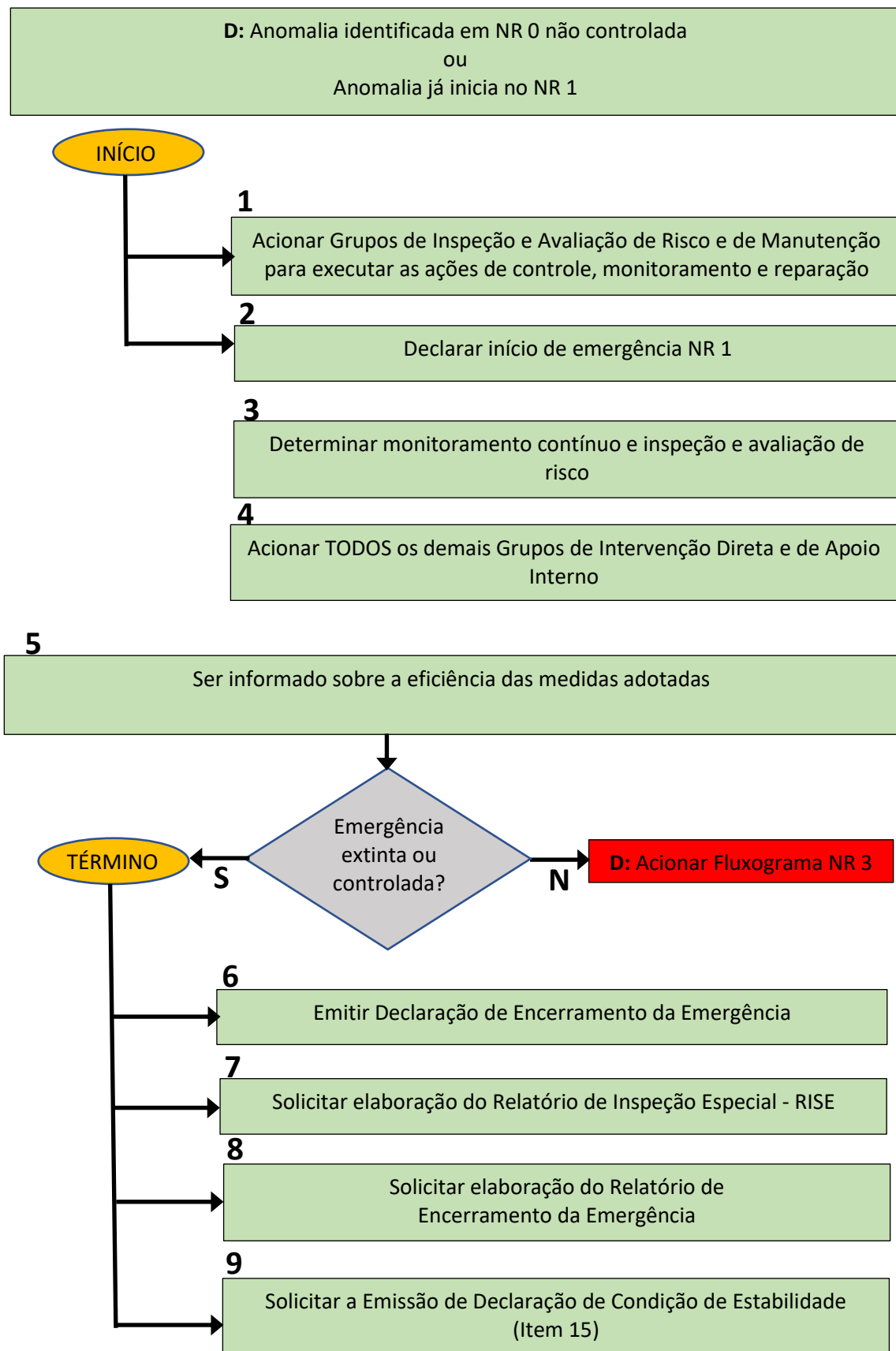
Grupos de
Apoio Interno

1

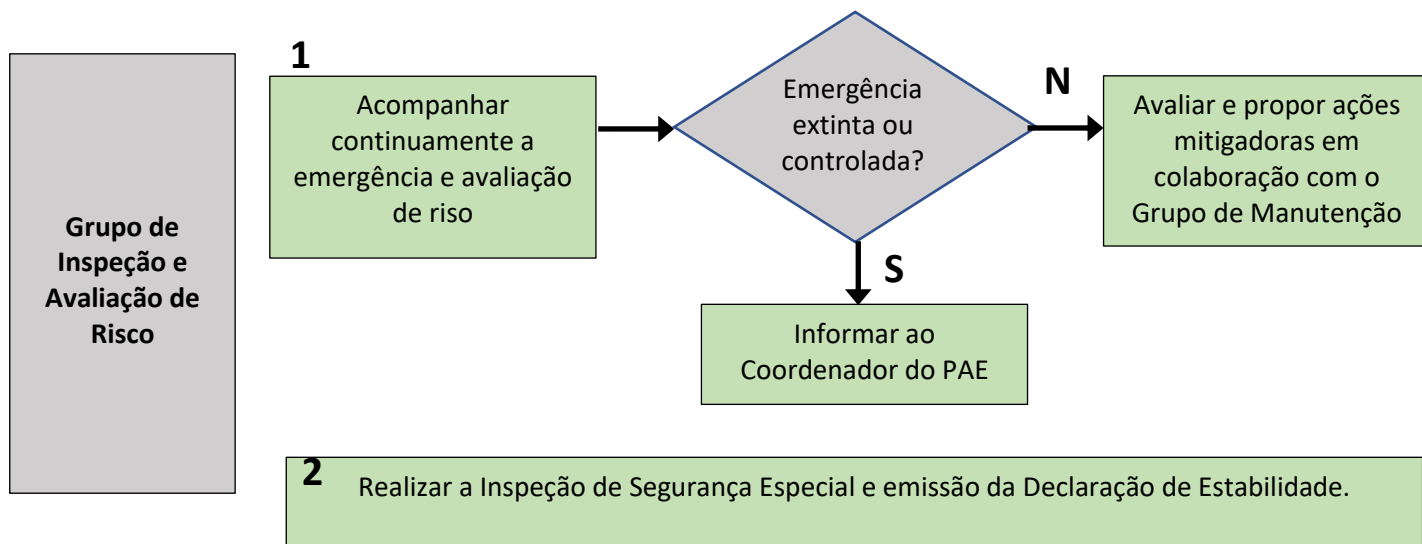
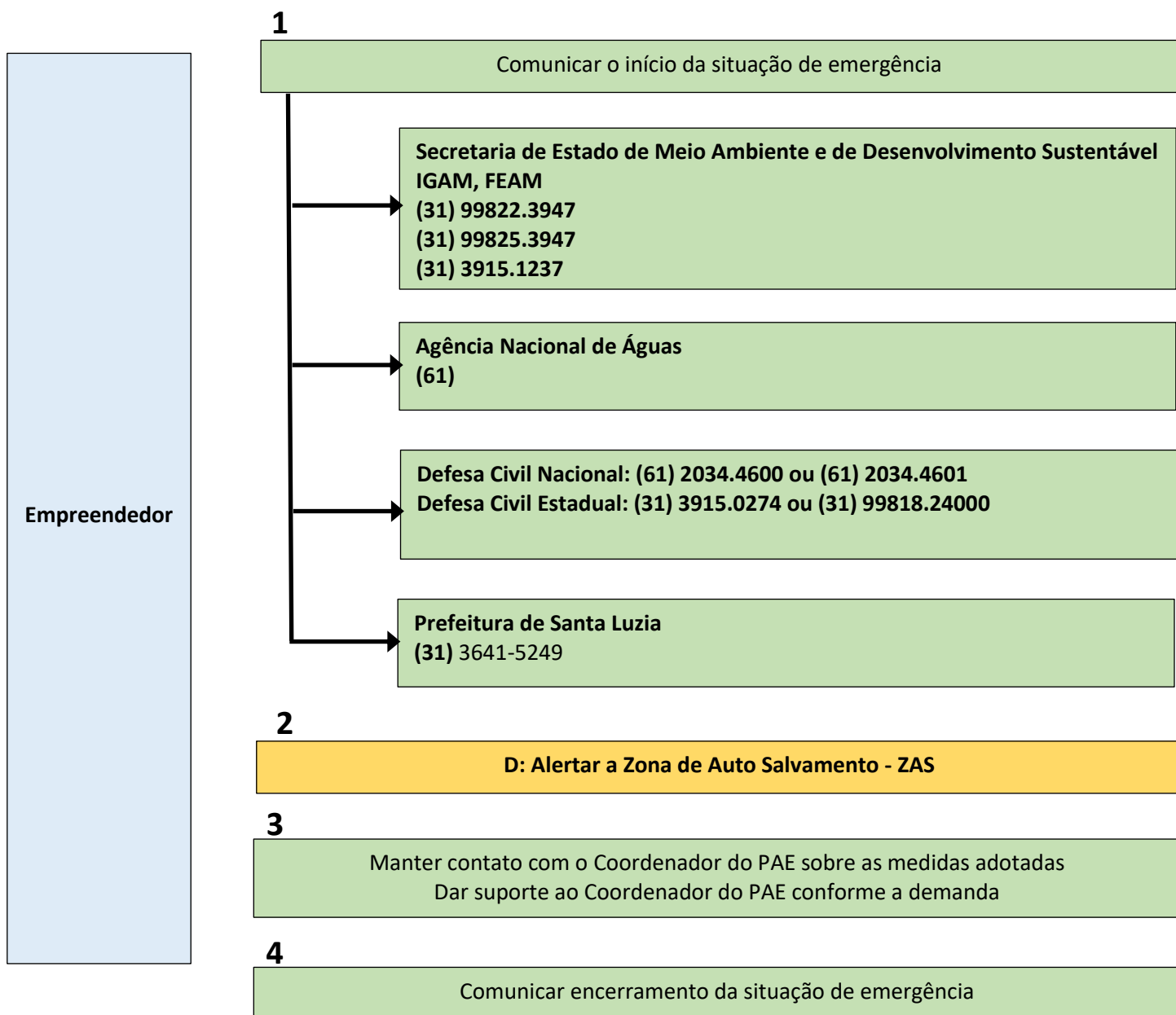
Dar suporte o Coordenador do PAE conforme demanda

Nível de Resposta 1: Laranja

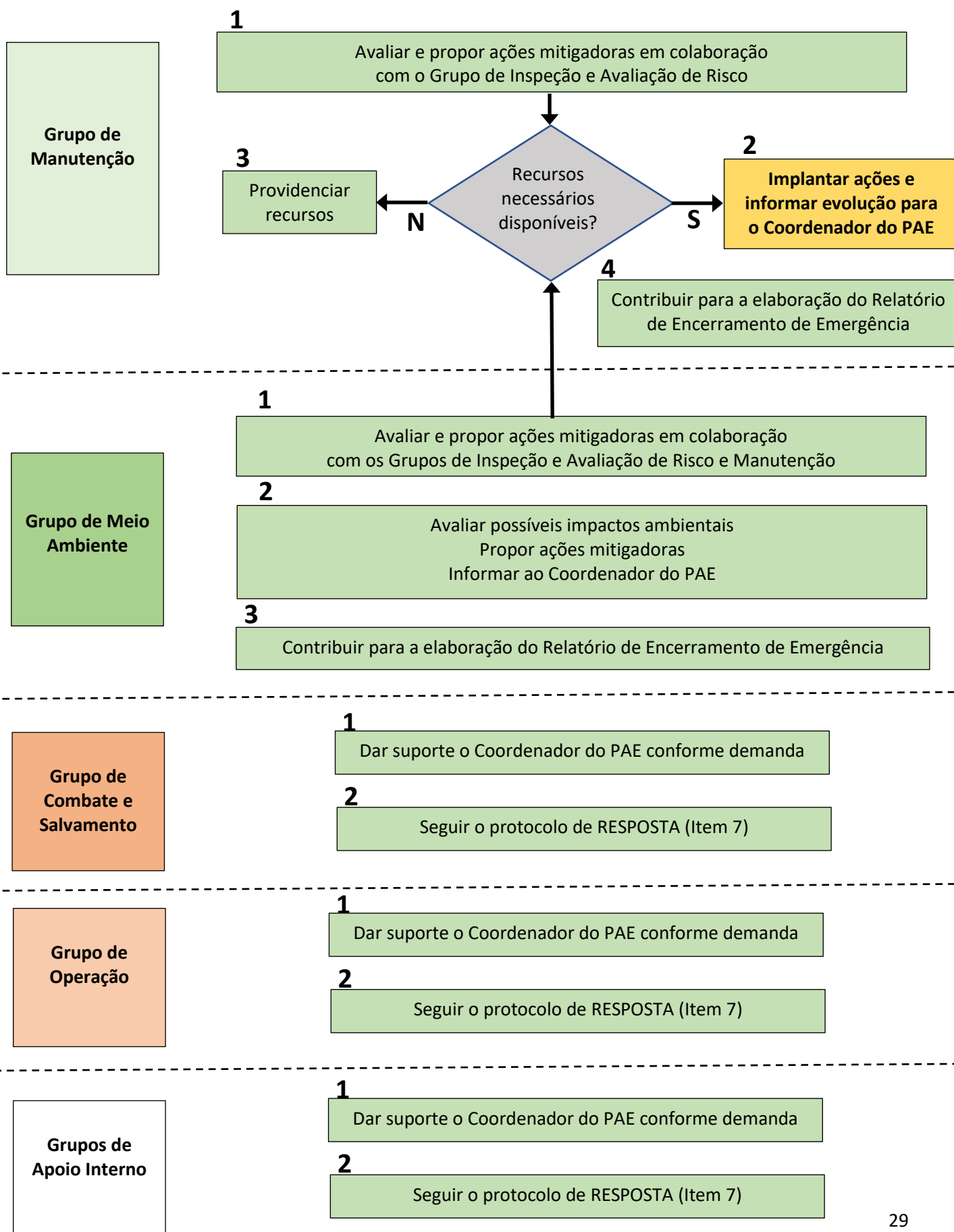
Coordenador
do PAE



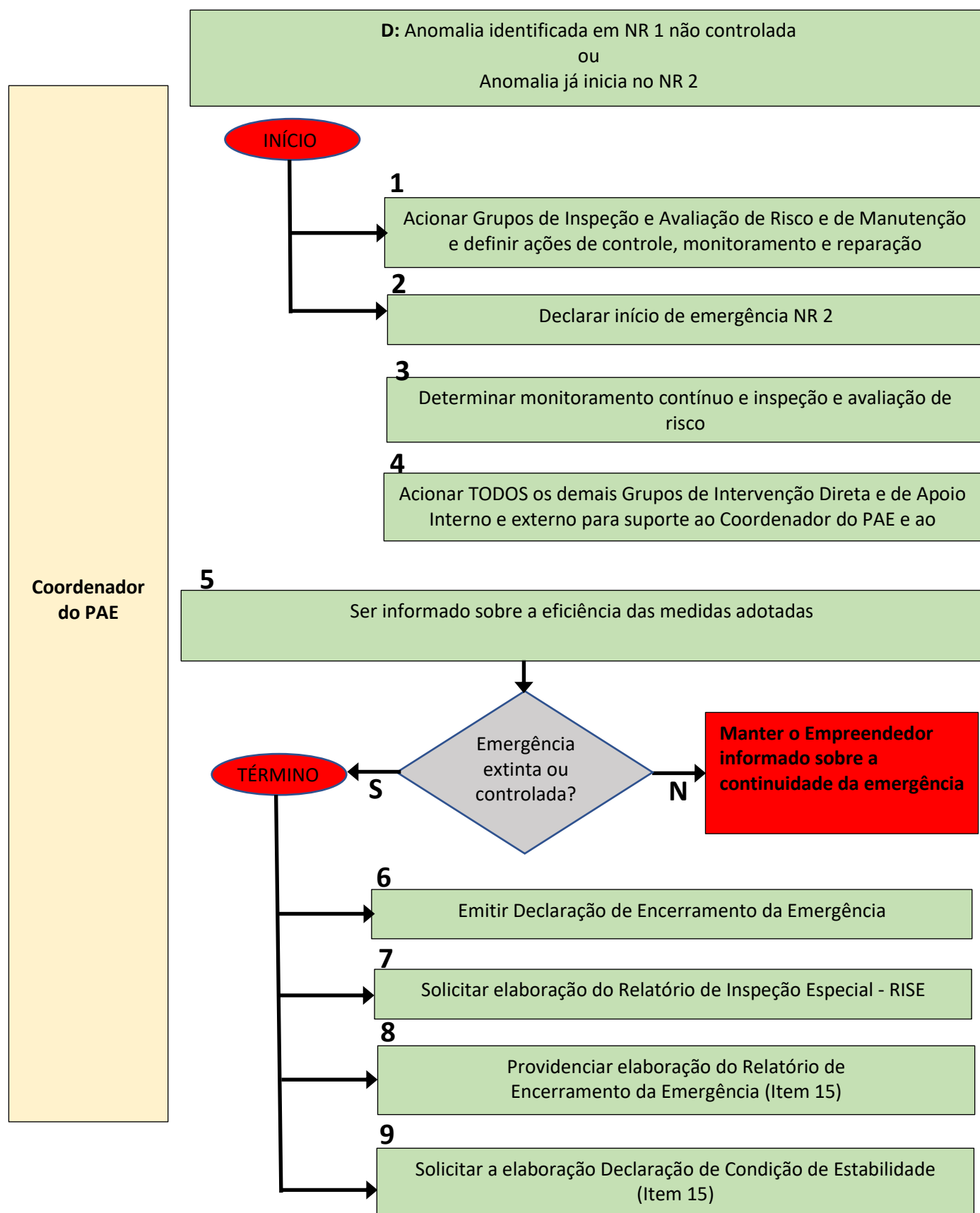
Nível de Resposta 1 (página 2)



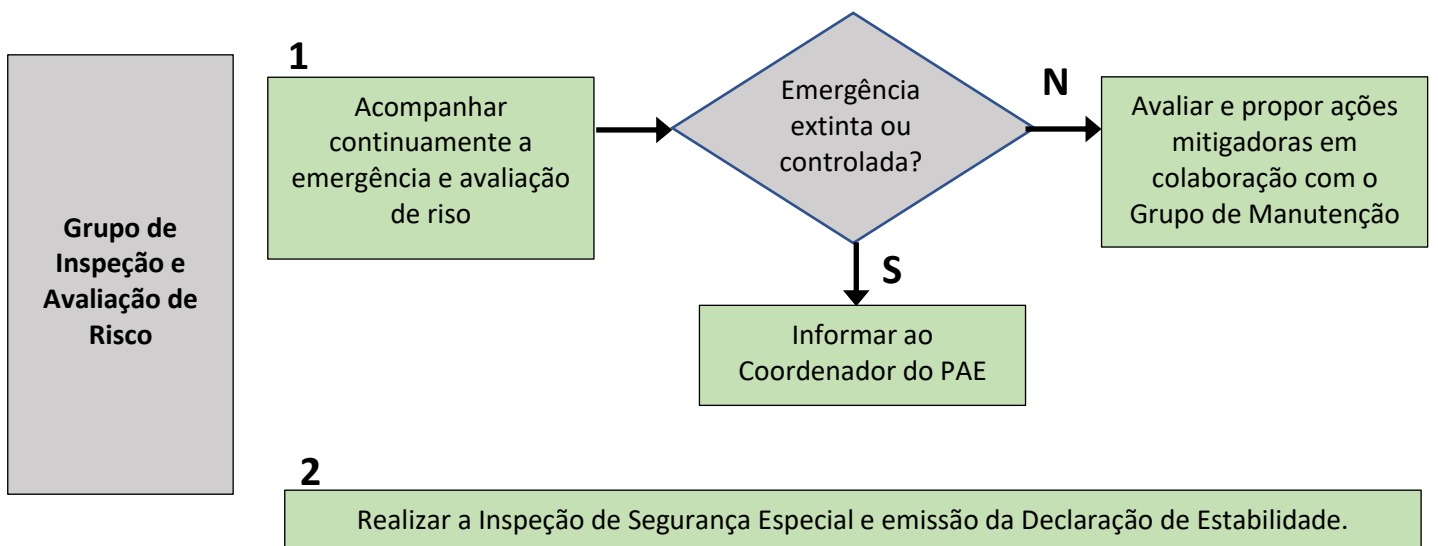
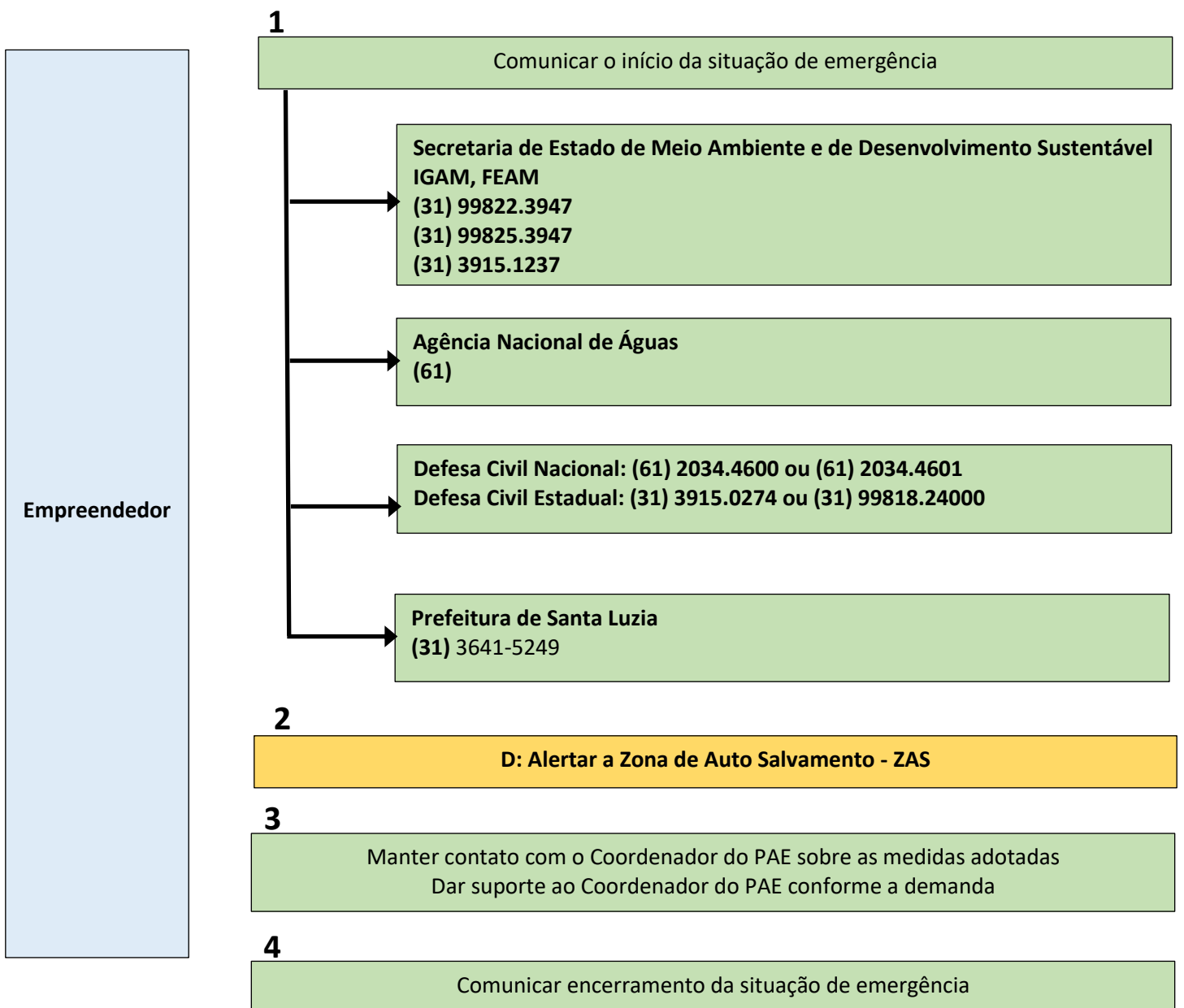
Nível de Resposta 1 (página 3)



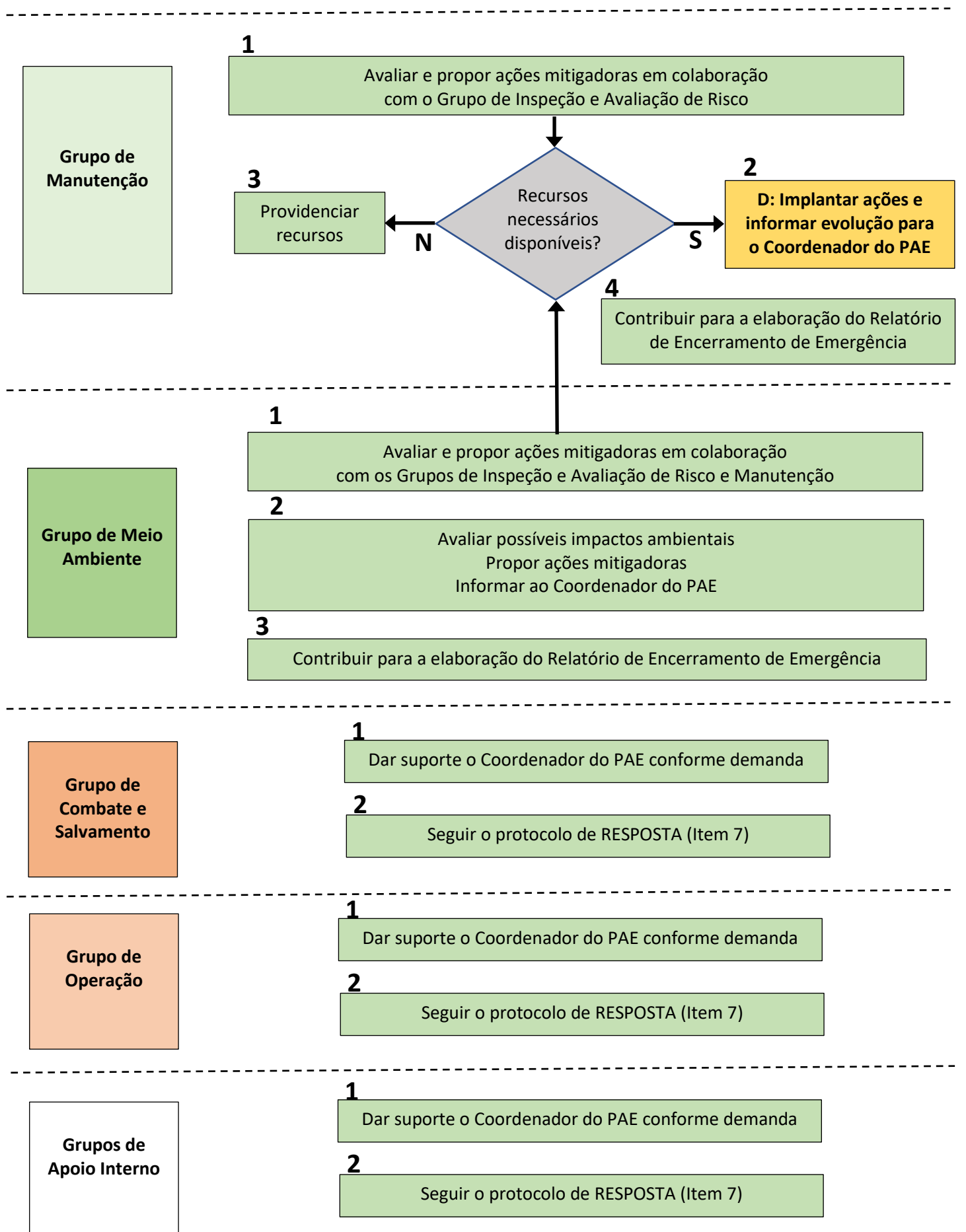
Nível de Resposta 2: Vermelho



Nível de Resposta 2 (página 2)



Nível de Resposta 2 (página 3)



D

ZAS:

EVACUAR IMEDIATAMENTE E DESLOCAR-SE PARA OS PONTOS DE ENCONTRO

8 Responsabilidades no Plano de Ação de Emergência – PAE (empreendedor, Coordenador do Plano de Ação de Emergência – PAE, equipe técnica e Defesa Civil)

O presente estudo contém o mapeamento institucional de todas as instituições envolvidas no PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio (ver Figura 3.1, Figura 3.2 e Figura 3.3), incluindo as ações de prevenção, preparação, resposta, recuperação e avaliação. No presente item, dados os objetivos pertinentes ao PAE, são descritas as responsabilidades relacionadas à resposta a situações de emergência, conforme o nível de resposta (ver fluxograma de notificação, item 7 do presente documento).

8.1 Coordenador do PAE

As responsabilidades do Coordenador do PAE encontram-se listadas no Quadro 8.1.

Quadro 8.1. Responsabilidades do Coordenador do PAE – SMOBI.

Nível de Resposta	Ações a empreender
NR 0: Verde	a) Declarar o nível de resposta verde, a partir de nível de risco informado pelo GIAR; b) Receber informações do GIAR e GM sobre o monitoramento e as ações de controle e reparação; c) Receber retorno do GIAR e do GM, se as medidas implementadas na barragem foram efetivas; d) Acionar o nível de resposta superior, caso a situação de emergência persista ou se agrave, segundo informações do GIAR; e) Declarar o encerramento da emergência, se a situação de emergência for extinta, segundo informações do GIAR.
NR 1: Laranja	a) Declarar o início da emergência de nível de resposta laranja, a partir de nível de risco informado pelo GIAR; b) Apoiar o empreendedor na comunicação do alerta à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e seus órgãos IGAM e FEAM, à Agência Nacional de Águas e à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais e Nacional; c) Receber informações do GIAR e GM sobre a vigilância e monitoramento contínuos da barragem e estruturas associadas; d) Solicitar retorno do GIAR e do GM, se as medidas implementadas na barragem foram efetivas; e) Estabelecer o Comando Centralizado das operações de emergência no Centro de Operações de Belo Horizonte (COP-BH) e convocar representantes de todos os órgãos dos Grupos de Intervenção Direta (GID) e de Apoio Interno (GAI); f) Acionar Empreendedor e os grupos do GID e do GAI para mobilizarem os recursos humanos, materiais e logísticos necessários para fazer face à situação de emergência; g) Acionar os Grupos de Combate e Salvamento (GCS), Operação (GO), Meio Ambiente (GMA) e Saúde, Atendimento de Urgência e Assistência (GSAUA) para estado de prontidão para eventual evacuação imediata da ZAS; h) Acionar o nível de resposta superior, a situação de emergência persista ou se agrave, segundo informações do GIAR; i) Se a situação de emergência for extinta, 1. Emitir Declaração de Encerramento da Emergência; 2. Solicitar ao GIAR que providencie a elaboração do Relatório de Inspeção Especial (RISE); 3. Solicitar ao GIAR e GM que providenciem a elaboração da Declaração de Condição de Estabilidade;

	4. Solicitar ao GAI que providenciem o Relatório de Encerramento de Emergência; 5. Apoiar o Empreendedor para encaminhamento à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e seus órgãos IGAM e FEAM, à Agência Nacional de Águas e à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais e Nacional o Relatório de Encerramento da Emergência, em até 60 dias após declarado o início da emergência.
NR 2: Vermelho	a) Declarar o início da emergência de nível de resposta vermelho, a partir de nível de risco informado pelo GIAR; b) Solicitar ao empreendedor que comunique o alerta à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e seus órgãos IGAM e FEAM, à Agência Nacional de Águas e à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais e Nacional; c) Receber informações do GIAR e GM sobre a vigilância e monitoramento contínuos da barragem e estruturas associadas; d) Solicitar retorno do GIAR e do GM se as medidas implementadas na barragem foram efetivas; e) Estabelecer o Comando Centralizado das operações de emergência no Centro de Operações de Belo Horizonte (COP-BH) e Centros de Comando na ZAS, convocando representantes de todos os órgãos dos Grupos de Intervenção Direta (GID) e de Apoio Interno (GAI); f) Acionar o Empreendedor, GID e GAI para mobilizarem os recursos humanos, materiais e logísticos necessários para fazer face à situação de emergência; g) Acionar os Grupos de Combate e Salvamento (GCS), Operação (GO), Meio Ambiente (GMA) e Saúde, Atendimento de Urgência e Assistência para a evacuação imediata da ZAS; h) Se a situação de emergência for extinta, 1. Emitir Declaração de Encerramento da Emergência; 2. Solicitar ao GIAR que providencie a elaboração do Relatório de Inspeção Especial (RISE); 3. Solicitar ao GIAR e GM que providenciem a elaboração da Declaração de Condição de Estabilidade; 4. Emitir, a partir de informações do GID e GAI, o Relatório de Encerramento de Emergência; 5. Solicitar e apoiar o Empreendedor no envio à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e seus órgãos IGAM e FEAM, à Agência Nacional de Águas, à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais e Nacional o Relatório de Encerramento da Emergência, em até 60 dias após declarado o início da emergência.

8.2 Empreendedor

As responsabilidades do Empreendedor encontram-se listadas no Quadro 8.2

Quadro 8.2. Responsabilidades do Empreendedor.

Nível de Resposta	Ações a empreender
NR 0: Verde	a) Tomar conhecimento da situação de emergência, mantendo-se informado e apoiando o Coordenador do PAE; b) Assegurar a disponibilidade dos recursos demandados pelo GIAR e GM para ações e de monitoramento, inspeção, avaliação e implantação de medidas de operação e controle da barragem, inclusive em situação de emergência; c) Tomar conhecimento se as medidas de controle empreendidas foram efetivas; d) Receber comunicação do encerramento da situação de emergência ou de acionamento do nível de resposta superior.
NR 1: Laranja	a) Tomar conhecimento da situação de emergência, mantendo-se informado e apoiando o Coordenador do PAE; b) Assegurar a disponibilidade dos recursos demandados pelo GIAR e GM para ações e de monitoramento, inspeção, avaliação e implantação de medidas de operação e controle da barragem, inclusive em situação de emergência; c) Comunicar o alerta de nível de resposta laranja à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e seus órgãos IGAM e FEAM, à Agência Nacional de Águas e à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais e Nacional; d) Apoiar o estabelecimento de Comando Centralizado das Operações de emergência no Centro de Operações de Belo Horizonte (COP-BH) e para a convocação de todos os Grupos de Intervenção Direta (GID) e de Apoio Interno (GAI); e) Apoiar a mobilização dos recursos humanos, materiais e logísticos necessários para fazer face à situação de emergência; f) Apoiar os Grupos de Combate e Salvamento (GCS), Operação (GO), Meio Ambiente (GMA) e Saúde, Atendimento de Urgência e Assistência no estabelecimento do estado de prontidão para eventual evacuação imediata da ZAS; g) Tomar conhecimento se, as medidas de controle empreendidas na barragem foram efetivas; h) Receber comunicação do encerramento da situação de emergência ou de acionamento do nível de resposta vermelho; i) Se a situação de emergência for extinta: 1. Subsidiar o GIAR para que este providencie a elaboração do Relatório de Inspeção Especial (RISE); 2. Assegurar a disponibilidade dos recursos demandados pelo GIAR e GM para que estes providenciem a elaboração da Declaração de Condição de Estabilidade; 3. Receber o Relatório de Encerramento de Emergência elaborado pelo Coordenador; 4. Encaminhar à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e seus órgãos IGAM e FEAM, à Agência Nacional de Águas e à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais e Nacional o Relatório de Encerramento da Emergência, em até 60 dias após declarado o início da emergência.

Nível de Resposta	Ações a empreender
NR 2: Vermelho	a) Tomar conhecimento da situação de emergência e apoiar Coordenador do PAE; b) Subsidiar as ações do GIAR e do GM de monitoramento, inspeção, avaliação e implantação de medidas de controle da situação de emergência; c) Comunicar o alerta de nível de resposta vermelho à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e seus órgãos IGAM e FEAM, à Agência Nacional de Águas e à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais e Nacional; d) Apoiar o Coordenador do PAE para o estabelecimento de Comando Centralizado das Operações de Emergência no Centro de Operações de Belo Horizonte (COP-BH) e Centros de Comando na ZAS, com representantes de todos os órgãos dos Grupos de Intervenção Direta (GID) e de Apoio Interno (GAI); e) Garantir ao Coordenador do PAE os recursos humanos, materiais e logísticos necessários para fazer face à situação de emergência; f) Dar subsídios os Grupos de Combate e Salvamento (GCS), Operação (GO), Meio Ambiente (GMA) e Saúde, Atendimento de Urgência e Assistência na evacuação imediata da ZAS; g) Tomar conhecimento, se as medidas de controle empreendidas foram efetivas e se não, quais novas medidas serão adotadas; h) Receber comunicação do encerramento da situação de emergência ou de permanência do nível de resposta vermelho; i) Se a situação de emergência for extinta: 1. Assegurar a disponibilidade dos recursos demandados pelo GIAR para que este providencie a elaboração do Relatório de Inspeção Especial (RISE); 2. Assegurar a disponibilidade dos recursos demandados pelo GIAR e GM que estes providenciem a elaboração da Declaração de Condição de Estabilidade; 3. Receber o Relatório de Encerramento de Emergência elaborado pelo Coordenador; 4. Encaminhar à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e seus órgãos IGAM e FEAM, à Agência Nacional de Águas e à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais e Nacional o Relatório de Encerramento da Emergência, em até 60 dias após declarado o início da emergência.

8.3 Equipes Técnicas

As Equipes Técnicas do PAE da barragem de Parque Primeiro de Maio estão reunidas nos Grupos de Inspeção e Avaliação de Risco (GIAR: SUDECAP), de Manutenção (GM: SUDECAP), de Operação (GO: SMOBI, SUDECAP, SUPDEC, URBEL e BHTrans) e de Meio Ambiente (GMA: SMMA e SLU).

As responsabilidades desses grupos e instituições estão listadas nos Quadro 8.3 ao Quadro 8.5.

Quadro 8.3. Responsabilidades dos Grupos de Inspeção e Avaliação de Risco (GIAR) e de Manutenção (GM).

Nível de Resposta	Ações a empreender
TODOS OS NÍVEIS	a) Executar as ações correntes de inspeção e monitoramento da barragem e do reservatório; b) Detectar anomalias e situações de emergência; c) Classificar das situações de emergência e comunicar ao coordenador e ao empreendedor; d) Acompanhar continuamente a emergência e a avaliação de risco, e mantendo o Coordenador do PAE e o Empreendedor informados sobre sua evolução; e) Avaliar, propor e executar ações corretivas das anomalias, conforme previsto no Plano de Segurança da Barragem Parque Primeiro de Maio f) Disponibilizar recursos humanos, materiais e logísticos para a implantação das ações de emergência; g) Avaliar a efetividade das ações de controle e se, a emergência está controlada; h) Manter o Coordenador do PAE e o Empreendedor informados sobre a evolução da situação de emergência tendo em conta as ações de reparação e controle empreendidas; i) Providenciar a elaboração do Relatório de Inspeção Especial (RISE); j) Providenciar a elaboração da Declaração de Condição de Estabilidade; k) Subsidiar o Coordenador para que este emita o Relatório de Encerramento de Emergência.

Quadro 8.4. Responsabilidades do Grupo de Operação.

Nível de Resposta	Ações a empreender
NR 1 e 2: Laranja e Vermelho	a) Executar as ações de resposta previstas no PAE para os níveis de resposta Laranja e Vermelho. b) Efetuar o bloqueio de vias e o desvio do trânsito para as rotas de fuga; c) Liberar as rotas de fuga para assegurar a eficiência da evacuação; d) Realizar a alocação de pessoas removidas em abrigos, com o fornecimento de alimentos, de medicamentos e assistência psicológica, segundo o nível de alerta. e) Realizar a remoção de pessoas e, caso a antecedência o permita, a remoção de veículos e equipamentos das áreas sujeitas à inundação prevista para os níveis de resposta laranja e vermelho. f) Realizar a remoção de ocupantes de escolas, asilos e, se necessários, hospitais, o que requer ações e meios específicos, segundo os níveis de resposta laranja e vermelho.

Quadro 8.5. Responsabilidades do Grupo de Meio Ambiente.

Nível de Resposta	Ações a empreender
NR 1: Laranja	a) Avaliar possíveis impactos ambientais para o nível de resposta laranja e propor ações mitigadoras; b) Contribuir para a elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência;
NR 2: Vermelho	a) Avaliar possíveis impactos ambientais para o nível de resposta vermelho e propor ações mitigadoras; b) Contribuir para a elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência; c) Apoiar as ações emergenciais de limpeza, desobstrução e descontaminação da área diretamente atingida pelo trânsito da onda de ruptura da barragem.

8.4 Grupo de Combate e Salvamento (Defesa Civil)

As ações do Grupo de Combate e Salvamento são coordenadas e empreendidas pela SUPDEC. As ações da SUPDEC são apoiadas por todos os Grupos de Intervenção Direta (GID) e de Apoio Interno (GAI), notadamente os Grupos de Saúde, Atendimento de Urgência e Assistência (GAUA), de Operação (GO), de Comunicação e de Segurança. O Quadro 8.6 define as responsabilidades de defesa civil no âmbito do PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio.

Quadro 8.6. Classificação das Emergências por Causas.

Nível de Resposta	Ações a empreender
NR 0: Verde	a) Apoiar o Coordenador do PAE, conforme a demanda; b) Gerenciar e garantir o funcionamento do Sistema de Alerta Sonoro e Visual.
NR 2: Laranja	a) Apoiar o Coordenador do PAE, conforme a demanda; b) Emitir os alertas sonoros e visuais, por orientação do Coordenador do PAE. c) Mobilizar os Núcleos de Defesa Civil - NUDEC, Núcleos de Alerta de Chuva - NAC, voluntários, organizar e liderar suas ações durante a crise; d) Preparar-se para a remoção de pessoas e, caso a antecedência o permita, a remoção de veículos e equipamentos das áreas sujeitas à inundação prevista, segundo o nível de alerta; e) Preparar-se para a remoção de ocupantes de escolas, asilos e, se necessários, hospitais, o que requer ações e meios específicos, segundo o nível de alerta. f) Havendo tempo de antecedência do alerta, organizar o deslocamento de objetos mais susceptíveis a danos em propriedades privadas, o fechamento de registros de água potável, do gás, o desligamento da chave geral de eletricidade e, quando disponível, o fechamento do registro do ramal predial interno de esgotos, evitando seu retorno ao interior da construção. g) Apoiar a alocação de pessoas removidas em abrigos, o fornecimento de alimentos, medicamentos e assistência psicológica, com o apoio da SMASAC. h) Contribuir para a elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência.

Nível de Resposta	Ações a empreender
NR 3: Vermelho	a) Apoiar o Coordenador do PAE, conforme a demanda; b) Emitir os alertas sonoros e visuais, por orientação do Coordenador do PAE. c) Mobilizar os Núcleos de Defesa Civil - NUDEC, Núcleos de Alerta de Chuva - NAC, voluntários, organizar e liderar suas ações durante a crise. d) Promover a remoção de pessoas e, caso a antecedência o permita, a remoção de veículos e equipamentos das áreas sujeitas à inundação prevista, segundo o nível de alerta. e) Promover a remoção de ocupantes de escolas, asilos e, se necessários, hospitais, o que requer ações e meios específicos, segundo o nível de alerta. f) Havendo tempo de antecedência do alerta, coordenar e organizar, o deslocamento de objetos mais susceptíveis a danos em propriedades privadas, o fechamento de registros de água potável, do gás, o desligamento da chave geral de eletricidade e, quando disponível, o fechamento do registro do ramal predial interno de esgotos, evitando seu retorno ao interior da construção. g) Apoiar a alocação de pessoas removidas em abrigos, o fornecimento de alimentos, medicamentos e assistência psicológica, com o apoio da SMASAC. h) Apoiar o atendimento médico de urgência em zonas sinistradas, com o apoio da SMSA e da SMASAC. i) Apoiar o deslocamento de feridos para centros de saúde e hospitais, com o apoio da SMSA. j) Apoiar os serviços de busca e resgate de pessoas em situação de risco de morte e a busca por desaparecidos, com o apoio da GMBH e do CBMMG. k) Apoiar o controle do tráfego em vias com risco iminente de inundação, e o seu desvio para rotas de fuga empreendido pela BHTrans e Grupo de Operação. l) Apoiar a implantação de ações de contingenciamento, quando possível, como a implantação de diques de emergência, a instalação de estações de bombeamento, entre outras, empreendidas pelo GIAR e GM. m) Apoiar ações de segurança à propriedade, evitando roubos e saques empreendido, empreendidas pelo GS. n) Apoiar a remoção e o manejo de cadáveres. o) Estabelecer um serviço de comunicação permanente com a mídia e com parentes de vítimas e desaparecidos com o apoio do GC; p) Contribuir para a elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência.

9 Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas, indicação da Zona de Autossalvamento - ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados

No âmbito deste projeto de elaboração do PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio, foram estimados diversos hidrogramas de ruptura a partir das características do maciço, das condições de ruptura (Tabela 9.1), recomendações de geometria e tempo de formação de brecha, considerando o cenário de evento de Precipitação Máxima Provável (PMP).

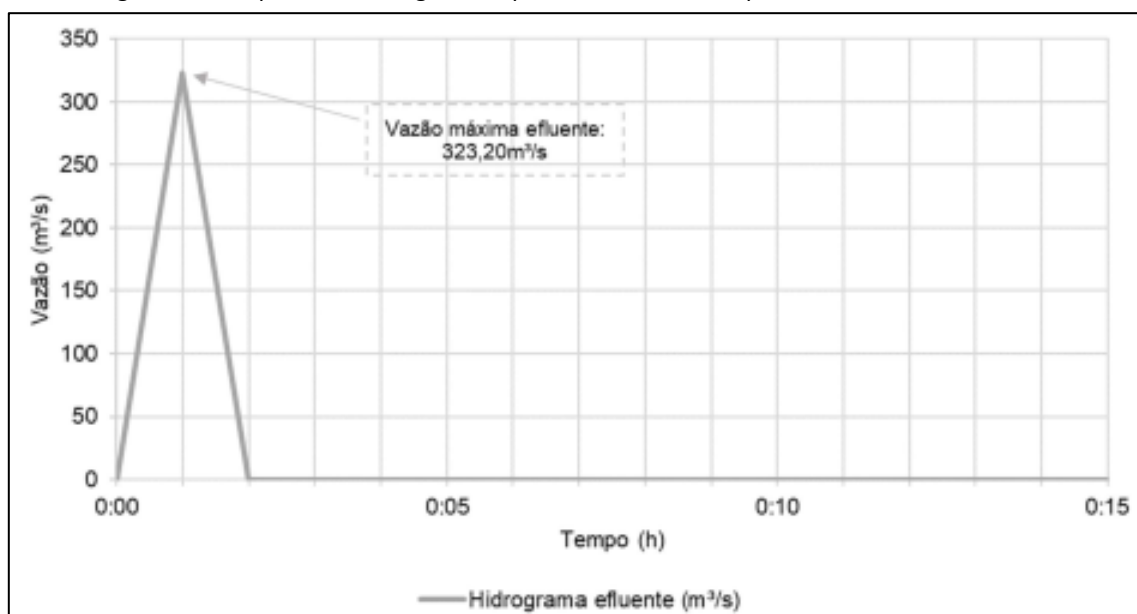
Tabela 9.1. Características do maciço e condições de ruptura da Barragem Parque Primeiro de Maio.

Parâmetro	Valor	Unidade
Elevação crista	787,50	m
Elevação da fundação	781,40	m
Comprimento da barragem	75	m
Altura da barragem	6,10	m
Volume que passa pela brecha	19,392	(1000) m ³
Elevação no momento da ruptura	789	m
Largura Crista	6,5	m
Modo de falha	Tombamento	

Por ser um barramento de concreto em arco, o rompimento pode ser considerado súbito e completo. No entanto, para barragens de concreto gravidade ou em contraforte, tal pressuposto corresponde menos com a realidade, e o tamanho da brecha pode ficar limitado a alguns blocos monolíticos, para as quais se admite que a brecha tenha formato retangular (USACE, 1980).

Desse modo, foi adotado como modo de falha o tombamento do arco da barragem, de modo instantâneo, com duração de um minuto. O tempo de formação de brecha foi adotado conforme preconizado em manuais de projeto, como o Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas, da Eletrobrás. A brecha considerada tem um formato retangular com largura e altura de 40 e 4 metros, respectivamente. A Figura 9.1 apresenta o hidrograma triangular simplificado ajustado, conforme o volume que passa pela brecha.

Figura 9.1. Hidrogramas de ruptura da Barragem Parque Primeiro de Maio para o cenário de tombamento.



Base de dados RAS e considerações

Para o mapeamento das áreas potencialmente inundáveis pelo trânsito da onda de ruptura na planície de inundação a jusante da barragem Parque Primeiro de Maio, adotaram-se as informações e critérios listados nos próximos parágrafos.

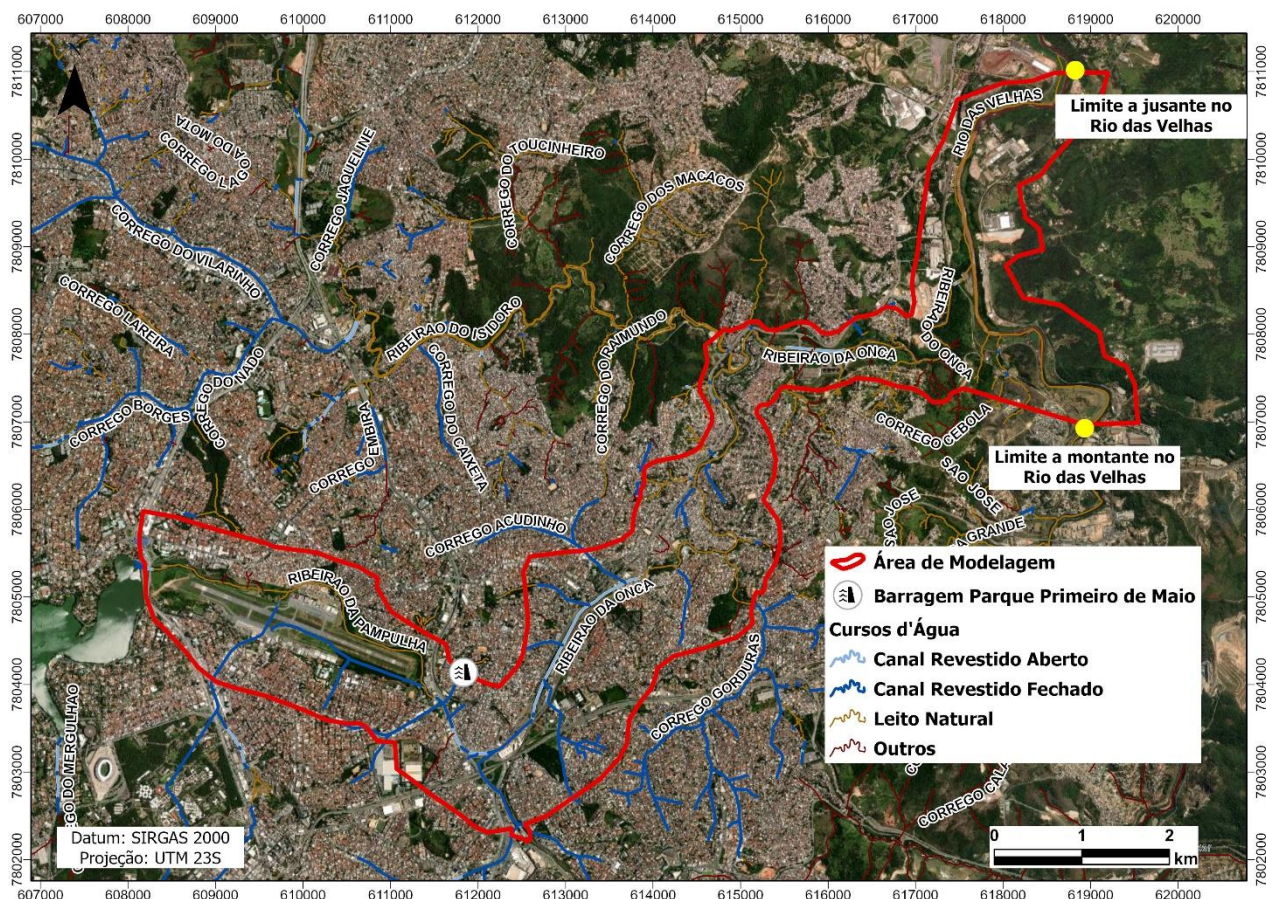
Para a **representação numérica computacional do vale a jusante da barragem Parque Primeiro de Maio**, foram utilizadas as bases de dados descritas na Tabela 9.2.

Tabela 9.2. Bases de dados utilizadas para construção do modelo hidrodinâmico de propagação de onda de cheia proveniente de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio.

Base de dados	Descrição/Características	Finalidade
Modelo Digital de Terreno da Prodabel	Dados altimétricos levantados por tecnologia LIDAR.	Constituição de base topográfica para construção do modelo hidrodinâmico de propagação de onda de ruptura.
Base de fotografias aéreas da Prodabel e Fundação João Pinheiro	Fotografias aéreas levantadas por tecnologia LIDAR.	Análise de uso e ocupação do solo e produção de mapas.
Câmeras Imageadoras CBERS 04A	Imagem de satélite com 2 metros de resolução espacial.	Mapeamento do uso e ocupação do solo para definição do coeficiente de rugosidade de Manning.
Base de dados de arquivos vetoriais da Prodabel	Dados de uso e ocupação do lote, vias e cursos d'água.	Análise de uso e ocupação do solo e orientação das células da malha de cálculo para propagação da onda de ruptura.
Atlas de macrodrenagem de Belo Horizonte	Dados de geometria e declividade da macrodrenagem de Belo Horizonte	Inserção da geometria dos canais no Modelo Digital de Terreno da Prodabel.

A **modelagem hidrodinâmica** desenvolvida nesse estudo se estende do dique da barragem Parque Primeiro de Maio a montante, pela Avenida Cristiano Machado, a jusante da barragem, através do córrego o Ribeirão Pampulha e por toda a extensão do córrego até a confluência com o Ribeirão do Onça. A modelagem segue no Ribeirão do Onça até o lançamento desse no Rio das Velhas (Figura 9.2). As condições de contorno de jusante são estabelecidas com base na simulação do trecho aberto do Ribeirão do Onça. Adotou-se para a modelam hidrodinâmica bidimensional da propagação da onda de ruptura o software gratuito HEC-RAS v.6.1 com descrição altimétrica da planície de inundação embasada nos dados descritos na Tabela 9.2.

Figura 9.2. Limites a montante e a jusante para simulação da onda proveniente de ruptura hipotética da Barragem Parque Primeiro de Maio – do dique da barragem até a confluência do Ribeirão do Onça e Rio das Velhas.



Utilizou-se o **Modelo Digital de Terreno da Prodabel** para constituir a base topo-batimétrica utilizada no estudo (Figura 9.3). As calhas dos rios abertos foram representadas no modelo de acordo com a base de dados utilizada. Definiu-se uma malha homogênea, com células de área média equivalentes a 100 m² cada (resolução aproximada de 10 m x 10 m), para toda a área de estudo, com algumas regiões de refinamento resolução aproximada de 5 m x 5 m em trechos de elevadas declividades.

Adotou-se o valor do **coeficiente de rugosidade de Manning** com base no uso e ocupação do solo (Figura 9.4). Os valores dos coeficientes foram definidos por meio das recomendações de Chow (1959).

Figura 9.3. Modelo Digital de Terreno e área de simulação da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.

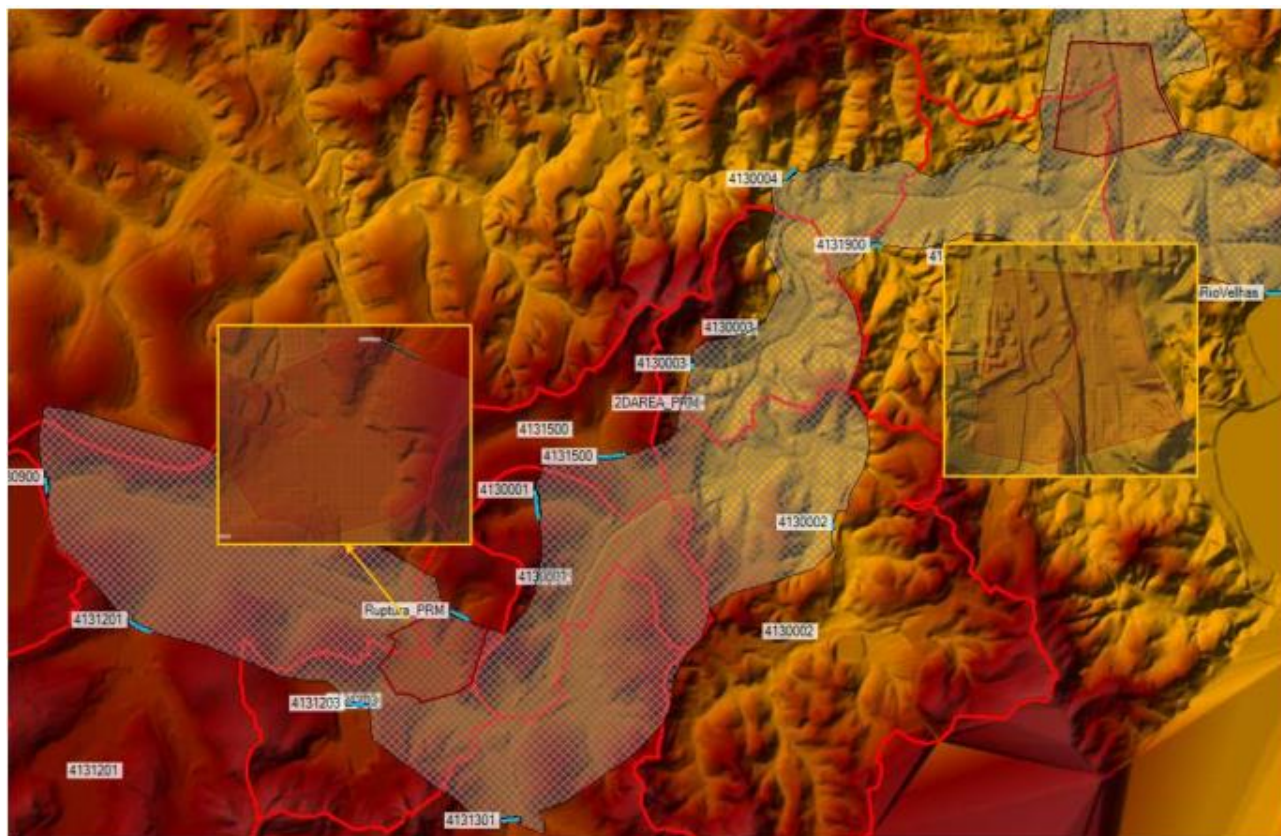
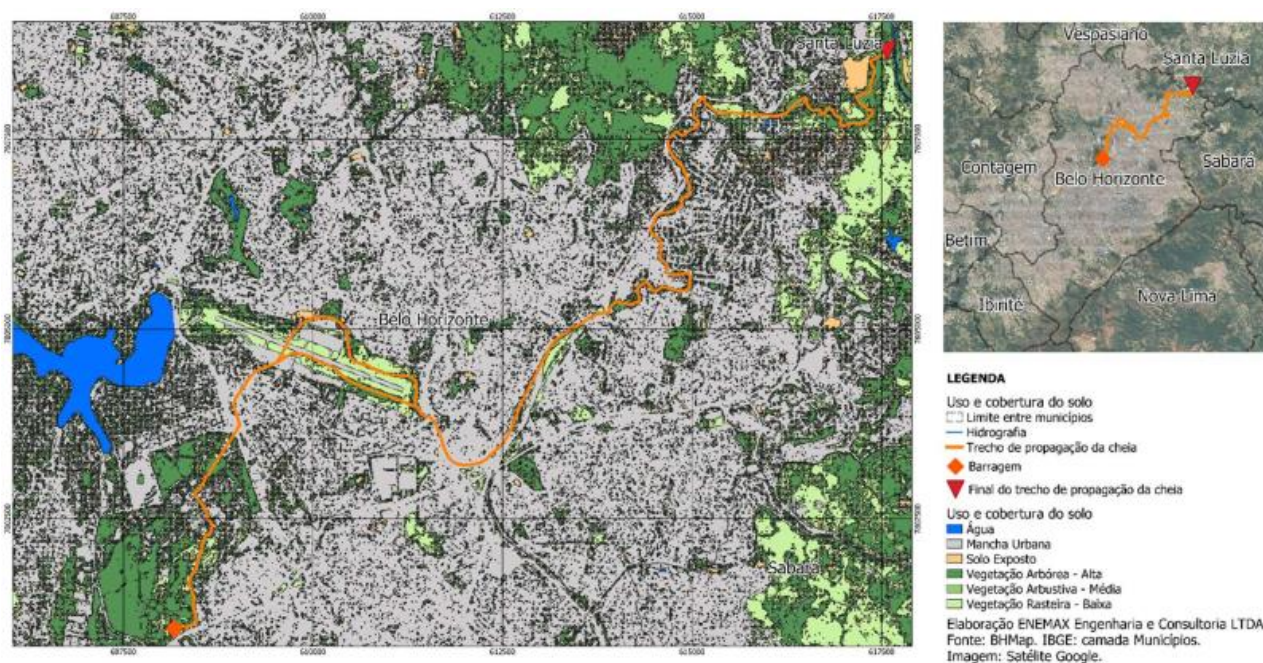


Figura 9.4. Mapa com o uso e ocupação da região de propagação com base na classificação da imagem de satélite CBERS 04a.



Como **condição de contorno de montante** adotou-se o hidrograma de ruptura estimado na Figura 9.1. O hidrograma tem vazão de pico de 323,20 m³/s que ocorre 1 minuto após início do rompimento. A **condição**

contorno de jusante foi definida como “profundidade normal de escoamento” com declividade de 0,028 m/m na seção a jusante no Rio das Velhas.

Em todas as sub-bacias da Figura 9.3, foi adotada a vazão equivalente ao evento de precipitação máxima provável. As galerias revestidas fechadas foram consideradas obstruídas, logo, representando um cenário em que não há interação entre escoamento na superfície e nos canais.

O cenário de cheia natural para o evento de PMP, sem rompimento, também foi simulado a fim de auxiliar na determinação do impacto específico da ruptura na determinação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e na Zona de Segurança Secundária (ZSS).

Os **mapas produzidos no âmbito do presente estudo** são os listados na Tabela 9.3. O mapa geral com extensão da inundação para a área de estudos encontra-se na Figura 9.5 e os mapas das variáveis descritas na Tabela 9.3 são apresentados nas Figuras 9.6 a 10.1. Em todas as figuras, a abrangência do mapeamento se deu exclusiva na ZAS e ZSS, regiões foco de planejamento do Plano de Ações Emergenciais.

Figura 9.5. Mapa global da região afetada pela propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.

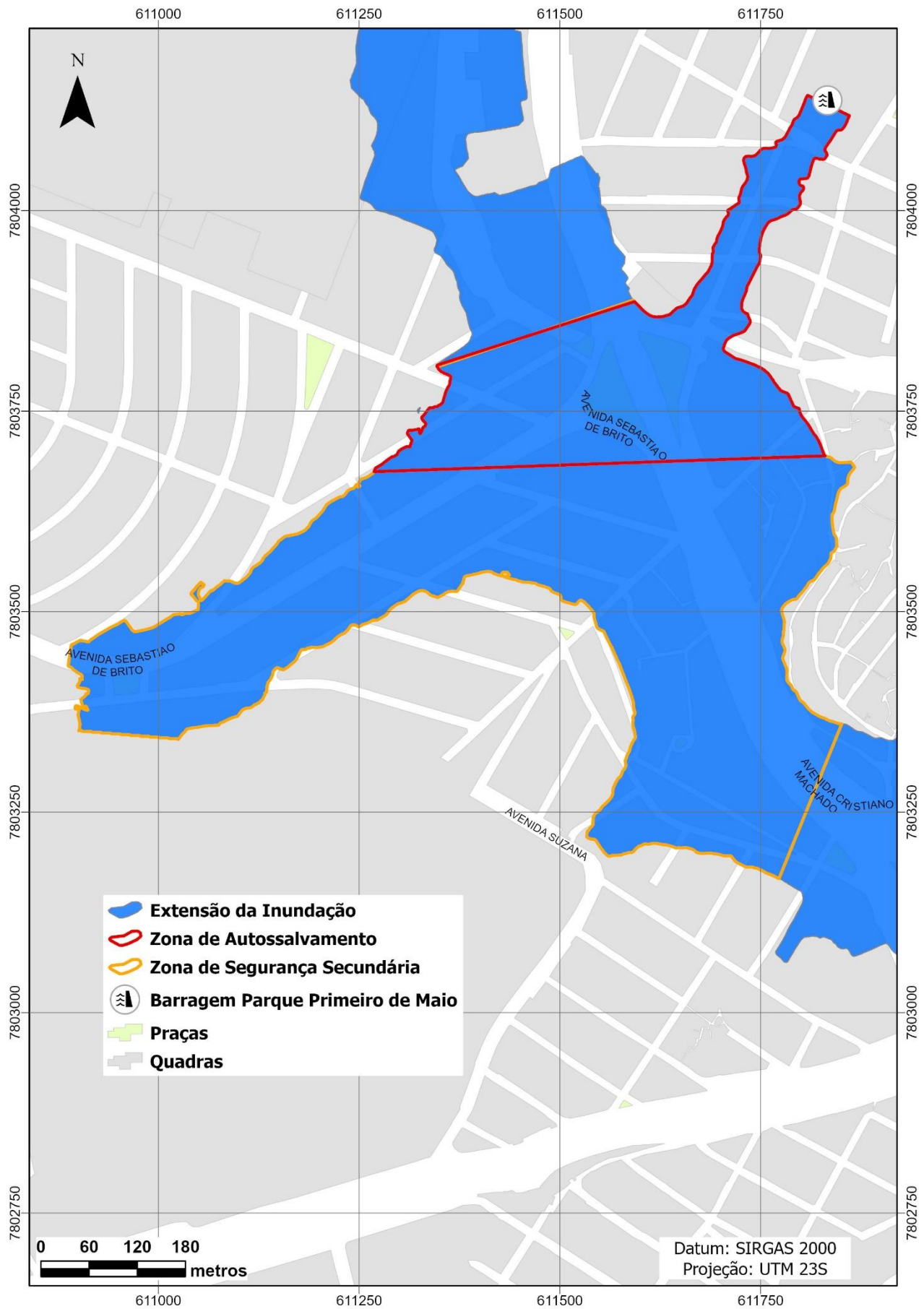


Tabela 9.3. Descrição das metodologias empregadas para desenvolvimento dos diferentes mapas produzidos a partir dos resultados das simulações hidrodinâmicas de propagação de onda de cheia proveniente de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio.

Tipo de mapa	Descrição	Metodologia de desenvolvimento
Mapa de profundidades máximas	Representa de forma espacialmente distribuída as profundidades máximas obtidas por meio de simulação hidrodinâmica para toda a área de estudo.	Mapa com cálculo das profundidades máximas pontuais atingidas durante todo o período de simulação.
Mapa de velocidades máximas	Representa de forma espacialmente distribuída as velocidades máximas obtidas por meio de simulação hidrodinâmica para toda a área de estudo.	Mapa com cálculo das velocidades máximas pontuais atingidas durante todo o período de simulação.
Mapa de perigo (profundidades máximas vs velocidade máximas)	Representa de forma espacialmente distribuída a periculosidade, obtida por meio do produto das profundidades e velocidades pontuais simuladas para toda a área de estudo.	Mapa com cálculo do produto entre profundidades e velocidades (no mesmo instante de tempo) máximas.
Mapas com tempos mínimos de chegada	Representa o tempo de chegada da onda até atingir determinado parâmetro hidráulico, seja uma profundidade, ou o tempo de chegada do pico.	Mapa com seções explicitando os tempos de chegada da onda de ruptura.
Mapas com tempos de chegada para profundidades máximas	Representa o tempo de chegada da onda até atingir determinado parâmetro hidráulico, seja uma profundidade, ou o tempo de chegada do pico.	Mapa com seções explicitando os tempos de chegada da profundidade máxima da onda de ruptura.
Mapa de zona de autossalvamento (ZAS) e de zona de segurança secundária (ZSS)	Representa, para ZAS, a região do vale a jusante da barragem em que se considera que os avisos de alerta à população são de responsabilidade do empreendedor, por não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em emergências. Para ZSS, representa as demais regiões atingidas, dentro do critério de parada, superficialmente pela inundação.	ZAS delimitada considerando a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos. Foi calculada pelo tempo de chegada de ruptura, isto é, a diferença entre a tempo de chegada total alcançada durante a simulação e o tempo de chegada relacionado à cheia natural. ZSS delimitada considerando toda região além da ZAS em que a profundidade da cheia de ruptura foi maior ou igual a 0,61 metros (critério de parada). A profundidade da cheia de ruptura foi determinada pela diferença entre a profundidade total alcançada durante a simulação e a profundidade relacionada à cheia natural.

Figura 9.6. Mapa global de profundidades máximas de inundação resultantes da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.

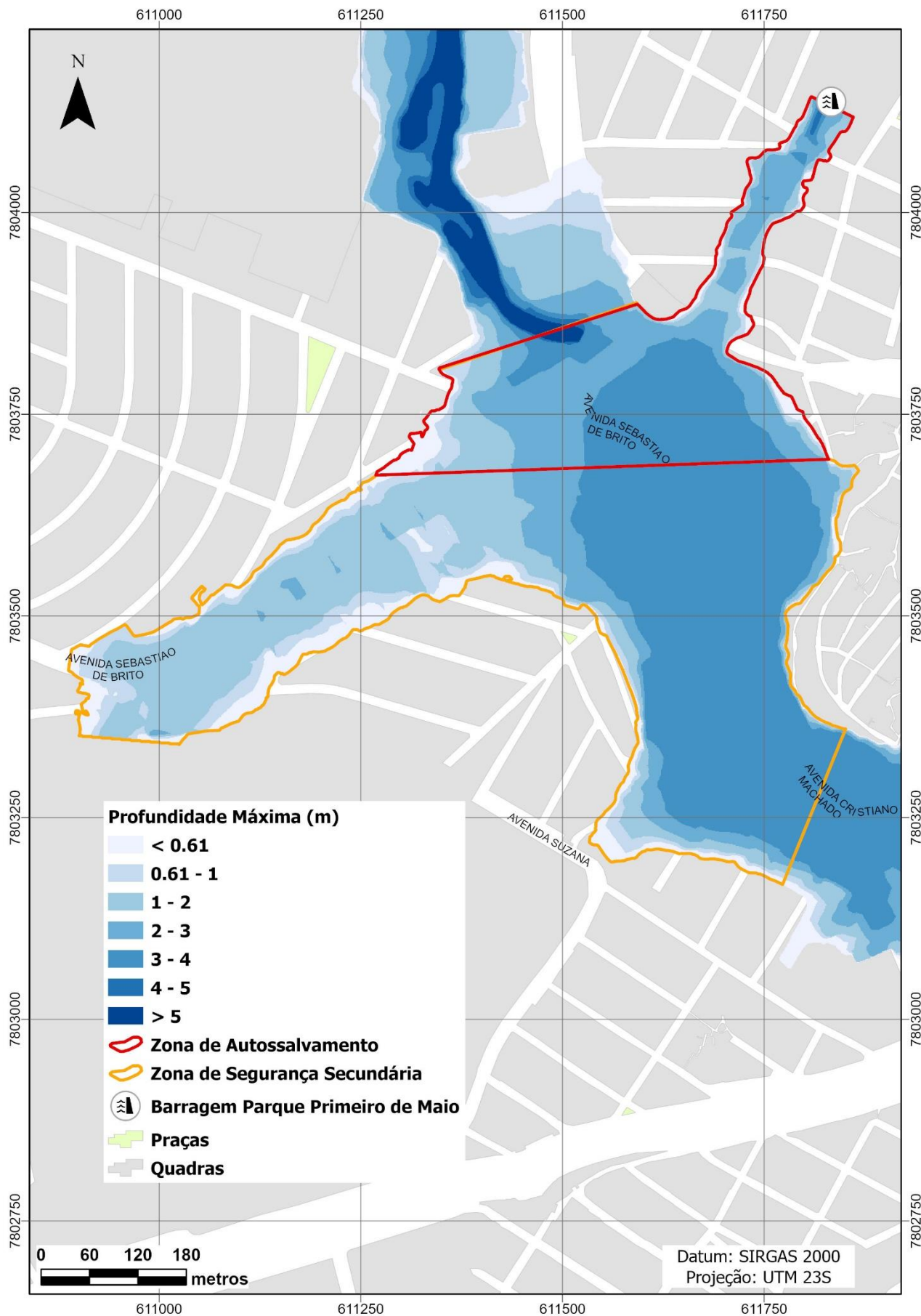


Figura 9.7. Mapa global de velocidades máximas de inundação resultantes da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.

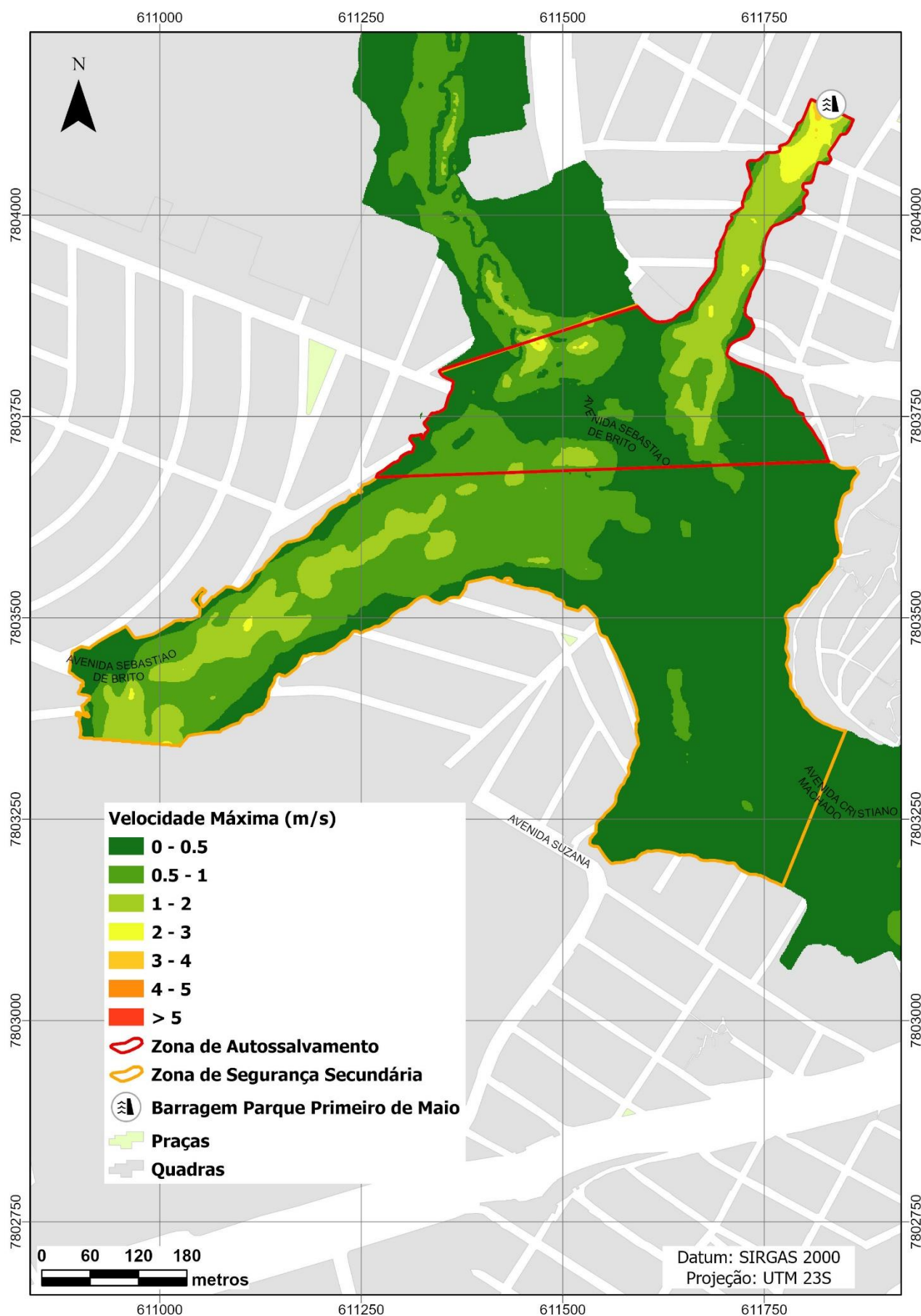


Figura 9.8. Mapa global do risco hidrodinâmico da inundação resultante da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.

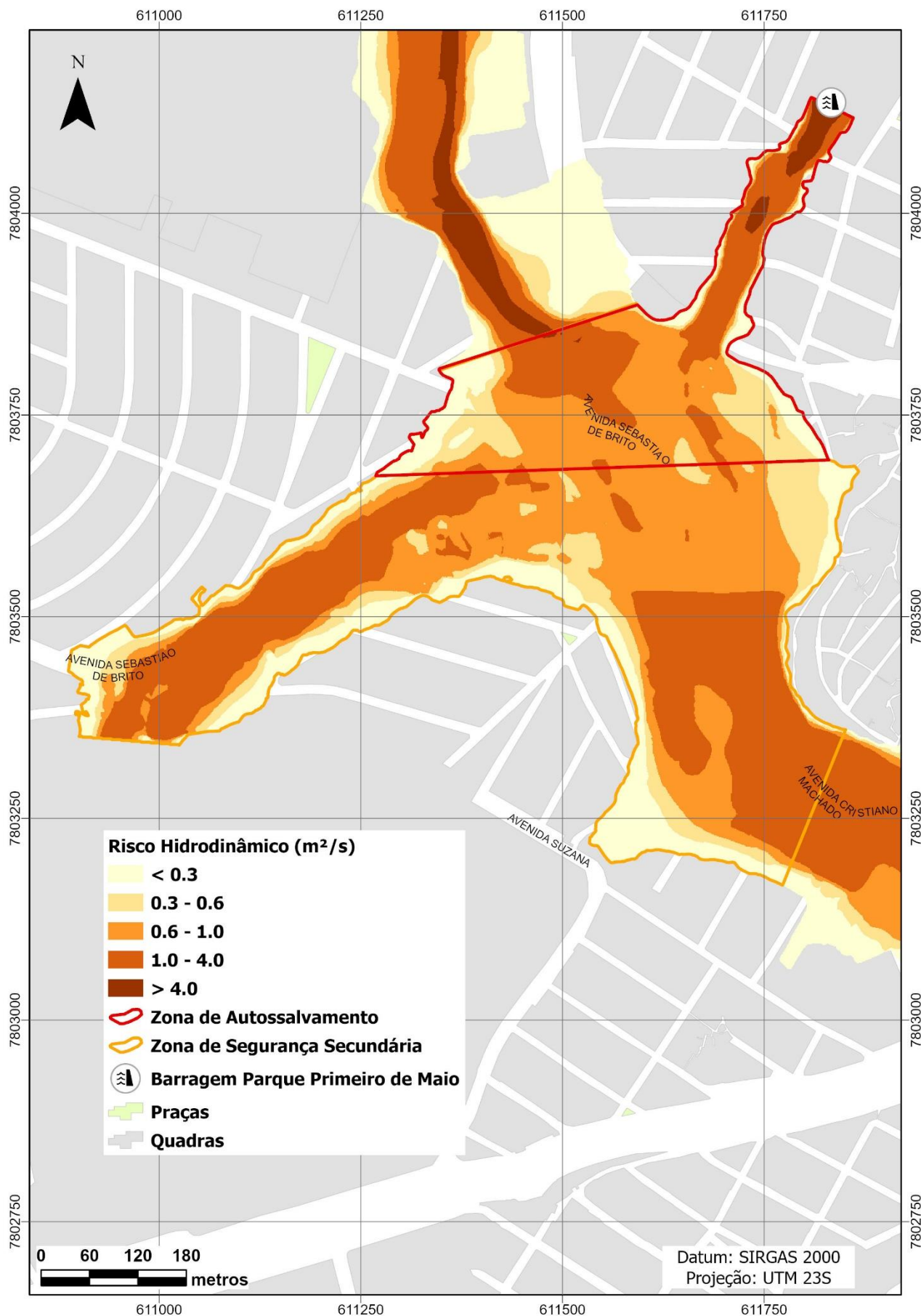


Figura 9.9. Mapa global de tempo de chegada mínima da inundação resultante da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.

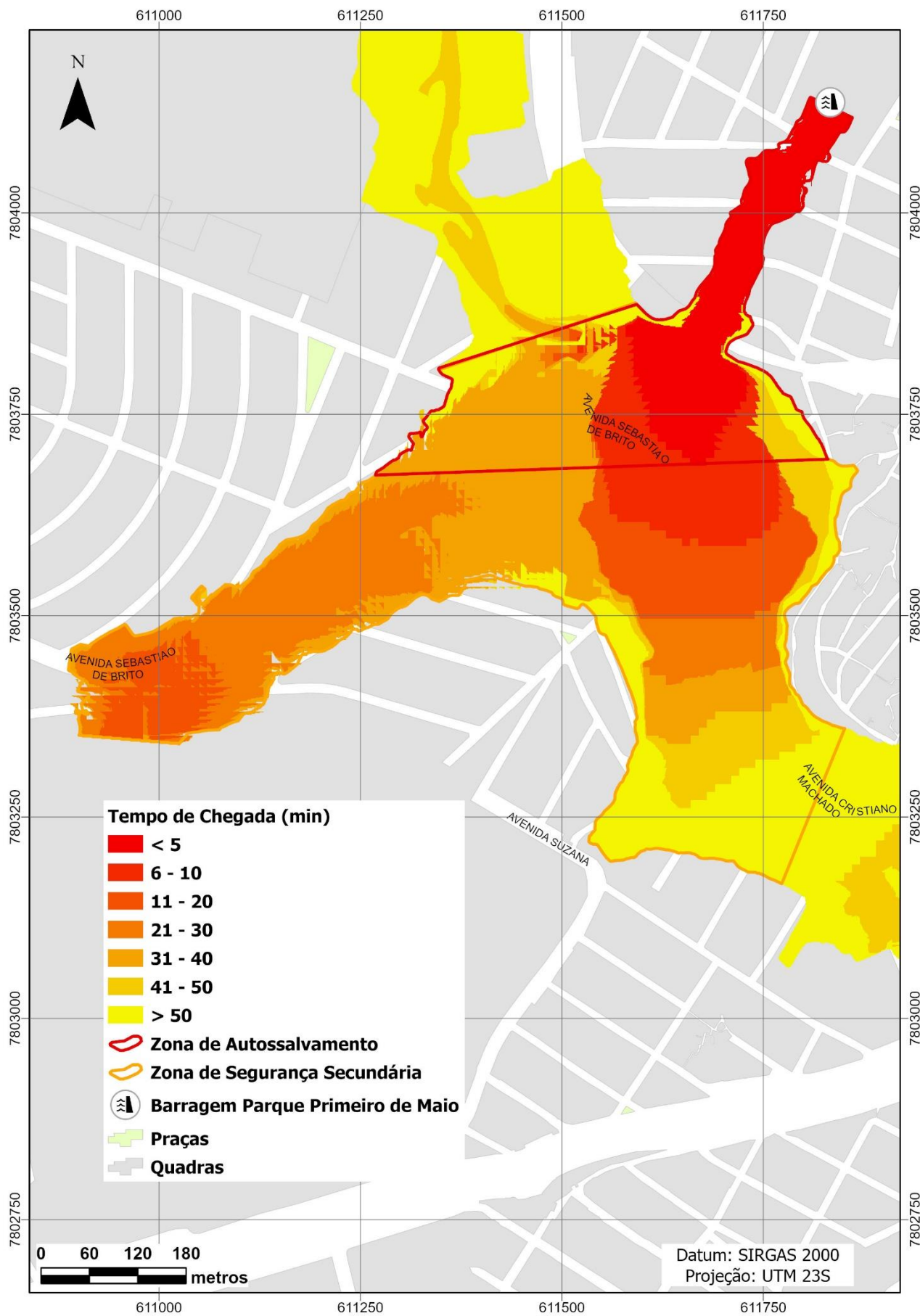
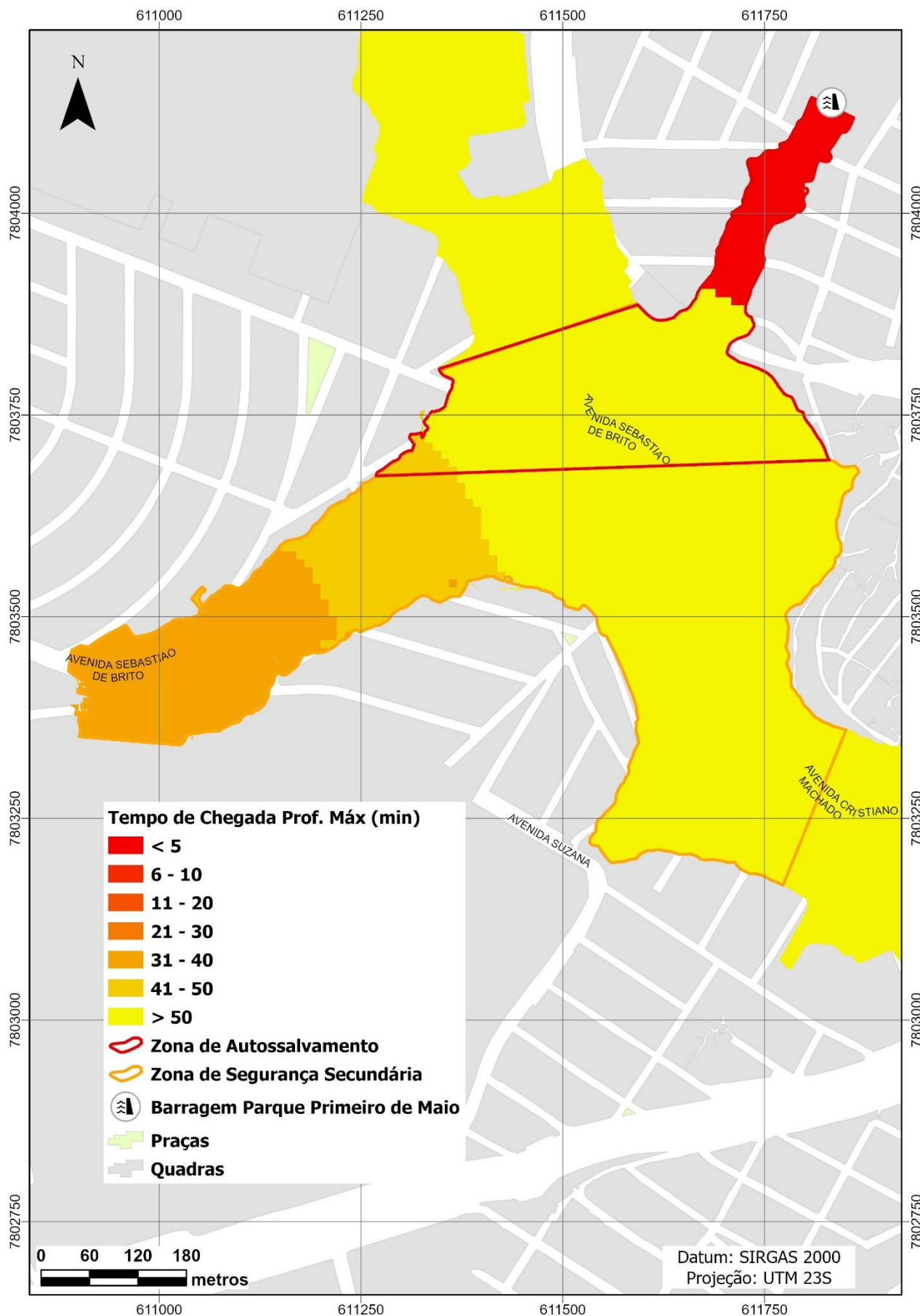


Figura 9.10. Mapa global de tempo de chegada para profundidade máxima da inundação resultante da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.



10 Zona de Autossalvamento - ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados

A Portaria IGAM N° 02, de 26 de fevereiro de 2019, define a ZAS como “região do vale a jusante da barragem em que se considera que os avisos de alerta à população são da responsabilidade do empreendedor, por não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em situações de emergência, devendo-se adotar a maior das seguintes distâncias para a sua delimitação: a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos ou 10 km”.

A onda de cheia resultante da ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Mario resulta em inundações ao longo de todo vale de jusante do córrego Primeiro de Maio atingindo a Av. Cristiano Machado e parte da Av. Sebastião de Brito. Com isso, adotou-se como ZAS a extensão do vale do córrego do Leitão atingida pela onda de ruptura nos primeiros 30 minutos após a ruptura. Esse critério é o mesmo adotado para todas as barragens localizadas no município de Belo Horizonte, a exceção da barragem da Pampulha. A Zona de Segurança Secundária prolonga-se pela Av. Cristiano Machado conforme Figura 10.1.

Figura 10.1. Mapa global da Zona de Autossalvamento e Zona de Segurança Secundária resultante da propagação da onda de ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.



11 Uso do solo, população exposta e análise de vulnerabilidade das áreas potencialmente afetadas

Apresenta-se aqui o resultado dos estudos de análise de vulnerabilidade da área inundável pela onda de cheia causada por uma ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio, acompanhada da identificação das tipologias de ocupação do vale a jusante, em particular, grandes equipamentos que concentram um número elevado de pessoas, como escolas, unidades de saúde, terminais do transporte público e outros.

A caracterização da população e da infraestrutura e o mapeamento da vulnerabilidade no vale de jusante da barragem Parque Primeiro de Maio foram feitos exclusivamente com base em dados secundários. Foram realizadas análises das bases de dados do Censo Demográfico de 2010, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e das bases de dados disponibilizadas pela empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel).

A área de interesse compreende a área a jusante da barragem Parque Primeiro de Maio potencialmente impactada por inundações, formada pela ZAS e ZSS, segundo os mapas de inundação apresentados nos itens anteriores.

11.1 *Indicadores de ameaça, exposição, vulnerabilidade e risco de inundação: referencial conceitual, material e métodos*

Neste item são apresentados, sinteticamente, os critérios utilizados para criação de índices que reflitam a ameaça (variáveis hidráulicas: profundidade, velocidade e risco hidrodinâmico) e exposição de domicílios e moradores residentes na ZAS e ZSS, em uma ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio, considerando o cenário de tombamento.

Adotou-se, para a construção dos índices e indicadores de risco, a mesma metodologia desenvolvida para a elaboração do Plano de Contingência de Inundações do Boulevard Arrudas, com as adequações necessárias tendo em vista os objetivos do PAE (ver FCO e UFMG, 2022-b).

A abordagem utilizada é micro e macroespacial, incorporando informações de edificações (arquivo vetorial das edificações de Belo Horizonte disponível no BH Map) e de escalas espaciais mais amplas: grades estatísticas, setores censitários e áreas de ponderação (microdados) – IBGE (2010).

Os índices são representados em Grades Estatísticas, representação espacial produzida pelo IBGE que divide o território brasileiro em células de 200 x 200 m nas áreas urbanas e de 1 x 1 km nas áreas rurais.

A partir da análise dos critérios e variáveis que interferem nos danos da inundação (Cançado, 2009), foram criados os índices de Risco Material (IRM), Risco Humano (IRH) e de Risco Crítico ou Criticidade (IRC). Os indicadores, após a padronização, variaram de zero a um, sendo que valores mais altos indicam maior impacto da inundação (sobre os critérios de padronização, ver FCO e UFMG, 2022-b). Para a ponderação do índice de risco final, considerou-se o mesmo peso para os atributos físicos (características hidráulicas da inundação) e para os aspectos socioeconômicos (exposição e vulnerabilidade), como mostrado a seguir

- **Índice de Risco Material (IRM):** indica a ordem da magnitude do valor dos danos diretos à construção e ao conteúdo dos domicílios em diferentes regiões. É composto por dois índices: risco de danos à construção (IRM_1) e de danos ao conteúdo dos domicílios (IRM_2)¹. Cada um dos índices de risco material é definido pelo produtório ponderado do Índice de Ameaça Material ($IAM_{1,2}$) e do Índice de Exposição Material ($IEM_{1,2}$) do domicílio na grade estatística J:

¹ Os elementos da construção correspondem à estrutura, alvenaria, rejunte, revestimento, pinturas e paredes exteriores, marcos e janelas, pisos. Já os danos ao conteúdo dos domicílios correspondem aos danos a móveis, eletrodomésticos, cortinas etc., segundo os projetos habitacionais tipo. Para detalhamento metodológico, ver FCO e UFMG, 2022-b e Cançado, 2009.

$$IRM_{1,2,j} = IAM_{1,2,j}^{0,5} \times IEM_{1,2,j}^{0,5} \quad (\text{Eq. 1})$$

- **Índice de Risco Humano (IRH):** o nível de risco é mensurado segundo a magnitude das variáveis consideradas críticas para a ocorrência de danos diretos sobre as pessoas, ou seja, danos pelo contato com as águas, cujos principais são ferimentos e mortes. É composto pelo *Índice de Ameaça Humana*, relacionado principalmente à força hidrodinâmica do escoamento, que implica em perda de estabilidade, e pela *exposição* potencial das pessoas às águas da inundação (*IEH*) (mensurada por meio de estimativa de moradores na mancha de inundação, conforme Quadro 11.1). O índice de risco humano é definido pelo produtório ponderado do *Índice de Ameaça Humana* (*IAH*) e do *Índice de Exposição Humana* (*IEH*) na grade estatística *J*:

$$IRH_{j,j} = IAH_{j,j}^{0,5} \times IEH_{j,j}^{0,5} \quad (\text{Eq. 2})$$

Neste índice não foi considerado o componente de vulnerabilidade. Aqui é necessário um esclarecimento. A vulnerabilidade de um indivíduo a ferimentos ou morte, em um evento de inundação, se deve a vários fatores, não apenas às características físicas dos indivíduos, como a idade e dificuldades de locomoção, mas, em grande parte, a fatores diversos e aleatórios, como o comportamento do agente ou o local em que ele se encontrava no momento da cheia (Ashley & Ashley, 2008; Jonkman & Kelman, 2005).

As características possíveis de serem representadas por meio de variáveis encontradas em fontes secundárias confiáveis, como IBGE (idade, deficiência física...), não apresentaram grande variação, em termos de estrutura, entre as unidades de análise utilizadas no estudo, além disso, são dinâmicas, o que torna seu uso menos atraente, tendo em vista o período de coleta (Censo demográfico de 2010), para representar o momento atual. Essas são as principais razões pelas quais o índice de vulnerabilidade humana não compôs a análise. Mas, além disso, considera-se que todas as pessoas, uma vez expostas à inundação, já possuem algum nível de vulnerabilidade, e os aspectos acima citados seriam sobretudo fatores que o intensificariam.

- **Índice de Risco Crítico ou Índice de Criticidade (IRC):** unifica, em uma única fonte de informação, as regiões (grades estatísticas) mais críticas, em relação ao risco potencial de danos materiais (IRM) ou humanos (IRH), considerando como índice crítico na grade (IRC) sempre o maior índice entre os dois. O índice varia de 1 a 5, sendo que quanto maior o nível de criticidade, maior o valor do indicador.

O Quadro 11.1 contém uma síntese dos indicadores, variáveis e índices adotados neste trabalho, bem como das hipóteses que embasaram a criação dos índices, ou seja, os principais critérios considerados intervenientes na sua magnitude.

Quadro 11.1. Indicadores, hipótese, variáveis e índices.

	Indicador de risco	Hipóteses	Variáveis brutas	Índices
Risco material	Valor monetário dos danos à construção	- Força hidrostática e hidrodinâmica	- Profundidade e velocidade	IA _{M1}
		- Exposição da construção (edificação residencial ou mista)	- Número estimado de edificações, segundo tipologia / Número estimado de domicílios na mancha de inundação (PBH, 2015; IBGE, 2010)	IE _{M1}
	Valor monetário dos danos ao conteúdo	- Força hidrostática e hidrodinâmica	- Profundidade e velocidade	IA _{M2}
		- Exposição dos bens	- Número estimado de edificações, segundo tipologia / Número estimado de domicílios na mancha de inundação (PBH, 2015; IBGE, 2010)	IE _{M2}
Risco humano	Danos diretos aos moradores (ferimentos, mortes)	- Força hidrodinâmica e hidrostática	- Fator velocidade (RESCDAM... 2000, Reiter, 2000)	IA _{H1}
		- Exposição dos moradores	- Número estimado de moradores na mancha de inundação a partir de IBGE (2010) - Número de edificações residências na mancha de inundação (PBH, 2015)	IE _{H1}

Fonte: FCO e UFMG, 2022-b, com adequações.

11.2 Estimativas de edificações e moradores atingidos

Segundo estimativas realizadas, tendo em vista a extensão da marcha de inundação, a área atingida pela ruptura hipotética da barragem atinge, na ZAS, aproximadamente 168 edificações (uso residencial, misto ou não residencial), 315 domicílios e 993 moradores residentes. Na ZSS, esses valores são, respectivamente: 815, 649 e 2.037. Desta forma, alcança-se 3.030 pessoas residentes atingidas. A Tabela 11.1 mostra esses indicadores.

Tabela 11.1. Estimativa do número de edificações, domicílios e moradores situados na ZAS e ZSS - Ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.

Variável	ZAS	ZSS	Total
Edificações	168	815	983
Domicílios	315	649	964
Moradores	993	2.037	3.030

Já na Tabela 11.2 é apresentado o número de edificações afetadas, por zona a jusante da barragem, segundo tipologia de uso do lote, tanto em números absolutos, quanto percentuais.

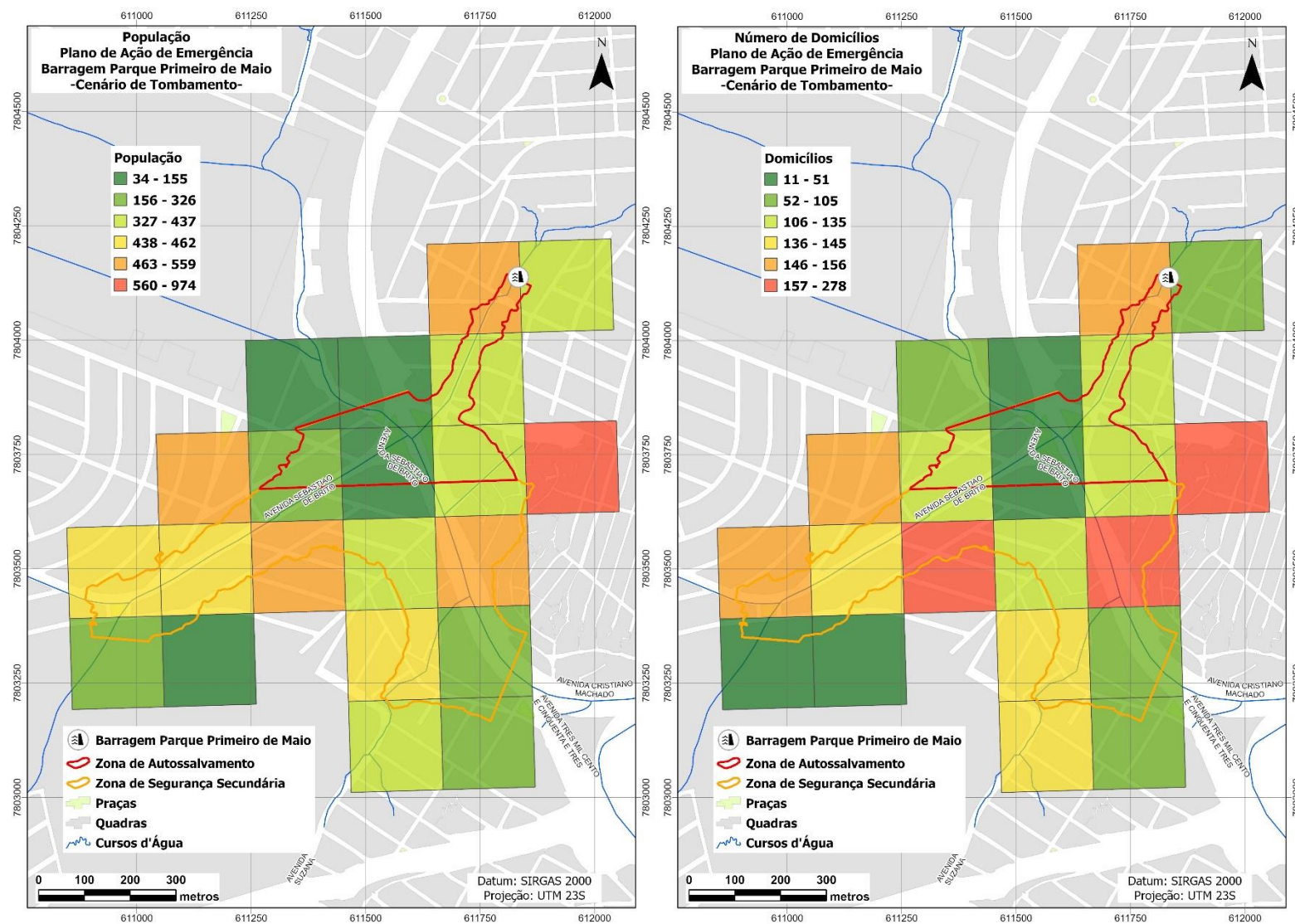
Tabela 11.2. Número de edificações situadas na ZAS e ZSS, segundo tipologia de uso do lote e zonas a jusante da barragem Parque Primeiro de Maio considerando o cenário de tombamento.

Tipologia de Lote	ZAS		ZSS		Total	
	N	%	N	%	N	%
Lote Vago	17	10%	43	5%	60	6%
Misto	25	15%	23	3%	48	5%
Não Residencial	25	15%	199	24%	224	23%
Exclusivamente Residencial	77	46%	256	31%	333	34%
Sem Informação	24	14%	294	36%	318	32%
Total	168	100%	815	100%	983	100%

O uso não residencial representa 15% das edificações expostas ao risco na ZAS, o que mostra a dimensão do impacto com respeito à atividade econômica, em particular de comércio e serviços (ressaltando que 14% dos lotes não apresentavam tipologia definida, segundo fonte de dados consultada). A maior interferência ocorre, entretanto, nos lotes exclusivamente residenciais (46%). Na ZSS, também o uso exclusivamente residencial é o mais atingido (31%), e o uso não residencial e misto representam, respectivamente, 24% e 3% do total das edificações atingidas nesta zona. Na ZAS e na ZSS deve-se destacar a grande presença de residências unifamiliares (casas) e galpões de uso comercial e industrial. Neste cenário, as vias mais impactadas, em ordem decrescente, são Cristiano Machado (via arterial), avenida Risoleta Neves (via arterial), avenida Sebastião Brito (arterial), avenida Antônio Ribeiro de Abreu (coletora), Jacuí (arterial) e Paulo Mendes Campos (local).

A Figura 11.1 apresenta espacialmente a distribuição do número de residentes e de domicílios, segundo grades estatísticas localizadas na ZAS e ZSS. Observam-se áreas mais adensadas próximas às avenidas Sebastião de Brito e Cristiano Machado, além de uma grade, minimamente atingida pela mancha, situada a leste.

Figura 11.1. População residente e número de domicílios na ZAS e ZSS, por grade estatística.



11.3 Índice de Risco Material (IRM), Índice de Risco Humano (IRH) e Índice de Criticidade (IRC)

O Índice de Risco Material (IRM) e o Índice de Risco Humano (IRH) são apresentados espacialmente na Figura 11.2. Os mapas apresentados representam as grades estatísticas que se sobrepõem à mancha de inundação. Para fins de planejamento emergencial, esses mapas constituem o cenário mais crítico, com a utilização da profundidade, velocidade e risco hidrodinâmico (velocidade x profundidade) máximos encontrados nas grades.

O IRM integra o risco de danos à construção (IRM_1) e de danos ao conteúdo (IRM_2) aos domicílios (não compreende infraestrutura social e econômica), sendo que cada um deles é formado por três subindicadores, considerando as especificidades que levam aos danos à construção ou ao conteúdo: Índice de Ameaça Material (ao conteúdo e à construção), Índice de Exposição Material (ao conteúdo e à construção) e Índice de Vulnerabilidade Material (ao conteúdo e à construção). No APÊNDICE 1 são apresentados os mapas com os Índices de Ameaça Material e de Exposição, os quais compuseram o índice de risco final aqui mostrado.

Já os componentes do IRH, Índices de Ameaça e Exposição Humana, são mostrados, espacialmente, no APÊNDICE 2.

O mosaico de cores na Figura 11.2 representa o nível de risco, o qual está relacionado às características da inundação e ao perfil de uso e ocupação do solo em cada grade. Nota-se que há predominância de elevados níveis de risco, inclusive com risco máximo (índice 1,00). O risco humano também é elevado, embora não seja registrado o nível de risco máximo (1,00), como no caso dos danos materiais.

Em relação à exposição humana componente do índice de Risco Humano, definida a partir de uma estimativa da população residente, deve ser feita a ressalva de que não foi considerada no estudo a presença de pessoas não residentes acessando a região. Embora essa seja uma informação relevante, é de difícil quantificação, requerendo a adoção de várias hipóteses comportamentais, não verificáveis, e/ou a realização de levantamentos de campo. Uma solução seria correlacionar a magnitude da população flutuante, que circula na região, com o número de estabelecimentos comerciais, seu porte e potencial de agregação de pessoas, o que pode ser previsto para estudos futuros. A despeito dessa ausência, índices de risco humano elevados são encontrados na região.

Tendo em vista os índices de risco material e humano, foi ainda elaborado ainda o Índice de Criticidade (IRC), de forma a unificar, em uma única fonte de informação, as regiões (grades estatísticas) mais críticas, em relação ao risco potencial de danos materiais (IRM) ou humanos (IRH), considerando como índice crítico na grade sempre o maior índice entre os dois. O índice varia de 1 a 5, sendo que quanto maior o nível de criticidade, maior o valor do indicador.

A Figura 11.3 mostra os índices críticos na ZAS e ZSS. Eles refletem fatores múltiplos relacionados às características da inundação (áreas com maior profundidade ou risco hidrodinâmico) e ao nível de exposição de pessoas e domicílios (densidade demográfica e de edificações, padrões de uso e ocupação do solo). A análise mostra que 81% das grades possuem IRC superior a 0,79, indicando, como esperado, a criticidade do evento em termos de danos materiais e humanos, em função tanto de suas características hidráulicas, como pelo padrão de uso e ocupação à jusante.

Figura 11.2. Índice de Risco Material e Índice de Risco Humano na mancha de inundação localizada na ZAS e ZSS.

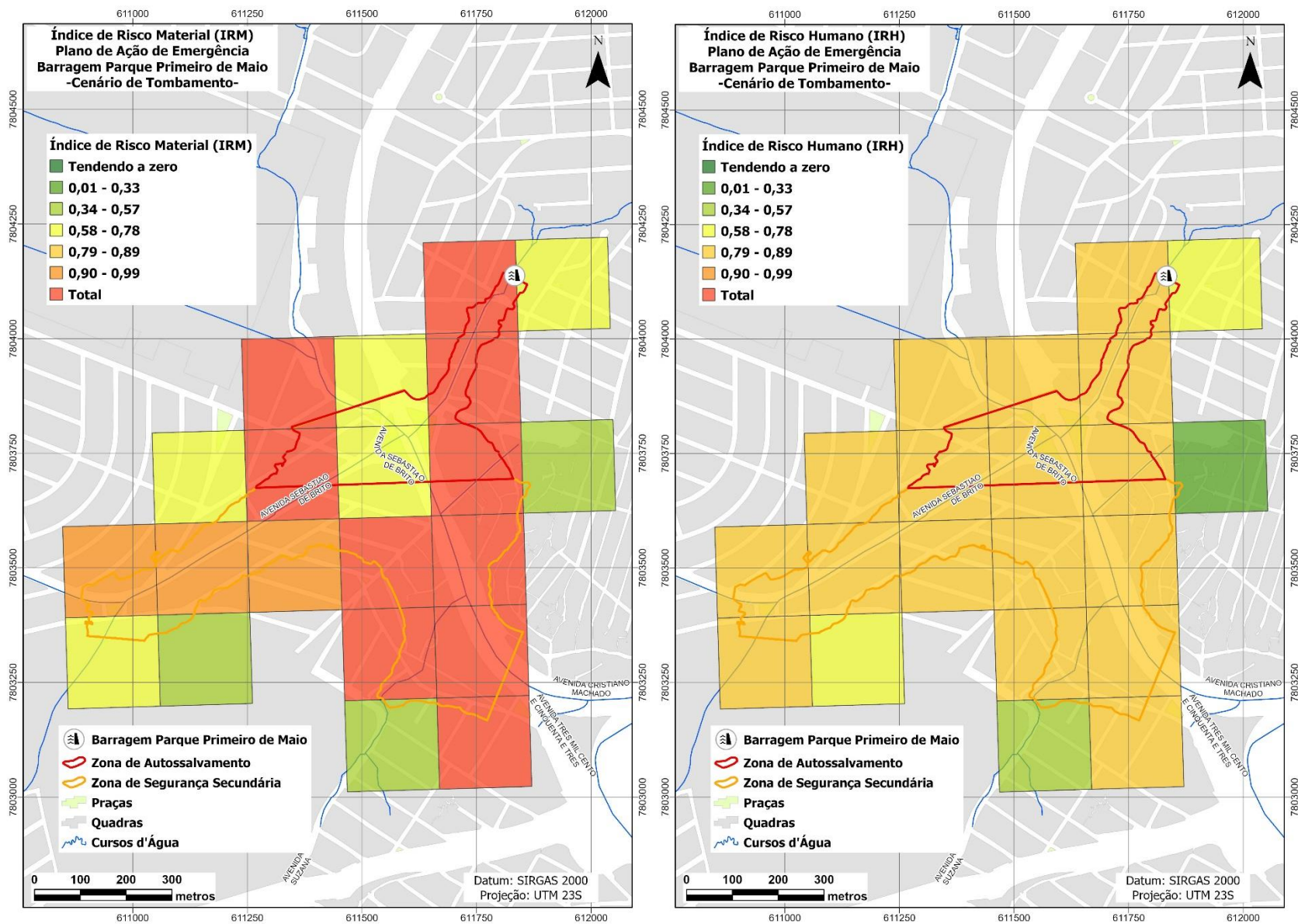
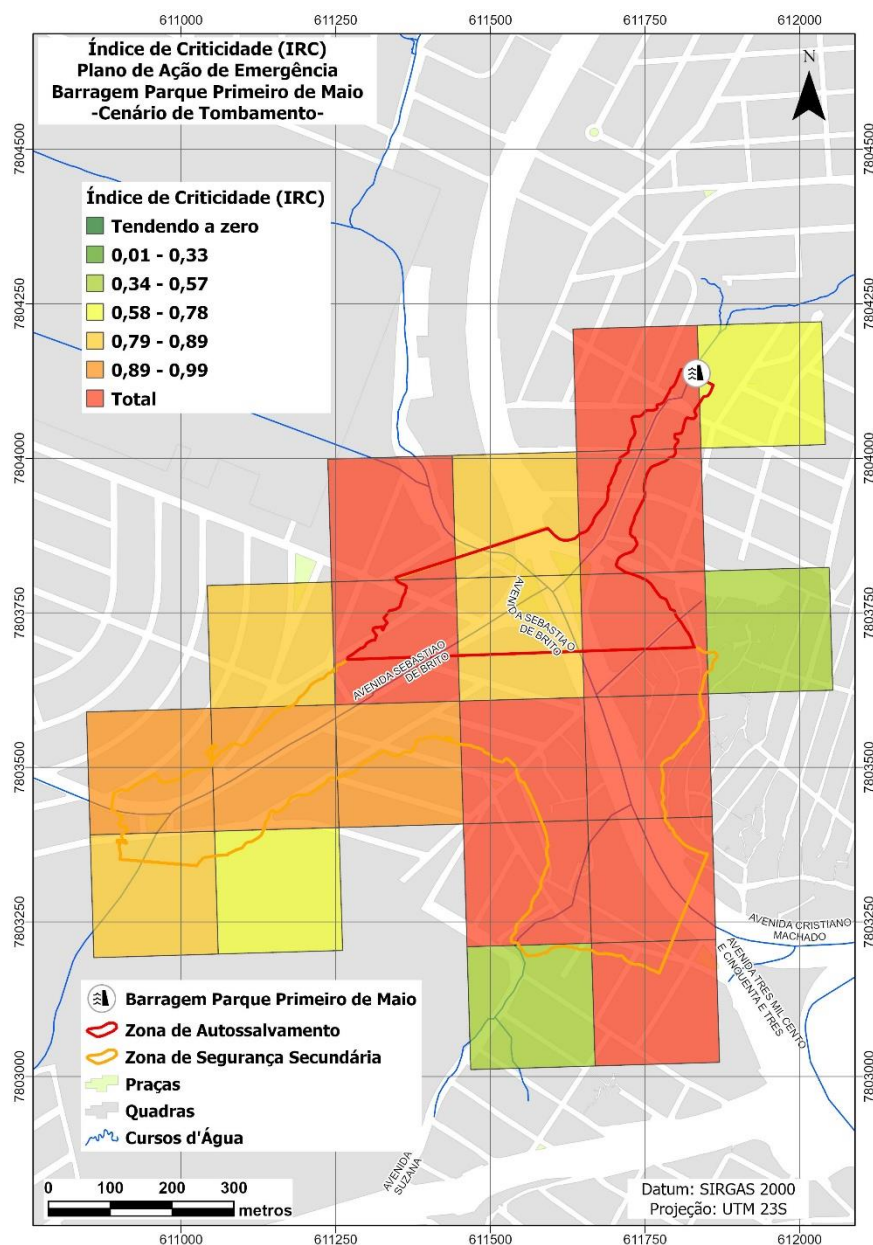


Figura 11.3. Mapa de áreas inundáveis segundo o Índice de Criticidade na ZAS e ZSS.



Na Tabela 11.3 é apresentada a distribuição das classes de índice de risco entre as 21 grades estatísticas situadas (inteiramente ou em parte) na ZAS e ZSS. Uma parcela relevante das grades apresenta índice superior a 0,79, indicando tratar-se de zonas de risco elevado, tanto do ponto de vista de danos materiais, quanto humanos.

Tabela 11.3. Distribuição dos índices de risco, segundo classes, nas grades estatísticas situadas na ZAS e ZSS.

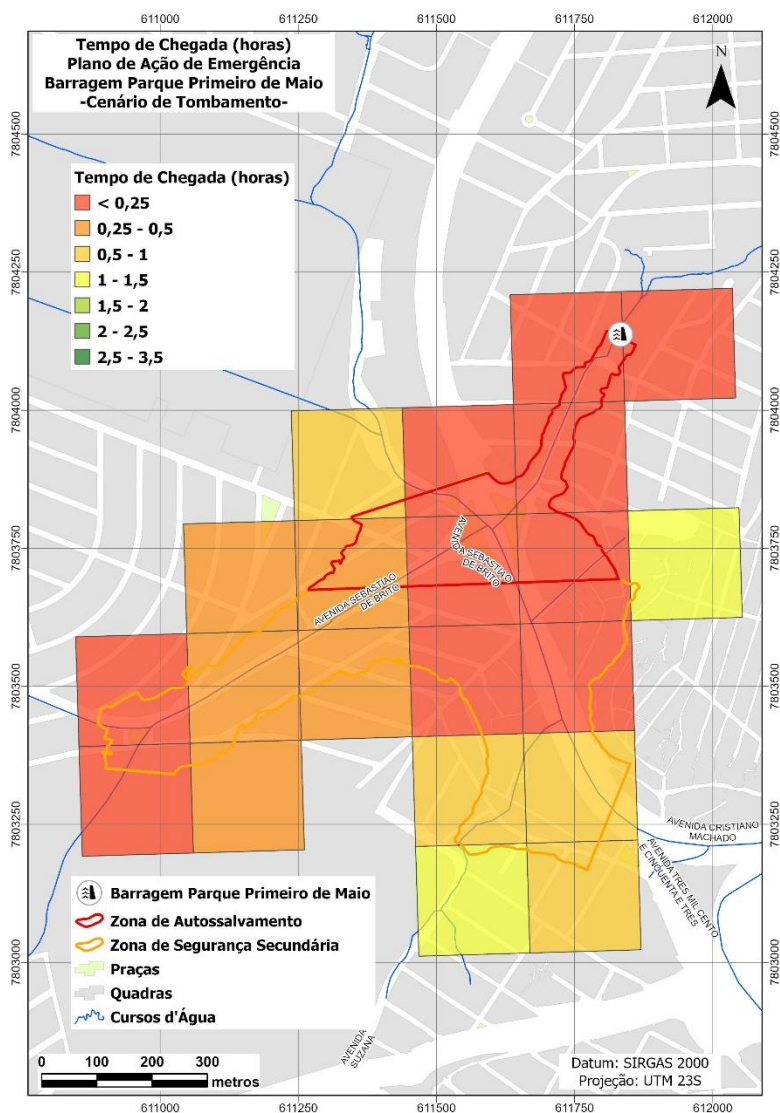
Classe do índice	IRM	IRH	IRC
Tendendo a zero	0	0	0
0,01 - 0,33	0	1	0
0,34 - 0,57	3	1	2
0,58 - 0,78	5	2	2
0,79-0,89	0	17	4
0,89-0,99	3	0	3
1,00 (Risco máximo)	10	0	10
Total	21	21	21

11.4 Tempos de Chegada das Inundações

Pela sua importância no planejamento emergencial, foram mapeados os Tempos de Chegada da onda de cheia, tendo como referência espacial as grades estatísticas situadas na área inundável (Figura 11.4). A onda de cheia se propaga rapidamente, com tempos de chegada frequentemente inferiores a 15 minutos. Como esperado, tempos de chegada menores ocorrem na ZAS. Observe que na ZSS há regiões com tempos de chegada inferiores a 15 minutos, isso ocorre pois o evento de tombamento foi simulado considerando a Precipitação Máxima Provável em todas as sub-bacias da Figura 9.3. Desse modo, o impacto na região se inicia antes mesmo da contribuição exclusiva do volume do reservatório após a ruptura.

Para a determinação da ZAS, foi considerada apenas a região de exclusiva contribuição do volume propagado na ruptura da barragem. Para isso, a ZAS foi calculada pelo tempo de chegada de ruptura, isto é, a diferença entre a tempo de chegada total alcançada durante a simulação e o tempo de chegada relacionado à cheia natural.

Figura 11.4. Tempos de Chegada da Inundação, considerando as grades estatísticas localizadas na ZAS e ZSS.



11.5 *Infraestrutura Socioeconômica*

Por meio de consulta às bases disponibilizadas pela Prefeitura de Belo Horizonte (IDE BHGeo), foi ainda realizado o levantamento dos equipamentos urbanos, como unidades de saúde e estabelecimentos de ensino, e unidades econômicas (empresas de médio e grande porte) situadas nas zonas de autossalvamento e de segurança secundária.

Na Tabela 11.4 são apresentados os quantitativos de unidades de saúde - especificamente de estabelecimentos de ensino e de atividades econômicas situados na região atingida de interesse. Na Tabela 11.5, a informação é mostrada em termos percentuais.

Tabela 11.4. Número de estabelecimentos de ensino e de atividades econômicas situadas na mancha de inundação, por zona – cenário de tombamento da barragem Parque Primeiro de Maio.

Zona	Estabelecimentos de Ensino	Atividades econômicas ¹		
		Microempresa	Pequeno Porte	Demais
ZAS	1	85	5	12
ZSS	1	451	23	50
Total	2	536	28	62

Nota 1. O banco de dados acessado (IDE BH, da PBH) agrega o porte das atividades econômicas em microempresa, empresas de pequeno porte e demais.

Tabela 11.5. Percentual de estabelecimentos de ensino e de atividades econômicas situadas na mancha de inundação, por zona – cenário de tombamento da barragem Parque Primeiro de Maio.

Zona	Estabelecimentos de Ensino	Atividades econômicas ¹		
		Microempresa	Pequeno Porte	Demais
ZAS	50,0%	15,9%	17,9%	19,4%
ZSS	50,0%	84,1%	82,1%	80,6%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota 1. O banco de dados acessado (IDE BH, da PBH) agrega a os portes das atividades econômicas em microempresa, empresas de pequeno porte e demais.

A Figura 11.5 apresenta os equipamentos de ensino e saúde diretamente atingidos pela inundação e a Figura 11.6 as atividades econômicas, desagregadas por porte e com representação somente de empresas de médio ou grande porte. A Figura 11.7 indica as atividades econômicas com potencial concentração de um número elevado de pessoas relacionadas, são atividades relacionadas a supermercado e a centro religioso. Na Tabela 11.6 e Tabela 11.7, os endereços e nomes dos equipamentos de saúde e estabelecimento de ensino e das atividades de potencial concentração número elevado de pessoas são, respectivamente, listados.

Figura 11.5. Estabelecimentos de ensino diretamente atingidos pela ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio em cenário de tombamento.

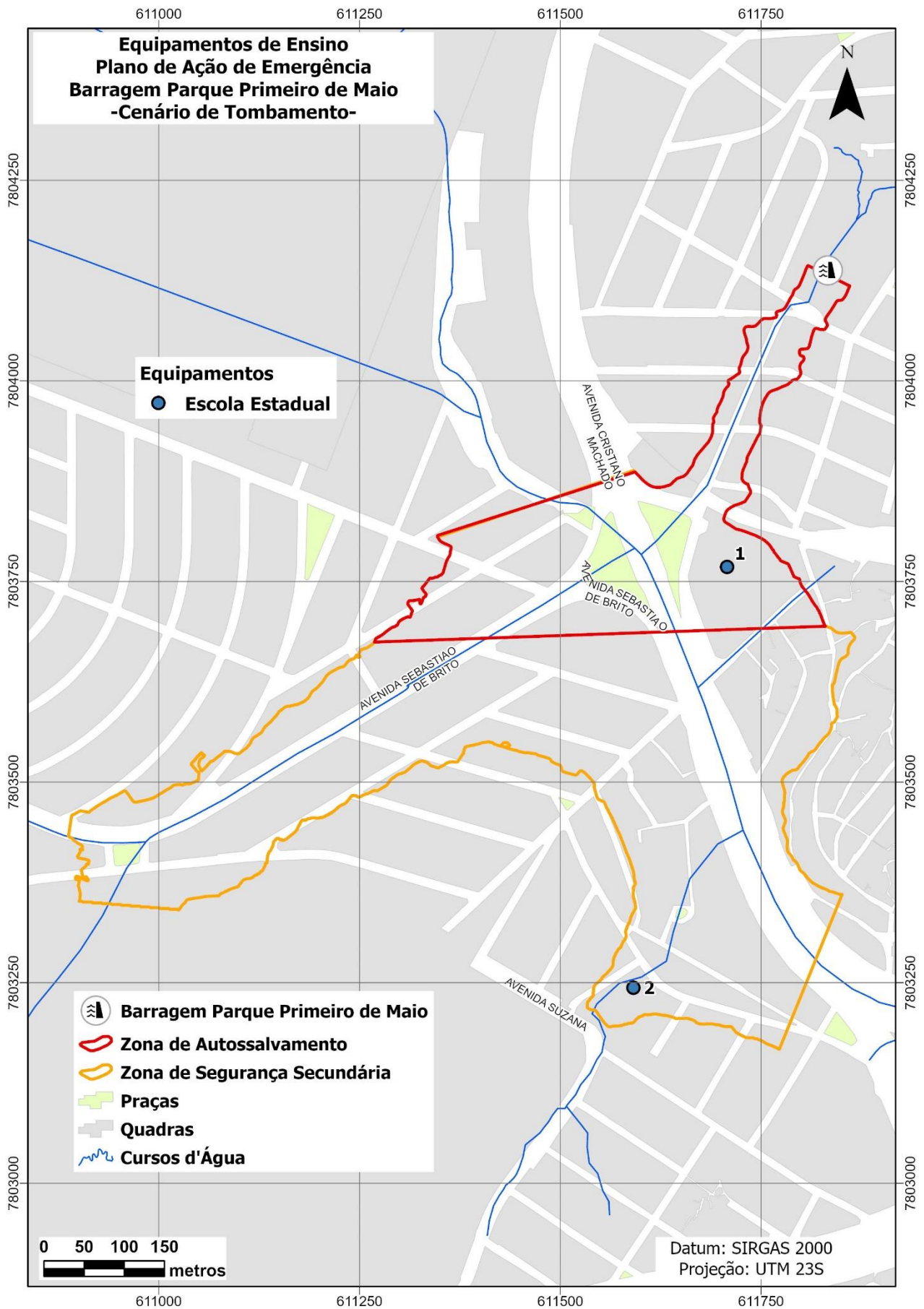


Figura 11.6. Atividades econômicas de médio ou grande porte, diretamente atingidas pela ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio em cenário de tombamento.

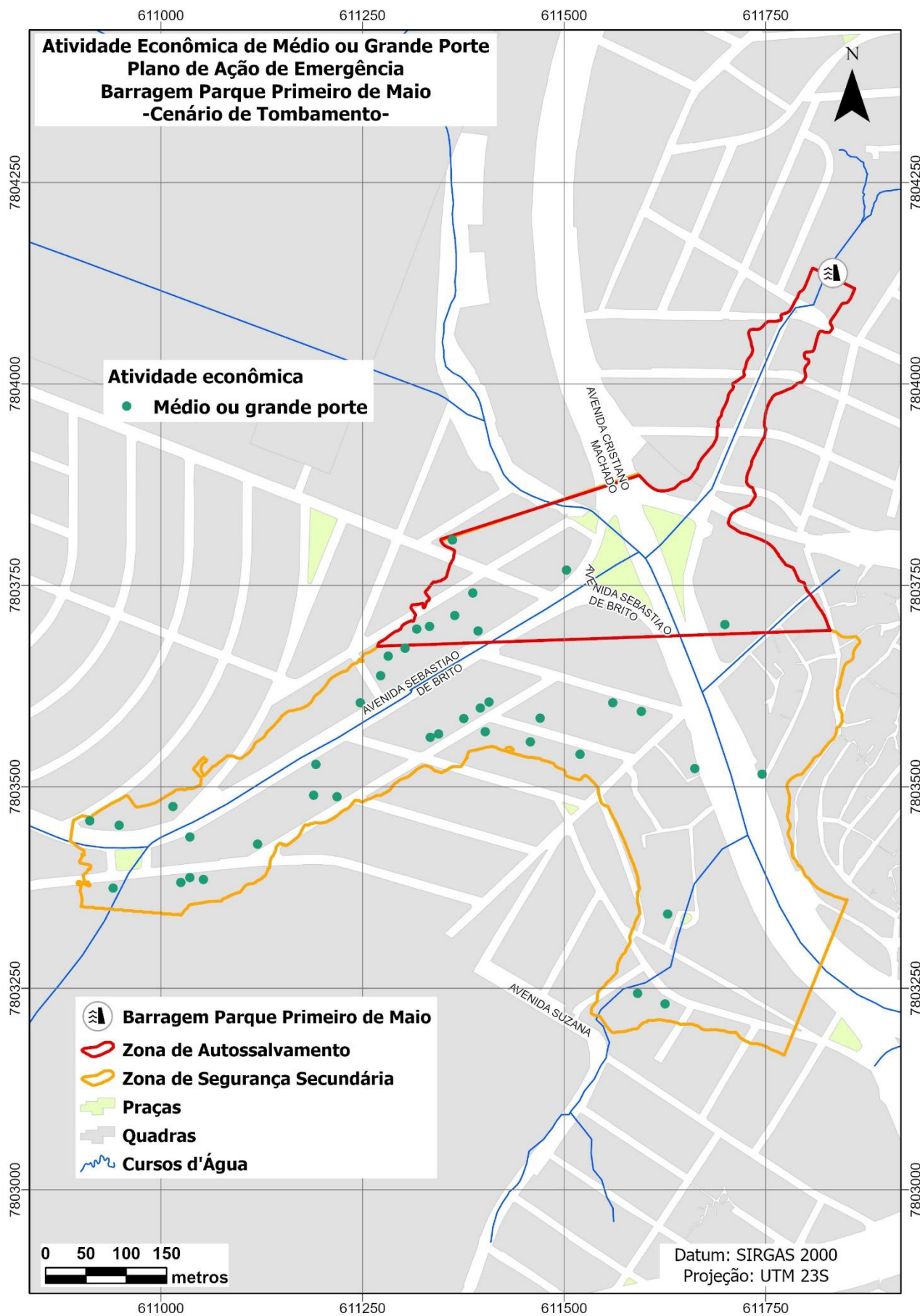


Figura 11.7. Atividades econômicas com potencial de concentração de um número elevado de pessoas, diretamente atingidas pela ruptura hipotética da barragem Parque Primeiro de Maio em cenário de tombamento.



Tabela 11.6. Nome e endereço dos estabelecimentos de ensino situados na mancha de inundação, por zona – cenário de tombamento da barragem Parque Primeiro de Maio.

ID	Zona	Equipamento	Nome	Endereço
1	ZAS	ESCOLA ESTADUAL	PROFESSOR HILTON ROCHA	AVE CRISTIANO MACHADO, 8200
2	ZSS	ESCOLA ESTADUAL	BRITALDO SOARES FERREIRA DINIZ	RUA PIRACEMA, 331

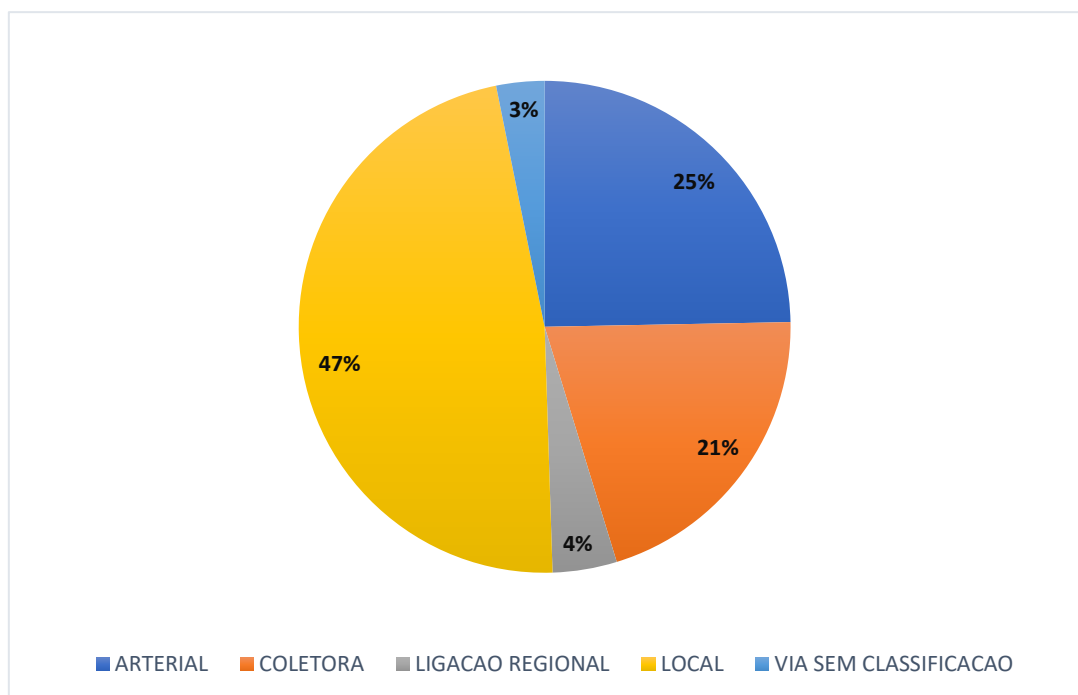
Tabela 11.7. Nome e endereço das atividades de potencial concentração de um número elevado de pessoas situadas na mancha de inundação, por zona – cenário de tombamento da barragem Parque Primeiro de Maio.

ID	Zona	Equipamento	Nome	Endereço
1	ZAS	SUPERMERCADO	SUPERMERCADOS BH COMERCIO DE ALIMENTOS S/A	AVE SEBASTIAO DE BRITO, 1415
2	ZSS	IGREJA/TEMPLO	IGREJA BATISTA ESPERANCA PLENA	RUA PIRACEMA, 321
3	ZSS	IGREJE/TEMPLO	COMUNIDADE EVANGELICA SNT DE BELO HORIZONTE-MG	RUA OSCAR CASTANHEIRA, 204

11.6 Rede Viária

Considerando a mancha de inundação, um percentual muito expressivo da extensão total das vias afetadas refere-se a trechos de vias locais (47%), e arteriais (25%). Essa informação é representada considerando sua distribuição entre vias arteriais (largura da via $\geq 15\text{m}$), coletoras ($10\text{m} \leq \text{largura da via} < 15\text{m}$), locais (largura da via $< 10\text{m}$) e de ligação regional.

Figura 11.8. Distribuição do comprimento dos trechos viários afetados, por tipo de via.



As sessenta vias com maiores trechos atingidos pela inundação (representam 57% dos trechos atingidos) estão ordenadas, de forma decrescente, segundo comprimento exposto ao impacto, no Quadro 11.2. A listagem total de vias é apresentada no APÊNDICE 4.

Quadro 11.2. Principais vias afetadas pela mancha de inundação, ordenadas segundo extensão exposta ao risco.

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO
1	CRISTIANO MACHADO	ARTERIAL
2	RISOLETA NEVES	ARTERIAL
3	SEBASTIAO DE BRITO	ARTERIAL
4	ANTONIO RIBEIRO DE ABREU	COLETORA
5	RISOLETA NEVES	ARTERIAL
6	TRES MIL CENTO E CINQUENTA E TRES	ARTERIAL
7	JACUI	ARTERIAL
8	PAULO MENDES CAMPOS	LOCAL
9	DOS HANGARES	VIA SEM CLASSIFICACAO
10	PROFESSOR MAGALHAES PENIDO	ARTERIAL
11	BRIGADEIRO ANTONIO CABRAL	LOCAL
12	CORPO DE BOMBEIROS MILITAR	ARTERIAL
13	BAGATELLE	COLETORA
14	ANEL RODOVIARIO X CRISTIANO MACHADO	LIGACAO REGIONAL
15	MODELO	ARTERIAL
16	ANEL RODOVIARIO CELSO MELLO AZEVEDO	LIGACAO REGIONAL
17	AREIA BRANCA	LOCAL

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO
18	ADAUTO FEITOSA	COLETORA
19	ANTONIO RIBEIRO DE ABREU	COLETORA
20	DOUTORA DENISE	LOCAL
21	GERALDO ANTONIO DE FREITAS	LOCAL
22	TRES MIL QUATROCENTOS E CINQUENTA E DOIS	LOCAL
23	NOSSA SENHORA DA PIEDADE	COLETORA
24	DOS ESPORTES	LOCAL
25	TRES MIL QUATROCENTOS E CINQUENTA E DOIS	ARTERIAL
26	HELIO PELEGRINO	LOCAL
27	MARIA AUXILIADORA	COLETORA
28	PADRE ARGEMIRO MOREIRA	ARTERIAL
29	SANTA URSULA	LOCAL
30	PROFESSOR NELSON DE SENA	LOCAL
31	ANISIO MACHADO	VIA SEM CLASSIFICACAO
32	LUCIO BITTENCOURT	COLETORA
33	CARMELITA TOLEDO	LOCAL
34	TRES MIL CENTO E QUARENTA	COLETORA
35	ESTRELA DE BELEM	LOCAL
36	SENHORA DOS NAVEGANTES	LOCAL
37	MONTE HERMON	LOCAL
38	OSCAR CASTANHEIRA	COLETORA
39	TRES MIL DUZENTOS E SETENTA E UM	ARTERIAL
40	SONIA	LOCAL
41	EDNA QUENTEL	COLETORA
42	SERRA DA MANTIQUEIRA	COLETORA
43	DOS TRABALHADORES	LOCAL
44	GILSON BRETAS	LOCAL
45	ELETRON	LOCAL
46	DOUTOR BENEDITO XAVIER	COLETORA
47	SARAMENHA	COLETORA
48	TRES MIL CENTO E QUARENTA E UM	LOCAL
49	DOUTOR BENEDITO XAVIER	COLETORA
50	CAMILO TEIXEIRA DA COSTA	LIGACAO REGIONAL
51	JORGE FRANCISCO DOS SANTOS	LOCAL
52	ALVARO MARTINS	LOCAL
53	QUINZE	LOCAL
54	EDUARDO QUENTEL	COLETORA
55	ANEL RODOVIARIO X CRISTIANO MACHADO	ARTERIAL
56	JACUI	COLETORA
57	ANNA MARIA DE JESUS	LOCAL
58	MIRAMAR	COLETORA
59	PIRACEMA	LOCAL
60	DEZESSEIS	LOCAL

12 Sistema de alerta, setorização do alerta, rotas de fuga e pontos de encontro

Para o alerta de evacuação da ZAS serão utilizados os meios de comunicação já previstos no Plano de Contingência do Município de Belo Horizonte ao que serão associadas sirenes instaladas em locais estratégicos conforme aqui definidos.

Os meios de comunicação previstos no Plano de Contingência do Município de Belo Horizonte são:

- Telefonia, para a comunicação com os residentes nos setores de evacuação de emergência previstos nos NAC;
- SMS, para a comunicação com os residentes nos setores de evacuação de emergência previstos nos NAC e com toda a população voluntariamente cadastrada no sistema;
- Mídias sociais: Instagram e Telegram, para comunicação com toda a população cadastrada.

As sirenes serão instaladas nos seguintes equipamentos urbanos:

- Estações e terminais de transporte público;
- Escolas e creches, em número de 2;
- Shopping centers não identificados nas áreas de ZAS e ZSS;
- Supermercados, em número 1;
- PMMG, não há unidades nas áreas de ZAS e ZSS;
- Unidades de saúde: não há nas áreas de ZAS e ZSS;
- Templos e centros comunitários a fins religiosos em número de 2.

A setorização do alerta, rotas de fuga e pontos de encontro foram estabelecidos pela SUPDEC e incorporados aos mapas produzidos no âmbito do presente estudo. A Figura 12.1 ilustra essa setorização geral da área a jusante da barragem de Santa Lúcia, com a localização dos pontos de encontro. No Adendo 1, encontram-se todos os setores e pontos de encontro definidos para a área de interesse do PAE da barragem Parque Primeiro de Maio. Além disso, orientações para evacuação são mais bem detalhadas.

Figura 12.1. Setores de alerta e evacuação e pontos de encontro.



13 Plano de Treinamento do Plano de Ação de Emergência

O Plano de Treinamento do PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio concerne sete grupos:

- Os Grupos de Intervenção Direta (GID) e de Apoio Interno (GAI);
- Núcleos de Alerta de Chuvas (NAC), no âmbito do Plano de Contingência do Município de Belo Horizonte;
- Instituições educacionais localizadas na ZAS e na ZSS, incluindo-se um buffer de 100 m de largura contíguo à mancha de inundação;
- Unidades de saúde e de assistência social localizadas na ZAS e na ZSS, incluindo-se um buffer de 100 m de largura contíguo à mancha de inundação;
- Templos religiosos localizados na ZAS e na ZSS, incluindo-se um buffer de 100 m de largura contíguo à mancha de inundação;
- Centros comerciais localizados na ZAS e na ZSS, incluindo-se um buffer de 100 m de largura contíguo à mancha de inundação;
- Funcionários regulares de estações e terminais de grande fluxo de pessoas localizados na ZAS e na ZSS, incluindo-se um buffer de 100 m de largura contíguo à mancha de inundação.

O treinamento busca atingir objetivos gerais distintos, ainda que complementares, podendo variar entre os grupos, como segue:

- Treinamento I:** Informar sobre os riscos de inundação a jusante da barragem Parque Primeiro de Maio, tendo origem em eventos pluviais, e sobre as ações de previsão e alerta previstas no âmbito do Plano de Contingência do Município de Belo Horizonte.
- Treinamento II:** Informar sobre a barragem Parque Primeiro de Maio, seu sistema de monitoramento, os riscos de ruptura, as áreas potencialmente atingidas, os meios de alerta e os principais componentes do PAE.

- III. **Treinamento III:** Simular a ocorrência de situações de emergência de Níveis de Resposta 1 e 2 (Laranja e Vermelho) e as implantação dos fluxogramas de resposta destinada apenas aos GID e GAI, não envolvendo treinamento de evacuação ou envolvimento de residentes nas áreas de risco.
- IV. **Treinamento IV:** Simular a evacuação da ZAS para os Níveis de Resposta 1 e 2 (Laranja e Vermelho) endereçado a grupos escolhidos entre os A a G listados.

O I é, de fato, parte do treinamento específico ao Plano de Contingência do Município de Belo Horizonte. Como partes das áreas que potencialmente poderiam ser atingidas pela onda de ruptura da barragem Parque Primeiro de Maio são também áreas de risco de inundação, há uma integração importante entre o Plano de Contingência e o PAE da barragem Parque Primeiro de Maio. Com isso, é possível beneficiar-se de toda a estrutura e dos procedimentos de previsão e alerta de inundações da Prefeitura de Belo Horizonte bem como da organização dos NACs, comunicação, rotas de fuga, pontos de encontro, abrigos e outros meios de resposta.

O Treinamento II tem como principal meta informar sobre a barragem Parque Primeiro de Maio, as ações de segurança segundo o PSB Parque Primeiro de Maio, os riscos associados à barragem e a sua operação, o conceito de PAE e as ações de resposta. Esse treinamento visa, por um lado, assegurar que o risco oferecido pela barragem é baixo e que ela se encontra em condições de segurança adequadas, que há um monitoramento contínuo das situações de emergência potenciais, e que, em eventuais situações de emergência, há um plano que estabelece as responsabilidades e as respostas de controle e de retorno às condições de normalidade.

O III constitui-se em um treinamento interno à Prefeitura de Belo Horizonte, dos Grupos de Intervenção Direta e de Apoio Interno, podendo-se, igualmente, informar e mobilizar o Grupo de Apoio Externo. Esse treinamento visa:

- Informar, com o requerido nível de detalhes, às instituições que compõem o GID e o GAI sobre suas responsabilidades, ações e respostas esperadas segundo o nível de resposta às situações de emergência descritas no PAE da barragem Parque Primeiro de Maio.
- Simular os processos de tomada de decisão e implantação de respostas com vistas a avaliar:
 - A capacidade do GID e do GAI em utilizar as informações oriundas do monitoramento da barragem Parque Primeiro de Maio e de tomar as decisões adequadas em conformidade com as situações de emergência;
 - A capacidade de comunicação e de coordenação de ações entre as instituições do GID e do GAI, bem como com instituições do GAE;
 - A capacidade e a eficiência em mobilização de equipes e de equipamentos para implantar as ações de resposta em conformidade com o estabelecido no PAE;
 - O tempo efetivamente gasto em cada etapa de tomada de decisão e de implementação de ações de resposta;
 - A capacidade do GID de avaliar a evolução das situações de emergência, por meio de monitoramento da barragem Parque Primeiro de Maio, e de tomar as decisões adequadas em conformidade com o PSB e o PAE;
 - A qualidade do monitoramento e a capacidade do GID em detalhar falhas e erros de monitoramento e de adotar as ações corretivas em conformidade com o PSB e o PAE.

Embora o Treinamento III seja interno, poderá, a critério do Coordenador do PAE, do Empreendedor e dos demais membros do GID, envolver os representantes dos NACs na área potencialmente atingida pela mancha de inundação decorrente da ruptura da barragem Parque Primeiro de Maio, porém, sem envolver os demais residentes, empresas e organizações que compõem essa área.

O Treinamento IV tem por principais focos:

- Simular a capacidade e a eficiência do alerta de evacuação da ZAS sob os seguintes aspectos:
 - Tempo requerido, entre a ordem de evacuação da ZAS dada pelo Coordenador do PAE e a emissão do alerta;

- Tempo requerido, entre a emissão do alerta e sua recepção pelos representantes dos NACS e instituições escolhidas (escolas, hospitais e outras unidades de saúde, terminais de transporte, grandes equipamentos urbanos de comércio e serviços, templos);
- Tempo de resposta dos representantes dos NACS e instituições escolhidas entre a recepção do alerta e o início da evacuação;
- Tempo requerido entre o início da evacuação e o efetivo abandono das áreas de risco;
- Tempo requerido entre a emissão do alerta de evacuação e o bloqueio de vias;
- Qualidade e eficiência de comunicação entre o GID, o GAI, os NACS e as instituições escolhidas para receber o alerta;
- Qualidade e eficiência da informação visual indicando as rotas de fuga e os pontos de encontro;
- Desobstrução e eficiência de funcionamento das rotas de fuga.

Considerando-se a densa ocupação da ZAS e da ZSS, a presença de vários eixos viários importantes da Região Centro-Sul de Belo Horizonte e as atividades comerciais e de serviços nessa área, não é viável realizar um simulado de evacuação envolvendo, simultaneamente, todos os setores concernidos. O Treinamento IV deve ser implantado, portanto, escolhendo-se um ou dois setores de alerta e evacuação, e instituições tais como escolas e grandes equipamentos urbanos situados nesses setores para treinamento.

O Quadro 13.1 elenca as modalidades e os meios de treinamento por tipo de treinamento.

Quadro 13.1. Plano de Treinamento do PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio: objetivos, modalidades e meios.

Objetivos do Treinamentos	Grupos	Modalidades de Treinamento	Material básico
I	Todos	Seminários, podendo também incluir visitas técnicas para os Grupos A, B e C	Apresentações do tipo power point, mapas, brochuras
II	Todos	Seminários, podendo também incluir visitas técnicas para os Grupos A, B e C	Apresentações do tipo power point, mapas, brochuras
III	A	Simulação interna de situações de emergência	PAE da barragem Parque Primeiro de Maio, desenhos da barragem (vertedores, galerias, comportas, bacias de dissipação, instrumentação da barragem, saídas de drenos, ...), mapas da mancha de inundação, ZAS e ZSS, rotas de fuga, pontos de encontro, contatos do NAC. Cronômetros, planilhas, câmeras fotográficas e de vídeo.
IV	Todos, porém com mobilização de um ou dois grupos por treinamento	Simulação externa de evacuação da ZAS	PAE da barragem Parque Primeiro de Maio, desenhos da barragem (vertedores, galerias, comportas, bacias de dissipação, instrumentação da barragem, saídas de drenos, ...), mapas da mancha de inundação, ZAS, rotas de fuga, pontos de encontro, contatos do NAC. Cronômetros, planilhas, câmeras fotográficas e de vídeo

14 Meios e recursos disponíveis para serem utilizados em situações de emergência em potencial

Os serviços de manutenção e conservação executados na Barragem Parque Primeiro de Maio, bem como no entorno, são de responsabilidade da SUDECAP. De forma simplificada, esses serviços são executados por empresas contratadas pela PBH que dispõe minimamente dos seguintes meios e recursos (Quadro 14.1).

Quadro 14.1. Lista de equipamentos mínimos, administração local prevista para o contrato de manutenção de bacias.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
Betoneira 320litros	1
Caminhão basculante	20
Caminhão pipa	5
Conjunto vibrador de concreto	2
Escavadeira	10
Máquina de cortar e dobrar ferro	1
Motoniveladora	1
Placa vibratória	5
Patrol	1
Retroescavadeira	5
Roçadeiras	10
Rolo liso tandem	2
Rolo vibratório liso	2
Rolo vibratório pé de carneiro	2
Serra circular de bancada	1
ENGENHEIRO	1,0
TÉCNICO DE SEGURANÇA DE TRABALHO	1,0
MESTRE DE OBRAS	1,0
ENCARREGADO	3,0
APONTADOR	1,0
SERVENTE	1,0
AUTOMÓVEL INCLUSIVE COMBUSTÍVEL	1,0

Esses serviços são fiscalizados pela Gerência de Manutenção de Bacias de Controle de Cheias e Barragens - GMABC-OBI - Rua dos Guajajaras, 1107 | 9º Andar | Lourdes | BH/MG (31) 3277-8142 | www.pbh.gov.br

Além disso, outros recursos para sinalização e desvio de trânsito são disponíveis na Gerência de Ação Regional da BHTrans (Tel: 3246-8074).

15 Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação

No presente item ilustram-se os modelos de formulários para:

- Declaração de Início de Situação de Emergência
- Formulário de Registro de Situações de Emergência
- Declaração de Encerramento de Emergência

DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE UMA SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE

BARRAGEM PARQUE PRIMEIRO DE MAIO DECLARAÇÃO DE EMERGÊNCIA

SITUAÇÃO NÍVEL ____

Eu, _____ (nome e cargo) _____, na condição de **Coordenador do PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio** e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Emergência para a Barragem Parque Primeiro de Maio, cuja situação é de Nível ____, a partir das _____ horas do dia ____ / ____ / _____, em função da ocorrência de _____

_____.

Pessoa de Contato: _____

Telefone: _____.

Belo Horizonte, ____ de _____ de _____.

(nome / assinatura)

COORDENADOR DO PAE

RG n.: _____

FORMULÁRIO DE REGISTRO DE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

BARRAGEM PARQUE PRIMEIRO DE MAIO

BELO HORIZONTE, MG

Data da ocorrência: ____/____/____

Horário da ocorrência: ____ : ____

Condições climáticas locais: _____

Descrição geral da situação de emergência:

Área(s) da barragem afetada(s):

Extensão dos danos na barragem:

Possível(is) causa(s): _____

Efeito(s) na operação da barragem: _____

Elevação inicial do reservatório: _____ Hora: ____ : ____

Elevação máxima do reservatório: _____ Hora: ____ : ____

Elevação final do reservatório: _____ Hora: ____ : ____

Descrição da área inundada a jusante (danos / lesões / perdas de vida):

Outros dados e comentários:

Nome e número de telefone de quem preencheu este formulário:

Relatório elaborado por: _____ Data: ____/____/____

DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA

Empreendedor: PREFEITURA DE BELO HORIZONTE

Nome da Barragem: BARRAGEM DE PARQUE PRIMEIRO DE MAIO

Dano Potencial Associado:

Categoria de Risco:

Classificação da barragem:

Município/UF: BELO HORIZONTE

Data da última inspeção que atestou o encerramento da emergência:

Declaro para fins de acompanhamento e comprovação junto ao IGAM, que a situação de emergência iniciada em ____/____/____ foi encerrada em ____/____/____, em consonância com a Lei n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010 e com a Portaria IGAM N° 02, de 26 de fevereiro de 2019.

Belo Horizonte, ____ de _____ de ____

.....

Nome completo do representante legal do empreendedor

CPF

16 Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do Plano de Ação de Emergência – PAE com os respectivos protocolos de recebimento

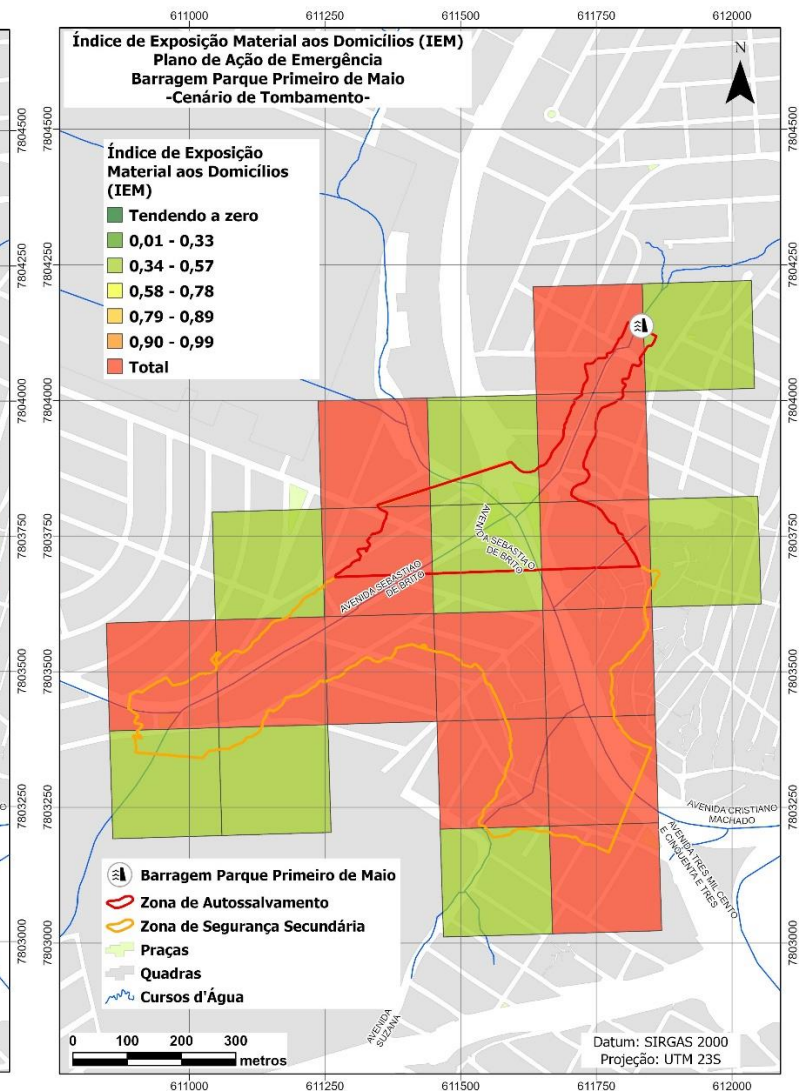
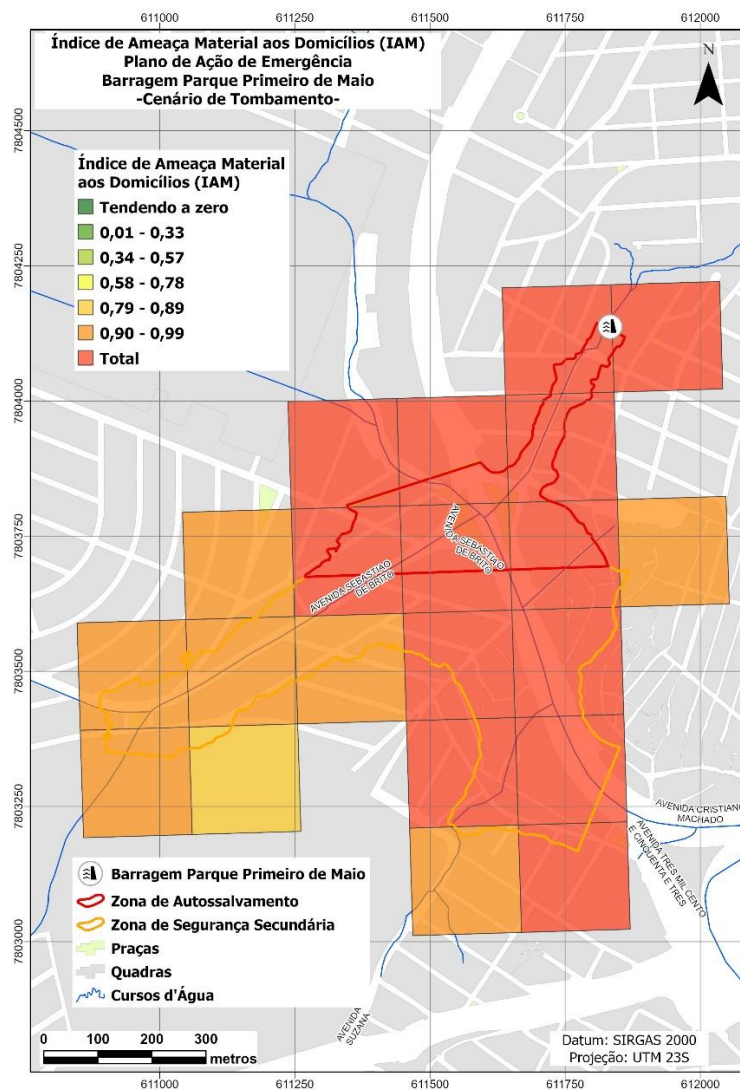
As instituições que receberam cópia deste PAE da barragem Parque Primeiro de Maio, com respectivo número de protocolo de recebimento, encontram-se listados no Quadro 16.1.

Quadro 16.1. Instituições que receberam cópia do PAE da Barragem Parque Primeiro de Maio.

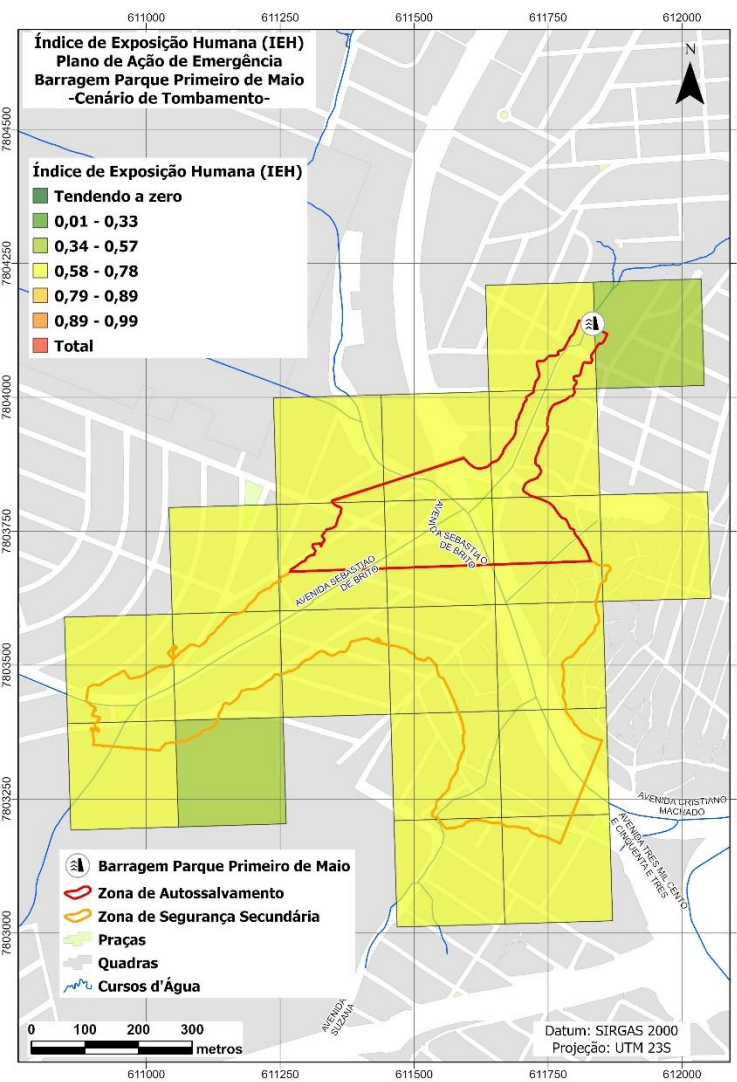
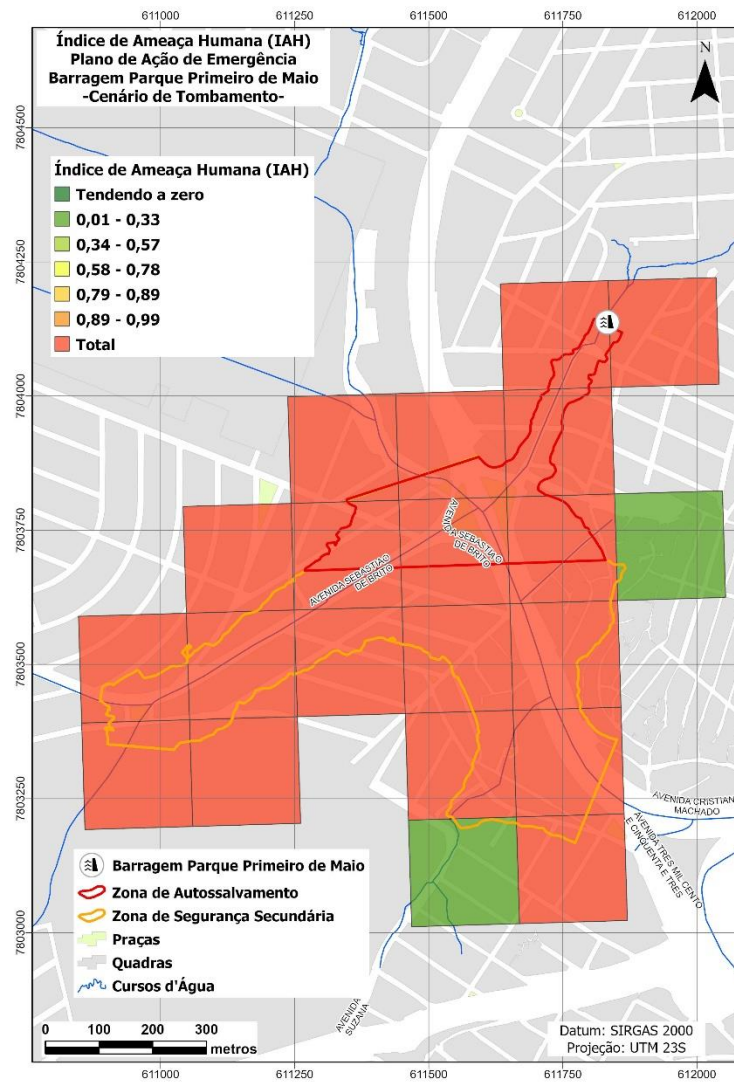
i	Instituição	N. de Protocolo	Data
	PBH: Gabinete do Prefeito		
	SUPDEC: Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil		
	SUDECAP: Superintendência de Desenvolvimento da Capital		
	URBEL: Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte		
	BHTRANS		
	SMMA: Secretaria de Meio Ambiente		
	SLU: Superintendência de Limpeza Urbana		
	SMAIC: Secretaria de Assuntos Institucionais e Comunicação Social		
	ASCOM: Assessoria de Comunicação Social		
	COP-BH: Centro de Operações		
	PGM: Procuradoria Geral do Município		
	SMSA: Secretaria Municipal de Saúde		
	SMASAC: Secretaria de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania		
	SMSP: Secretaria de Segurança Urbana e Patrimonial		
	NAC: Núcleos de Alerta de Chuva - Regionais Centro Sul e Leste		
	GMBH: Guarda Municipal de Belo Horizonte		
	CEDEC: Defesa Civil do Estado de Minas Gerais		
	Corpo de Bombeiros Militar de Minas gerais		
	Secretaria de Saúde do Estado		
	SAMU		
	Polícia Militar de Minas Gerais		
	Política Rodoviária Estadual de Minas Gerais		
	Polícia Rodoviária Federal		
	COPASA		
	CEMIG		

	GASMIG		

APÊNDICE 1. Mapas dos Índices de Ameaça e de Exposição Material.



APENDICE 2. Mapas dos Índices de Ameaça e de Exposição Humana.



APÊNDICE 3 – Setores de Alerta e Evacuação e Pontos de Encontro



ID	Ponto de encontro	Endereço
1	Escola Municipal Josefina Souza Lima	Rua Maria Ortiz, 195 – Primeiro de Maio, 31810-310

ID	Orientação de evacuação
1	Deslocar até a Escola Municipal Josefina Souza Liima - Ponto De Encontro

Dados de endereço

1) Endereço: Rua Maria Ortiz, 195
Bairro: Primeiro de Maio
Cidade: Belo Horizonte
Estado: Minas Gerais
CEP: 31810-310

APÊNDICE 4 – Listagem Completa das vias afetadas

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO DA VIA
1	CRISTIANO MACHADO	ARTERIAL
2	RISOLETA NEVES	ARTERIAL
3	SEBASTIAO DE BRITO	ARTERIAL
4	ANTONIO RIBEIRO DE ABREU	COLETORA
5	RISOLETA NEVES	ARTERIAL
6	TRES MIL CENTO E CINQUENTA E TRES	ARTERIAL
7	JACUI	ARTERIAL
8	PAULO MENDES CAMPOS	LOCAL
9	DOS HANGARES	VIA SEM CLASSIFICACAO
10	PROFESSOR MAGALHAES PENIDO	ARTERIAL
11	BRIGADEIRO ANTONIO CABRAL	LOCAL
12	CORPO DE BOMBEIROS MILITAR	ARTERIAL
13	BAGATELLE	COLETORA
14	ANEL RODOVIARIO X CRISTIANO MACHADO	LIGACAO REGIONAL
15	MODELO	ARTERIAL
16	ANEL RODOVIARIO CELSO MELLO AZEVEDO	LIGACAO REGIONAL
17	AREIA BRANCA	LOCAL
18	ADAUTO FEITOSA	COLETORA
19	ANTONIO RIBEIRO DE ABREU	COLETORA
20	DOUTORA DENISE	LOCAL
21	GERALDO ANTONIO DE FREITAS	LOCAL
22	TRES MIL QUATROCENTOS E CINQUENTA E DOIS	LOCAL
23	NOSSA SENHORA DA PIEDADE	COLETORA
24	DOS ESPORTES	LOCAL
25	TRES MIL QUATROCENTOS E CINQUENTA E DOIS	ARTERIAL
26	HELIO PELEGRINO	LOCAL
27	MARIA AUXILIADORA	COLETORA
28	PADRE ARGEMIRO MOREIRA	ARTERIAL
29	SANTA URSULA	LOCAL
30	PROFESSOR NELSON DE SENA	LOCAL
31	ANISIO MACHADO	VIA SEM CLASSIFICACAO
32	LUCIO BITTENCOURT	COLETORA
33	CARMELITA TOLEDO	LOCAL
34	TRES MIL CENTO E QUARENTA	COLETORA
35	ESTRELA DE BELEM	LOCAL
36	SENHORA DOS NAVEGANTES	LOCAL
37	MONTE HERMON	LOCAL
38	OSCAR CASTANHEIRA	COLETORA
39	TRES MIL DUZENTOS E SETENTA E UM	ARTERIAL
40	SONIA	LOCAL
41	EDNA QUENTEL	COLETORA
42	SERRA DA MANTIQUEIRA	COLETORA
43	DOS TRABALHADORES	LOCAL
44	GILSON BRETAS	LOCAL

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO DA VIA
45	ELETRON	LOCAL
46	DOUTOR BENEDITO XAVIER	COLETORA
47	SARAMENHA	COLETORA
48	TRES MIL CENTO E QUARENTA E UM	LOCAL
49	DOUTOR BENEDITO XAVIER	COLETORA
50	CAMILO TEIXEIRA DA COSTA	LIGACAO REGIONAL
51	JORGE FRANCISCO DOS SANTOS	LOCAL
52	ALVARO MARTINS	LOCAL
53	QUINZE	LOCAL
54	EDUARDO QUENTEL	COLETORA
55	ANEL RODOVIARIO X CRISTIANO MACHADO	ARTERIAL
56	JACUI	COLETORA
57	ANNA MARIA DE JESUS	LOCAL
58	MIRAMAR	COLETORA
59	PIRACEMA	LOCAL
60	DEZESSEIS	LOCAL
61	TRES MIL CENTO E QUARENTA	LOCAL
62	SARAMENHA	LOCAL
63	SEBASTIAO DE BRITO	ARTERIAL
64	SEM NOME	LOCAL
65	TRES MIL DUZENTOS E SETENTA E UM	LOCAL
66	ANEL RODOVIARIO X CRISTIANO MACHADO	LIGACAO REGIONAL
67	SANTA ROSA	COLETORA
68	SAO GREGORIO	COLETORA
69	TRES MIL DUZENTOS E SETENTA E QUATRO	LIGACAO REGIONAL
70	DONA CELUTA MONTEIRO	LOCAL
71	PRACA DOS ESPORTES	LOCAL
72	LIDER	ARTERIAL
73	PADRE JOSE ALVES	LOCAL
74	DESEMBARGADOR CANDIDO DE OLIVEIRA	COLETORA
75	OSCAR LOBO PEREIRA	COLETORA
76	QUATRO MIL TREZENTOS E QUARENTA E UM	LOCAL
77	TRES MIL TREZENTOS E TRINTA E SETE	LOCAL
78	COMENDADOR WIGG	LOCAL
79	TRES MIL E SESENTA E TRES	VIA SEM CLASSIFICACAO
80	A	LOCAL
81	DEPUTADO JOSE RAIMUNDO	COLETORA
82	DOUTORA DENISE	ARTERIAL
83	QUATRO MIL OITOCENTOS E VINTE E TRES	LIGACAO REGIONAL
84	ANTONIO RIBEIRO DE ABREU	LOCAL
85	A	LOCAL
86	DEZESSETE	LOCAL
87	DOM REZENDE COSTA	LOCAL
88	REPUBLICA SOCIALISTA DO VIETNA	LOCAL
89	ANTONIO ALCIDES DA SILVA	VIA SEM CLASSIFICACAO

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO DA VIA
90	PROFESSOR MAGALHAES PENIDO	COLETORA
91	MARIA STELA	COLETORA
92	LIDER	LOCAL
93	CELIUS AULICUS JARDIM	LOCAL
94	SAO TOMAS	LOCAL
95	ETILANDIA	LOCAL
96	DEZENOVE A	LOCAL
97	CAMILO TEIXEIRA DA COSTA	COLETORA
98	TRES MIL DUZENTOS E SETENTA E TRES	ARTERIAL
99	ANA PEREIRA MENEZES	LOCAL
100	MINASLANDIA	LOCAL
101	ANTONIO RIBEIRO DE ABREU	LOCAL
102	SAO GREGORIO	LOCAL
103	ONESIMO SEPULVEDA E SILVA	LOCAL
104	TRINTA E SEIS	ARTERIAL
105	ANGATURAMA	LOCAL
106	SENHORA DOS NAVEGANTES	LOCAL
107	SERRA VERDE	LOCAL
108	MORSE BELEM TEIXEIRA	LOCAL
109	MANOEL DINIZ	LOCAL
110	CINQUENTA	LOCAL
111	LUIZ ZUDDIO	ARTERIAL
112	CAMILO TEIXEIRA DA COSTA	ARTERIAL
113	OITO	LOCAL
114	DA COPASA	LOCAL
115	JANE EYRE	LOCAL
116	BEIRA MURO	LOCAL
117	DOM CABRAL	LOCAL
118	DOIS MIL CENTO E OITENTA E TRES	VIA SEM CLASSIFICACAO
119	DOUTOR JOAO MIRANDA	COLETORA
120	DOIS MIL E NOVENTA E NOVE	LOCAL
121	ANTONIO RIBEIRO DE ABREU	LOCAL
122	SAO JUDAS TADEU	LOCAL
123	PROFESSOR JERSON MARTINS	COLETORA
124	MINISTRO OROZIMBO NONATO	LOCAL
125	TRES MIL QUATROCENTOS E CINQUENTA E DOIS	LOCAL
126	PINTORA TARCILA	LOCAL
127	HILDA DE CARVALHO GARZON	LOCAL
128	FERREIRA DOS SANTOS	LOCAL
129	LIBANIA PENA	LOCAL
130	ANA PEREIRA MENEZES	LOCAL
131	DOM CABRAL	COLETORA
132	PROFESSOR NELSON DE SENA	LOCAL
133	DA PAZ	LOCAL
134	QUATRO MIL CENTO E SETENTA E CINCO	LOCAL

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO DA VIA
135	SEM NOME	LOCAL
136	SERRA DO ITATIAIA	LOCAL
137	EDNA QUENTEL	COLETORA
138	MANOEL SABINO NOGUEIRA	LOCAL
139	MASCARENHAS DE MORAIS	LOCAL
140	DOUTOR BENEDITO XAVIER	COLETORA
141	CARMELITA TOLEDO	LOCAL
142	SEBASTIAO CORREA	LOCAL
143	IZABEL CRISTINA	LOCAL
144	NEWTON ALVES FERREIRA	LOCAL
145	DA PONTE	LOCAL
146	VILA ESPORTIVA	LOCAL
147	BOA VISTA	LOCAL
148	GENERAL ARANHA	COLETORA
149	SANTO ELIAS	LOCAL
150	EMBAIXADOR AFRANIO DE MELO FRANCO	LOCAL
151	ALBERT SABIN	COLETORA
152	OLARIA	LOCAL
153	JUAZEIRO DO NORTE	COLETORA
154	SANTO ELIAS	LOCAL
155	RIBEIRAO DO ONCA	VIA SEM CLASSIFICACAO
156	CELIUS AULICUS JARDIM	LOCAL
157	GILSON BRETAS	LOCAL
158	NOSSA SENHORA DE LORETO	COLETORA
159	PIRACEMA	LOCAL
160	VINTE E TRES	LOCAL
161	UM MIL NOVECIENTOS E SETENTA E NOVE	LOCAL
162	DOUTOR JOSE RODRIGUES	LOCAL
163	SAO LUIZ	LOCAL
164	DOS JACOBINOS	LOCAL
165	IRMAS DOMINICANAS DA ANUNCIATA	LOCAL
166	CAJUI	LOCAL
167	DEZ DE NOVEMBRO	LOCAL
168	ONOFRE FIRMINO DA SILVA	LOCAL
169	CECILIA PINTO	LOCAL
170	PRACA DOS ESPORTES UM	LOCAL
171	SERRA DA MANTIQUEIRA	COLETORA
172	DOM AQUINO	LOCAL
173	ROSA DAS FLORES	LOCAL
174	PROFESSOR ALMEIDA CUNHA	COLETORA
175	OTIS	LOCAL
176	CECILIA PINTO	COLETORA
177	CAETANO DIAS	COLETORA
178	QUATRO MIL CENTO E SETENTA E CINCO	LOCAL
179	ABACABA	LOCAL

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO DA VIA
180	CORONEL JAIRO PEREIRA	ARTERIAL
181	JOSE DOS REIS PEREIRA	COLETORA
182	SANTA MARIA	LOCAL
183	OTTO DE LARA RESENDE	LIGACAO REGIONAL
184	FERNANDO SABINO	LIGACAO REGIONAL
185	CECILIA PINTO	LOCAL
186	SENHORA DA BOA VIAGEM	LOCAL
187	DOS FRADES	LOCAL
188	DOM HELDER CAMARA	LOCAL
189	MARIA DA CONCEICAO FONTOURA	LOCAL
190	QUARENTA E CINCO	LOCAL
191	JOSE SOARES DUMONT	LOCAL
192	OLARIA GOMES	COLETORA
193	JOSE VIEIRA	LOCAL
194	PADRE SILVEIRA LOBO	LOCAL
195	WASHINGTON LUIZ	COLETORA
196	OSCAR LOBO PEREIRA	COLETORA
197	NOSSA SENHORA VISITADORA	LOCAL
198	PROFESSOR PATROCINIO FILHO	LOCAL
199	ZILA SILVEIRA	LOCAL
200	CASTANHEIRA FILHO	LOCAL
201	LUCIO BITTENCOURT	LOCAL
202	SANTO ELIAS	LOCAL
203	DOUTORA DENISE	ARTERIAL
204	LINDA VISTA	LOCAL
205	BARAO DE COROMANDEL	LOCAL
206	TANCREDO ESTEVES	LOCAL
207	SANTA LEOPOLDINA	LOCAL
208	SANTO ANTONIO	LOCAL
209	DOIS MIL TREZENTOS E VINTE E SETE	LOCAL
210	EXPEDICIONARIO ELIAS SAADE	LOCAL
211	VITORINO CERQUEIRA	LOCAL
212	ANGATURAMA	COLETORA
213	CECILIA PINTO	COLETORA
214	ESTRELA DE BELEM	COLETORA
215	ITAPETINGA	LOCAL
216	DETETIVE EDUARDO FERNANDES	LOCAL
217	RITA ALVES CASTANHEIRA	LOCAL
218	NOSSA SENHORA DA PIEDADE	LOCAL
219	MONTE HERMON	LOCAL
220	DEPUTADO JOSE RAIMUNDO	COLETORA
221	MINISTRO OROZIMBO NONATO	LOCAL
222	TRES	LOCAL
223	DA PEDREIRA	LOCAL
224	DOM AQUINO	COLETORA

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO DA VIA
225	DOUTOR JOAO MIRANDA	COLETORA
226	SANTA URSULA	COLETORA
227	VOLTS	LOCAL
228	UM	LOCAL
229	CAJUI	LOCAL
230	SENHORA DOS NAVEGANTES	COLETORA
231	ANTONIO BANDEIRA	COLETORA
232	EMBAIXADOR AFRANIO DE MELO FRANCO	LOCAL
233	SERRA DO NAVIO	COLETORA
234	JOANA D'ARC	LOCAL
235	LUIZ ZUDDIO	COLETORA
236	LUCIO BITTENCOURT	COLETORA
237	HENRIQUE CABRAL	COLETORA
238	DOS ESPORTES DOIS	LOCAL
239	LINDOS OLHOS	LOCAL
240	LADAINHA	LOCAL
241	DOS ESPORTES	LOCAL
242	TRES MIL E DEZESSEIS	LOCAL
243	ANTONIO BANDEIRA	LOCAL
244	MARCELO REGINALDO GOMES	LOCAL
245	DO SANATORIO	COLETORA
246	IMPERIO	LOCAL
247	UM MIL CENTO E NOVE	LOCAL
248	GILSON BRETAS	COLETORA
249	LIDIA	LOCAL
250	HERBERT EUSTAQUIO DE CARVALHO	LOCAL
251	FARADAY	LOCAL
252	SANTA ROSA	LOCAL
253	HENRIQUE TANN	LOCAL
254	SAO JUDAS TADEU	LOCAL
255	JOANA D'ARC	LOCAL
256	ATERRO	LOCAL
257	ACOROATAS	LOCAL
258	DA ESPERANCA	LOCAL
259	DO JOAO PEDRO	LOCAL
260	NOSSA SENHORA APARECIDA	LOCAL
261	JESUE SOTTE	LOCAL
262	VOLTS	COLETORA
263	DOS OTIS	LOCAL
264	FRONTEIRA	LOCAL
265	DEPUTADO JOSE RAIMUNDO	LOCAL
266	PINTORA DJANIRA	LOCAL
267	GIORDANO BRUNO	VIA SEM CLASSIFICACAO
268	NELSON LEMOS DE CARVALHO	LOCAL
269	ODETTE RITA DE OLIVEIRA	LOCAL

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO DA VIA
270	QUATORZE	LOCAL
271	ESPLANADA	COLETORA
272	QUINTINO SIMAO	LOCAL
273	C	LOCAL
274	WASHINGTON LUIZ	LOCAL
275	DIVINO ESPIRITO SANTO	COLETORA
276	GENERAL ARANHA	COLETORA
277	IRMAOS RODRIGUES	LOCAL
278	TRES MIL CENTO E QUARENTA E CINCO	LOCAL
279	TRES MIL CENTO E QUARENTA E SEIS	LOCAL
280	PENELOPE	LOCAL
281	NANUQUE	LOCAL
282	TRES MIL TREZENTOS E TRINTA E SETE	LOCAL
283	QUINTINO SIMAO	COLETORA
284	NOVO DIA	LOCAL
285	SAO JERONIMO	LOCAL
286	SAO LUCAS	LOCAL
287	DOZE	LOCAL
288	UM MIL CENTO E TREZE	LOCAL
289	SERRA DO MAR	LOCAL
290	RAIMUNDA ROCHA ALVES	LOCAL
291	QUATRO MIL CENTO E SETENTA E SETE	LOCAL
292	VINTE E UM	LOCAL
293	UM MIL NOVECIENTOS E SETENTA E OITO	LOCAL
294	B UM	LOCAL
295	CECILIO EMIGDIO SATURNINO	LOCAL
296	MONTE ARARAT	LOCAL
297	POETA JOAO CHAVES	COLETORA
298	TRES MIL QUATROCENTOS E QUARENTA	LOCAL
299	MIRIAN WANDERLEY LARA	LOCAL
300	SEIS	LOCAL
301	QUATRO MIL DUZENTOS E QUARENTA E OITO	LOCAL
302	DA AMIZADE	LOCAL
303	RAQUEL DE QUEIROZ	LOCAL
304	ZELIA	LOCAL
305	TRES MIL SETECENTOS E DOZE	LOCAL
306	MARCO AURELIO	LOCAL
307	PIRACEMA	COLETORA
308	ODILON ARAUJO SILVA	LOCAL
309	MESTRE GUINARD	COLETORA
310	FLORIANO	LOCAL
311	DA FE	LOCAL
312	DESEMBARGADOR CANDIDO DE OLIVEIRA	LOCAL
313	BARAO DE COROMANDEL	LOCAL
314	MAESTRO FRANCISCO FLORES	LOCAL

ORDEM	NOME DO LOGRADOURO	CLASSIFICAÇÃO DA VIA
315	SEM NOME	LOCAL
316	A	LOCAL
317	DEZENOVE	LOCAL
318	TRES IRMAOS	LOCAL
319	MONSENHOR MESSIAS	LOCAL
320	UM	LOCAL
321	UM MIL NOVECIENTOS E SETENTA E OITO	LOCAL
322	SERRA DO NAVIO	COLETORA
323	BADARO JUNIOR	LOCAL
324	DEZENOVE-A	LOCAL
325	DEZ	LOCAL
326	GUILHERME SOARES	LOCAL
327	SANTA LEOPOLDINA	COLETORA
328	ARY DE SOUZA	LOCAL
329	DOS EVANGELICOS	LOCAL
330	SOUZA GOMES	LOCAL
331	CAETANO DIAS	COLETORA
332	FREDERICO CAMPOS	LOCAL
333	ITAGUARE	LOCAL
334	LINDOLFO FARIA	LOCAL
335	EMBAIXADOR AFRANIO DE MELO FRANCO	LOCAL