

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**JULIANA BORGES CAMPOS DO AMARAL**

**Estudo das ações reparadoras e a relevância da atuação da Medicina Veterinária no desastre ambiental em Brumadinho - MG, de 2019 a 2020.**

**Belo Horizonte - MG**

**2021**

**JULIANA BORGES CAMPOS DO AMARAL**

**Estudo das ações reparadoras e a relevância da atuação da Medicina Veterinária no desastre ambiental em Brumadinho - MG, de 2019 a 2020.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Ciência Animal.

**Área de concentração:** Medicina Veterinária Preventiva

Orientadora: Maria Isabel de Azevedo

Coorientadoras: Camila Stefanie Fonseca de Oliveira  
Danielle Ferreira de Magalhães Soares

**Belo Horizonte - MG**

**2021**

A485e Amaral, Juliana Borges Campos do, 1976-  
Estudo das ações reparadoras e a relevância da atuação da Medicina Veterinária no desastre ambiental em Brumadinho - MG, de 2019 a 2020/ Juliana Borges Campos do Amaral. - 2021.

143 f.:il.

Orientadora: Maria Isabel de Azevedo.

Coorientadoras: Camila Stefanie Fonseca de Oliveira

Danielle Ferreira de Magalhães Soares.

Dissertação (Mestrado) apresentado à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência animal.

Área de concentração: Medicina Veterinária Preventiva.

Bibliografias: f.113 - 120

Anexos: f. 123 – 143.

1. Veterinária – Teses – 2. Ciência animal - Teses – 3. Serviços de saúde pública – Teses – 4. Animais – Doenças – Diagnóstico - Teses - I. Azevedo, Maria Isabel de - II. Oliveira, Camila Stefanie Fonseca de - III. Soares, Danielle Ferreira de Magalhães – IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – V. Título.

CDD – 636 089 69

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569

Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE VETERINÁRIA

COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

**JULIANA BORGES CAMPOS DO AMARAL**

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Medicina Veterinária Preventiva.

Aprovado(a) em 26 de abril de 2021, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Maria Isabel de Azevedo - Presidente - Orientador(a)

Dr.(a). Camila Stéfanie Fonseca de Oliveira

Dr.(a). Bruno Divino Rocha

Dr.(a). Camila de Valgas Bastos e Castro



Documento assinado eletronicamente por **Maria Isabel de Azevedo, Professora do Magistério Superior**, em 26/04/2021, às 17:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila de Valgas e Bastos Castro, Professora do Magistério Superior**, em 26/04/2021, às 22:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila Stefanie Fonseca de Oliveira, Membro**, em 27/04/2021, às 14:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Divino Rocha, Usuário Externo**, em 05/05/2021, às 18:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o Assinatura código verificador **0675851** e o código CRC **8BA89F4F**.

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado a toda comunidade e animais vitimados pelo rompimento da barragem B1 da mina Córrego do Feijão em Brumadinho – MG e a todos os médicos veterinários, biólogos e demais profissionais que trabalharam, incessantemente, com o objetivo de acalantar o sofrimento e a angústia dos animais.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, antes de tudo, por guiar meu caminho até aqui;

A minha família e amigos pelo amparo;

À equipe de resgate de fauna pelos ensinamentos contínuos e valiosos;

À comunidade de Brumadinho que, embora mergulhada em profundo sofrimento, recebeu-nos de braços abertos;

Aos animais sobreviventes pela chance de resgatá-los e aos animais mortos, pela reflexão sobre a vida;

A minha equipe Alô Fauna pelo apoio, incentivo e amizade;

À Magda Castro pela receptividade, boa vontade e respeito a mim dedicados;

À Escola de Veterinária da UFMG por me proporcionar a chance de continuar evoluindo intelectualmente e como pessoa;

A minhas coorientadoras Danielle Ferreira de Magalhães Soares e Camila Stefanie Fonseca de Oliveira por acreditarem em mim;

A minha orientadora Maria Isabel Azevedo por, além de acreditar em mim, motivar-me, elogiar-me, engrandecer-me e devolver-me as forças quando eu pensava que não seria mais possível. Agradeço pela paciência, pelo empenho, pela maturidade e por todo amor dedicado a mim e a este trabalho;

E, por fim, agradeço a mim que tive a coragem de aceitar o desafio, lutar contra toda e qualquer dificuldade e acreditar que sou merecedora e capaz de realizar qualquer coisa.

## EPÍGRAFE

*“As ações com os animais, desde o atendimento do Alô Fauna, passando pelo atendimento em campo e o hospital veterinário, são uma bolha de excelência na atuação da Vale em Brumadinho. A Vale deveria se inspirar no trabalho de vocês para atuar nas outras frentes!”*

*Nairo Alméri – morador do Córrego do Feijão – Brumadinho - MG*

## RESUMO

O Brasil é um país com relevante casuística de desastres ambientais, sejam eles naturais ou antropogênicos. Em 25 de janeiro de 2019, ocorreu o rompimento da barragem B1, da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho – MG, culminando com a liberação de 13 milhões de metros cúbicos de lama que ocasionaram a morte de centenas de pessoas e animais. Após o incidente, ações foram implementadas pela empresa que gerenciava a barragem, conforme determinações do Ministério Público de Minas Gerais e dos órgãos ambientais. Este trabalho objetivou analisar os danos causados à fauna impactada, as ações reparadoras destinadas à mitigação destes danos e analisar a o papel do médico veterinário dentro do contexto do desastre ambiental causado pelo rompimento da Barragem B1 do Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG), no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020. No período do estudo, foram analisados o desenvolvimento da estrutura organizacional, a criação das instalações para atendimento à fauna, os serviços de atenção à fauna, o estabelecimento das relações denexo causal entre o animal e o desastre, os programas de atendimento à fauna e o efetivo de profissionais médicos veterinários envolvidos nas ações relacionadas à fauna. Observou-se, dentro do total de programas de atendimento à fauna desenvolvidos em campo, que o programa prospecção de fauna terrestre representou 51,55%, sobrevoo 39,55%, atendimento veterinário 7,47%, supressão vegetal 1,16% e fauna atropelada 0,27%. O Hospital Veterinário Vale registrou 1.607 atendimentos veterinários aos animais da comunidade e 648 atendimentos veterinários aos cães do Corpo de Bombeiros Militar. A Fazenda Abrigo de Fauna registrou 1.281 atendimentos. A análise do nexocausal revelou que quase a metade dos casos (48,98%) envolveu as propriedades diretamente afetadas pelo rejeito (12,49%) ou aquelas próximas ao rejeito (8,38%) ou ao rio Paraopeba (28,11%). Observou-se a presença efetiva de médicos veterinários nas áreas operacionais voltadas à mitigação dos danos causados pelo desastre, no entanto, observaram-se poucos médicos veterinários presentes nos ambientes de tomada de decisão, sobretudo no setor de planejamento, onde este profissional estava ausente. Espera-se, com a análise dos resultados, considerar o maior envolvimento e atuação do médico veterinário em desastres ambientais configurando uma importante medida para garantir a saúde e bem-estar animal, a segurança alimentar da população humana local, o controle da disseminação de zoonoses e doenças emergentes, além da ação em conjunto com uma equipe multidisciplinar para garantir a redução dos impactos à comunidade no momento imediato a um desastre ambiental e, sobretudo, a médio e longo prazos.

**Palavras-chave:** Barragem de rejeitos. Desastre ambiental. Atendimento aos animais. Saúde única.

## ABSTRACT

Brazil is a country with relevant casuistry of environmental disasters, be there natural or anthropogenic. On January 25, 2019, the B1 dam, of the Córrego do Feijão mine, broke out in Brumadinho - MG, culminating in the release of 13 million cubic meters of mud that caused the death of hundreds of people and animals. After the incident, actions were implemented by the company that managed the dam, as determined by the Prosecutor Office of Minas Gerais and environmental agencies. The objective was to analyze the damage caused to the impacted fauna, the remedial actions aimed at mitigating this damage and to analyze the role of the veterinarian within the context of the environmental disaster caused by the rupture of the B1 Dam of the Córrego do Feijão, in Brumadinho (MG), in the period from January 25, 2019 to January 25, 2020. During the study period, the development of the organizational structure, the creation of facilities for fauna care, fauna care services, the establishment of causal relationships were analyzed between the animal and the disaster, the fauna attendance programs and the number of veterinary medical professionals involved in the actions related to the fauna. It was observed, within the total of fauna assistance programs developed in the field, that the terrestrial fauna prospecting program represented 51.55%, overflight 39.55%, veterinary care 7.47%, vegetation suppression 1.16% and fauna run over 0.27%. The Vale Veterinary Hospital registered 1.607 veterinary visits to animals in the community and 648 veterinary visits to dogs of the Military Fire Brigade. The Farm Shelter of Fauna registered 1.281 calls. The analysis of the causal link revealed that almost half of the cases (48.98%) involved the properties directly affected by the tailings (12.49%) or those close to the tailings (8.38%) or the Paraopeba river (28.11 %). It was observed the effective presence of veterinarians in operational areas aimed at mitigating the damage caused by the disaster, however, there were few veterinarians present in decision-making environments, especially in the planning sector, where this professional was absent. It is expected, with the analysis of the results, to consider the greater involvement and performance of the veterinarian in environmental disasters, constituting an important measure to guarantee the health and animal welfare, the food security of the local human population, the control of the spread of zoonoses and emerging diseases, in addition to joint action with a multidisciplinary team to ensure the reduction of impacts to the community in the immediate moment of an environmental disaster and, above all, in the medium and long term.

**Keywords:** Tailings dam. Environmental disaster. Animal care. One health.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Principais reservas minerais brasileiras .....	22
<b>Figura 2:</b> O Quadrilátero Ferrífero e seus limites .....	24
<b>Figura 3:</b> Mapa de Brumadinho – MG .....	25
<b>Figura 4:</b> Barragens da Mina Córrego do Feijão .....	26
<b>Figura 5:</b> Esquema básico do processo de mineração .....	27
<b>Figura 6:</b> Elementos de uma barragem de contenção de rejeitos .....	27
<b>Figura 7:</b> Tipos de alteamento para construção de uma barragem de contenção de rejeitos .....	29
<b>Figura 8:</b> Esquema de demonstração da ZAS e ZSS.....	34
<b>Figura 9:</b> Placas de sinalização.....	34
<b>Figura 10:</b> Imagem de satélite da área pré-rompimento da barragem B1 na mina Córrego do Feijão .....	40
<b>Figura 11:</b> Imagem de satélite da atingida pelo rompimento da barragem B1 na mina Córrego do Feijão demonstrando a mancha de rejeitos pós rompimento .....	41
<b>Figura 12:</b> Principais vias de acesso a Brumadinho a partir de Belo Horizonte .....	55
<b>Figura 13:</b> Quadrilátero Ferrífero - Mineração e Geossistemas Ferruginosos .....	55
<b>Figura 14:</b> Barragens da mina do Córrego do Feijão .....	57
<b>Figura 15:</b> Fluxograma de etapas do estudo.....	58
<b>Figura 16:</b> Imagem de satélite da área afetada pelo rompimento da barragem B1 com a localização das instalações voltadas ao atendimento à fauna no momento emergencial e pós emergencial.....	72
<b>Figura 17:</b> Acumulado dos caminhamentos realizados pela equipe de prospecção de fauna até 31 de dezembro de 2019, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	87
<b>Figura 18:</b> Rota de sobrevoo realizada no período de 06/02/2019 a 31/12/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil .....	88
<b>Figura 19:</b> Rotas com maior frequência de ocorrência de atropelamento de fauna, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil .....	89

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Programas de campo para atendimento à fauna desenvolvidos durante o período de 25 de janeiro de 2019 a 24 de janeiro de 2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	79
<b>Tabela 2:</b> Programas de assistência à fauna desenvolvidos no Hospital Veterinário – Vale no período de 28 de fevereiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.....	93
<b>Tabela 3:</b> Programas de assistência à fauna desenvolvidos no Fazenda Abrigo de Fauna, no período de 28 de fevereiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.....	94
<b>Tabela 4:</b> Efetivo de médicos veterinários ocupantes de funções operacionais e cargos de chefia / coordenação nas ações voltadas ao atendimento à fauna desenvolvidas pela diretoria especial de reparação e desenvolvimento da Vale, no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.....	96
<b>Tabela 5:</b> Principais formações dos profissionais envolvidos nas ações voltadas ao atendimento à fauna desenvolvidas pela diretoria especial de reparação e desenvolvimento da Vale, no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.....	97

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Frequência de acidentes com barragens de mineração por país.....	36
<b>Gráfico 2:</b> Frequência de registros de nexos causais contabilizados no programa Atendimento Veterinário in loco durante o período de 25 de janeiro de 2019 a 25/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	76
<b>Gráfico 3:</b> Frequência de espécies domésticas da ocorrência “animal vivo resgatado” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	80
<b>Gráfico 4:</b> Frequência de espécies silvestres da ocorrência “animal vivo resgatado” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	81
<b>Gráfico 5:</b> Frequência de espécies domésticas e silvestres da ocorrência “animal vivo resgatado” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	81
<b>Gráfico 6:</b> Frequência de espécies domésticas da ocorrência “Atendimento” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	82
<b>Gráfico 7:</b> Frequência de espécies silvestres da ocorrência “Atendimento” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	83
<b>Gráfico 8:</b> Frequência de espécies doméstica e silvestres da ocorrência “Atendimento” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	83
<b>Gráfico 9:</b> Frequência de espécies domésticas da ocorrência “rastreamento e fauna em risco” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	84
<b>Gráfico 10:</b> Frequência de espécies silvestres exóticas da ocorrência “rastreamento e fauna em risco” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	85
<b>Gráfico 11:</b> Frequência de espécies silvestres nativas da ocorrência “rastreamento e fauna em risco” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....	85

**Gráfico 12:** Frequência de espécies domésticas, silvestres exóticas e nativas e espécies não identificadas da ocorrência “rastreamento de fauna em risco” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.....86

**Gráfico 13:** Frequência de atendimentos veterinários às espécies domésticas na ocorrência “atendimento *in loco*” do programa atendimento veterinário no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil..... 90

**Gráfico 14:** Frequência de resgates de espécies domésticas da ocorrência “animal vivo resgatado” do programa atendimento veterinário no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil..... 91

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Principais minerais metálicos e os municípios produtores no Estado de Minas Gerais.....	23
<b>Quadro 2:</b> Classificação dos níveis de segurança da Barragem I do Córrego do Feijão – PAEBM, 2018.....	32
<b>Quadro 3:</b> Síntese das ações para cada nível de emergência da Barragem I do Córrego do Feijão – PAEBM, 2018 .....	32
<b>Quadro 4:</b> Principais incidentes com barragens de mineração ocorridos no mundo, elencados de forma decrescente, de acordo com o número de vítimas fatais .....	37
<b>Quadro 5:</b> Cronograma de ocorrências e rompimento de barragens de rejeito em Minas Gerais - Brasil .....	38
<b>Quadro 6:</b> Causas de desastres ambientais .....	42
<b>Quadro 7:</b> Funções de suporte e estruturas operacionais do Departamento Nacional de Proteção Civil italiano .....	44
<b>Quadro 8:</b> Principais ocorrências do Programa Prospecção de Fauna Silvestre .....	64
<b>Quadro 9:</b> Principais ocorrências do Programa Supressão Vegetal .....	64
<b>Quadro 10:</b> Principais ocorrências do Programa Sobrevoos.....	64
<b>Quadro 11:</b> Principais ocorrências do Programa Atendimento Veterinário .....	64
<b>Quadro 12:</b> Principais ocorrências do Programa Fauna Atropelada .....	65
<b>Quadro 13:</b> Principais ocorrências do Programa Atendimento Assistencialista .....	65
<b>Quadro 14:</b> Principais ocorrências do Programa Cães do Corpo de Bombeiros Militar.....	65
<b>Quadro 15:</b> Principais relações de Nexo Causal .....	66
<b>Quadro 16:</b> Relação entre tempo decorrido em relação à data do rompimento da barragem de rejeitos B1 do Córrego do Feijão e as características consideradas como relação de nexo causal .....	75
<b>Quadro 17:</b> Formações dos profissionais ocupantes de cargos de chefia / coordenação envolvidos nas ações voltadas ao atendimento à fauna desenvolvidas pela diretoria especial de reparação e desenvolvimento da Vale, no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020 .....	98

## LISTA DE ABREVIATURAS

**HVCV:** Hospital Veterinário de Campanha da Vale  
**HVV:** Hospital Veterinário Vale  
**FAF:** Fazenda Abrigo de Fauna  
**CBM:** Corpo de Bombeiros Militar  
**CNAE:** Classificação Nacional de Atividades Econômicas  
**FAA:** Frente Água e Agropecuária  
**CFEM:** Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais  
**CSN:** Companhia Siderúrgica Nacional  
**IBGE:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**ANA:** Agência Nacional das Águas  
**DNPM:** Departamento Nacional de Produção Mineral  
**ANM:** Agência Nacional de Mineração  
**PNSB:** Política Nacional de Segurança das Barragens  
**SIGBM -** Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração  
**PAEBM:** Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração  
**FAO:** Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura  
**OIE:** Organização Mundial de Saúde Animal  
**OMS:** Organização Mundial de Saúde  
**CFEM:** Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais  
**ZAS:** Zona de Autossalvamento  
**ZSS:** Zona de Segurança Secundária  
**UTM:** Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	20
2.1 Objetivo Geral .....	20
2.2 Objetivos Específicos .....	20
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	21
3.1 Aspectos gerais da mineração - a história recente .....	21
3.2 Atividade mineradora no Brasil .....	21
3.3 Atividade mineradora em Minas Gerais.....	23
3.3.1 Atividade mineradora em Brumadinho .....	25
3.4 Barragens de mineração .....	26
3.5 Gestão de segurança das barragens/Legislação e segurança (internacional e nacional).....	29
3.6 Incidentes relacionados ao rompimento de barragens de mineração no mundo .....	35
3.7 O Rompimento da Barragem B1, na mina Córrego do Feijão, em Brumadinho – MG.....	39
3.8 Impactos de desastres ambientais para a fauna .....	41
3.9 Conceito de Saúde Única .....	46
3.9.1 O papel do médico veterinário na Saúde Única .....	48
3.9.2 A configuração da Saúde Única em desastres ambientais.....	51
3.10 A importância de se planejarem ações ou estratégias frente aos desastres naturais.....	53
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	54
4.1 Caracterização da área do estudo.....	54
4.1.1 Brumadinho .....	54
4.1.2 A Mineração em Brumadinho.....	55
4.1.3 A Barragem I do Córrego do Feijão .....	56
4.2 Delineamento do estudo.....	58
4.3 Fonte de dados, análise da informação e distribuição temporal.....	59
4.3.1 Variáveis analisadas nas planilhas (*) .....	59
4.3.2 Fontes de dados.....	60

4.3.3	<i>Classificação das procedências de entrada dos animais nas instalações Vale</i>	61
4.3.4	<i>Classificação das ocorrências - ações aplicadas aos animais</i>	61
4.3.5	<i>Classificação dos termos utilizados no manejo dos animais</i>	62
4.3.6	<i>Tratamento dos dados</i>	63
4.3.7	<i>Distribuição temporal</i>	63
4.4	<b>Projeto Resgate de Fauna: programas e seus tipos de ocorrência</b>	63
4.5	<b>Nexo Causal</b>	65
5	<b>RESULTADOS</b>	67
5.1	<b>Estrutura Organizacional</b>	67
5.1.1	<i>Diretoria Especial de Reparação e Desenvolvimento</i>	68
5.1.2	<i>Coordenação de Fauna</i>	68
5.1.3	<i>Setor de planejamento</i>	68
5.1.4	<i>Setor de Operações</i>	68
5.1.5	<i>Equipes de Campo</i>	69
5.2	<b>Instalações Vale para atendimento à fauna</b>	69
5.2.1	<i>Hospital Veterinário</i>	70
5.2.2	<i>Fazenda Abrigo de Fauna – FAF</i>	71
5.2.3	<i>Centro de Triagem Animal – CTA</i>	71
5.2.4	<i>Espaço Aurora</i>	72
5.2.5	<i>Faculdade ASA, Posto Estação do Conhecimento e Postos de Atendimento Vale – PA's</i>	73
5.3	<b>Serviços de atenção à Fauna</b>	73
5.3.1	<i>Incident Command System (ICS)</i>	74
5.3.2	<i>Alô Animal Brumadinho</i>	74
5.3.3	<i>Sistema de Registro de Demandas (SRD)</i>	74
5.4	<b>Nexo Causal</b>	74
5.5	<b>Programas de atendimento à fauna</b>	77
5.5.1	<i>Programas de atendimento à fauna desenvolvidos em atividades de campo</i>	77
5.5.1.1	<i>Programa de prospecção de fauna terrestre</i>	77
5.5.1.2	<i>Programa de supressão vegetal</i>	77
5.5.1.3	<i>Programa sobrevoos</i>	78
5.5.1.4	<i>Programa fauna atropelada</i>	78

5.5.1.5 Programa atendimento veterinário in loco.....	78
<b>5.5.2 Programas de atendimento à fauna desenvolvidos nas instalações Vale.</b>	<b>92</b>
5.5.2.1 Animais impactados – Brumadinho .....	92
5.5.2.2 Fauna atropelada.....	92
5.5.2.3 Supressão vegetal.....	92
5.5.2.4 Outras regiões .....	92
<b>5.6 Efetivo de profissionais médicos veterinários envolvidos nas ações relacionadas à fauna.....</b>	<b>95</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>100</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>110</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>112</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>113</b>
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO 1 – TEXTO COMPLETO – ASPECTOS GERAIS DA MINERAÇÃO.....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO 2 – TEXTO COMPLETO – EPÍGRAFE.....</b>	<b>140</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O papel do médico veterinário extrapola a prevenção, o diagnóstico e o tratamento das doenças animais, contemplando, também, a inspeção e a fiscalização sanitária dos produtos de origem animal destinados ao consumo humano, a participação nas políticas de saúde pública, sobretudo no controle das zoonoses e no estudo e controle das epizootias, no bem-estar animal e nas pesquisas científicas relacionadas à biossegurança e à produção de vacinas e medicamentos (MIRANDA, 2018). Atualmente, tem-se observado a crescente demanda de ações da medicina veterinária em desastres ambientais. O Brasil é uma país com relevante casuística de desastres ambientais, sejam eles naturais ou antropogênicos. Os efeitos de curto, médio e longo prazos dos desastres ambientais no Brasil, ainda são pouco conhecidos (FREITAS et al., 2014). Somam-se a isso, o crescimento populacional desordenado, a crescente resistência microbiana aos antibióticos e os altos índices de desmatamento, que são fatores que elevam os riscos do surgimento das doenças emergentes, tanto em seres humanos como em animais (RYU et al., 2017). Diante de um desastre ambiental, independentemente do fator ou da combinação de fatores causais, deve-se avaliar seu efeito, no âmbito da saúde pública (PORTO, 2016).

Nos últimos anos, Minas Gerais foi alvo de dois grandes colapsos ambientais envolvendo barragens: os rompimentos da Barragem de Fundão, no município de Mariana, em 2015, e da Barragem I do Córrego do Feijão, no município de Brumadinho, em 2019. Na verdade, a segurança na operação das atividades de mineração e de suas barragens, bem como os serviços de fiscalização, monitoramento e licenciamento, padeceram de cuidados que culminaram em um dos maiores desastres ambientais do país – especialmente em Brumadinho -, cujos efeitos serão sentidos a curto, médio e longo prazos (FREITAS et al., 2019).

A indústria da mineração é composta de diferentes fases e tipos de exploração mineral e, durante o beneficiamento dos compostos obtidos, rejeitos são gerados. Uma das formas de armazenamento desses rejeitos se faz por meio da construção de barragens (VALE; 2020). Assim, há de ser considerado, já de início, que a natureza da atividade mineradora, por si só, afeta o cotidiano da comunidade em torno dela.

Aproximadamente às 12h28min, horário local, do dia 25 de janeiro de 2019, ocorreu o rompimento da Barragem de Rejeitos I (B1), da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho, gerenciada pela mineradora Vale S.A, sendo que o volume de rejeitos se somou, ainda, ao conteúdo de dois barramentos de contenção de sólidos da própria mineradora (B - IV e B -

IV-A). O rejeito avançou a jusante da Barragem I, afetando grande parte da área da mineradora, ao longo do trajeto do ribeirão Ferro-Carvão, até a confluência com o Rio Paraopeba, no mesmo município. Parte do rejeito avançou pelo leito desse rio, por cerca de 315 km de seu curso d'água, até a Usina Hidrelétrica (UHE) Retiro Baixo, localizada entre os municípios mineiros de Curvelo e Pompeu, na Bacia do Rio São Francisco (ANDRADE et al., 2019).

Quaisquer desastres ambientais alteram o funcionamento das comunidades próximas e expõem as populações humana e animal a cenários de riscos, porém colapsos causados pelo rompimento de barragens apresentam, em especial, o potencial risco social de morte imediata, sequelas físicas e psicológicas, perda da fonte de renda e desestruturação do núcleo familiar. Ademais, comprometem o meio ambiente com latente risco de contaminação do solo, da água, dos alimentos, alteração do microclima e modificação do ciclo biológico de insetos vetores. E, além disso, expõem os animais à falta de abrigo, água e alimento; aumentam o risco de proliferação de doenças; causam ferimentos debilitantes e alteração das características de manejo de animais domésticos, dentre outros impactos imediatos e tardios sobre as populações humana e animal (SILVA et al., 2019).

Nesse sentido, o médico veterinário desempenha um importante papel no atendimento de emergências, além de coordenar ações entre setores de saúde, agricultura e meio ambiente com estratégias de resgate e cuidados primários que garantam a sobrevivência animal, imediatamente após o desastre.

As consequências desse colapso serão perceptíveis por tempo indeterminado, afetando o meio ambiente e as populações humana e animal. Tal triangulação converge exatamente para o conceito de Saúde Única: é de fundamental importância considerar a interface das relações humana – animal – ambiental, pois é nessa interface que o médico veterinário desempenhará papel relevante na Saúde Única, sendo o conhecimento aprofundado das consequências da atividade mineradora sobre estilos de vida e comportamentos humano e animal, dentro de um ecossistema, crucial para se interpretar rigorosamente a dinâmica de todas as variáveis que afetam essa interface e para impulsionar políticas públicas eficazes (DESTOUMIEUX-GARZÓN et al., 2018).

Observando-se o que ocorre em incidentes provocados por desastres naturais, podemos extrapolar, estendendo conceitos aos desastres ambientais, como o ocorrido em Brumadinho, e considerar, por exemplo, que a vulnerabilidade é o efeito da suscetibilidade de determinada população ou ambiente a um perigo – perigo que, neste caso, configura-se nos efeitos colaterais da indústria da mineração. Ainda extrapolando e estendendo o conceito

acima citado, além de seus fatores intrínsecos, as consequências do colapso de uma barragem podem ser amplificadas pelas condições socioeconômicas da população suscetível e incrementadas pelas condições climáticas, aumentando-se o risco da incidência, dentre outras morbidades, de doenças transmitidas por vetores, de zoonoses e de doenças transmitidas por alimentos de origem animal (SCHNEIDER et al., 2012). Políticas públicas voltadas ao conceito de Saúde Única devem ser efetivadas em comunidades nas quais a indústria da mineração é atuante. Em um desses vértices, o médico veterinário desempenha papel fundamental, tanto no estudo epidemiológico das populações animais, quanto na operacionalização de medidas de suporte emergenciais que minimizem a morbidade e a mortalidade, em situações de colapsos provocados pelos danos ambientais causados pela atividade mineradora. Para tanto, o planejamento de ações em acidentes ambientais permite antever atuações articuladas e execução de planos para minimizar o sofrimento animal o mais rapidamente possível. Nesse sentido, é fundamental realizar uma análise das características e impactos causados pelo rompimento da barragem em Brumadinho, na esfera da medicina veterinária, o que poderá fornecer informações relevantes e apoiar futuras atuações de resgate, em nível nacional e internacional. Assim, será possível verificar, mediante uma visão geral, a contribuição dos profissionais da Medicina Veterinária no atendimento aos animais domésticos e silvestres em situação de desastre, além de possibilitar o uso dos indicadores para analisar a aplicabilidade do Plano Nacional de Contingência de Desastres em Massa Envolvendo Animais, publicado em 2020 pelo CFMV.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Analisar os danos causados à fauna impactada, as ações reparadoras destinadas à mitigação destes danos e analisar a o papel do médico veterinário dentro do contexto do desastre ambiental causado pelo rompimento da Barragem B1 do Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG), no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Descrever e analisar a estrutura organizacional desenvolvida para gerir as ações mitigadoras dos danos causados à fauna impactada;
- Descrever e analisar as instalações criadas para o atendimento veterinário e abrigo dos animais como apoio às ações mitigadoras dos danos causados à fauna impactada;
- Descrever e analisar os serviços de atenção à fauna como parte das ações mitigadoras;
- Descrever e analisar os critérios de elegibilidade configurados pela relação de nexos causal com o rompimento da barragem;
- Descrever e analisar os programas de atendimento à fauna desenvolvidos pelas equipes de campo e pelas instalações como parte das ações mitigadoras;
- Analisar os possíveis impactos do rompimento da barragem B1 do Córrego do Feijão, sobre a população animal;
- Descrever o efetivo de profissionais médicos veterinários e sua presença nos diferentes postos de trabalho e setores envolvidos nas ações mitigadoras relacionados à fauna impactada;
- Destacar a relação do médico veterinário atuante nas ações reparadoras do desastre ambiental com o conceito de saúde única;
- Prover uma base de dados para tomada de decisão, na preparação para futuros incidentes desta natureza.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Aspectos gerais da mineração - a história recente**

Mineração é um tipo de atividade econômica e industrial responsável pela pesquisa, exploração (lavra) e beneficiamento de recursos minerais (DNPM, 2017). Esses recursos encontram-se no subsolo, em diferentes profundidades e em diferentes regiões geográficas. A exploração mineral estimulou o povoamento de regiões pouco habitadas, devido à migração de grandes grupos de pessoas interessadas em adquirir os bens resultantes da lavra. O ouro foi o principal minério que engatilhou o fluxo de pessoas e o surgimento de empresas interessadas em seu valor econômico (INSTITUTO MINERE, 2020).

Em todo o planeta, estima-se que as reservas de minério de ferro sejam superiores a 80 milhões de toneladas, distribuídas, por ordem de volume de reserva, nos seguintes países: Austrália, Brasil, Rússia, China e Índia - que, juntos, detêm cerca de 81% da produção mundial -, além de Venezuela, Canadá, Ucrânia, Suécia, Estados Unidos, Irã, Cazaquistão, Mauritânia, África do Sul e México. No mundo, as principais empresas detentoras da exploração de minério de ferro são: Vale (brasileira), Rio Tinto Company (britânica) e BHP Billiton (anglo-australiana). Juntas, elas produzem mais de 50% do minério do ferro mundial. Importante salientar que 70% dos produtos férreos exportados são produtos finos, como o sinter e o ferro em pelotas (CARVALHO et al., 2014).

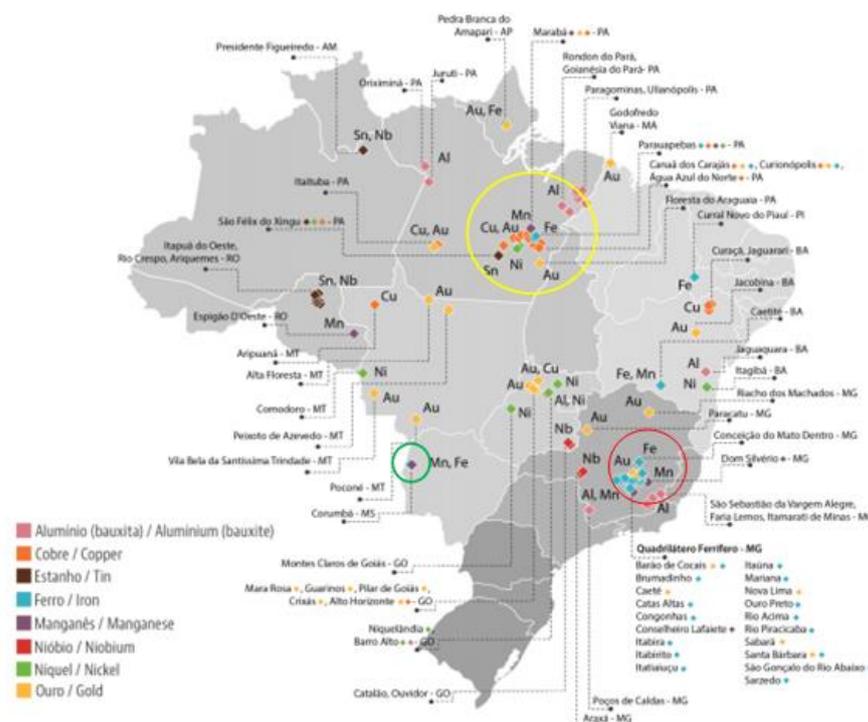
Nesse contexto mundial, é clara a ambiguidade do entendimento da mineração no Brasil: a história recente da mineração demonstra o fator econômico e desenvolvimentista, apoiado em suas origens desde o Brasil colonial e, em contrapartida, é questionada pelos prejuízos socioambientais decorrentes da exploração mineral (FERNANDES; ARAÚJO, 2016).

#### **3.2 Atividade mineradora no Brasil**

O Brasil se destaca no cenário mundial da mineração, devido a sua grande extensão territorial, cujo subsolo é rico em matérias minerais metálicas de extrema importância para a indústria mundial (LANDIM; BRITO; NUNES, 2020). O principal elemento é o ferro, matéria-prima fundamental para a fabricação de aço (VALE, 2020), que absorve, no país, cerca de 90% da demanda desse mineral (CARVALHO et al., 2014).

As regiões de referência para a extração do minério de ferro no Brasil são o Quadrilátero Ferrífero (MG), a Província Mineral de Carajás (PA) e a região de Corumbá (MS) (CARVALHO et al., 2014), conforme apresentado na figura 1.

Figura 1: Principais reservas minerais brasileiras. Em destaque, o Quadrilátero Ferrífero (circundado pelo círculo vermelho), a Província Mineral de Carajás (círculo amarelo) e a Região Mineral de Corumbá (círculo verde).



Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (2016).

Com o intuito de fortalecer a mineração brasileira, em 1 de junho de 1942 foi criada a Companhia Vale do Rio Doce, pelo então Governo Federal (IBRAM, 2020). Em 2007, a empresa mudou seu nome para Vale S.A. e ocupa, hoje, o primeiro lugar em exploração, beneficiamento e vendas de diferentes minerais. Além da Vale S.A. (53%), as empresas mineradoras Minerações Brasileiras Reunidas S.A. (7,3%), CSN Mineração (6,5%), Anglo American Minério de Ferro Brasil S.A. (5,2%), Salobo Metais S.A. (2,5%), Kinross Brasil Mineração S.A. (1,1%), Mineração Rio do Norte S.A. (1,1%), Mineração Maracá Indústria e Comércio S.A. (0,9%), Baovale Mineração S.A. (0,9%) e Mineração Usiminas (0,9%) constituem uma geração de *commodities* brasileiras, dentre as dez maiores empresas de extração mineral que atuam no Brasil, conforme arrecadação do CFEM, em 2019<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Informações disponíveis no site do Boletim do Setor Mineral, Ministério de Minas e Energia (2019), disponível em: < <http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: 15 ago.2020.

### 3.3 Atividade mineradora em Minas Gerais

Minas Gerais é uma das 27 unidades federativas do Brasil. O estado está localizado na região sudeste do país, entre os paralelos 14°13'58" e 22°54'00", de latitude sul e os meridianos de 39°51'32" e 51°02'35", de longitude oeste. O perímetro do estado é de 4.727 km, mantendo a divisa com os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul, Goiás, Espírito Santo, Bahia e com o Distrito Federal. Os extremos do estado distanciam-se linearmente em 986 km, no sentido norte/sul, e em 1.248 km, no sentido leste/oeste<sup>2</sup>.

Minas Gerais (MG) possui a maior parte de seu território localizada sobre maciços antigos, sendo que, no território brasileiro, essa estrutura geológica pré-cambriana - a mais antiga composição da crosta terrestre – corresponde a 36%; os outros 64% do território nacional encontram-se sobre as bacias sedimentares. Enquanto estas últimas dão origem ao petróleo, ao gás natural e ao carvão, os maciços antigos originam, com maior riqueza, os minerais metálicos e não-metálicos. Ferro, ouro e manganês são os principais minerais metálicos explorados no estado mineiro (IBRAM, 2016).

O quadro 1 apresenta os principais municípios onde há exploração de minerais metálicos no estado de Minas Gerais, por tipo de mineral:

Quadro 1: Principais minerais metálicos e os municípios produtores no estado de Minas Gerais.

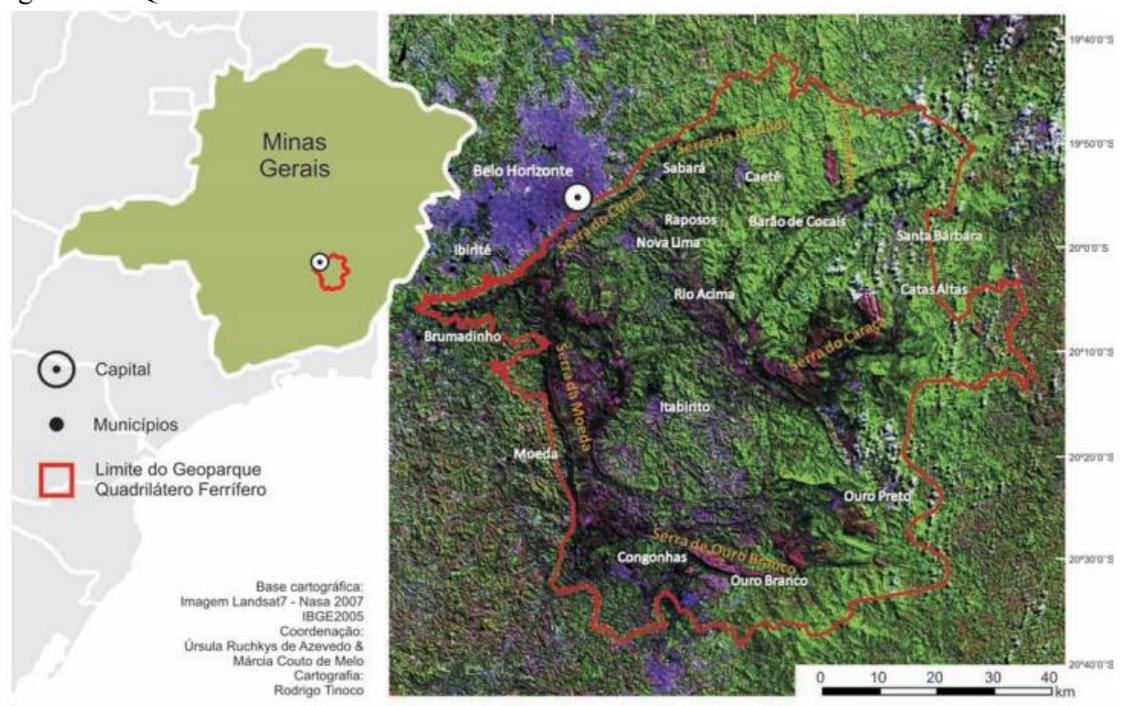
<b>Mineral Metálico</b>	<b>Municípios</b>
<b>FERRO</b>	Antônio Dias, Barão de Cocais, Bela Vista de Minas, Belo Vale, Bonfim, Braúnas, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Congonhas, Guanhães, Ibirité, Igarapé, Itabira, Itabirito, Itatiaiuçu, Itaúna, João Monlevade, Juatuba, Mariana, Mário Campos, Mateus Leme, Moeda, Morro do Pilar, Nova Lima, Ouro Preto, Paulistas, Peçanha, Poços de Caldas, Rio Acima, Rio Piracicaba, Sabará, Santa Bárbara, Santa Maria de Itabira, São Domingos do Prata, São Gonçalo do Rio Abaixo, São João Evangelista, São Joaquim de Bicas, Sarzedo, Senhora do Porto, Serro.
<b>OURO</b>	Barão de Cocais, Bocaiúva, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Conceição do Mato Dentro, Conceição do Pará, Conselheiro Pena, Diamantina, Francisco Dumont, Itabirito, Lagoa Santa, Mariana, Nova Lima, Ouro Preto, Paracatu, Pitangui, Porteirinha, Pouso Alegre, Raposos, Rio Acima, Sabará, Santa Bárbara, Santa Vitória, São Gonçalo do Rio Abaixo, São Gonçalo do Sapucaí, São João Del-Rei, São Pedro do Ferros, Serro.
<b>MANGANÊS</b>	Augusto de Lima, Belo Vale, Brumadinho, Caldas, Capela Nova, Conselheiro Lafaiete, Coronel Xavier Chaves, Diamantina, Dom Silvério, Itabirito, Itacarambi, Itaúna, Jaboticatubas, Lagoa Dourada, Nazareno, Nova Lima, Ouro Branco e Ouro Preto, Queluzito, Resende Costa, Rio Piracicaba, Ritópolis, Santa Bárbara, Santana de Pirapama.

Fonte: IBRAM (2016).

<sup>2</sup> Informações disponíveis em: <www.mg.gov.br>. Acesso em: 15 ago.2020.

Minas Gerais possui grande extensão de terreno pré-cambriano, em sua região centro-sudeste, internacionalmente conhecido como Quadrilátero Ferrífero. Nessa região, concentram-se os principais recursos minerais do Brasil, em especial, o ferro. O Quadrilátero Ferrífero possui uma área de aproximadamente 7.000 km<sup>2</sup> e limita-se, ao norte, pelas serras do Rola-Moça, do Curral e da Piedade; ao sul, pelas serras de Ouro Branco, de Itatiaia e pelo Pico do Itacolomi; a leste, pelos municípios de Mariana e de Antônio Pereira e pelo Pico do Frazão, pelas serras do Caraça, do Tamanduá, de Brucutu, das Cambotas e da Piedade e, finalmente, a oeste, pela serra da Moeda (figura 2). Além do ferro, seu principal mineral extraído, o Quadrilátero Ferrífero também possui recursos minerais de ouro e manganês.

Figura 2: O Quadrilátero Ferrífero e seus limites.



Fonte: Geoparques do Brasil – Propostas (2012).

Para a extração mineral em Minas Gerais, assim como em outros estados brasileiros, faz-se necessária a implantação de empreendimentos mineradores representados pelas empresas de mineração. Grandes empresas detêm a exploração mineral na região, dentre elas, CSN, Usiminas, Gerdau, Vallourec, Acelor Mittal e Vale S.A - esta última, a maior produtora de minério de ferro e níquel do mundo (RUCHKYS; CASTRO; MIRANDA, 2019).

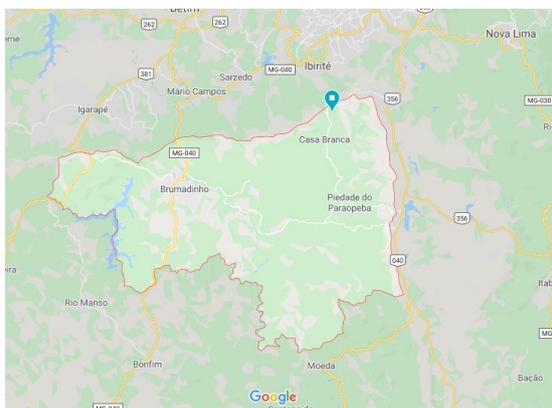
A Vale S.A. é a principal empresa mineradora do Brasil e está presente, de forma maciça, nas mais relevantes regiões detentoras de recursos minerais. Estatal criada em 1942 como Companhia Vale do Rio Doce e privatizada em 1997, a companhia passou, em 2007, a

ser chamada, simplesmente, Vale S. A. Atualmente, é uma empresa privada, de capital aberto, presente em mais de 30 países. Emprega mais de 120 mil pessoas – sendo 19.734 pessoas, só em MG -, entre empregados próprios e terceirizados, e atua nas áreas de mineração, logística, energia e siderurgia (VALE, 2020), tendo produzido 94,9 milhões de toneladas de minério de ferro e 10,2 milhões de toneladas de ferro em pelotas, somente no estado mineiro, em 2017.

### 3.3.1 Atividade mineradora em Brumadinho

Dentre os municípios mineiros com atividade mineradora, Brumadinho destaca-se não só pelas reservas dos minerais metálicos ferro, ouro e manganês, como também pelas minas presentes em seu território, geridas pela Vale S.A. (IBRAM, 2016).

Figura 3: Mapa de Brumadinho – MG.



Fonte: Google Maps

pela produção de minério de ferro. A economia é embasada, principalmente, pela atividade mineradora da empresa Vale S.A. que, até 2018, produziu, anualmente, 8,5 milhões de toneladas de minério de ferro, apenas na mina Córrego do Feijão, o que equivale a 2% de toda a produção ferrífera mundial da mineradora (ROSAS; SARAIVA, 2019). A Mina Córrego do Feijão entrou em operação em 1923, pela empresa Ferteco e, em 1976, foi construída a barragem de rejeitos B1. Em 2001, a Vale comprou essa mina, que passou a fazer parte de seus empreendimentos (VALE, 2020). Em 2019, a mina dispunha das seguintes barragens de rejeitos: B1, BIV, BIV-A, BVI, BVII, Menezes I e Menezes II, conforme demonstrado na figura 4.

Brumadinho é um município mineiro, localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 3). De acordo com o último censo, realizado em 2010 pelo IBGE, sua população era de 33.973 habitantes. Dados mais atuais, segundo o mesmo instituto, apontam uma população estimada de 40.103 habitantes, em 2019 (IBGE, 2019). No município, as minas do Córrego do Feijão e de Jangada são responsáveis

Figura 4: Barragens da Mina Córrego do Feijão.



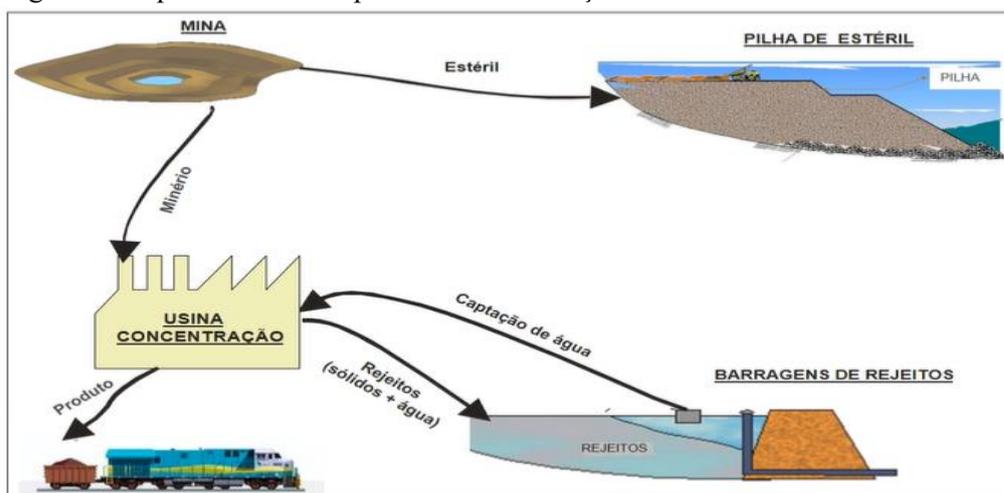
Fonte: Vale (2020).

### 3.4 Barragens de mineração

Barragens são estruturas de contenção e acumulação de líquidos ou de mistura de líquidos e sólidos e funcionam como reservatório dos rejeitos gerados pelo processo de beneficiamento do minério (VALE, 2020). Os rejeitos da mineração são os resíduos gerados ao término do beneficiamento do minério, processo que busca separar o mineral de interesse comercial do material grosseiro ao qual se mistura. O beneficiamento tem por objetivo padronizar o tamanho dos fragmentos e excluir os minerais de baixo valor econômico agregado. O rejeito é constituído de uma fração líquida e de uma fração sólida e suas características e concentrações variam conforme o tipo de minério explorado e o tipo de beneficiamento aplicado (SOUZA JUNIOR; MOREIRA; HEINECK, 2018).

Outro subproduto da mineração é o estéril, material com ausência de minério e sem qualquer valor comercial, separado do minério bruto ainda na fase de lavra, ou seja, antes do beneficiamento. O estéril é acumulado em pilhas (pilha de estéril) (VALE, 2020). A figura 5 demonstra, de forma simplificada, o processo que dá origem às pilhas de estéril e ao rejeito acumulado em barragens.

Figura 5: Esquema básico do processo de mineração.



Fonte: Vale (2020).

Assim, como resultado do processo de beneficiamento do minério, tem-se elevada produção de rejeitos. A estocagem desse rejeito é feita em barragens e estas estruturas podem apresentar diferentes tipos de construção. De todo modo, diante do potencial risco dessas barragens de rejeito, é muito importante dar foco a estruturas geotécnicas que demandem diferentes metodologias e propriedades em sua construção, diferenciando-se, tecnicamente, das barragens de contenção de água (SOUZA JUNIOR; MOREIRA; HEINECK, 2018). A figura 6 demonstra a estrutura física e os elementos de uma barragem de contenção de rejeitos.

Figura 6: Elementos de uma barragem de contenção de rejeitos.



Elementos de uma barragem: 1 - fundação; 2 - drenagem interna; 3 - aterro/maciço; 4 - crista; 5 - ombreiras; 6 - vertedouro ou extravasor; 7 - reservatório (VALE, 2020).

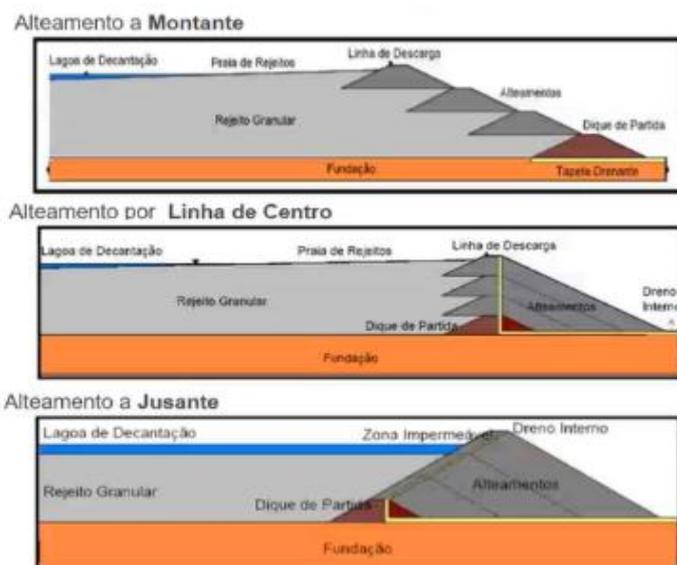
O ponto de partida para a construção de uma barragem é a edificação de um dique para conter a primeira camada de rejeito. Pelo processo chamado de alteamento, esse dique de partida recebe nova camada de rejeito e o alteamento poderá ocorrer de diferentes formas. O alteamento a jusante é aquele em que as novas camadas são depositadas no sentido do fluxo da água e, nesse estilo, a barragem é construída sobre o solo compactado, independentemente do tipo de rejeito que receberá. O alteamento a jusante é, dentre os métodos de construção de barragens utilizados no Brasil, o mais seguro e o mais caro.

No alteamento a montante, o rejeito é depositado sobre o dique de partida, no sentido contrário ao fluxo de água, ou seja, a montante. Nesse estilo, o maciço da barragem é construído sobre depósitos de rejeito, configurando um método barato, porém com maior risco associado. A barragem com alteamento a montante necessita de monitoramento constante, pelo fato de apresentar indução de tensão, possibilidade de liquefação e ausência de consolidação de sua fundação.

No alteamento por linha de centro, o barramento é feito tanto a montante quanto a jusante, sempre acompanhando a linha de centro, que é um eixo vertical que referencia o método. Suas vantagens, desvantagens e custos são intermediários, quando comparados aos métodos de alteamento a montante e a jusante (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

O método de alteamento de barragens a montante, apesar de ser o mais empregado no Brasil, devido ao menor custo, é o que apresenta maior taxa de falhas (76%), enquanto os 24% restantes correspondem às falhas das demais metodologias de construção de barragens. Além disso, o método a montante apresenta maior risco de dano potencial, ou seja, em caso de falhas ou rupturas da barragem, o prejuízo social e ambiental poderá atingir níveis alarmantes (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016). A figura 7 apresenta um esquema dos tipos de alteamento de barragens de contenção de rejeito.

Figura 7: Tipos de alteamento para construção de uma barragem de contenção de rejeitos.



Fonte: Vale (2020).

Segundo dados da ANA - Agência Nacional de Águas, à época do rompimento da barragem de Brumadinho, constatou-se que, no Brasil, existiam 790 barragens de contenção de rejeitos e, destas, 204 apresentavam alto dano potencial. Minas Gerais é o estado com maior contingente de barragens, possuindo 134 dessas represas de alto dano potencial, ou seja, 65% do total.

Dessa categoria, sete estão em Brumadinho e, todas elas, inclusive a B1, que se rompeu, são categorizadas como de baixo risco (ROCHA; PUPO, 2019).

O Brasil apresenta sete barragens de alto risco: quatro delas, em Minas Gerais; uma, em Santa Catarina; uma, no Mato Grosso. Todas elas, além do alto risco, também, apresentam alto dano potencial. E, finalmente, o Amapá possui uma barragem de alto risco, entretanto, com dano potencial classificado como médio (ROCHA; PUPO, 2019).

### 3.5 Gestão de segurança das barragens / Legislação e segurança (internacional e nacional)

A estrutura da legislação do contexto barragens de mineração, no mundo, teve início no século XX e serviu de arcabouço para a atual legislação mundial e brasileira. Países europeus e americanos enfatizaram suas leis de segurança de barragens, ao longo das décadas de 1970 e 1980 e, a partir desse período, desenvolveram especificações inerentes ao tipo de minério explorado (INSTITUTO MINERE, 2019).

No Brasil, o *boom* da mineração ocorreu entre os anos de 2006 e 2007, modificando, consideravelmente, o cenário estrutural industrial. Para acompanhar o crescimento da exploração mineral, barragens precisaram ser construídas ou, principalmente, sofrer o processo de alteamento, flexibilizado pela legislação em vigor. Vários ajustes relativos à

segurança de barragens foram imputados por meio de dispositivos legais, a partir de 2010, após a promulgação da lei 12.334/2010 e as posteriores adições realizadas pelos órgãos regulamentadores, principalmente o DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, ao longo dos anos de 2012 e 2013 (INSTITUTO MINERE, 2019).

Após o rompimento da Barragem B1, de Brumadinho – MG, algumas medidas foram implementadas no Brasil, com o intuito de reforçar a gestão de segurança das barragens de contenção de rejeitos da mineração. Durante muito tempo, elas foram consideradas o marco final do processo da mineração e, por esse motivo, não atraíam recursos para sua manutenção ou descaracterização. No entanto, após a implementação e reforço nas medidas de segurança e prevenção de acidentes com barragens de mineração, alguns processos tornaram-se necessários, como a descaracterização ou descomissionamento de barragens de rejeitos. Esse processo envolve estudos e aplicação de geotecnologia, além de recursos financeiros, e tem por objetivo alterar as características morfofuncionais de uma barragem inativa ou desativada, dando a ela nova estruturação, como o empilhamento do rejeito drenado, similar à pilha de estéril (INSTITUTO MINERE, 2019).

Em Minas Gerais, em 2019, foi sancionada, pelo governador, a lei estadual 23.291/201923, que instituiu a política estadual de segurança das barragens. Ela instituiu a descaracterização, pelo empreendedor, de todas as suas barragens alteadas pelo método a montante, em até três anos. Ainda em 2019, a ANM – Agência Nacional de Mineração publicou uma resolução que proíbe a construção de novas barragens pelo método a montante e, ainda, preconiza a descaracterização pelo empreendedor de todas as barragens construídas pelo método a montante, assim como aquelas cujo método de construção é caracterizado como desconhecido. Os prazos para a descaracterização das barragens em funcionamento passam a ser os seguintes: até 2022, para aquelas estruturas com volume de até 12 milhões de metros cúbicos; até 2025, para aquelas cujo volume seja de 12 a 30 milhões de metros cúbicos; e, finalmente, até o ano de 2027, para as barragens com volume acima de 30 milhões de metros cúbicos. A mesma resolução ainda prevê a eliminação, até 2021, de todas as barragens desativadas. E, no caso de qualquer tipo de barragem, a resolução da ANM ainda proíbe os empreendedores de manter ou construir instalações na Zona de Autossalvamento (ZAS), ou seja, em uma distância de até dez quilômetros da barragem ou em um limite de tempo de até 30 minutos, antes que a onda de rejeito atinja a referida instalação, no caso de rompimento (AGÊNCIA BRASIL, 2019).

O processo de descaracterização ou descomissionamento de uma barragem favorece a segurança ambiental e, além disso, poupa recursos do empreendedor, no que tange à

desobrigação do atendimento à Portaria 70.389/2017, responsável pela criação do Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, que determina a periodicidade em executar ou atualizar a qualificação dos responsáveis técnicos, padronizar o conteúdo mínimo e a minúcia do plano de segurança das barragens, além de ditar sobre inspeções de segurança e planos de ação de emergências, de acordo com os artigos 8º, 9º, 10º, 11º e 12º da lei nº 12.344/2010 que estabelece a PNSB - Política Nacional de Segurança das Barragens.

Atualmente, todas as barragens devem estar cadastradas no SIGBM - Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração. Conforme os requisitos da estrutura, a barragem passa a se enquadrar nas observações prepostas pela PNSB, nas quais, além de inúmeras exigências, destacam-se a periodicidade quinzenal de inspeções, a confecção do plano de ação para emergências e as declarações semestrais de condições de estabilidade (INSTITUTO MINERE, 2019).

Medidas de prevenção a acidentes com barragens de mineração são de suma importância para se evitar a ocorrência de danos sociais, ambientais e, sobretudo, a perda de vidas humanas. Mas a existência, por menor que seja, do risco de rompimento de uma barragem exige, do empreendedor, um plano de ação para contenção e minimização dos danos causados pela onda de rejeitos. Os estudos técnicos de *dam break* de uma barragem referem-se ao dano potencial que sofrerá determinada região sob a rota da mancha de inundação, em caso de rompimento de uma barragem e demonstram a intensidade do dano associado ao incidente (VALE, 2020).

O PAEBM - Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração é um documento elaborado pelo empreendedor, a fim de prever os potenciais riscos de uma barragem, estabelecer ações a serem tomadas e agentes a serem notificados (VALE, 2020).

Segundo a legislação vigente, o PAEBM deve ser elaborado para todas as estruturas consideradas de dano potencial associado alto, sempre que a avaliação exigida pela Agência Nacional de Mineração alcançar dez pontos nos itens “impacto ambiental” ou “ocorrência de população a jusante”.

O plano segue a determinação da Portaria nº 70.389/2017, do DNPM, que determina as condições que qualificam a condição de uma barragem, conforme o nível emergencial (quadro 2) (VALE, 2020).

Quadro 2: Classificação dos níveis de segurança da Barragem I do Córrego do Feijão – PAEBM, 2018.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	DEFINIÇÃO
<b>NÍVEL 1</b>	Quando detectada anomalia que resulte na pontuação máxima de 10 (dez) pontos no estado de conservação da matriz de categoria de risco da Portaria nº 70.389/2017, ou seja, quando iniciada uma Inspeção de Segurança Especial (ISE) ou para qualquer outra situação com potencial comprometimento da segurança da estrutura.
<b>NÍVEL 2</b>	Quando o resultado das ações adotadas na categoria de nível 1 for classificado como “não controlado”, de acordo com a Portaria nº 70.389/2017, que estabelece como “não controlado” quando a anomalia que resultou na pontuação máxima de 10 (dez) pontos não foi controlada e, tampouco, extinta, necessitando de uma nova ISE e de novas intervenções, a fim de eliminá-la.
<b>NÍVEL 3</b>	Caracteriza-se por uma situação de ruptura iminente ou que está acontecendo.

Fonte: Vale (2020).

Uma vez detectada a emergência em uma barragem, a informação seguirá o fluxo determinado pelo PAEBM e o empreendedor informará o nível de emergência e as medidas tomadas para responder à ocorrência (VALE, 2020), conforme descrito no quadro 3.

Quadro 3: Síntese das ações para cada nível de emergência da Barragem I do Córrego do Feijão - PAEBM, 2018.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	SÍNTESE DAS AÇÕES
<b>NÍVEL 1</b> <b>Situação Adversa identificada, resultante na pontuação máxima de 10 pontos, em qualquer coluna do quadro do estado de conservação, e qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura</b>	O empreendedor (Vale) deverá informar a condição emergencial de nível 1 ao DNPM (ao nacional e à superintendência de Minas Gerais), ao órgão ambiental, à Defesa Civil (nacional, estadual e municipal) e à Prefeitura Municipal, por meio do CECOM (Centro de Comunicação). Em paralelo, o setor de geotecnia deverá informar a situação que desencadeou a condição emergencial e propor ações mitigadoras para sua correção. Deverá, ainda, enviar os relatórios diários das ISE ao empreendedor, que, por sua vez, apresentará os documentos aos órgãos fiscalizadores. Sanada a ocorrência, deverá notificar o encerramento ao CECOM e seguir os procedimentos conforme a Portaria nº 70.389/2017, do DNPM. Caso a condição emergencial não seja controlada, passar para o fluxo de notificação do nível de emergência.

Continua...

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	SÍNTESE DAS AÇÕES
<p><b>NÍVEL 2</b>  <b>Situação adversa do nível de emergência 1, que não foi extinta ou controlada</b></p>	<p>O empreendedor (Vale) deverá informar a condição emergencial de nível 2 ao DNPM (ao nacional e à superintendência de Minas Gerais), ao órgão ambiental, à Defesa Civil (nacional, estadual e municipal) e à Prefeitura Municipal, por meio do CECOM (Centro de Comunicação) que, por sua vez, também acionará o estado emergencial para a zona de autossalvamento (ZAS), para evacuação e deslocamento para ponto de encontro, acionar o comitê de emergência local e as demais equipes que darão suporte ao comitê, acompanhar e registrar as ações e o fluxo de comunicação. O setor de geotecnia deverá informar a situação que manteve a condição emergencial e propor ações mitigadoras para sua correção. Deverá, ainda, enviar os relatórios diários das ISE ao empreendedor, que, por sua vez, apresentará o documento aos órgãos fiscalizadores. O setor de ação e manutenção deverá comandar e executar as ações, assim como providenciar os recursos necessários para sua realização. Sanada a ocorrência, deverá notificar o encerramento ao CECOM e seguir os procedimentos conforme a Portaria nº 70.389/2017, do DNPM. Caso a condição emergencial não seja controlada, passar para o fluxo de notificação do nível de emergência 3.</p>
<p><b>NÍVEL 3</b>  <b>Situação de ruptura iminente ou ocorrendo</b></p>	<p>O empreendedor (Vale), por meio dos setores responsáveis, deverá informar a condição emergencial de nível 3 ao DNPM (ao nacional e à superintendência de Minas Gerais), ao órgão ambiental, à Defesa Civil (nacional, estadual e municipal) e à Prefeitura Municipal, por meio do CECOM (Centro de Comunicação) que, por sua vez, também acionará o situação emergencial para a zona de autossalvamento (ZAS), para evacuação IMEDIATA e deslocamento para ponto de encontro; deverá acionar o comitê de emergência local e as demais equipes que darão suporte ao comitê, acompanhar e registrar as ações e o fluxo de comunicação. O setor de geotecnia deverá informar a situação que agravou a condição emergencial e propor ações mitigadoras para sua correção. Deverá, ainda, enviar os relatórios diários das ISE ao empreendedor, que, por sua vez, apresentará o documento aos órgãos fiscalizadores. O setor de ação e manutenção deverá comandar e executar as ações, assim como providenciar os recursos necessários para sua realização. Sanada a ocorrência, deverá notificar o encerramento ao CECOM e seguir os procedimentos conforme a Portaria nº 70.389/2017, do DNPM. Caso a condição emergencial não seja controlada, o empreendedor deverá propor ações mitigadoras e garantir todos os recursos para sua execução.</p>

Fonte: Vale (2020).

O PAEBM contempla a descrição dos procedimentos preventivos e corretivos, para garantir a integridade de uma estrutura e sua manutenção no nível de segurança aceitável, além de contemplar todos os recursos disponíveis para pronto atendimento às emergências. No fluxograma de ação do nível 2, do PAEBM, é previsto o alerta na ZAS, para a evacuação das pessoas até o Ponto de Encontro: sirenes instaladas na ZAS serão acionadas, precedidas de um comunicado de que não se trata de um treinamento, seguidas pelo acionamento do sinal sonoro e luminoso. A ZAS, como dito anteriormente, é determinada como a área localizada a

dez quilômetros ou 30 minutos da barragem, local que impossibilita o deslocamento de equipes de emergência para efetivar o salvamento em tempo hábil: na ZAS, seguindo um treinamento prévio, as pessoas, por conta própria, deverão se mobilizar em direção aos Pontos de Encontro ou às Rotas de Fuga (figura 8) (VALE, 2020).

Figura 8: Esquema de demonstração da ZAS e ZSS.



Fonte: Vale (2020).

A Zona de Segurança Secundária - ZSS é aquela localizada a mais de dez quilômetros ou mais de 30 minutos da barragem. Nela, a pessoa que teve o treinamento tem tempo hábil para se deslocar até o local seguro para acolhimento. Portanto, tanto na ZAS quanto na ZSS, a população deverá proceder à evacuação por meios próprios, seguindo o treinamento recebido e a sinalização existente (figura 9) (VALE, 2020).

Figura 9: Placas de sinalização.



Placa de Atenção: aviso de que se trata de área sob influência de barragem.

Placa de Rota de Fuga: indica o sentido da rota de fuga mais próxima e segura.

Placa de Ponto de Encontro: indica área segura mais próxima.

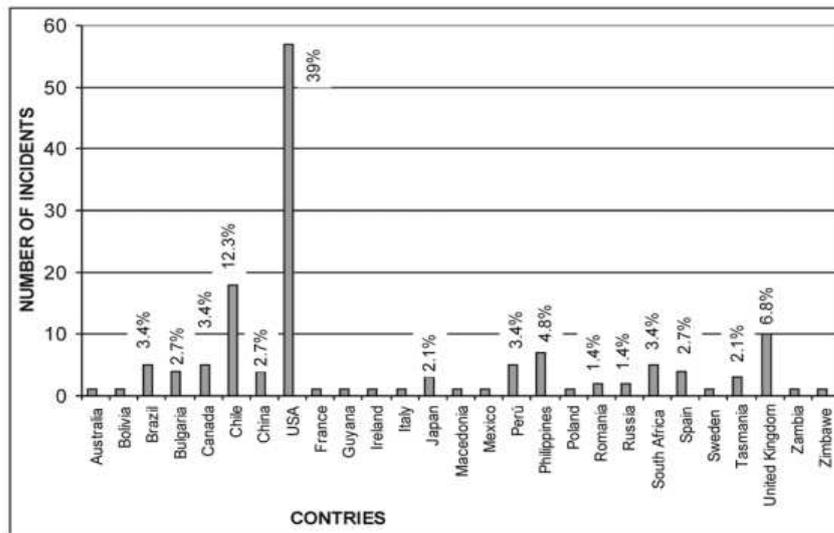
Fonte: VALE (2018).

A implementação de regras, por meio da legislação em vigor, para prevenir os incidentes com barragens e a confecção de planos de ação pós-desastres devem ser rigorosamente cumpridas e seguir, fielmente, as exigências da lei. Dessa forma, podem-se evitar ou, ao menos, minimizar os danos e impactos de incidentes de tal natureza e magnitude (IBRAM, 2019).

### **3.6 Incidentes relacionados ao rompimento de barragens de mineração no mundo**

Segundo levantamento que envolveu 147 casos de desastres causados por barragens de mineração no mundo, 26 deles ocorreram na Europa, correspondendo a 18% do total, o que coloca esse continente em segundo lugar no *ranking* desse tipo de incidente, atrás apenas dos Estados Unidos, país responsável por 39% dos casos de acidentes com barragens no mundo. Mais de um terço dos casos ocorreu em barragens que possuíam entre 10 e 20 metros de altura, e a principal causa foi relacionada às alterações meteorológicas (ocorrência de chuvas incomuns), não havendo ocorrências relacionadas à liquefação sísmica do rejeito, elencada como a segunda causa mundial de desastres em barragens de mineração. Além disso, na Europa, 90% dos casos ocorreram em minas ativas. Os dados analisados nesse estudo demonstraram à União Europeia a urgente necessidade de regulamentação dos padrões técnicos para a disposição de rejeitos da mineração. Esse mesmo estudo demonstra a distribuição geográfica, por país, da maior frequência de desastres causados por incidentes em barragens de mineração, e chama a atenção o fato de que 74% das ocorrências ocorram em um reduzido número de locais: EUA (39%), Europa (18%), Chile (12%) e Filipinas (5%). A discrepância nas concentrações de incidentes em determinadas regiões explica-se pela desigualdade de informações disponíveis sobre o cenário das minas e pelas diferenças na distribuição das barragens de rejeito (gráfico 1) (RICO; BENITO; DIEZ-HERRERO, 2008).

Gráfico 1: Frequência de acidentes com barragens de mineração por país.



Fonte: Rico; Benito; Diez-Herrero (2008).

Os principais desastres mundiais causados pelo rompimento de barragens são registrados desde 1966 e elencados pela quantidade de vítimas fatais. Além das perdas humanas, tais ocorrências também causam severos danos ao meio ambiente que, de forma secundária, em médio e longo prazos, deturpam o cenário social de seu entorno, seja pelo agravamento de doenças crônicas, pela proliferação de doenças vetoriais ou pelos fatores socioeconômicos da população vitimada pela tragédia (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019). Os principais incidentes envolvendo barragens são elencados no quadro 4, a seguir.

Quadro 4: Principais incidentes com barragens de mineração ocorridos no mundo, elencados de forma decrescente, de acordo com o número de vítimas fatais.

<b>Data da Ocorrência</b>	<b>Localidade</b>	<b>Dados do evento</b>
Maio de 1966	Sgorigrad, Bulgária	Incidente ocorrido em mina de zinco, cobre e chumbo, que vitimou 488 vidas humanas.
Julho de 1985	Stava - Itália	Rompimento de barragem de mina de fluorita, que causou a morte de 268 pessoas.
Setembro de 2008	Taoshi - China	O transbordamento da barragem de mina de exploração de ferro, que matou cerca de 254 pessoas.
Março de 1968	El Cobre - Chile	Calcula-se que entre 200 e 350 pessoas morreram, devido ao rompimento da barragem de mina de cobre provocado por forte terremoto.
Outubro de 1966	Aberfan – País de Gales	Rompimento da barragem de mina de carvão, que matou 144 pessoas.
Fevereiro de 1972	Buffalo Creek - EUA	Rompimento da barragem de mina de carvão, que matou 125 pessoas.
Novembro de 2015	Hpakant - Mianmar	Rompimento da barragem de mina de jade, que matou cerca de 113 pessoas.
1970	Mifulira - Zâmbia	Incidente em barragem de mina de cobre, que matou 89 pessoas.

Fonte: Adaptado de Jornal Folha de São Paulo (2019).

Minas Gerais foi palco de vários incidentes provocados pelo rompimento de barragens de mineração (PINHEIRO et al., 2019). O quadro 5 lista as principais ocorrências, sua localização, causa e consequências.

Quadro 5: Cronograma de ocorrências de rompimento de barragens de rejeito em Minas Gerais – Brasil.

Ano	Mina / Mineradora	Localidade	Causa da ruptura	Danos
1985	Pico	Itabirito	Solapamento do pé do aterro e entubamento	Avanço da lama por dez km a jusante da barragem. Afetou pontes e uma ferrovia.
1986	Fernandinho	Itaminas - Itabirito	Liquefação	Destruiu estruturas e equipamentos e causou sete mortes.
2001	Mineração Rio Verde	Nova Lima	Provável liquefação	Prejuízos ambientais. Causou cinco mortes.
2003	Cataguases	Cataguases	Entubamento ( <i>piping</i> )	Material resultante da lixiviação interrompeu o fornecimento de água local.
2006	Mineração Rio Pomba Cataguases LTDA	Miraí	Fissura na estrutura da barragem	Contaminação por rejeitos de bauxita nos córregos Bom Jardim e do Fubá e do rio Muriaé, com consequente interrupção do fornecimento de água.
2007	Mineração Rio Pomba Cataguases LTDA	Miraí	Não determinada	Prejuízos ambientais.
2014	Herculano Mineração LTDA	Itabirito	Liquefação	Prejuízos ambientais e cinco mortes.
2015	Samarco Mineração S.A.	Mariana	Liquefação	Maior dano ambiental registrado no Brasil e 19 mortes.
2019	Mina Córrego do Feijão - Vale	Brumadinho	Liquefação	Prejuízos ambientais e o maior número de mortes registradas no Brasil causadas por rompimento de barragens (272 mortos e dez desaparecidos).

Fonte: Pinheiro et al. (2019, adaptado).

O maior desastre ambiental do Brasil foi ocasionado pelo rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, em Mariana – MG, administrada pela mineradora Samarco S.A., *joint-venture* da brasileira Vale e da anglo-australiana BHP Billiton. O incidente ocorreu em 05 de novembro de 2015, quando, aproximadamente, 50 milhões de metros cúbicos de rejeito foram

derramados (FREITAS; ANDRADE, 2019), causando uma onda de lama de dez metros de altura, levando à morte 19 pessoas e deixando outras 1.200 desabrigadas. A lama causou a destruição dos subdistritos de Bento Rodrigues e de Paracatu de Baixo, atingindo a bacia do rio Doce (PINHEIRO et al., 2019), passando por 35 municípios de Minas Gerais e quatro municípios do Espírito Santo, percorrendo mais de 650 km, ao longo dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, até atingir o mar (FREITAS; ANDRADE, 2019). Na foz, a lama presente no leito do rio Doce afetou o ecossistema numa área de reprodução de espécies marinhas. Aproximadamente, um milhão e duzentas mil pessoas foram afetadas pelo desabastecimento e contaminação da água do rio Doce. Em toda a bacia desse rio foram recolhidas 11 toneladas de peixes mortos - cinco espécies foram extintas. Uma área superior a 1400 hectares, nas regiões ribeirinhas, tornou-se inapropriada ao cultivo, devido à infertilidade causada pela espessa camada de rejeitos depositada sobre o solo (PORTO; 2016).

Cinco anos mais tarde, outro incidente, também em Minas Gerais, desta vez no município de Brumadinho, culminaria no maior número de mortos em acidentes desta natureza no Brasil.

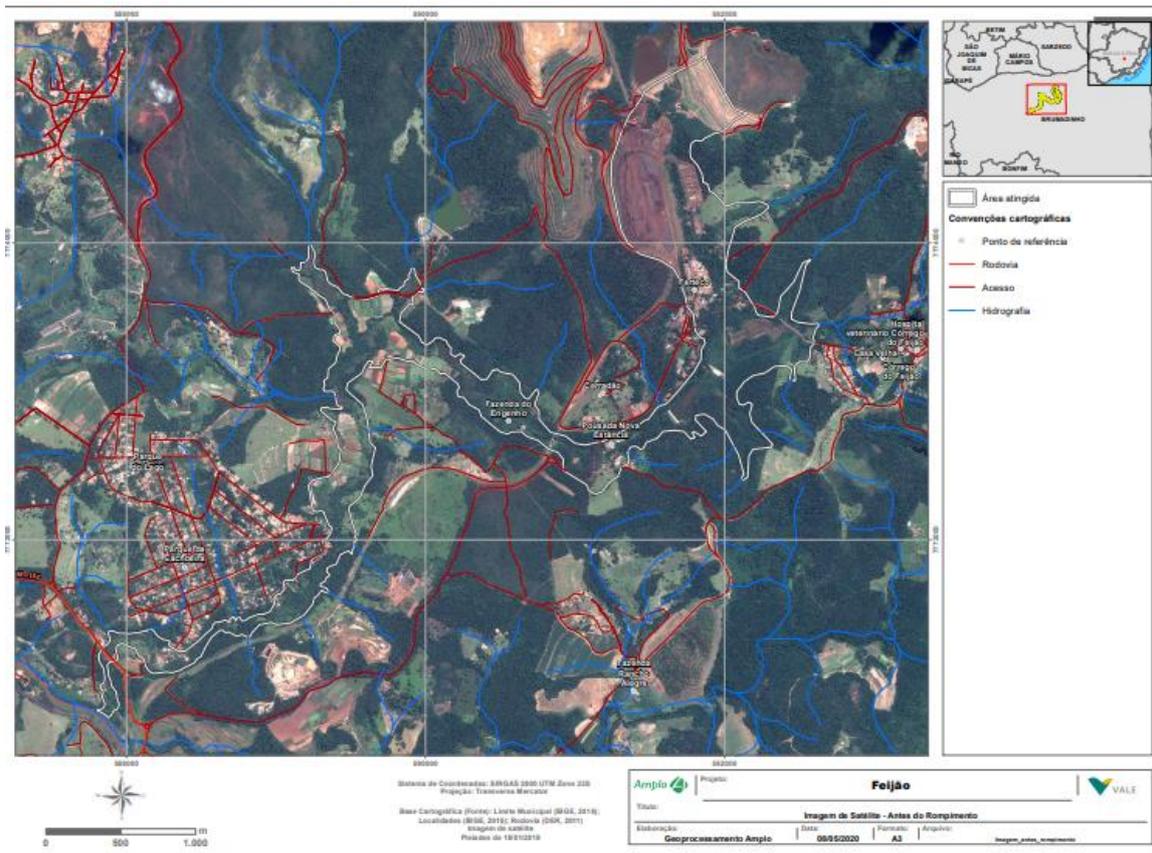
### **3.7 O Rompimento da Barragem B1, na mina Córrego do Feijão, em Brumadinho – MG**

A B1 era uma das sete barragens da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho – MG, e possuía 86 metros de altura e uma crista de 720 metros. A área ocupada pelo rejeito da mineração era de 249,5m<sup>2</sup> e seu volume total era de 11,7 milhões de metros cúbicos. Antes do rompimento, a barragem já se encontrava inativa, ou seja, não mais recebia rejeitos da mineração. E também não possuía lago e não havia ali quaisquer atividades operacionais em curso. No momento do rompimento, ela passava pelo processo de descaracterização (VALE, 2020), que ocorre quando uma barragem perde a função e passa pelo processo de encerramento definitivo de suas atividades. Para tanto, são necessárias alterações em suas características, como a formação de pilhas de rejeito ou o reprocessamento do rejeito armazenado (INSTITUTO MINERE, 2020). Ao final do processo de descaracterização, a barragem é reincorporada ao relevo (VALE, 2020).

Em 25 de janeiro de 2019, ocorreu o rompimento da barragem B1, da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho – MG, cujo volume de rejeitos somou-se, ainda, ao conteúdo de dois barramentos de contenção de sólidos da própria mineradora (B - IV e B - IV-A), culminando em 13 milhões de metros cúbicos de lama, que ocasionaram a morte de 272 pessoas, deixando outras dez desaparecidas. O rejeito avançou a jusante da Barragem I,

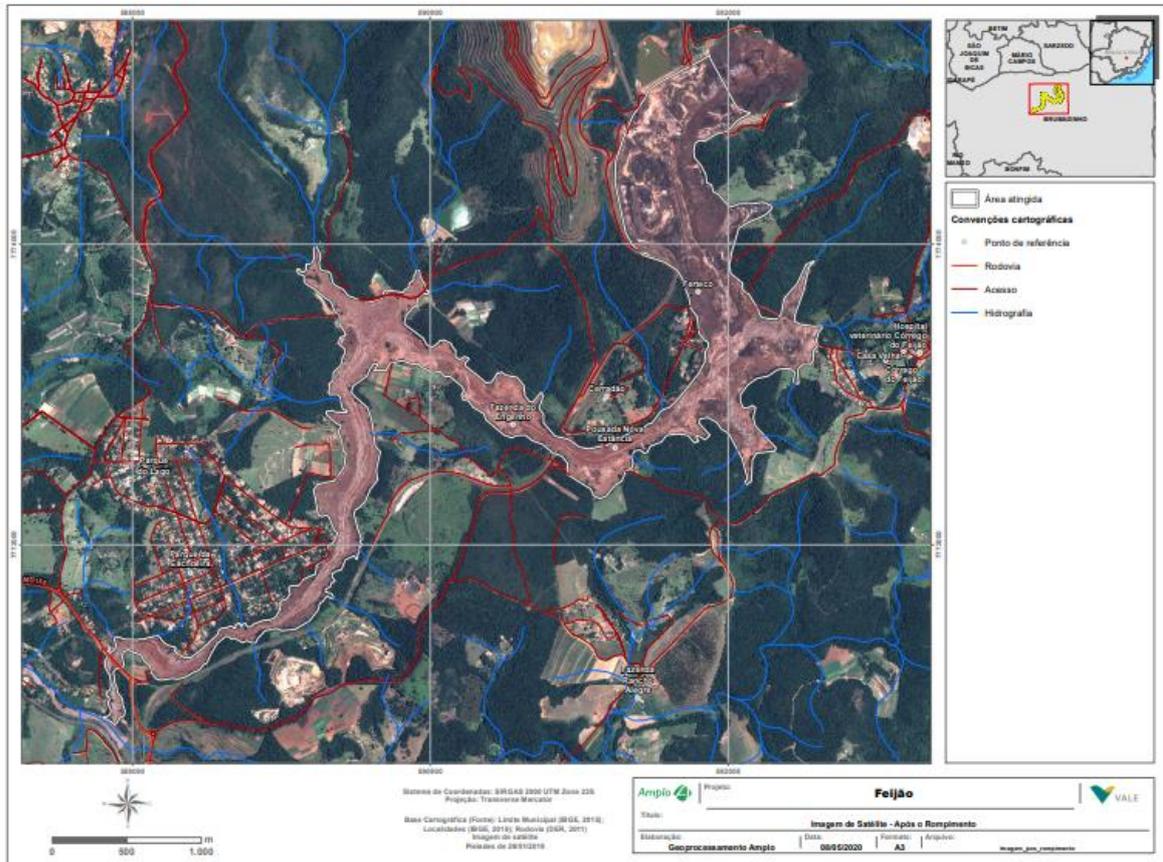
afetando grande parte da área da mineradora, ao longo do trajeto do ribeirão Ferro-Carvão, até a confluência com o Rio Paraopeba. Parte do rejeito avançou pelo leito do Rio Paraopeba, por 315 km de seu curso d'água, até a Usina Hidrelétrica (UHE) Retiro Baixo, localizada entre os municípios mineiros de Curvelo e Pompeu, na Bacia do Rio São Francisco (ANDRADE et al., 2019). A figura 10 representa uma imagem de satélite aérea da região antes do rompimento da barragem, enquanto a figura 11 mostra a mancha de rejeitos sobre a área atingida.

Figura 10: Imagem de satélite da área pré rompimento da Barragem B1 da mina Córrego do Feijão.



Fonte: Vale (2020).

Figura 11: Imagem de satélite da área atingida pelo rompimento da Barragem B1 da mina Córrego do Feijão demonstrando a mancha de rejeitos pós rompimento.



Fonte: Vale (2020).

### 3.8 Impactos de desastres ambientais para a fauna

Em nossa história recente, inúmeros desastres ambientais assolaram o planeta, causando morte, danos físicos e emocionais, colapso na segurança alimentar, contaminação de cursos d'água, perdas econômicas, sociais e ambientais (MSF, 2020).

Desastres naturais são eventos de diferentes origens que impactam ambiental e socialmente uma população exposta: seja qual for a origem - meteorológica, climatológica, hidrológica ou geológica, de ocorrência individual ou combinada -, o fator natural necessita de uma interação social para que o impacto seja identificado como tal. O risco relaciona-se qualitativamente com fatores inerentes ao evento natural, como a probabilidade, a intensidade, condições georreferenciais, frequência e magnitude. No outro vértice, existe uma população exposta e fatores inerentes a ela, como vulnerabilidade, índices sociais e presença e tipo de medidas preventivas e resolvidoras, em contrapartida aos danos potenciais (FREITAS et al., 2014).

Os desastres ambientais, por sua vez, podem ser determinados por causas naturais propriamente ditas, por interferência humana nas causas naturais ou, ainda, pela própria inventiva humana (Quadro 6) (GOMES, 2020).

Quadro 6: Causas de desastres ambientais.

<b>Classificação dos desastres naturais</b>		
<b>Causas decorrentes da ação de forças naturais</b>		
Terremoto	Maremoto	Erupção vulcânica
Inundação / Enchente	Ciclone / tufão / tornado / vendaval	Avalanche
Desabamento*	Tromba d'água	Temporal
Seca	Fulguração e fulminação	Pandemia
<b>Causas decorrentes do emprego humano de forças naturais ou da inventiva humana</b>		
Incêndio	Explosão	Intoxicação coletiva
Desabamento*	Desastre aeroviário	Desastre rodoviário
Desastre ferroviário	Desastre marítimo	Eletrocussão / eletroplessão**
Desastre por radiação ionizante***	Pânico ou pisoteio	Causas combinadas

\*Prédios, viadutos, elevados, galerias de minas, barragens de rejeitos de mineradoras  
 \*\* correntes de alta voltagem  
 \*\*\* usina de energia atômica e outras radioativas

Fonte: Gomes et al. (2020).

A probabilidade de ocorrência de um desastre natural associada à presença de uma população exposta, por si só, serve como fator de alerta para a necessidade de ações preventivas e reparadoras, planejadas com o intuito de minimizar danos a essa população. Quando se avalia a vulnerabilidade de uma população exposta ao risco, incrementam-se e aprofundam-se a intensidade, a emergência e a dinâmica dessas ações. A vulnerabilidade, no caso da população humana, é estratificada em elementos sociais, como acesso à proteção social (sobretudo, moradia e saneamento) e aos grupos sociais (crianças, idosos, pessoas com deficiência etc.). Todos são fatores que afetam os resultados de um impacto natural (FREITAS et al., 2014).

A exposição de uma população é o fator mais relevante a ser considerado, na ocorrência de um desastre ambiental (FREITAS et al., 2014). Nesse contexto, incluem-se as populações de animais, e riscos sanitários associados aos desastres ambientais requisitam a necessidade de criação de um plano de contingência e de organização de serviços veterinários

integrados aos serviços de saúde coletiva atuantes em situações de reparação. Desastres naturais ocorridos no mundo demonstraram a existência de uma grande quantidade de animais de produção e de companhia abandonados ou deixados a sofrer as consequências secundárias dos eventos, uma vez que todos os esforços, normalmente, concentram-se em salvar vidas humanas. Soma-se a isso a dificuldade logística de resgate (visto o tamanho de muitos animais) e também, de abrigo (MIGLIACCIO et al., 2018).

Dados de 1999, por exemplo, referem a morte de aproximadamente três milhões de aves de produção (galinhas e perus) e mais de 30 mil suínos, em decorrência da passagem do furacão *Floyd*, na Carolina do Norte – EUA. Nesse mesmo ano, mais de 1.000 equinos foram mortos pelo furacão *Andrew*, na Flórida – EUA. Em 2016, cerca de 35 mil vacas leiteiras morreram congeladas, em decorrência de uma forte nevasca que atingiu o Texas - EUA. Mais uma vez, a Carolina do Norte – EUA, sediou novo desastre natural, vitimando milhares de aves e suínos, que se afogaram em decorrência das enchentes causadas pela passagem do furacão *Metthew*, em 2017 (MIGLIACCIO et al., 2018).

Em 26 de dezembro de 2004, um terremoto com epicentro no oceano Índico, de magnitude 9,1 na escala *Richter*, causou um *tsunami* que atingiu o norte da Indonésia, matando mais de 230 mil pessoas. Outro *tsunami*, também causado por um terremoto que atingiu nove pontos na escala *Richter*, atingiu o nordeste do Japão, em 2011, provocando a morte de cerca de 16 mil pessoas e deixando outras 2.500 desaparecidas. O governo japonês ainda relacionou a morte de mais de 3.700 pessoas aos danos secundários do *tsunami*, nos anos que se seguiram ao incidente. A vida animal, nessas áreas inundadas pela onda, foi dizimada, devido à velocidade e ao volume de água que atingiu a costa japonesa e que invalidou quaisquer tentativas de evacuação. Animais de inúmeros zoológicos do país, apesar de não terem sido diretamente afetados pelo *tsunami*, padeceram de suas consequências, devido à destruição da estrutura de gás - combustível essencial para o aquecimento de suas instalações - e à destruição dos reservatórios de água. O meio biótico marinho também sofreu sérios agravos, decorrentes do rompimento das redes de esgoto, cuja água contaminada, misturada aos destroços das edificações, retornou ao mar no momento do recuo da onda: graves injúrias sanitárias são decorrentes do transbordamento das redes de esgoto e dos processos de salinização e contaminação da água dos reservatórios, provocados pelos *tsunamis*.

Porém os prejuízos à fauna não se restringiram apenas ao território japonês, nesse evento, pois milhares de albatrozes, peixes e outras espécies marinhas ameaçadas foram mortos, após a onda chegar ao atol de Midway, localizado na Região Noroeste do Havaí.

Além de todas as perdas animais imediatas e secundárias causadas pelo *tsunami*, o desastre também causou o vazamento de radiação da usina de Fukushima, expondo os animais - assim como os humanos - a todas as patologias inerentes à exposição radioativa que, além de tudo, manifestam-se ao longo do tempo (MIGLIACCIO et al., 2018).

Em janeiro de 2017, a região de Abruzzo, em particular a província de Teramo, na Itália, sofreu uma sequência de desastres naturais causados por quedas bruscas de temperatura, tempestades de neve e terremotos, que afetaram diretamente cerca de 282 propriedades rurais, causando a morte ou ferimentos de diferentes intensidades, em milhares de animais de produção. Parte dessas propriedades permaneceu isolada por várias horas, com acessos obstruídos, sem energia elétrica e sem contato telefônico. Na manhã seguinte ao desastre, a região sofreu ação de novas intempéries, causadas, desta vez, por uma sequência de quatro fortes terremotos, que variaram de 5,0 a 5,3 na escala *Richter*, com seu epicentro na província de L'Aquila. A Itália possui um Sistema de Proteção Civil, cuja configuração envolve diferentes serviços e agências governamentais, dentre eles, o Serviço Nacional de Saúde, que contempla também serviços veterinários de atuação em diferentes níveis territoriais. O Sistema de Proteção Civil tem função de orientação, articulando com governos regionais e locais ações de prevenção, previsão e monitoramento das ameaças e o planejamento das ações competentes (Quadro 7). Nesse sistema, a execução das ações contempla a setorização das especialidades, organizadas em mitigação, preparação, resposta e recuperação (MIGLIACCIO et al., 2018).

Quadro 7: Funções de suporte e estruturas operacionais do Departamento Nacional de Proteção Civil italiano.

<b>Funções de Suporte</b>	<b>Estruturas Operacionais</b>
Planejamento e técnica	
Assistência sanitária, social e veterinária	Grupos nacionais de pesquisa científica
Mídia e informações	Serviços técnicos nacionais
Voluntários	Serviço voluntário
Meios e materiais	Corpo de Bombeiros
Transporte e viabilidade	Forças Armadas
Telecomunicações	Comissão Florestal
Serviços essenciais	Forças Policiais
Avaliação de danos	Cruz Vermelha Italiana
Estruturas operacionais	Serviço Nacional de Saúde
Autoridades locais	Corpo Nacional, para resgate em montanhas e cavernas.
Materiais perigosos	

---

Atendimento à população

---

Coordenação de centros operacionais

---

Fonte: MIGLIACCIO et al. (2018).

Na Itália, o desastre ambiental de 2017 embasou a relevância da implantação de um banco de dados e de um sistema inteligente e eficiente de planejamento e execução das ações reparadoras, inclusive, demonstrando a importância da abrangência dos serviços de saúde que incluem a Medicina Veterinária em seu escopo (MIGLIACCIO et al., 2018).

Como se mostrou, as consequências dos desastres naturais vão muito além de seus efeitos imediatos, que culminam em mortes e convalescência nas populações humanas e animais. E, nesse cenário, a segurança alimentar e a transmissão de doenças são questões extremamente relacionadas às consequências de eventos de grandes magnitudes (MIGLIACCIO et al., 2018).

No Brasil, os desastres ambientais causados por eventos naturais (enchentes, secas persistentes, deslizamentos de terra) são minorizados por aqueles provocados pela intervenção humana. O vazamento de Césio-137, ocorrido em Goiânia – GO, em 1987, provocou a morte de quatro pessoas e o monitoramento de mais de 100.000 pessoas, ao longo do tempo. Em 2000, um vazamento de óleo de um duto, no Rio de Janeiro – RJ, provocou a contaminação da bacia de Guanabara, comprometendo todo seu ecossistema: 1,3 milhões de litros de óleo espalharam-se por cerca de 40 km<sup>2</sup> da bacia de Guanabara, afetando drasticamente a atividade pesqueira, por exemplo. Em 2015, o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana - MG, além de provocar a morte de 19 pessoas, causou o maior desastre ambiental já registrado no país, afetando toda a bacia do rio Doce. Todos os municípios ribeirinhos sofreram com o desabastecimento de água e com perdas econômicas decorrentes da interrupção da pesca e do turismo, além da elevada mortalidade de peixes e outros animais aquáticos. Um novo rompimento de barragem de rejeitos da mineração, dessa vez em Brumadinho – MG, em 2019, provocou a morte de 272 pessoas e o desaparecimento de outras dez, além de incontáveis perdas animais. O rompimento, nessa cidade, da barragem B1 da mina do Córrego do Feijão afetou áreas preservadas e propriedades rurais, até atingir o leito do rio Paraopeba e todo seu curso, por mais de 300 quilômetros até a hidrelétrica de Retiro Baixo, no norte do estado. Propriedades ribeirinhas foram afetadas e os animais de produção ainda sofrem com consequências secundárias às alterações de manejo, impostas pela impossibilidade de uso da água do rio.

Em comunidades estruturadas em condições de subsistência, o caráter socioeconômico sofrerá fortes agravos, pois, se não for afetado diretamente pela perda dos animais e da agricultura, a restrição alimentar e o acesso à fonte de água, além de alterações de bem-estar, são condições que afetam, na sequência, o desempenho e a produtividade. A restrição hídrica é agravante, quando a baixa oferta de fontes de água, após um desastre ambiental, força os animais sobreviventes, domésticos e silvestres a dividirem o mesmo ponto de dessedentação, fato que expõe ao risco de ciclos biológicos de doenças circunscritas a animais silvestres migrarem para o organismo de animais de produção. Nos casos de doenças infectocontagiosas de caráter zoonótico, esse risco é potencializado, em virtude da possibilidade de transmissão animal – homem (MIGLIACCIO et al., 2018).

De todo modo, as experiências nacionais e internacionais relativas aos impactos dos desastres ambientais sobre a fauna demonstram, claramente, a necessidade de um sistema de resposta integrado para emergências ambientais. Sobretudo, com a manutenção de um banco de dados atualizado sobre a população animal e suas principais características em cada território, aliado a uma gestão ativa dessas informações, o que torna eficiente e racional o uso dos recursos para prevenção, mitigação e reparação dos danos causados por tais desastres, sejam eles de causas naturais ou decorrentes da ação humana. Para tanto, é fundamental a participação de um serviço veterinário regionalizado aliado aos detentores de *know-how* em bem-estar animal (MIGLIACCIO et al., 2018).

### **3.9 Conceito de Saúde Única**

O crescimento populacional desordenado, a crescente resistência microbiana aos antibióticos e os altos índices de desmatamento são fatores que elevam os riscos do surgimento das doenças emergentes, tanto em seres humanos como em animais (RYU et al., 2017).

Nesse contexto, ganha relevância o conceito de Saúde Única, que traduz o conjunto indissociável de saúde humana, saúde animal e meio ambiente e, nessa perspectiva, o controle das doenças é realizado de forma mais eficaz pela associação de diferentes profissionais de saúde que, juntos, trabalham em prol de um mesmo objetivo (ZANELA; DERETI, 2018).

A origem do conceito ampara-se na Medicina Comparada, quando se estendem os conhecimentos baseados em modelos animais para o corpo humano e vice-versa. Não havia distinção entre a Medicina humana e animal na Era Pré-moderna, pois os estudos gerados em animais eram integralmente aplicados aos seres humanos, havendo, portanto, nessa época, o

conceito indissociável entre a Medicina e a Veterinária, como mostram os estudos do médico Vicq d'Azyr, que viveu na Europa no século XVIII e fez a primeira associação entre uma epizootia e as condições climáticas, em sua pesquisa sobre a peste bovina. Apenas no início do século XIX, surgiram as primeiras instituições dedicadas à Medicina Veterinária e, ainda assim, era frequente e estimulada a presença de estudantes de Medicina nas aulas de Veterinária e a presença de estudantes de Veterinária nas aulas de Medicina. Os primeiros professores das Escolas de Veterinária eram médicos, visto a intimidade desses profissionais de saúde com os cuidados em animais. Já no final do século XIX, as Escolas de Medicina e de Veterinária se separaram sem, entretanto, minimizar-se o interesse dos médicos pelos estudos em animais, baseando-se no conceito da Medicina Comparada. Não havia, portanto, barreiras que limitassem as duas disciplinas. Um importante epidemiologista que atuou na erradicação da varíola, na Era Moderna, William Foege, defendia a associação entre a saúde humana, animal e ambiental; já no século XX, em 1975, uma conjunção da OMS - Organização Mundial de Saúde, da FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e da OIE - Organização Mundial de Saúde Animal definiu o conceito de Saúde Pública Veterinária, fundamental para o controle da gripe aviária, em 2003 (OMS, 2017).

A concepção de Saúde Única foi, inicialmente, amparada pela visão horizontal da Medicina Comparada, humana e veterinária, sendo compreendida, portanto, como Medicina Única, quando não contemplava o meio ambiente. Mas, a partir da análise contextual do ecossistema, tornou-se mais abrangente, caracterizando os pilares do atual conceito internacional de Saúde Única (*One Health*) (RYU et al., 2017). O maior desafio, hoje, é quebrar as barreiras interdisciplinares que isolam as áreas da saúde humana, saúde animal e saúde ambiental e, ao mesmo tempo, considerar as questões que vão além da ciência, como a política pública que gerencia a saúde, os sistemas agrícolas, a gestão de terras e o meio ambiente, em detrimento aos critérios da lei e da ética (DESTOUMIEUX-GARZÓN et al., 2018).

O desequilíbrio ambiental acumulado sob anos da ação humana, por exemplo, é ponto fundamental nos agravos à saúde dos seres humanos e animais, afetando a coletividade (SOUZA; ANDRADE, 2014). E a crescente urbanização, que ocorre de forma desordenada, especialmente nos grandes centros urbanos, é também fator relevante para a manutenção de patologias recorrentes na população humana, para a reintrodução de doenças antes controladas e para o surgimento de doenças emergentes, intimamente relacionadas às questões ambientais e às alterações sanitárias animais impostas pela crescente necessidade de produção de alimento para a população humana (SOUZA; ANDRADE, 2014).

A Saúde Única, portanto, tem a função de projeção e implementação dos tópicos relevantes da legislação em saúde, políticas públicas e programas interdisciplinares dos diferentes setores, confluindo para a saúde global (OMS, 2017). E, nesse sentido, o Brasil deu importante passo para o reconhecimento da necessária unificação da saúde, na década de 1990, com a criação do SUS - Sistema Único de Saúde, quando a visão sobre o assunto abrangeu questões sociais, além daquelas meramente voltadas à patologia (SOUZA; ANDRADE, 2014).

Os seres humanos coexistem em uma relação complexa e interdependente com os animais e o meio ambiente, sendo que necessidades como alimentação, companhia e bem-estar dão suporte à interface homem - animal - meio ambiente. O desequilíbrio nessa interface, expõe o potencial risco de surgimento de doenças transmitidas dos animais para o homem, seja pelo contato direto, pela água, pelo alimento ou pelo meio ambiente. As zoonoses são de relevante importância para a saúde pública e para a socioeconomia de um país, pois representam uma alta porcentagem das doenças infecciosas existentes e daquelas recém-identificadas: mais de 60% dos microrganismos patogênicos existentes e emergentes que infectam os seres humanos têm origem em animais e, destes, 75% são de vida selvagem. Portanto, é clara a inconsistência em lidar com a saúde global de forma isolada. É latente a necessidade de reforçar a interface da saúde global, avaliando, de forma conjunta, as saúdes humana, animal e ambiental (OMS, 2017).

Por esse motivo, em 2018, a FAO, a OMS e a OIE firmaram uma ação conjunta de combate às doenças que ameaçam a saúde pública originadas pelo desequilíbrio dessa interação triangular. Assim, um enfoque foi dado ao plano de combate à resistência microbiana, por ser tratar de tema de alta prioridade para as três organizações. Além disso, o acordo de cooperação prevê a melhora da velocidade de resposta às doenças zoonóticas endêmicas e emergentes, incluindo as transmitidas por alimentos, e o reforço dos serviços nacionais de saúde, de modo a reduzir-se as ameaças à saúde global (OMS, 2017).

### ***3.9.1 O papel do médico veterinário na Saúde Única***

O papel do médico veterinário extrapola a prevenção, o diagnóstico e o tratamento das doenças animais, contemplando, também, a inspeção e a fiscalização sanitária dos produtos de origem animal destinados ao consumo humano, a participação nas políticas de saúde pública, sobretudo no controle das zoonoses e no estudo e controle das epizootias, no bem-estar animal e nas pesquisas científicas relacionadas à biossegurança e à produção de

vacinas e medicamentos (MIRANDA, 2018). E o papel desse profissional ganha relevância, quando se estima, por exemplo, que 60% das infecções que afetam os seres humanos têm origem zoonótica, como ocorre com os vírus causadores do ebola, da zika e da gripe aviária (RYU et al., 2017).

Alguns setores do conceito Saúde Única são especialmente relevantes para o papel do médico veterinário. Dentre eles, além do controle de zoonoses, destacam-se a garantia de segurança alimentar e a prevenção da resistência microbiana aos antibióticos (OMS, 2017). A necessidade de interseção dos diferentes setores da saúde justifica-se, assim, pelo fato de que muitas doenças humanas apresentam sua origem em organismos animais, por meio de mutação ou adaptação do agente infeccioso. Em função disso, além de englobar a sanidade animal, a Saúde Única contempla o meio ambiente como condição modificadora de microambientes e, portanto, facilitadora do surgimento de doenças emergentes e reemergentes (OMS, 2017). Analisando-se todo o contexto, é possível notar essa interdisciplinaridade dos setores da saúde. Ações profiláticas em animais, como a vacinação, por exemplo, podem conter o avanço de zoonoses, como ocorre com o vírus causador da *influenza* em animais: o conhecimento de suas características é base para a seleção genética dos vírus utilizados na produção das vacinas para a prevenção da *influenza* em seres humanos. Já a circulação de microrganismos resistentes aos antimicrobianos é latente entre as populações humanas e animais, podendo haver transmissão direta pelo contato homem-animal ou por via indireta, mediante o consumo humano de alimentos de origem animal.

Todas essas condições fortalecem a necessidade de colaboração entre os setores da Medicina humana, veterinária e do meio ambiente. Uma equipe multiprofissional - que englobe especialistas em saúde pública, saúde animal, biossegurança alimentar, fitossanidade, meio ambiente e recursos hídricos - tem a capacidade de expandir a visão sobre a saúde universal, o que reforça o conceito de Saúde Única. Além do ambiente multiprofissional, diferentes setores da esfera pública devem interagir para, prontamente, prevenir e responder às epidemias, epizootias, desequilíbrios ambientais e segurança alimentar. Portanto, agindo além das competências e territórios, setores da esfera governamental, universidades e iniciativa privada têm a capacidade de fomentar ações para garantir a saúde global (CASTRO; BARBARÁ; GIMENES, 2018).

E esse estreitamento da interface homem-animal-ecossistema é uma preocupação da OMS que, em parceria com a FAO e a OIE, promove respostas interdisciplinares para ações de segurança alimentar, controle de doenças e outras ameaças à saúde da população (OMS, 2017).

Em se tratando de segurança alimentar, faz-se necessária a reflexão sobre todas as condições externas que podem afetar a qualidade dos alimentos. A garantia de sanidade animal, a qualidade dos alimentos fornecidos aos animais, a aplicação da segurança sanitária em toda cadeia de produção e abate, a fiscalização dos produtos de origem animal, as mudanças climáticas, as questões voltadas à fitossanidade e o controle de uso de substâncias químicas são alguns dos vértices que garantem a qualidade e a sanidade de um alimento (DESTOUMIEUX-GARZÓN et al., 2018).

Outro aspecto importante, nos dias de hoje, é o fato de que, com a crescente globalização, os incidentes locais podem, rapidamente, evoluir para surtos internacionais, devido à velocidade com a qual as pessoas e os alimentos se deslocam. Exemplo disso é o surto de listeriose, em vários países da África, causado pela contaminação de carne pronta para o consumo por *Listeria monocytogenes*, na África do Sul, em 2017/2018, o que provocou o acometimento de 1060 indivíduos e a morte de 216 pessoas, pelo surto da doença. Como se tratava de um bem de exportação, a carne contaminada alcançou 15 países africanos, exigindo uma pronta e rápida resposta intergovernamental e intersetorial (OMS, 2017).

Além disso, um ponto no qual o médico veterinário tem extrema relevância - e que é crucial para o conceito de Saúde Única - reside na resistência microbiana aos antibióticos e na presença desses microrganismos na cadeia alimentar, como se disse anteriormente. O uso indiscriminado de antibióticos em animais e humanos corrobora para o desenvolvimento de cepas microbianas multirresistentes, passíveis de transmissão entre as espécies animais, agravando quadros de saúde que se tornam, muitas vezes, intratáveis. A preocupação, sobretudo com o uso indiscriminado de antibióticos em animais que fazem parte da cadeia produtiva alimentar, instigou a criação pela OMS de diretrizes, com a finalidade de instituir maior controle sobre o uso de antimicrobianos e de minimizar os danos globais decorrentes dessa multirresistência aos antibióticos, no contexto da saúde pública (OMS, 2017). A circulação de tais microrganismos multirresistentes ocorre tanto por contato direto entre animais e humanos como pelo consumo de alimentos de origem animal; por esse motivo, a resistência microbiana deve ser abordada também dentro da segurança alimentar, em integração com as demais áreas.

Essa aproximação de diferentes profissionais fortalece a discussão dos casos clínicos, aumentando o sucesso do diagnóstico e da terapêutica aplicada. No Brasil, do ponto de vista prático, pensando na lógica de trabalho interdisciplinar e direcionado para a saúde única, em 2008, o Ministério da Saúde brasileiro criou o NASF-AB - Núcleo Ampliado de Saúde da Família e Atenção Básica, com o intuito de reforçar a amplitude do atendimento às

comunidades. A integração de diferentes profissionais para além daqueles já existentes nas Equipes de Saúde da Família proporcionou melhores condições de diagnóstico, medidas de prevenção e atendimento ampliado as comunidades. De acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações - CBO, as áreas da saúde que poderão compor o NASF contemplam: Acupuntura, Homeopatia, Ginecologia e Obstetrícia, Pediatria, Psiquiatria, Geriatria, Clínica Médica, Medicina do Trabalho, Assistência Social, Educação Física, Farmácia, Fonoaudiologia, Nutrição, Psicologia, Terapia Ocupacional, Medicina Veterinária e outro profissional com graduação em Saúde e pós-graduação em Saúde Pública ou Coletiva. No entanto, a composição da equipe é definida pelo gestor público, conforme dados epidemiológicos, e poderá incluir ou não o médico veterinário, assim como outro profissional de saúde (BRASIL, 2020). Por se tratar de nova colocação profissional ao médico veterinário, as atribuições do veterinário no NASF-AB, estão sendo construídas em conjunto com o CFMV (CFMV, 2021).

As relações de interface entre a saúde humana, animal e ambiental são inúmeras, como se pode observar, e devem ser consideradas e tratadas conforme a ocorrência dos eventos desencadeadores de desequilíbrio nelas. O médico veterinário tem, justamente, importante papel nas estratégias de reconhecimento, diagnóstico, mitigação e desenvolvimento de ações e tecnologias científicas voltadas à reorganização desse equilíbrio e manutenção sistêmica da Saúde Única (PORTO, 2016).

### ***3.9.2 A configuração da Saúde Única em desastres ambientais.***

Incidentes ambientais podem provocar desastres em massa e acometer populações humanas e animais (GOMES et al., 2020). Diante de um desastre ambiental, independentemente do fator ou da combinação de fatores causais, deve-se avaliar seu efeito, no âmbito da saúde pública. Para tanto, devem ser consideradas as consequências do evento, sejam elas individuais ou combinadas. O primeiro e mais imediato fator é a interrupção do cotidiano normal daquela localidade ou território e todas as perdas envolvidas no processo, tais como perdas materiais, culturais, econômicas e ambientais, que culminem com a ampliação dos riscos, doenças e óbitos naquela população. Outros fatores a serem considerados são a extrapolação da capacidade das instituições municipais ou estaduais em absorver suas demandas com recursos próprios e, finalmente, a modificação do cenário sanitário, seja aumentando o risco de exposição às doenças pré-existentes, seja ampliando o risco do surgimento de doenças emergentes e reemergentes, sobretudo quando esses riscos

sobrepõem-se aos demais, agravando a situação pós-evento e prolongando as consequências do efeito primário por meses ou anos (PORTO, 2016).

A variedade de tipos de incidentes, sua localização, a combinação de fatores e a existência de uma população vulnerável (FREITAS et al., 2014) são determinantes para o acionamento correto das equipes de socorro e sua mobilização. De modo geral, desastres ambientais podem comprometer áreas urbanas, rurais ou áreas de mata, vitimando, além do homem, os animais, sejam eles domésticos ou silvestres (MIGLIACCIO et al., 2018). E, independentemente da causa, a ação de resposta, resgate e atendimento aos animais faz-se necessária, pois engloba uma série de responsabilidades: (1) a atenção à saúde pública está voltada à responsabilidade do médico veterinário, no que diz respeito ao controle da transmissão de doenças (GOMES et al., 2020); animais sobreviventes de um desastre ambiental que permaneçam feridos ou doentes no local são passíveis de fomentar a transmissão de doenças, corroborando com as epizootias e as infecções zoonóticas; (2) assim como ocorre em áreas de rompimento de barragens, outras causas de desastres ambientais podem fazer sucumbir fontes de água, unificando a mesma fonte de dessedentação para animais de diferentes espécies domésticas e silvestres, forçando uma aproximação não natural entre elas, o que pode potencializar o risco de transmissão de microrganismos patogênicos e causar as doenças emergentes (DESTOUMIEUX-GARZÓN et al., 2018); (3) o médico veterinário especializado em Medicina Veterinária Legal poderá contribuir com informações valiosas sobre efeitos de um desastre ambiental criminoso sobre a fauna doméstica e silvestre; a análise das características dos ferimentos e das lesões que culminaram na morte de um animal alimentarão os bancos de dados periciais, para posterior ação penal (GOMES et al., 2020); (4) a garantia da manutenção do bem-estar animal é também uma atribuição do médico veterinário atuante no resgate pós-desastre ambiental; o atendimento veterinário, a alimentação segura e o abrigo dos animais vitimados em um incidente são de extrema importância para a redução do estresse e o restabelecimento do bem-estar (GOMES et al., 2020); (5) os impactos econômicos em uma população vulnerável, sobretudo aquela que depende da produção animal para seu sustento, exigem do médico veterinário rápida resposta pós-desastre, com o intuito de restabelecer as condições sanitárias de um rebanho e o tratamento específico aos animais vitimados, promovendo seu rápido retorno aos sistemas de produção (SCHNEIDER et al., 2012); (6) animais domésticos de companhia e de produção, assim como os animais silvestres, provocam grande comoção na sociedade, quando vitimados por desastres ambientais, mas, apesar da imensa mobilização de voluntários engajados no resgate de fauna, o médico veterinário é peça-chave para o planejamento e execução do

socorro aos animais em situação de risco; (7) cabe, ainda, à equipe multidisciplinar, da qual o médico veterinário é membro integrante, garantir a segurança alimentar, evitar a disseminação de doenças humanas e animais e resgatar vidas em situação de risco (GOMES et al., 2020). Dessa maneira, a integração do profissional médico veterinário no cenário dos desastres ambientais apoia a atenção à saúde universal e ao bem-estar dos animais vulneráveis ao incidente.

### **3.10 A importância de se planejarem ações ou estratégias frente aos desastres naturais**

Reconhecer os riscos de uma localidade geográfica exposta a um evento potencial e a vulnerabilidade da população humana e animal desta localidade é um dos focos da preparação para um acidente (SCHNEIDER et al., 2012). Reconhecer o histórico dessa localidade ou macrorregião dos incidentes corrobora com o entendimento da probabilidade de ocorrência de um novo evento (SCHNEIDER et al., 2012). Ou seja, diante de uma tragédia ambiental que afeta de forma impactante uma população, dezenas de ações paralelas devem ser implementadas concomitantemente: a estrutura logística juntamente com o georreconhecimento trabalham juntas, para verificar acessibilidade e tornar, de fato, acessíveis as áreas afetadas; ter o conhecimento quantitativo e qualitativo da população e de suas atividades principais determina o plano de ação sobre onde e quando iniciar as buscas por sobreviventes; definir os meios de comunicação, os fluxos dos processos e a hierarquia para tomada de decisão favorece a eficácia das medidas de mitigação (GOMES et al., 2020).

No Brasil, não existe a definição do escopo de responsabilidades, dentro dos órgãos oficiais, para resgate e atendimento a animais vitimados por desastres em massa. Quando ocorre um desastre ambiental que vitima animais, é de extrema importância, então, a ação coordenada entre as equipes técnicas capacitadas para esse resgate e a coordenação implementada pelos órgãos oficiais (GOMES et al., 2020). Para tanto, seguir uma padronização do comando torna a ação eficaz e positiva. Uma ferramenta para este fim é o *Incident Command System* - ICS, plataforma organizacional de aplicação *in situ*, que objetiva responder, de forma tática, a um evento ou a uma série de eventos. O ICS padroniza o fluxo da informação, as análises, a tomada de decisão, a forma de comunicação, a aplicação das tarefas e, sobretudo, a estrutura hierárquica do processo - garantida a hierarquia nos fluxos, aumentam-se as chances de sucesso das operações (BURGIEL, 2019).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da área do estudo

#### 4.1.1 *Brumadinho*

Brumadinho é um município do estado de Minas Gerais, localizado a cerca de 50 km da capital Belo Horizonte. Possui uma população estimada em 40.103 habitantes e é considerada uma das maiores cidades da Região Metropolitana, visto que sua extensão territorial, de 639,4 km<sup>2</sup>, é quase duas vezes maior que a da capital mineira (IBGE, 2019).

De acordo com o último censo, realizado em 2010, pelo IBGE, 84,3% de sua população é urbana, enquanto 15,7% habitam a área rural (ATLAS BRASIL, 2020). Embora a maior parte da população seja urbana, apenas 19,5% das vias públicas são urbanizadas, o que faz de Brumadinho um município predominantemente rural. A zona rural é caracterizada por extensa área de pastagem, seguida pela produção de hortaliças, principalmente por meio da agricultura familiar, que corrobora também com o cinturão verde que abastece a grande Belo Horizonte. Segundo dados oficiais de 2017, a produção animal inclui, principalmente, bovinos (14.687 cabeças), suínos (9.874 cabeças) e aves (140.000 cabeças), com destinação à manutenção familiar e ao abastecimento da Região Metropolitana (IBGE, 2017).

Por ter uma extensa área territorial, Brumadinho está dividido em cinco distritos: (1) Brumadinho (Sede); (2) Conceição do Itaguá (abrange os povoados de Souza Noschese, Inhotim, Mato Dentro e Rio Veloso); (3) São José do Paraopeba (abriga os povoados de Coronel Eurico, Ribeirão, Martins, Colégio, Sapé, Casinhas e Marinhos); (4) Piedade do Paraopeba e (5) Aranha (com os povoados de Melo Franco, Córrego de Almas, Samambaia e Suzana). O município conta, ainda, com outros vilarejos ou povoados, sendo os principais Casa Branca, Tejuco e Córrego do Feijão (IBGE, 2017).

As principais vias de acesso ao município (figura 12) são a BR-381 e a MG-040 - vias mais rápidas para o centro de Brumadinho, e a BR-040, que leva à estrada que corta o Parque Estadual da Serra do Rola Moça, com destino ao vilarejo de Casa Branca (IBGE, 2017).

Figura 12: Principais vias de acesso a Brumadinho a partir de Belo Horizonte.

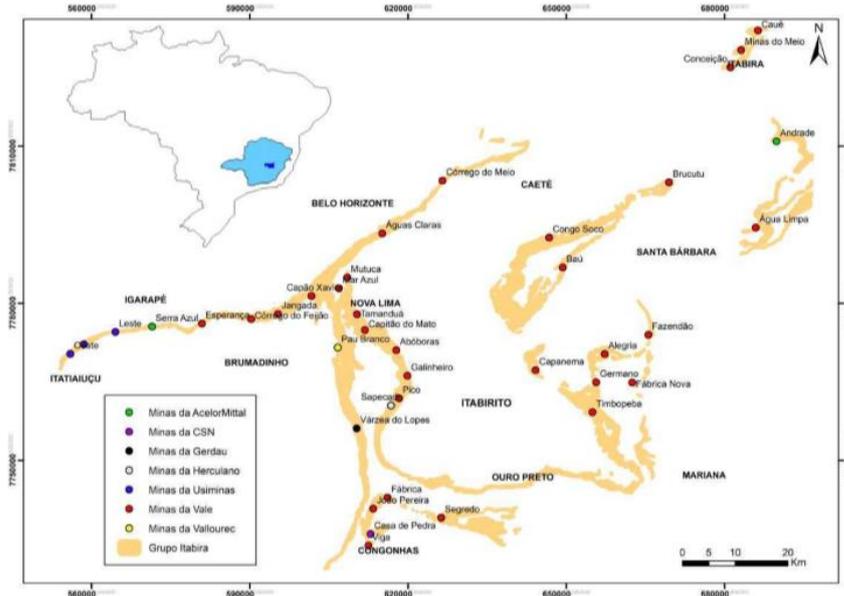


Fonte: GASPAR, F. F (2005).

#### 4.1.2 A Mineração em Brumadinho

Apesar da importante atividade agrícola, a principal atividade econômica de Brumadinho é a mineração. O município está englobado na delimitação do Geossistema Ferruginoso Quadrilátero Ferrífero - QF, que ocupa uma extensa área de 7.000 Km<sup>2</sup>, aproximadamente, localizada na Região Centro-Sudeste do estado (IBRAM, 2016), conforme demonstrado na figura 13.

Figura 13: Quadrilátero Ferrífero - Mineração e Geossistemas Ferruginosos.



Fonte: IBRAM (2016).

O QF é delimitado, a oeste, pelos rios das Velhas e Paraopeba; a leste, pelos rios Santo Antônio e Piracicaba, até a confluência com o rio Doce; ao norte, pelo paralelo 19°30' e, ao sul, pelo paralelo 20°40', ambas latitudes aproximadas. Além de Brumadinho, fazem parte do QF os territórios dos municípios de Barão de Cocais, Belo Horizonte, Belo Vale, Betim, Bom Jesus do Amparo, Caeté, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Contagem, Itabira, Itabirito, Jeceaba, Mariana, Moeda, Nova Lima, Ouro Branco, Ouro Preto, Raposos, Rio Acima, Rio Piracicaba, Sabará e Santa Bárbara. Nessas cidades, localizam-se as principais jazidas de ferro, manganês e ouro do Brasil (IBRAM, 2016; RUCHKYS; CASTRO; MIRANDA, 2019).

Dentro de QF, destacam-se as minas do Complexo Paraopebas, do qual fazem parte as minas Mar Azul, Jangada, Mutuca, Capão Xavier e Córrego do Feijão (O GLOBO, 2019). A mina do Córrego do Feijão produziu 7,8 milhões de toneladas de minério de ferro, no ano de 2017, e 8,5 milhões de toneladas, em 2018, de um total do Complexo Paraopebas de 26,3 milhões de toneladas, em 2017, e 27,3 milhões de toneladas, em 2018, respectivamente (VALE, 2019).

#### ***4.1.3 A Barragem I do Córrego do Feijão***

A Barragem I da mina Córrego do Feijão (Figura 14) está localizada em Brumadinho, nas coordenadas 23K 591957 7775094 (UTM) ou 20° 8' 10.72" S 44° 6' 36.18"W (Lat / Log – Grau Min Seg) (VALE, 2018), em localidade próxima ao povoado do Córrego do Feijão. Essa barragem foi construída, em 1976, pela empresa Ferteco Mineração, seguindo-se o modelo de alteamento a montante e não possuía lago. Foi adquirida pela Vale em 2001 e, desde 2015, está inativa.

Figura 14: Barragens da mina do Córrego do Feijão.



Fonte: Cavallini (2019).

Antes do rompimento, estava em processo de descomissionamento, e a deposição de rejeitos de mineração era sua finalidade. A área preenchida pelo rejeito era de 249,5 mil m<sup>2</sup>, sendo o comprimento da crista de 720m, e a altura da barragem, de 86m (VALE, 2019). O volume derramado no rompimento, em 2019, foi de 11,7 milhões de metros cúbicos de rejeito, que se somaram aos volumes das Barragens IV e IV-A, totalizando quase 12 milhões de metros cúbicos de rejeito derramado (ANDRADE et al., 2019).

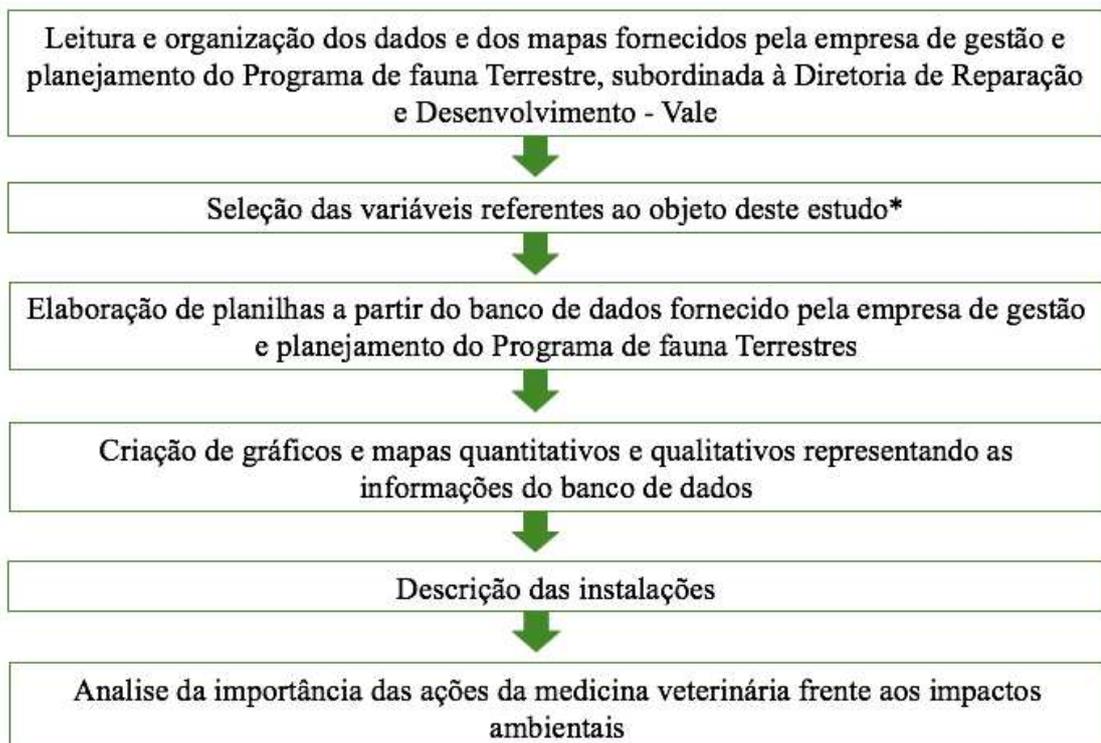
As estruturas da mina do Córrego do Feijão foram as primeiras a serem atingidas pela lama. Foram destruídas as instalações de usina, o terminal de carga, as oficinas de manutenção e os prédios administrativos (VALE, 2019), onde estava localizado o refeitório, lotado no momento do rompimento. Além disso, foram afetados os bloqueios no acesso rodoviário da mina até o povoado do Córrego do Feijão e o acesso da portaria até o trevo de Alberto Flores. Conjuntamente, a lama cobriu áreas de mata e zona rural, atingindo a pousada Nova Estância, fazendas, sítios e áreas de pastagem, passando pela área urbanizada do bairro Parque das Cachoeiras, e alcançou o ribeirão Ferro-Carvão, atingindo, finalmente, o curso d'água do rio Paraopeba. A partir da confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio

Paraopeba, o rejeito avançou por 315 km no leito do rio, até o reservatório da usina hidrelétrica de Retiro Baixo, localizada entre os municípios mineiros de Curvelo e Pompeu, na Bacia do Rio São Francisco (ANDRADE et al., 2019).

#### 4.2 Delineamento do estudo

Realizou-se um estudo epidemiológico observacional longitudinal descritivo, utilizando-se fontes de dados fornecidos pela mineradora responsável e baseado em informações registradas no período de 25/01/2019 a 25/01/2020. As etapas do estudo estão descritas na figura 15, conforme fluxograma a seguir:

Figura 15: Fluxograma de etapas do estudo.



(\*) Conforme seção 4.3.1

### 4.3 Fonte de dados, análise da informação e distribuição temporal

#### 4.3.1 Variáveis analisadas

Foram selecionadas as variáveis de relevância para o objeto deste trabalho, de acordo com as categorias analisadas dentro do período de estudo:

##### **(A) VARIÁVEIS DE RESGATE**

São as variáveis cujos dados foram registrados pelas equipes de campo com atuação na área atingida pelo rejeito, com foco em animais silvestres e domésticos

- Número de animais domésticos vivos resgatados.
- Número de animais silvestres vivos resgatados. (até 31/12/2019)
- Número de animais domésticos mortos resgatados (carcaças).
- Número de animais silvestres mortos resgatados (carcaças).
- Quantitativo de buscas de animais por metodologia (prospecção, supressão, campo, sobrevoo).

##### **(B) VARIÁVEIS - FAZENDA ABRIGO DE FAUNA - FAF:**

São as variáveis cujos dados foram registrados pela instalação Fazenda abrigo de fauna

- Quantitativo de animais, por espécie, que receberam algum tipo de atendimento na FAF.
- Quantitativo de animais por programa (resgate, fauna atropelada, supressão, assistencialista) que receberam algum tipo de atendimento na FAF.
- Total de animais que receberam abrigo no período do estudo.

##### **(C) VARIÁVEIS - HOSPITAL VETERINÁRIO VALE - HV:**

São as variáveis cujos dados foram registrados pela instalação Hospital Veterinário

- Quantitativo de animais, por espécie, que receberam algum tipo de atendimento no HV.
- Quantitativo de animais por programa (resgate, fauna atropelada, supressão, assistencialista) que receberam algum tipo de atendimento no HV.

- Total de animais internados na instalação dentro do período do estudo.
- Quantitativo de cães do CBM – Corpo de Bombeiros Militar atendidos no período do estudo.

#### **(D) VARIÁVEIS - EQUIPES DE CAMPO**

São as variáveis cujos dados foram registrados pelas equipes de campo com atuação destinada aos animais domésticos

- Quantitativo dos trabalhos realizados (atendimento *in loco*, resgate, movimentação para instalações, reintegração).

#### **(E) VARIÁVEIS – OCUPAÇÃO DOS MÉDICOS VETERINÁRIOS POR INSTALAÇÃO**

São as variáveis relacionadas aos postos de trabalho ocupados pelos diferentes profissionais atuantes das ações de atendimento à fauna

- Efetivo médico-veterinário;
- Principais formações dos profissionais envolvidos em cada setor;
- Formação dos profissionais ocupantes dos cargos de chefia / coordenação.

#### **4.3.2 Fontes de dados**

- Planilha de lançamentos e controle de dados dos animais atendidos no Hospital Veterinário Vale (HV).
- Planilha de lançamentos e controle de dados dos animais atendidos na Fazenda Abrigo de Fauna (FAF).
- Planilha de registros de atendimentos solicitados pela comunidade – Planilha Alô Fauna.
- Planilha de compilação de dados da fauna organizada pelas empresas responsáveis pelo planejamento de ações - Witt Obriens e Aiuká.
- Mapas fornecidos pelas empresas responsáveis pelo planejamento de ações - Witt Obriens e Aiuká.
- Fichas de atendimento veterinário de pequenos e grandes animais, para fins de elucidação de dados controversos das planilhas.

### ***4.3.3 Classificação das procedências de entrada dos animais nas instalações Vale***

Os animais resgatados nos dias imediatos ao rompimento da barragem recebiam os primeiros socorros e eram encaminhados para as instalações Vale, montadas com a finalidade de dar melhor suporte ao atendimento veterinário. As fontes de entrada dos animais nessas instalações foram classificadas da seguinte forma:

- **Popular:** animais levados às instalações por pessoas da comunidade. Nesse caso, o animal poderia ser uma vítima do rompimento da barragem ou ser de posse de algum morador de área atingida.

- **Equipe de campo:** animais levados às instalações por equipes técnicas subcontratadas pela Vale, com a finalidade de prestar os primeiros socorros e resgatar os animais vitimados pelo rompimento da barragem.

- **Base de atendimento:** funcionando na fase do pós-rompimento imediato, as bases de atendimento eram estruturas montadas nos Postos de Atendimento Vale (PA's), distribuídos nas comunidades, para prestar apoio à população. A base de atendimento veterinário era composta por equipe técnica, que realizava o atendimento ambulatorial dos animais e o encaminhamento dos casos críticos para as instalações.

- **Voluntários:** pessoas de diferentes municípios ou estados que se apresentavam voluntariamente para prestar auxílio ao resgate de animais e os levavam para as instalações.

- **Sem registro:** Casos cuja fonte de entrada do animal na instalação não foi registrada.

### ***4.3.4 Classificação das ocorrências - ações aplicadas aos animais***

Para melhor organização e entendimento da origem e manejo dos animais, foram criados os diferentes tipos de ocorrências:

- **Afugentamento:** o afugentamento é uma ação aplicada aos animais silvestres avistados em áreas passíveis de supressão vegetal que antecedem o início das obras emergenciais mitigadoras das ações de reparação aos danos causados pelo rompimento da barragem B1 do Córrego do Feijão.

- **Animal vivo que não pode ser resgatado:** trata-se de animal avistado em condição de risco, que deveria ser resgatado, no entanto, as condições do momento do avistamento não eram seguras para tal realização.

- **Animal vivo resgatado:** trata-se de animal avistado em condições de risco e resgatado com sucesso pela equipe de campo.
- **Atendimento:** trata-se da ação de prestar atendimento veterinário a um animal nas instalações Vale ou, em campo, na residência ou propriedade do tutor.
- **Carcaça:** cadáver do animal.
- **Rastreamento de fauna em risco:** ação de busca aos animais presentes numa área de risco, realizada por equipe técnica.
- **Realocação:** ato de realocar um animal silvestre em local seguro, contíguo à área de captura e previamente definido pela empresa de gestão do Programa de Fauna Terrestre.
- **Reintegração ou transporte de animais:** entende-se como reintegração o ato de devolver o animal ao tutor e, como transporte de animais, o ato de transportar o animal entre uma instalação Vale e a propriedade de origem ou propriedade de destino.

#### ***4.3.5 Classificação dos termos utilizados no manejo dos animais***

Foram padronizados os seguintes termos relacionados aos tipos de atendimento direcionados aos animais impactados:

- **Resgate:** ação caracterizada pela movimentação de um animal, que tenha ou não tutor identificado, até uma instalação Vale em que o animal pernoitará.
- **Atendimento clínico na instalação:** consulta do animal dentro de uma instalação Vale.
- **Atendimento clínico *in loco*:** consulta de um animal na residência ou propriedade do tutor.
- **Retorno:** continuidade do atendimento clínico.
- **Animal abrigado:** animal que não passa por tratamento clínico que necessite de internação, mas sua permanência é necessária, pelo fato de não ter tutor conhecido ou pelo fato de o tutor não apresentar condições, naquele momento, de albergar o animal.
- **Animal internado:** animal que permanece em uma instalação Vale, com a finalidade de receber o tratamento necessário à resolução de uma enfermidade.
- **Animal transferido:** animal levado para outra instalação Vale ou para instituições parceiras, com a finalidade de realizar algum procedimento imediato ou de duração variável.
- **Animal transportado:** animal que foi levado de uma instalação até a residência ou propriedade do tutor, ou levado de uma propriedade para outra.

- **Reintegração:** devolução de um animal, antes numa instalação Vale, para seu tutor.
- **Eutanásia:** ato de induzir um animal ao óbito, de forma humanizada.
- **Óbito:** animal que faleceu em decorrência de um quadro clínico, sem a indução da eutanásia.
- **Fugas:** ações de escape de animais das instalações.

#### ***4.3.6 Tratamento dos dados***

Por se tratar de um estudo observacional longitudinal descritivo, os dados fornecidos pela mineradora responsável, foram organizados em planilhas e analisados. Aqueles considerados relevantes para este estudo foram compilados em nova planilha EXCEL<sup>®</sup>, para formatação das informações e geração de gráficos e relatórios. Os mapas relativos às localizações das variáveis estudadas, também provenientes da mineradora, foram formatados em KMZ e elaborados com auxílio do *software* ArcGis Desktop<sup>®</sup> versão 10.6.

#### ***4.3.7 Distribuição temporal***

A compilação dos dados atentou-se a três momentos críticos observados no decorrer das ações de atendimentos veterinários aos animais vitimados, direta ou indiretamente, pelo rompimento da Barragem I do Córrego do Feijão. A distribuição temporal das ações foi dividida em *Momento Emergencial*, *Momento de Transição* e *Momento Pós-Emergencial*. Dessa forma, as instabilidades das informações disponibilizadas, especialmente no *Momento Emergencial*, puderam ser analisadas de forma diferenciada da análise dedicada ao *Momento de Transição* e ao *Momento Pós-Emergencial*, quando, de forma progressiva, a evolução dos métodos de registro e controle de dados foi se aprimorando, garantindo maior profundidade e solidez das análises.

### **4.4 Projeto Resgate de Fauna: programas e seus tipos de ocorrência**

Durante todo o período pós-rompimento, desenvolveram-se programas de mitigação aos danos causados às faunas doméstica e silvestre locais. Tais programas diferenciam-se no tipo de abordagem e na classificação animal (doméstico ou silvestre). Dentro de cada um,

encaixam-se diferentes tipos de ocorrências. Os quadros 8 a 14, a seguir, demonstram esses programas e suas principais ocorrências.

Quadro 8: Principais Ocorrências do Programa Prospecção de Fauna Terrestre.

<b>PROGRAMA: Prospecção de Fauna Terrestre</b>
<b>Ocorrências:</b>
Animal vivo resgatado Afugentamento Animal vivo que não pode ser resgatado Carcaça Atendimento Rastreamento de fauna em risco Realocação Reintegração ou transporte de animais Fauna atropelada

Fonte: Produção da autora (2021).

Quadro 9: Principais ocorrências do Programa de Supressão Vegetal.

<b>PROGRAMA: Supressão Vegetal</b>
<b>Ocorrências:</b>
Afugentamento Animal vivo resgatado Atendimento <i>in loco</i> Avistamento Carcaça Realocação

Fonte: Produção da autora (2021).

Quadro 10: Principais ocorrências do Programa Sobrevoos.

<b>PROGRAMA Sobrevoos</b>
<b>Ocorrências:</b>
Animais vivos na área atingida Animais mortos na área atingida Animais vivos na borda da área atingida Animais mortos na borda da área atingida Animais vivos próximo à área atingida Animais mortos próximo à área atingida

Fonte: Produção da autora (2021).

Quadro 11: Principais ocorrências do Programa Atendimento Veterinário.

<b>PROGRAMA: Atendimento Veterinário</b>
<b>Ocorrências:</b>
Atendimento Animal vivo resgatado Animal vivo que não pode ser resgatado

Reintegração ou transporte de animais Carcaça
--

Fonte: Produção da autora (2021).

Quadro 12: Principais ocorrências do Programa Fauna Atropelada.

<b>PROGRAMA: Fauna Atropelada</b>
<b>Ocorrências:</b>
Animais atropelados dentro do <i>buffer</i> do programa, ou por veículo Vale ou prestador de serviço à Vale

Fonte: Produção da autora (2021).

Quadro 13: Principais ocorrências do Programa Atendimento Assistencialista.

<b>PROGRAMA: Atendimento Assistencialista</b>
<b>Ocorrências:</b>
Emergências

Fonte: Produção da autora (2021).

Quadro 14: Principais ocorrências do Programa Cães do Corpo de Bombeiros Militar.

<b>PROGRAMA: Cães do Corpo de Bombeiros Militar</b>
<b>Ocorrências:</b>
Número de animais Atendimentos HVV

Fonte: Produção da autora (2021).

#### 4.5 Nexo Causal

Nexo causal refere-se à relação – direta ou indireta - do animal com o rejeito, por meio de seu tutor ou da propriedade de origem desse animal. O conceito de Nexo Causal passou por um afinamento dentro do intervalo de tempo, sendo extremamente amplo no momento emergencial e mais direcionado no momento pós-emergencial (conforme quadro 15, a seguir).

Quadro 15: Principais relações de Nexo Causal.

<b>NEXO CAUSAL</b>
Animal em contato com o rejeito ou com a água do rio Paraopeba
Propriedade afetada diretamente pelo rejeito
Propriedade em área isolada pelo rejeito
Propriedade em área próxima ao rejeito
Propriedade em área próxima ao Rio Paraopeba
Animal sujo de rejeito
Animal debilitado em área de risco de contaminação com o rejeito
Animal isolado pelo rejeito
Perda de membro familiar
Perda de renda familiar
Outros

Fonte: Produção da autora (2021).

## 5 RESULTADOS

Este estudo analisou os impactos frente ao rompimento da barragem de rejeitos B1, na mina Córrego do Feijão, em Brumadinho - MG e as ações reparadoras desenvolvidas para mitigação dos danos, dentro do intervalo de tempo de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020. Alguns dos dados analisados, apresentaram período de avaliação particular, devido a data de início dos registros ou a data de implantação daquele dado. Para cada um dos resultados, o período avaliado foi descrito para garantir um melhor entendimento.

Por se tratar de um evento para cuja magnitude não havia precedentes no Brasil, as ações mitigadoras aos danos causados pelo rompimento da Barragem I do Córrego do Feijão foram mobilizadas inicialmente de forma emergencial. Assim sendo, no momento pós-imediato ao rompimento, quando ainda se articulavam as ações de resgate e abrigo dos animais, falhas de diferentes proporções foram notadas, durante a análise dos dados compilados pela empresa de gestão do Programa de Fauna Terrestre da mineradora. Dentre elas, a ausência de alguma informação no registro dos animais nas instalações, a ausência de fichas padronizadas, o não preenchimento de fichas, dados inconsistentes ou incompletos, não identificação da data, erros de nomenclatura, preenchimento ilegível dos dados nas fichas, ações realizadas por voluntários e equívocos na interpretação de conceitos, que podem afetar a interpretação e quantificação dos dados e, portanto, sua análise. Em contrapartida, a ocorrência desses eventos chama fortemente a atenção para a necessidade de criação de protocolos completos em todas as vias de ação, de modo a evitar ou minimizar, futuramente, tais equívocos.

### 5.1 Estrutura Organizacional

Instantes após o rompimento da barragem B1, diversas ações tiveram início com o intuito de amenizar danos e gerar estruturas resolvedoras dos inúmeros transtornos causado por este colapso. À medida que o tempo transcorreu, tais estruturas, antes de base simplificada, absorveram a complexidade inerente aos temas, dando origem à criação de uma diretoria especial para tratar da mitigação a estes danos. Além disso, em se tratando da mitigação dos danos sobre a fauna impactada, setores específicos foram desenvolvidos com a finalidade de tornar as ações operacionais. Tais setores serão descritos a seguir.

### ***5.1.1 Diretoria Especial de Reparação e Desenvolvimento:***

A Diretoria Especial de Reparação e Desenvolvimento foi criada pela Vale S.A. para garantir as ações reparadoras dos danos causados pelo rompimento da barragem B1 do Córrego do Feijão, em Brumadinho. O objetivo desta diretoria especial foi coordenar as ações voltadas às recuperações ambiental e socioeconômica realizadas em Brumadinho e nos demais 16 municípios impactados ao longo do leito do rio Paraopeba até a represa hidrelétrica de Retiro Baixo – MG. Além disso, é de responsabilidade da diretoria de reparação, garantir a coordenação das atividades comunitárias nas zonas de autossalvamento (ZAS) e nas áreas afetadas por barragens que apresentem níveis de emergência 2 ou 3.

### ***5.1.2 Coordenação de Fauna***

A coordenação de fauna atuou na gestão de todas as ações e frentes de trabalho voltadas à fauna, intermediando os alinhamentos das tomadas de decisões e coordenando suas aplicações. A coordenação inicial das ações relacionadas às atividades com a fauna, durante o período analisado, ocorreu sob a responsabilidade de um médico veterinário, que em meados de 2019, foi substituído por um profissional formado em biologia, que se manteve durante o período analisado neste estudo.

### ***5.1.3 Setor de planejamento***

Submetido à coordenação de fauna, o setor de planejamento foi ocupado por um grupo de diferentes empresas e por profissionais de variadas formações. A função dos profissionais engajados em ações de planejamento envolveu o alinhamento e a aplicabilidade das exigências dos órgãos ambientais fiscalizadores sobre todas as atividades mitigadoras para redução dos impactos do rompimento da barragem sobre a fauna silvestre e doméstica afetada.

### ***5.1.4 Setor de Operações***

O setor de operações atuou sob a tutela da coordenação de fauna e em paralelo ao setor de planejamento. Formado por diferentes profissionais, a função deste setor era

operacionalizar as ações alinhadas com a coordenação de fauna, gerenciando as atividades que são executadas pelas equipes de campo.

### **5.1.5 Equipes de Campo**

As equipes de campo configuraram uma parte do trabalho das ações de fauna direcionadas ao atendimento *in loco*, ou seja, no local de seu acontecimento. As equipes de campo foram divididas em diferentes frentes de trabalho adaptados ao atendimento das premissas dos órgãos ambientais fiscalizadores e das necessidades identificadas a cada dia de trabalho. Além do atendimento primário no local do incidente, as equipes de campo desenvolveram ações coordenadas de apoio às instalações, de atendimento à comunidade e de acompanhamento das obras emergenciais.

Tais atividades de campo eram distribuídas nos escopos a seguir:

- Prospecção e resgate de fauna silvestre: equipe responsável pela prospecção de fauna silvestre no entorno da lama, em área delimitada pelo setor de planejamento;
- Atendimento e resgate de animais domésticos: equipe responsável pelo atendimento a animais domésticos impactados pelo desastre;
- Monitoramento e resgate de fauna atropelada: equipe responsável por monitorar o *buffer* (área delimitada com maior fluxo de veículos devido às obras da reparação) de fauna atropelada em busca de animais vitimados por atropelamento;
- Salvaguarda animal: equipe de apoio para atendimento e resgate de animais dos programas fauna atropelada, prospecção de fauna e supressão vegetal;
- Monitoramento e resgate de abelhas silvestres: equipe responsável pelo monitoramento, resgate e realocação de abelhas silvestres.

## **5.2 Instalações Vale para atendimento à fauna**

Nos momentos seguintes ao rompimento da barragem B1 do Córrego do Feijão, as primeiras ações voltadas à atenção à fauna começaram a ser construídas e, dentre as quais, observou-se a necessidade de estruturar instalações capazes de receber os animais resgatados em virtude do desastre, nos mais diferentes quadros clínicos e nas mais diversas condições.

A estruturação física das instalações, no momento imediato ao incidente buscou suprir a emergência da situação.

Em paralelo, foram criados o Hospital Veterinário de Campanha da Vale – HVCV que teve como base, a quadra de esportes do vilarejo Córrego do Feijão e a Fazenda Abrigo de Fauna – FAF, localizada numa área rural de Brumadinho, nas proximidades do vilarejo da Ponte das Almorreimas, fora do “*dam break*” das barragens da Mina do Córrego do Feijão em situação de emergência (níveis 2 e 3).

Nas primeiras horas após o rompimento da barragem, antes mesmo da estruturação das instalações, grupos de voluntários organizados já se distribuíam pelas áreas afetadas em busca de animais sobreviventes. Ressalta-se aqui a importante ação do grupo de resgate de animais em desastre (G.R.A.D), dos voluntários organizados pelo CRMV-MG e dos alunos e professores da EV-UFMG.

### **5.2.1 Hospital Veterinário**

Sobre a quadra de esportes localizada no vilarejo Córrego do Feijão, ergueu-se a estrutura que, em poucas semanas, passou a ser chamada de Hospital Veterinário de Campanha da Vale (HVCV). O Hospital, contava com consultórios, farmácia, bloco cirúrgico e alas de internação para as diferentes espécies domésticas e silvestres, além de baias e curral para o manejo de grandes animais domésticos.

A mão de obra inicial era formada por médicos veterinários voluntários do G.R.A.D, grupos organizados pela autarquia Conselho Regional de Medicina Veterinária de Minas Gerais, por estudantes e médicos veterinários da Universidade Federal de Minas Gerais e outras faculdades, supervisionados por professores da respectiva instituição e por médicos veterinários autônomos voluntários.

A partir de julho de 2019, a estrutura do hospital veterinário foi transferida para outra localidade, no centro de Brumadinho, visto a necessidade de ampliação da área construída, a necessidade de especialização em atendimento a pequenos animais domésticos e a ampliação da capacidade de absorver as demandas médico-veterinárias geradas nas demais regiões sob responsabilidade da diretoria especial de reparação e desenvolvimento da Vale, que incluíam as barragem em situação de emergência nível 2 das regiões de Barão de Cocais e Macacos – MG. Durante a fase de transição da instalação até sua efetiva mudança de local de atendimento, o elenco profissional passou a ser ocupado por médicos veterinários contratados por empresa terceirizada prestadora de serviço à Vale, além de outros profissionais envolvidos na área de saúde e segurança (enfermeiras, farmacêuticas, auxiliares veterinários, técnicos em segurança, administradores, profissionais de recursos humanos, auxiliares de limpeza e

manutenção, dentre outros). Após a nova estruturação, o hospital veterinário deixou de ter as características de um hospital de campanha, passando a ser chamado de Hospital Veterinário – Vale (HVV).

### ***5.2.2 Fazenda Abrigo de Fauna – FAF***

A Fazenda Abrigo de Fauna, no momento imediato ao colapso da barragem, assim como o HVCV, possuía suas atividades bastante diversificadas em relação ao atendimento clínico de animais domésticos de pequeno e grande porte, além de animais silvestres. Ainda na fase emergencial, a FAF, pela área da instalação, já funcionava como abrigo para os animais resgatados em boas condições de saúde que necessitavam de estadia e amparo que lhes garantisse o bem-estar necessário à sua plena recuperação e pelo tempo suficiente até a identificação de seus responsáveis.

Assim como o HVV especializou-se no atendimento clínico e cirúrgico de pequenos animais, perdendo a caracterização de hospital de campanha e ganhando a face de um hospital veterinário, também a FAF se especializou como instalação de abrigo para pequenos e grandes animais domésticos além de fornecer o atendimento clínico especializado em grandes animais domésticos e em animais silvestres, até que estes estivessem aptos à soltura.

Na fase emergencial, os profissionais engajados no atendimento aos animais também eram, principalmente, voluntários do G.R.A.D., grupos organizados pelo CRMV-MG e pela EV-UFGM, assim como voluntários de diversas regiões do país. Mais tarde, a FAF passou a apresentar o mesmo perfil de contratação profissional que o HVV.

### ***5.2.3 Centro de Triagem Animal – CTA***

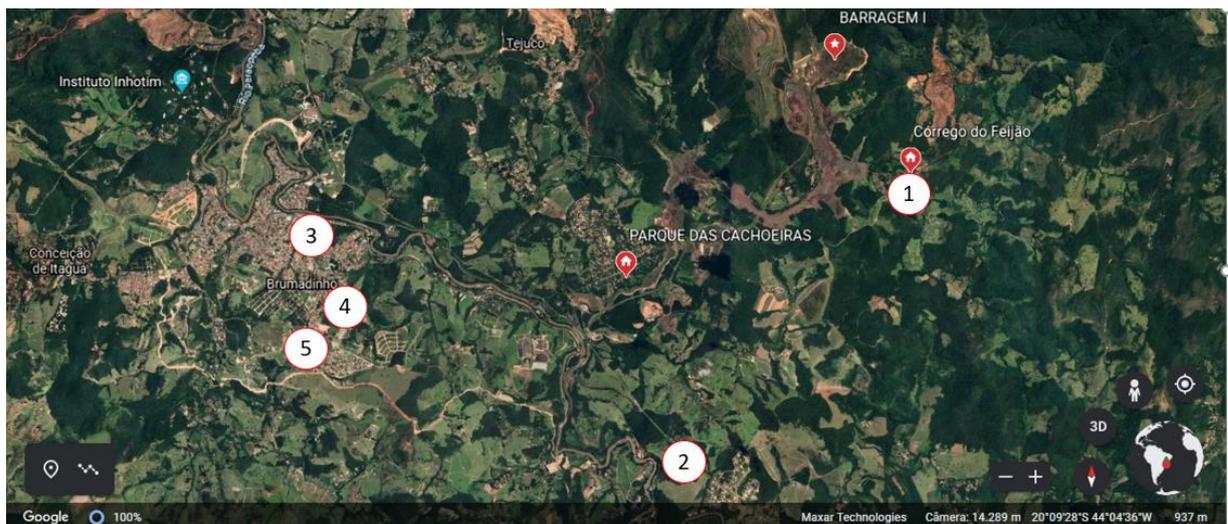
O Centro de Triagem Animal funcionou como ponto de apoio para as equipes de campo. Localizado no centro de Brumadinho, o CTA era utilizado para reuniões de planejamento, escalonamento das equipes e distribuição das demandas. Esta instalação temporária foi desmobilizada a partir da transferência da base das equipes de fauna para o Espaço Aurora, que passou a ser o centro de comando das ações de reparação em Brumadinho.

### 5.2.4 Espaço Aurora

O Espaço Aurora, antigo clube do município, passou a albergar toda a estrutura central de comando das ações executadas pela diretoria de reparação e desenvolvimento, albergando o centro de comando do Corpo de Bombeiros Militar, os escritórios de infraestrutura e informática, o refeitório e diferentes depósitos. Além disso, a “Fauna” foi transferida para esta instalação, em escritório compartilhado com as equipes de campo, o setor de operações e o setor de planejamento.

A imagem de satélite a seguir (figura 16), mostra a localização destas instalações no momento emergencial (1, 2 e 3) e a localização das instalações para atendimento à fauna após sua estruturação (1, 4 e 5).

Figura 16: Imagem de satélite da área afetada pelo rompimento da barragem B1 com a localização das instalações voltadas ao atendimento à fauna no momento emergencial e pós emergencial.



Fonte: Produção da autora (2021)

O círculo 1 corresponde ao Hospital Veterinário de campanha da Vale, localizado no vilarejo do Córrego do Feijão; o círculo 2, corresponde à localização da Fazenda Abrigo de Fauna, na zona rural de Brumadinho; o círculo 3 corresponde ao Centro de Triagem Animal, localizado na área urbana de Brumadinho; o círculo 4 corresponde ao Hospital Veterinário - Vale, localizado na região central de Brumadinho; o círculo 5 corresponde ao Centro de comando Espaço Aurora, localizado na área urbana de Brumadinho, próximo ao HVV. O centro do mapa apresenta a mancha de rejeitos causada pelo colapso da barragem B1 do Córrego do Feijão.

### **5.2.5 Faculdade ASA, Posto Estação do Conhecimento e Postos de Atendimento Vale – PA's**

Importante salientar as primeiras estruturas que serviram como apoio às frentes de trabalho que chegaram precocemente a Brumadinho. Os prédios da faculdade ASA de Brumadinho serviram como escritório do comando central do corpo de bombeiros militar e da diretoria de reparação, ainda em estruturação nesta fase, no momento imediato ao rompimento da barragem. Já a Estação do Conhecimento, um estabelecimento cultural e esportivo do município, serviu como uma das primeiras estruturas de apoio logístico para todas as frentes de trabalho. Além da base do corpo de bombeiros montada no Córrego do Feijão, que era limitada em espaço e acesso, os militares mantiveram a estrutura espacial da Estação do Conhecimento como base para pouso e decolagem de helicópteros. Além disso, todo o trabalho voluntariado era recebido e organizado nesta instalação. Por se tratar de um município com extensa faixa territorial, os Postos de Atendimento (PA's) foram distribuídos nas comunidades afetadas pela lama de rejeitos e comportavam espaços para os mais variados tipos de atenção à comunidade, dentre eles, ambulatórios veterinários para atendimento de casos simples e triagem e encaminhamento de casos complexos.

### **5.3 Serviços de atenção à Fauna**

Apesar dos rompimentos de barragem de contenção de rejeitos já terem acontecido diversas vezes no Brasil, poucas foram as ações que, de fato, geraram um impacto para a prevenção e mitigação dos danos à fauna. No caso de Brumadinho, pelo fato de haver uma população humana e animal susceptível numerosa, inclusive com o maior número de óbitos humanos já registrados num incidente desta natureza no Brasil, as qualificações do atendimento às exigências dos órgãos ambientais e à comunidade, obrigaram os envolvidos a buscar pela implementação de ações resolvedoras. Empresas de notoriedade de mercado foram contratadas pelo *know-how* em resgate de fauna em situação de desastres, mesmo que de outras naturezas. Em paralelo, foram implementados serviços de atendimento à comunidade queixosa de suporte aos animais domésticos. Os principais serviços implantados e desenvolvidos são descritos a seguir.

### **5.3.1 Incident Command System (ICS)**

O ICS é um sistema organizacional de ação global implantado com o intuito de direcionar ações e táticas a um determinado evento local ou série de eventos. O ICS estrutura ações de análise, comunicação, fluxo de informação, coordenação e tomada de decisão, estabelecendo um padrão para a aplicabilidade destas ações. O ICS é usado mundialmente, sobretudo, na fase aguda dos danos ou desastres que promovam prejuízos ao ambiente, à saúde humana ou aos recursos necessários à sobrevivência, o que inclui desastres naturais, incêndios florestais, derramamento de produtos químicos, ataques terroristas, surtos de doenças infecciosas e introdução de espécies invasoras. Os protocolos do ICS facilitam a análise das medidas mitigadoras, direcionando as ações, prioridades e *modus operandi*.

### **5.3.2 Alô Animal Brumadinho**

O serviço Alô Animal Brumadinho foi desenvolvido nas primeiras semanas de ação do setor de fauna, após a identificação de uma necessidade da comunidade em registrar o desaparecimento ou buscar por informações dos animais potencialmente atingidos pelo rejeito da barragem. O serviço contou, ao longo do período analisado, com a ação de profissionais médico veterinários e biólogos para atendimento e registro das solicitações, assim como o cruzamento das informações do banco de dados que foi gerado no dia a dia deste serviço.

### **5.3.3 Sistema de Registro de Demandas (SRD)**

O Sistema de Registro de Demandas (SRD) é um sistema de captação de solicitações, classificação e distribuição de demandas, gerido por uma empresa terceirizada, prestadora de serviço à Vale, desenvolvido para o atendimento à comunidade afetada. Para as ações da fauna, o SRD passou a vigorar em meados de agosto de 2019 e proporcionou a organização ampla dos registros de solicitações e capacidade de avaliação, por meio de indicadores, dos prazos de resposta de cada setor responsável.

## **5.4 Nexo Causal**

O Nexo Causal, ou simplesmente Nexo, foi um termo utilizado para identificar a relação do fator gerador da demanda ao rompimento da barragem B1 do Córrego do Feijão.

Desde o momento do rompimento da barragem, passando pelas fases de reconhecimento da situação e das condições e características da população atingida, o nexos causal passou por evolução de entendimento e por um afinamento de conceito, estando, ao longo do tempo, cada vez mais direcionado ao animal que teve contato direto com o rejeito ou a água do rio Paraopeba contaminada pelo rejeito. A presença ou ausência do nexos causal determina o critério de elegibilidade para um atendimento veterinário *in loco* (este programa de atendimento à fauna será explicado mais adiante). Não houve datas ou pontos de corte específicos para cada validação de novo entendimento de nexos causal. As ações de resposta eram tratadas respeitando um período de transição e de resolução paralela de questões mitigadoras, como o pagamento de indenização emergencial e a disponibilização de residências para pós moradia.

O quadro 16 resume as relações de nexos causal em função do tempo decorrido após o incidente.

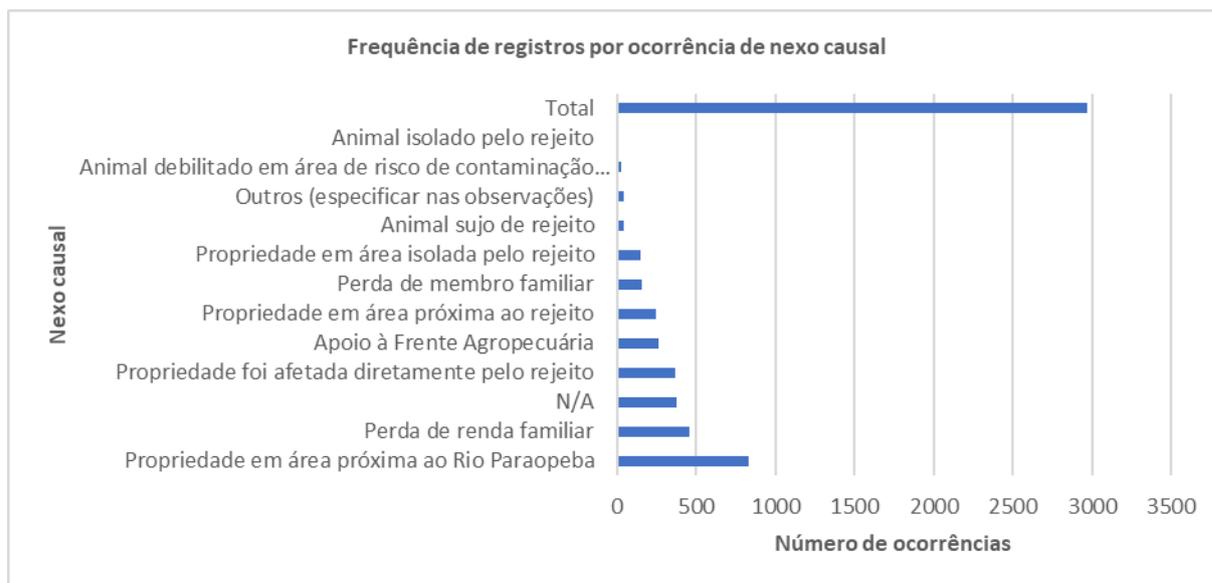
Quadro 16: Relação entre tempo decorrido em relação à data do rompimento da barragem de rejeitos B1 do Córrego do Feijão e as características consideradas como relação de nexos causal.

<b><i>Momento do Incidente</i></b>	<b><i>Relação de nexos causal</i></b>
<b><i>Momento imediato / emergencial</i></b>	<b><i>-Animais / tutores residentes nas áreas afetadas ou em suas proximidades</i></b>
<b><i>Momento de transição</i></b>	<i>-Propriedade afetada diretamente pelo rejeito;</i> <i>-Propriedade em área isolada pelo rejeito;</i> <i>-Propriedade em área próxima ao rejeito;</i> <i>-Propriedade em área próxima ao Rio Paraopeba;</i> <i>-Animal sujo de rejeito;</i> <i>-Animal debilitado em área de risco de contaminação com o rejeito;</i> <i>-Animal isolado pelo rejeito;</i> <i>-Perda de membro familiar;</i> <i>-Perda de renda familiar;</i>
<b><i>Momento pós emergencial</i></b>	<i>-Animal em contato com o rejeito ou com a água do rio Paraopeba</i>

Fonte: Produção da autora (2021).

O gráfico 2 demonstra a frequência de registros de ocorrência denexo causal vinculadas ao programa de atendimento veterinário *in loco*, no período analisado.

Gráfico 2: Frequência de registros denexo causal contabilizados no programa Atendimento Veterinário *in loco* durante o período de 25/01/2019 a 25/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Produção da autora (2021).

Na sequência, segue a descrição donexo e a frequência de ocorrências destes nexos registradas no programa atendimento veterinário *in loco*: 07 ocorrências correspondem a animal isolado pelo rejeito (0,24%); 23 a animal debilitado em área de risco de contaminação com o rejeito (0,77%); 43 a animal sujo de rejeito (1,45%); 152 a propriedade em área isolada pelo rejeito (5,12%); 160 a perda de membro familiar (5,39%); 249 a propriedade em área próxima ao rejeito (8,38%); 371 a propriedade afetada diretamente pelo rejeito (12,49%); 454 a perda de renda familiar (15,29%); 835 propriedade em área próxima ao Rio Paraopeba (28,11%). Ainda neste gráfico, são consideradas outras 40 ocorrências (1,35%), 377 atendimentos *in loco* realizados com ausência denexo causal, representados pela sigla N/A (12,69%) e, por último, registrado aqui pelo volume de ocorrências, os 259 atendimentos veterinários realizados *in loco* motivados, não pela categorização donexo causal, mas por um efeito indireto ao rompimento da barragem, em apoio à Frente Água e Agropecuária (8,72%). Este programa, apesar de não fazer parte da mesma gerência dentro da diretoria de reparação e desenvolvimento, atua em paralelo, atendendo às propriedades rurais, impactadas pelo desastre. O número de ocorrência denexo causal e demais motivações vinculadas aos

atendimentos veterinários *in loco* registradas no período analisado totalizam 2.970 (100%) ocorrências.

## **5.5 Programas de atendimento à fauna**

Como medidas mitigadoras, os programas de atendimento à fauna foram desenvolvidos com o intuito de atender às exigências dos órgãos ambientais e jurídicos fiscalizadores das ações de reparação. Os programas foram criados a partir do momento pós rompimento imediato e foram ajustados ao longo do tempo.

Para um melhor entendimento das análises, os programas de atendimento à fauna foram divididos em programas de atendimento a campo e programas de atendimento nas instalações Vale.

### ***5.5.1 Programas de atendimento à fauna desenvolvidos em atividades de campo***

Inicialmente, são apresentados os programas executados a campo para atendimento à fauna impactada pelo rompimento da Barragem I de Brumadinho são:

#### ***5.5.1.1 Programa de prospecção de fauna terrestre***

O estudo de levantamento das espécies animais impactadas pelo rejeito derramado da barragem B1, configurou o trabalho de prospecção realizado no entorno da lama desde os primeiros dias após o incidente, mantendo-se ativo nos primeiros meses, até a observação da estabilidade da população animal na área impactada.

#### ***5.5.1.2 Programa de supressão vegetal***

A partir da fase de implementação das obras emergenciais, em atendimento às medidas mitigadoras dos danos causados à comunidade, fez-se necessária ação de equipe técnica para acompanhamento dos processos de supressão vegetal, visando o afugentamento e, se necessário, realocação e resgate de animais residentes nos locais definidos, previamente, ao início das obras.

#### 5.5.1.3 Programa sobrevoos

O programa de avistamento por sobrevoos originou-se imediatamente após o rompimento da barragem e manteve-se ativo, ocorrendo diariamente, até 31 de dezembro de 2019. Os sobrevoos, realizados em helicóptero, inicialmente, ocorreram duas vezes ao dia e, mais tardiamente, mantiveram-se na frequência de uma vez ao dia. Diariamente, a aeronave seguia uma rota pré-estabelecida, circundando o entorno do rejeito, a área da mina e as estradas de acesso, com o intuito de avistamento e registro das espécies animais presentes nas áreas determinadas do entorno do rejeito. Por vezes, a aeronave, também foi utilizada como meio de afugentamento de espécies animais em regiões de difícil acesso ou de alto risco para equipes de solo, como taludes, cavas e cristas de barragens.

#### 5.5.1.4 Programa fauna atropelada

O programa fauna atropelada foi desenvolvido para a implementação do monitoramento e atendimento à fauna atropelada nas vias de acesso do entorno do rejeito e das obras emergenciais, em decorrência do aumento do fluxo de veículos em prol das atividades resolvidoras. Foi estabelecido um *buffer* de ação para as equipes de campo, responsáveis pelo recolhimento de carcaças de animais atropelados ou atendimento aos animais vivos, contando, para tanto, com o suporte das instalações (HVV e FAF)

#### 5.5.1.5 Programa atendimento veterinário *in loco*

O atendimento veterinário *in loco* foi uma das atividades desenvolvidas por equipes multidisciplinares com presença do médico veterinário como ator principal. Dos 5 escopos de atividades de campo, quatro deles (prospecção e resgate de fauna silvestre, atendimento e resgate de animais domésticos, monitoramento e resgate de fauna atropelada e salvaguarda animal) possuíam rotina de atendimento veterinário, sobretudo a salvaguarda animal e o atendimento e resgate de animais domésticos. Tais atendimentos envolvem resgates de animais silvestres e domésticos e, principalmente, o atendimento de animais domésticos *in loco*, estreitando a relação com a comunidade. Casos que necessitavam de ambiente ambulatorial para atendimento, assim como casos graves ou de indicação cirúrgica, contam com a parceria das instalações Vale. A seguir, a tabela 1 demonstra os principais programas de atendimento a campo desenvolvidos para minimizar os efeitos deletérios do rompimento da Barragem B1 sobre a fauna.

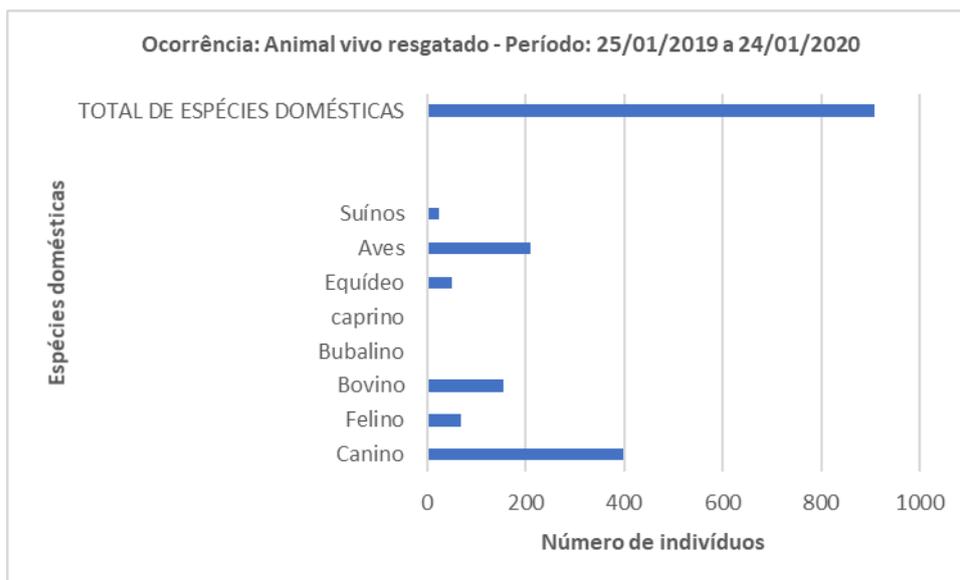
Tabela 1: Programas de campo para atendimento à fauna desenvolvidos durante o período de 25 de janeiro de 2019 a 24 de janeiro de 2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.

Programas de atendimento à fauna	Ocorrências relacionadas ao programa	Nº animais domésticos	Nº animais silvestres	Total de animais por ocorrência	% por ocorrência	% por programa
PROSPECCÃO DE FAUNA TERRESTRE	Animal vivo resgatado	909	61	970	4,10	51,55
	Afugentamento	2	14	16	0,07	
	Animal vivo que não pode ser resgatado	161	17	178	0,75	
	Atendimento	1104	15	1119	4,73	
	Rastreamento de fauna em risco	216	19987	20203	85,32	
	Carcaça	422	414	836	3,53	
	Realocação	-	107	107	0,45	
	Reintegração ou transporte	251	-	251	1,06	
<b>Subtotais:</b>		<b>3065</b>	<b>20615</b>	<b>23680</b>	<b>100,00</b>	
SUPRESSÃO VEGETAL	Afugentamento	-	50	50	9,35	1,16
	Animal vivo resgatado	-	18	18	3,36	
	Atendimento	-	5	5	0,93	
	Avistamento	-	159	159	29,72	
	Carcaça	-	51	51	9,53	
	Realocação	-	252	252	47,10	
<b>Subtotais:</b>		<b>0</b>	<b>535</b>	<b>535</b>	<b>100,00</b>	
SOBREVOO	Animais vivos na área atingida	174	12369	12543	69,04	39,55
	Animais mortos na área atingida	0	0	0	0,00	
	Animais vivos na borda da área atingida	767	706	1473	8,11	
	Animais mortos na borda da área atingida	8	2	10	0,06	
	Animais vivos próximo à área atingida	1311	2815	4126	22,71	
	Animais mortos próximo à área atingida	16	0	16	0,09	
<b>Subtotais:</b>		<b>2276</b>	<b>15892</b>	<b>18168</b>	<b>100,00</b>	
FAUNA ATROPELADA	Fauna atropelada	17	107	124	100,00	0,27
<b>Subtotais:</b>		<b>17</b>	<b>107</b>	<b>124</b>	<b>100,00</b>	
ATENDIMENTO VETERINÁRIO	Atendimento <i>in loco</i>	2973	-	2973	86,60	7,47
	Animal vivo resgatado	422	-	422	9,61	
	Animal vivo que não pode ser resgatado	12	-	12	0,35	
	Reintegração ou transporte de animais	116	-	116	3,38	
	Carcaça	2	-	2	0,06	
<b>Subtotais:</b>		<b>3433</b>	<b>0</b>	<b>3525</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL DE ANIMAIS - PROGRAMAS A CAMPO</b>		<b>8883</b>	<b>37149</b>	<b>46032</b>		

Fonte: Produção da autora (2021).

Dentro dos programas de atendimento à fauna desenvolvidos em campo, a prospecção de fauna acumulou 23.680 registros de animais, o que equivale a 51,55% dos registros de todos os programas de atendimento à fauna desenvolvidos em atividades de campo. Destes, 3.065 (12,94%) eram animais domésticos e 20.615 (87,06%) eram animais silvestres, todos distribuídos em diferentes ocorrências. A ocorrência “animal vivo resgatado” gerou o registro de 970 animais (4,10% do programa), sendo 909 animais domésticos (93,71%) e 61 animais silvestres (6,29%). Os gráficos a seguir, demonstram as frequências por grupos de espécies domésticas (gráfico 3), silvestres (gráfico 4) e a comparação entre ambas (gráfico 5).

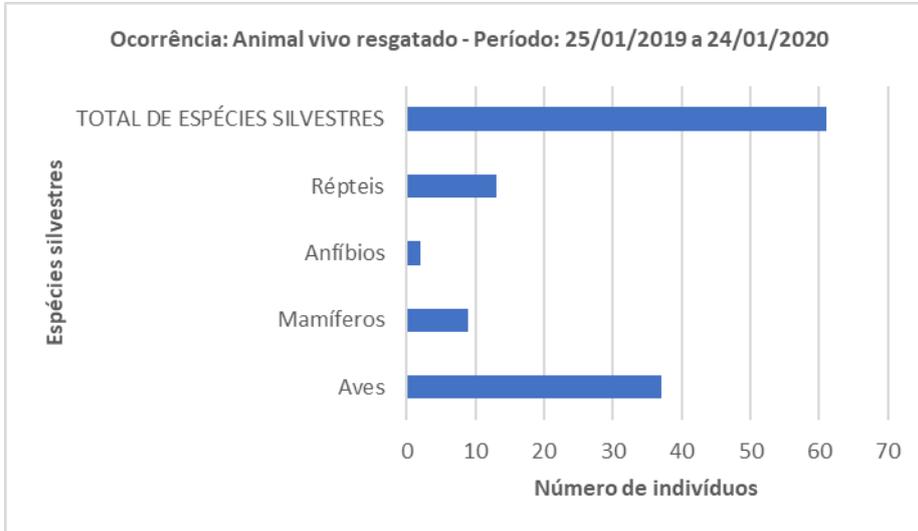
Gráfico 3: Frequência de espécies domésticas da ocorrência “animal vivo resgatado” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Produção da autora (2021).

No período analisado, o programa prospecção de fauna resgatou, vivos, 25 suínos, 211 aves domésticas, 154 bovinos, 1 bubalino, 398 caninos, 2 caprinos, 50 equídeos, 68 felinos.

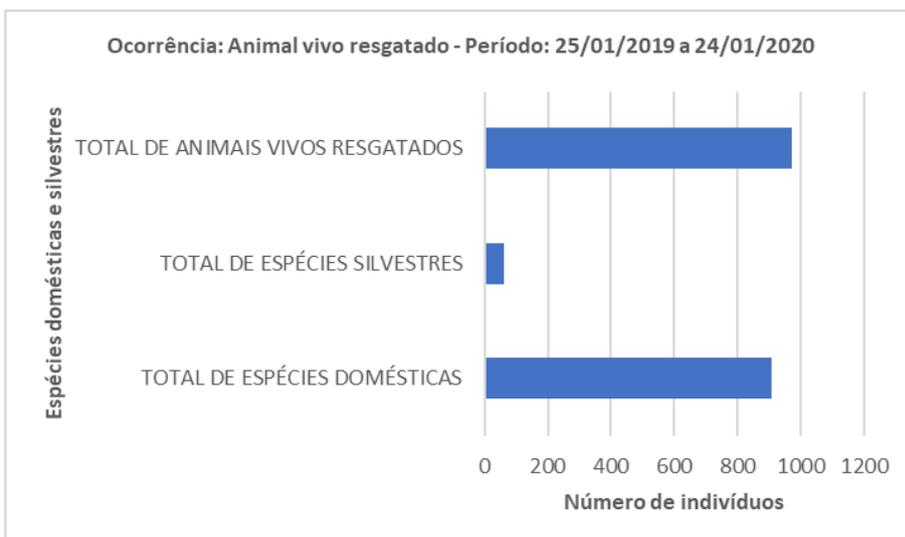
Gráfico 4: Frequência de espécies silvestres da ocorrência “animal vivo resgatado” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Produção da autora (2021).

Neste período, o referido programa também resgatou vivos os seguintes grupos de animais silvestres: 13 répteis, 2 anfíbios, 09 mamíferos e 37 aves.

Gráfico 5: Frequência de espécies domésticas e silvestres da ocorrência “animal vivo resgatado” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



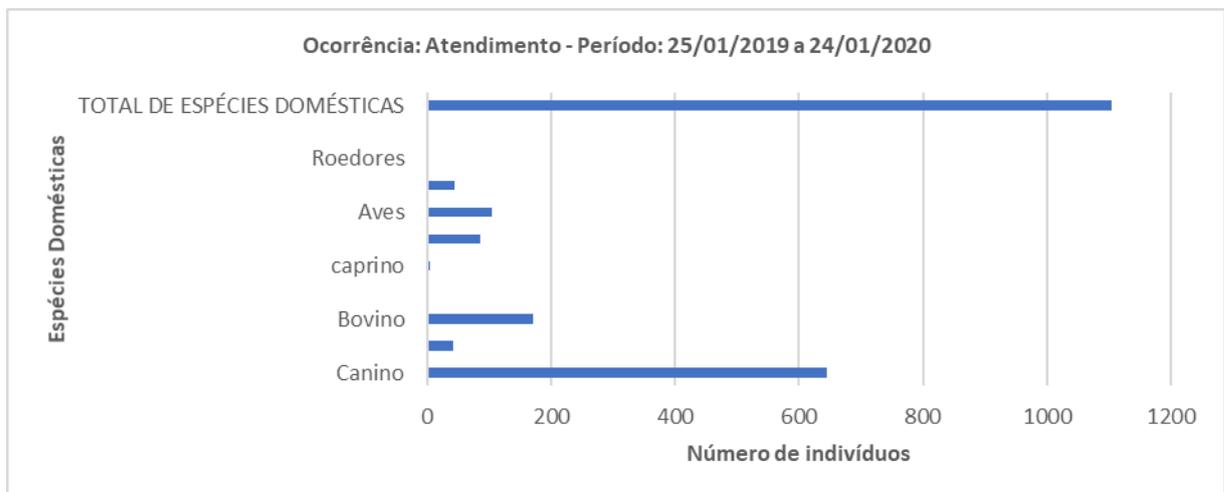
Fonte: Produção da autora (2021).

É possível analisar que o programa prospecção de fauna resgatou em proporção de animais vivos, 93,71% de animais domésticos e 6,29% de animais silvestres.

Ainda dando sequência aos dados apresentados pelo programa prospecção de fauna, na ocorrência afugentamento, foram registrados: 16 animais (0,07% do programa), sendo 02 animais domésticos (12,5% da ocorrência) e 14 animais silvestres (87,50% da ocorrência); ocorrência animal vivo que não pode ser resgatado: 178 animais (0,75% do programa), sendo 161 domésticos (90,45% da ocorrência) e 17 silvestres (9,55% da ocorrência).

A ocorrência atendimento veterinário também chama a atenção dentro do programa e prospecção de fauna, pela quantidade de registros: 1.119 animais (4,73% do programa), sendo 1.104 domésticos (98,66% da ocorrência) e 15 silvestres (1,34% da ocorrência). Os gráficos a seguir, demonstram, quantitativamente, os grupos de espécies registradas: domésticas (gráfico 6), silvestres (gráfico 7) e o comparativo entre as espécies (gráfico 8) para a ocorrência atendimento veterinário dentro do programa prospecção de fauna.

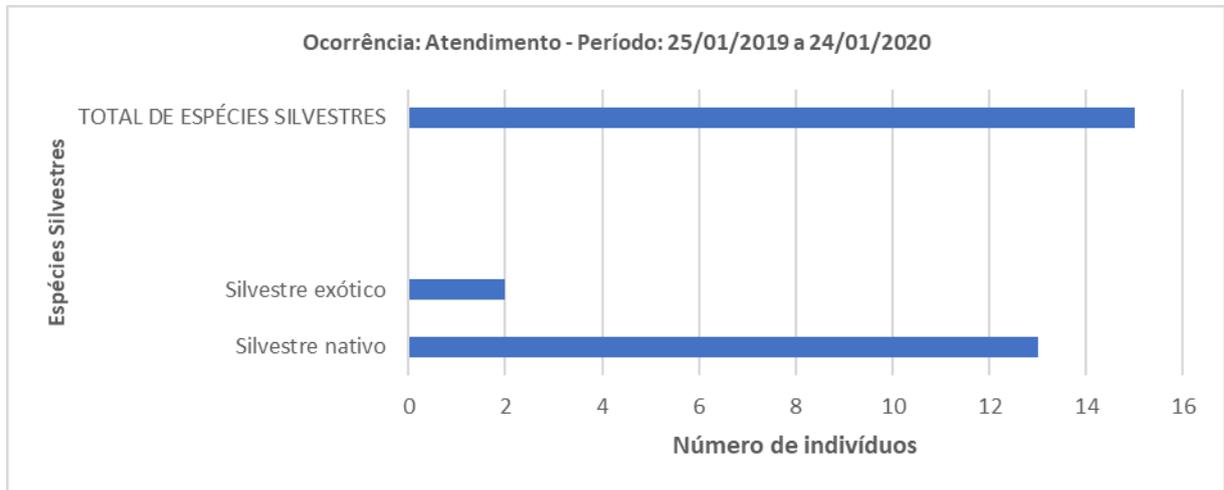
Gráfico 6: Frequência de espécies domésticas da ocorrência “Atendimento” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Produção da autora (2021).

Foram atendidos 645 caninos, 42 felinos, 171 bovinos, 3 bubalinos, 5 caprinos, 86 equídeos, 105 aves, 44 suínos, 01 roedor e 02 ovinos, de um total de 1.104 animais domésticos, na ocorrência atendimento veterinário dentro do programa prospecção de fauna.

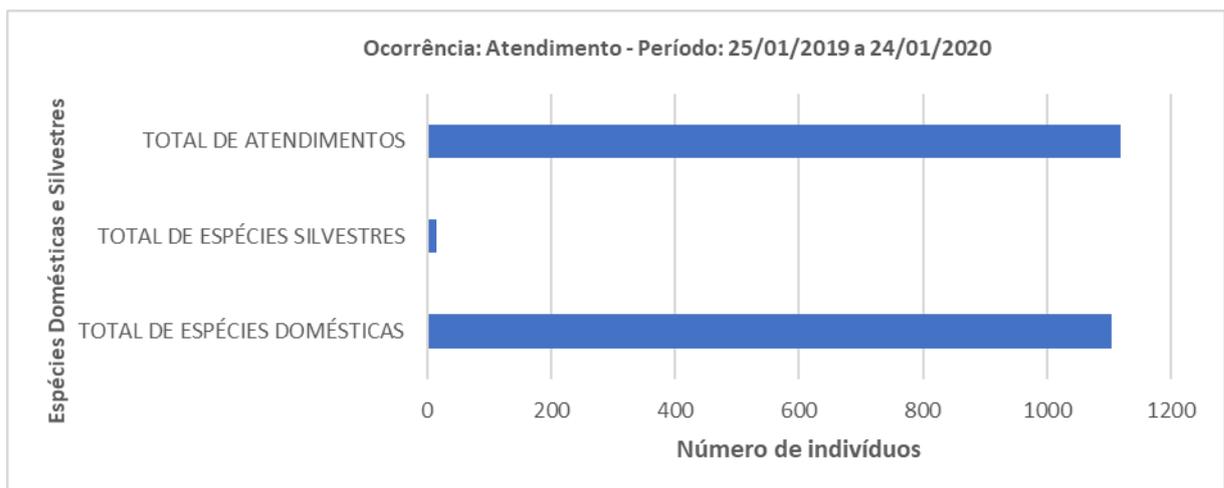
Gráfico 7: Frequência de espécies silvestres da ocorrência “Atendimento” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Produção da autora (2021).

No programa, a ocorrência atendimento veterinário também gerou 15 registros de animais silvestres, destes, 13 espécies nativas e 2 espécies exóticas.

Gráfico 8: Frequência de espécies doméstica e silvestres da ocorrência “Atendimento” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.

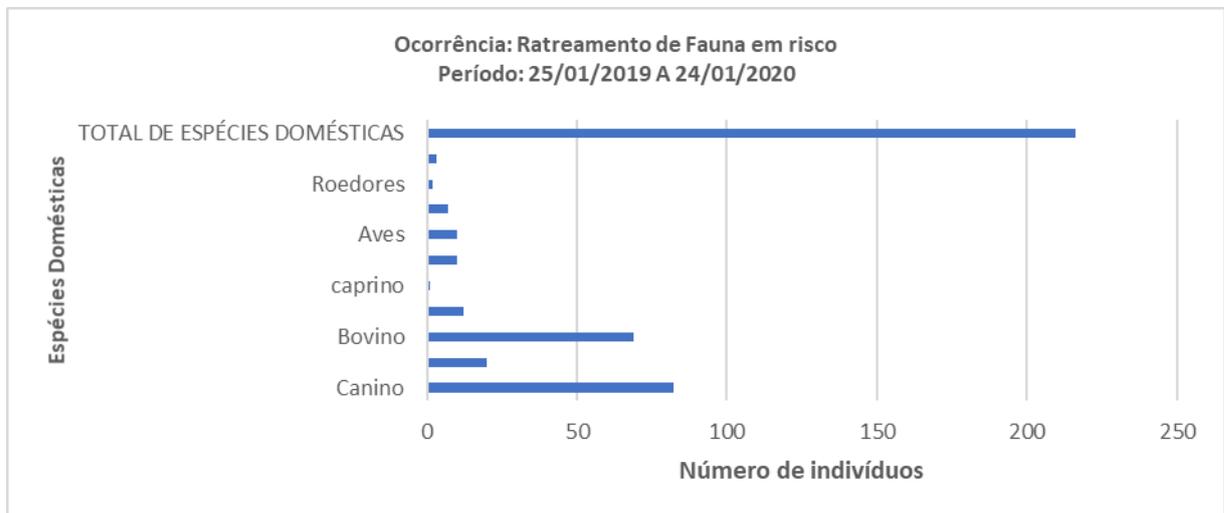


Fonte: Produção da autora (2021).

Observa-se que a ocorrência gerou 98,65% de atendimentos a animais domésticos e 1,65% de atendimentos a animais silvestres.

Em continuidade à análise do programa, a ocorrência “rastreamento e fauna em risco” foi a que gerou números mais relevantes, totalizando 20.203 animais (85,32% dos registros do programa), sendo 216 domésticos (1,07% da ocorrência) e 19.987 silvestres (98,93% da ocorrência). Os gráficos abaixo, demonstram os grupos de espécies domésticas (gráfico 9), espécies silvestres exóticas (gráfico 10), espécies silvestres nativas (gráfico 11) e o comparativo entre elas (gráfico 12) registrados nestas ocorrências.

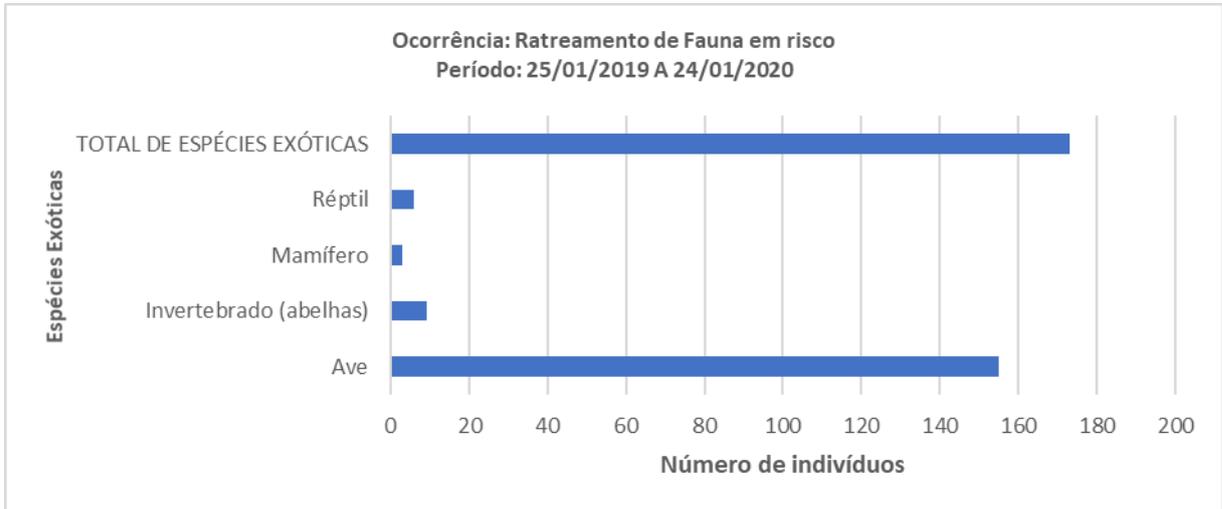
Gráfico 9: Frequência de espécies domésticas da ocorrência “rastreamento de fauna em risco” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Produção da autora (2021).

A ocorrência “rastreamento de fauna em risco” gerou o registro de 216 animais domésticos, sendo 82 caninos, 20 felinos, 69 bovinos, 12 invertebrados (abelhas), 01 caprino, 10 equídeos, 10 aves, 7 suínos, 02 roedores e 03 espécies domésticas não identificadas.

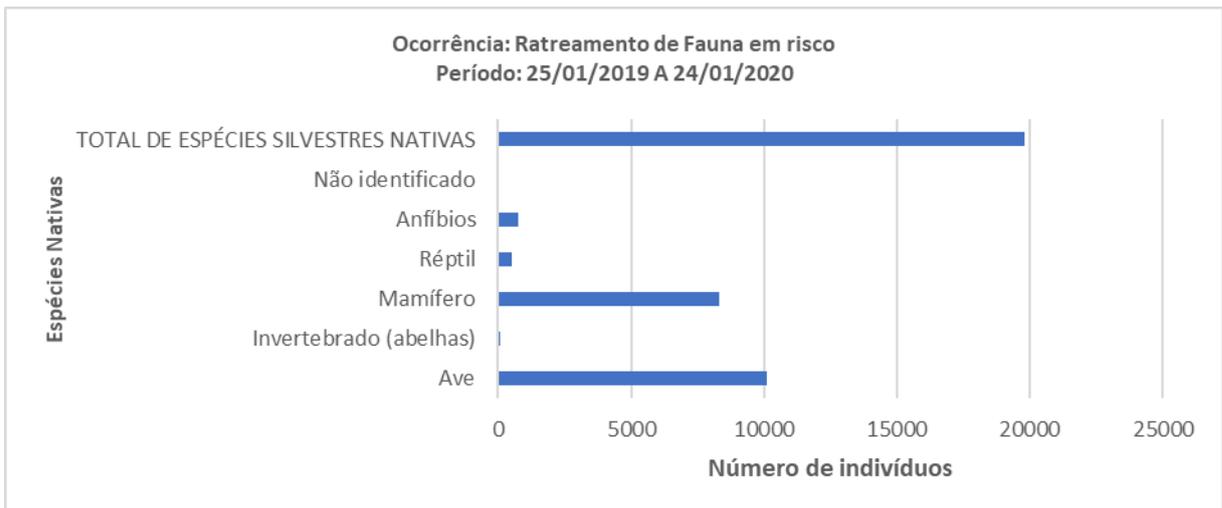
Gráfico 10: Frequência de espécies silvestres exóticas da ocorrência “rastreamento e fauna em risco” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Produção da autora (2021).

A ocorrência “rastreamento e fauna em risco” gerou o registro de 173 animais silvestres exóticos, sendo 155 aves, 09 invertebrados (abelhas), 03 mamíferos e 06 répteis.

Gráfico 11: Frequência de espécies silvestres nativas da ocorrência “rastreamento e fauna em risco” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.

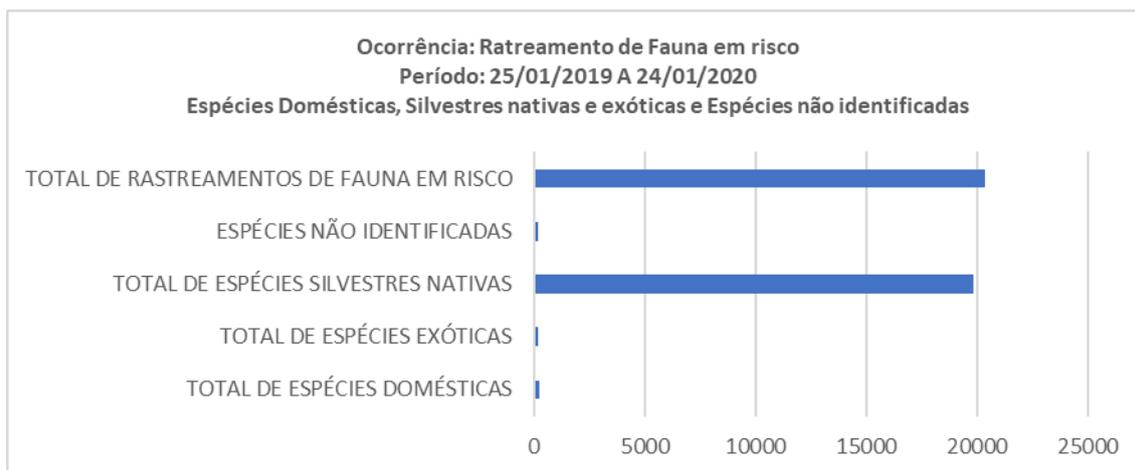


Fonte: Produção da autora (2021).

A ocorrência “rastreamento e fauna em risco” gerou o registro de 19.814 animais silvestres nativos, sendo 10.132 aves, 96 invertebrados (abelhas), 8.302 mamíferos, 507

répteis, 774 anfíbios e 03 espécies silvestres não identificadas. Do total das espécies desta ocorrência, 139 não puderam ser identificadas.

Gráfico 12: Frequência de espécies domésticas, silvestres exóticas e nativas e espécies não identificadas da ocorrência “rastreamento e fauna em risco” do programa de prospecção de fauna, no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



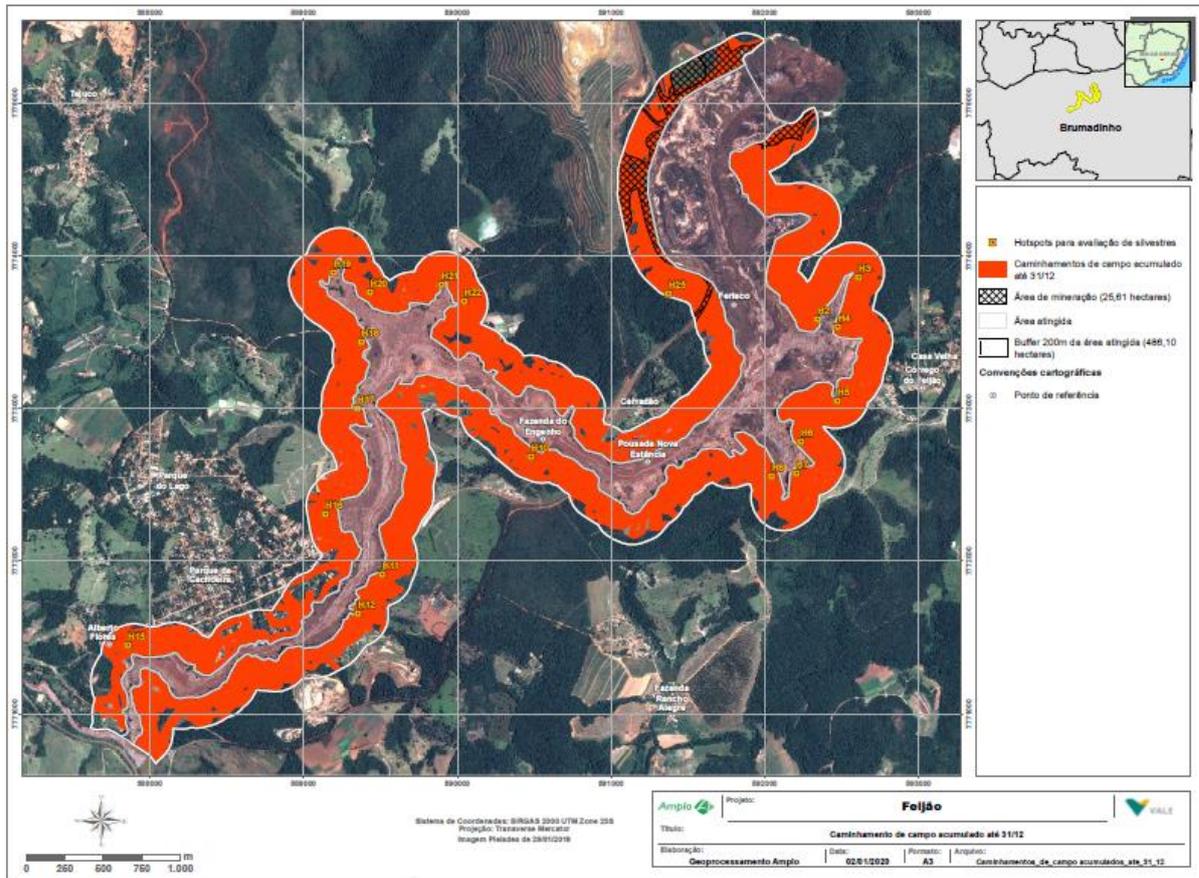
Fonte: Produção da autora (2021).

Dos registros totais para esta ocorrência, observam-se 1,01% de animais domésticos, 0,85% de espécies silvestres exóticas, 97,40% de espécies silvestres nativas e 0,68% de espécies não identificadas.

E, por fim, nos registros do programa prospecção de fauna, observaram-se as seguintes ocorrências: carcaça: 836 animais (4,04% do programa), sendo 422 domésticos (50,48% da ocorrência) e 414 silvestres (49,52% da ocorrência); realocação animal: 107 animais, em sua integridade, silvestres (0,52% do programa com 100% de animais silvestres nesta ocorrência) e, finalmente, reintegração ou transporte: 251 animais, todos, domésticos (1,21% do programa com 100% de animais domésticos nesta ocorrência).

A imagem de satélite a seguir (figura 17) demonstra o acumulado até 31 de dezembro de 2019 das áreas onde foram realizados os caminhamentos pelas equipes de prospecção de fauna silvestre. Por caminhamento, entende-se como o processo de busca de animais, vestígios de animais e carcaças na área do entorno da lama.

Figura 17: Acumulado dos caminhamentos realizados pela equipe de prospecção de fauna até 31 de dezembro de 2019, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Vale (2020).

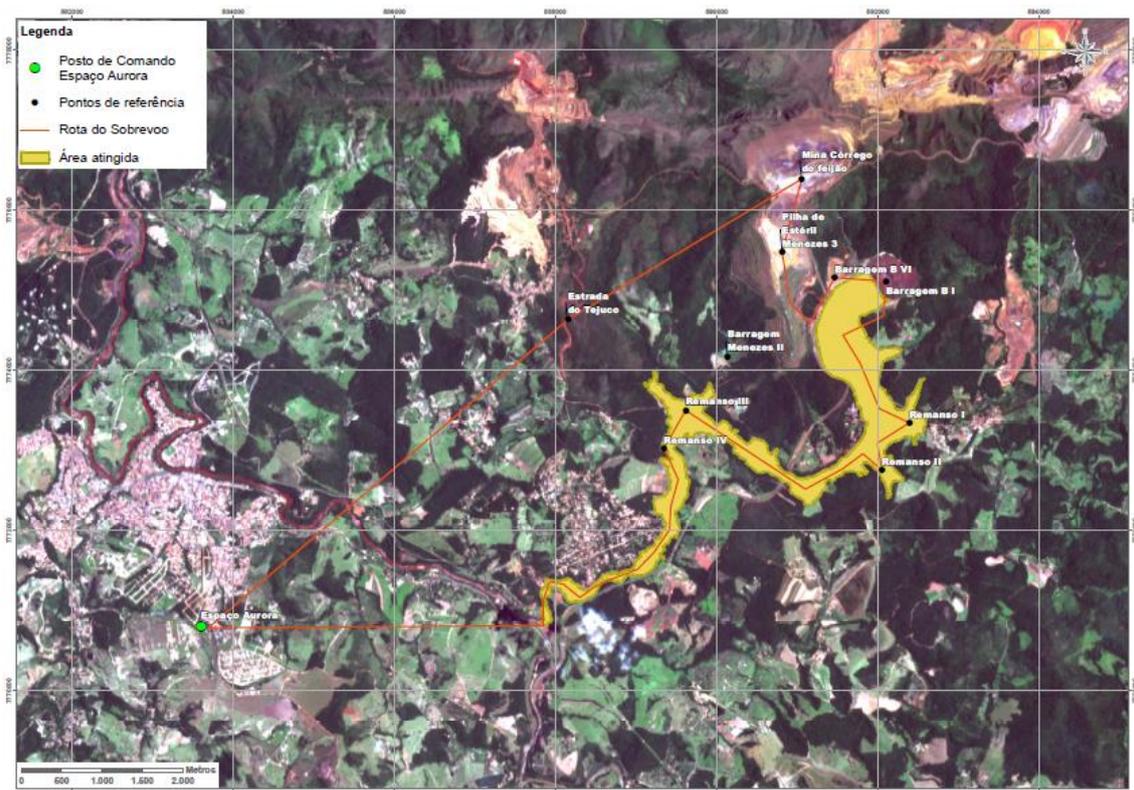
A área colorida demonstra o acumulado dos caminhamentos realizados pelas equipes de prospecção de fauna no entorno da lama até 31 de dezembro de 2019.

O programa de supressão vegetal, registrou um total de 535 animais (2,59% do programa), todos, silvestres (100% das espécies registradas na ocorrência), dentro do período analisado. Dentro das ocorrências do programa, a distribuição foi: afugentamento: 50 animais (9,35%); “animal vivo resgatado”: 18 animais (3,36%); atendimento: 5 animais (0,83%); avistamento: 159 animais (29,72%); carcaça: 51 animais (9,54%) e realocação animal com 252 animais (47,20%).

O programa de sobrevoo, acumulou registros de 18.168 animais (corresponde a 39,55% dos registros dos programas de atendimento à fauna realizados em campo), destes, 2.276 animais de espécies domésticas (12,53% do programa), enquanto 15.892 animais (87,47% do programa), eram de espécies silvestres. Na distribuição das ocorrências, observaram-se: animais vivos na área atingida: 12.543 (69,04% do programa), sendo 174

domésticos (1,39% da ocorrência) e 12.369 silvestres (98,61% da ocorrência); animais mortos na área atingida: não foram registrados animais (0,0%); animais vivos na borda da área atingida: 1.473 animais (8,11% do programa), sendo 767 domésticos (52,07% da ocorrência) e 706 silvestres (47,93% da ocorrência); animais mortos na borda da área atingida: 10 animais (0,06% do programa), sendo 08 domésticos (80% da ocorrência) e 02 silvestres (20% da ocorrência); animais vivos próximo à área atingida: 4.126 animais (22,71% do programa), sendo 1.311 domésticos (31,77% da ocorrência) e 2.815 silvestres (68,23% da ocorrência); animais mortos próximo à área atingida: totalizaram 16 animais (0,09% do programa), todos de espécies domésticas (100%). Para melhor entendimento, seguem os conceitos das áreas pré-determinadas para estes registros: “Área atingida” se refere a todas as localidades com a presença de rejeito; “Borda da área atingida” se refere a região até 3 metros de distância do rejeito, “próximo à área atingida” se refere a todos os locais dentro de um *buffer* de 500 metros de distância do rejeito. Estas medidas foram estimadas pelo observador a partir de sua percepção de dentro do helicóptero, durante o sobrevoo. A imagem de satélite a seguir (figura 18) demonstra a rota de sobrevoo realizada, diariamente, sempre na presença de um médico veterinário.

Figura 18: Rota de sobrevoo realizada no período de 06/02/2019 a 31/12/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.

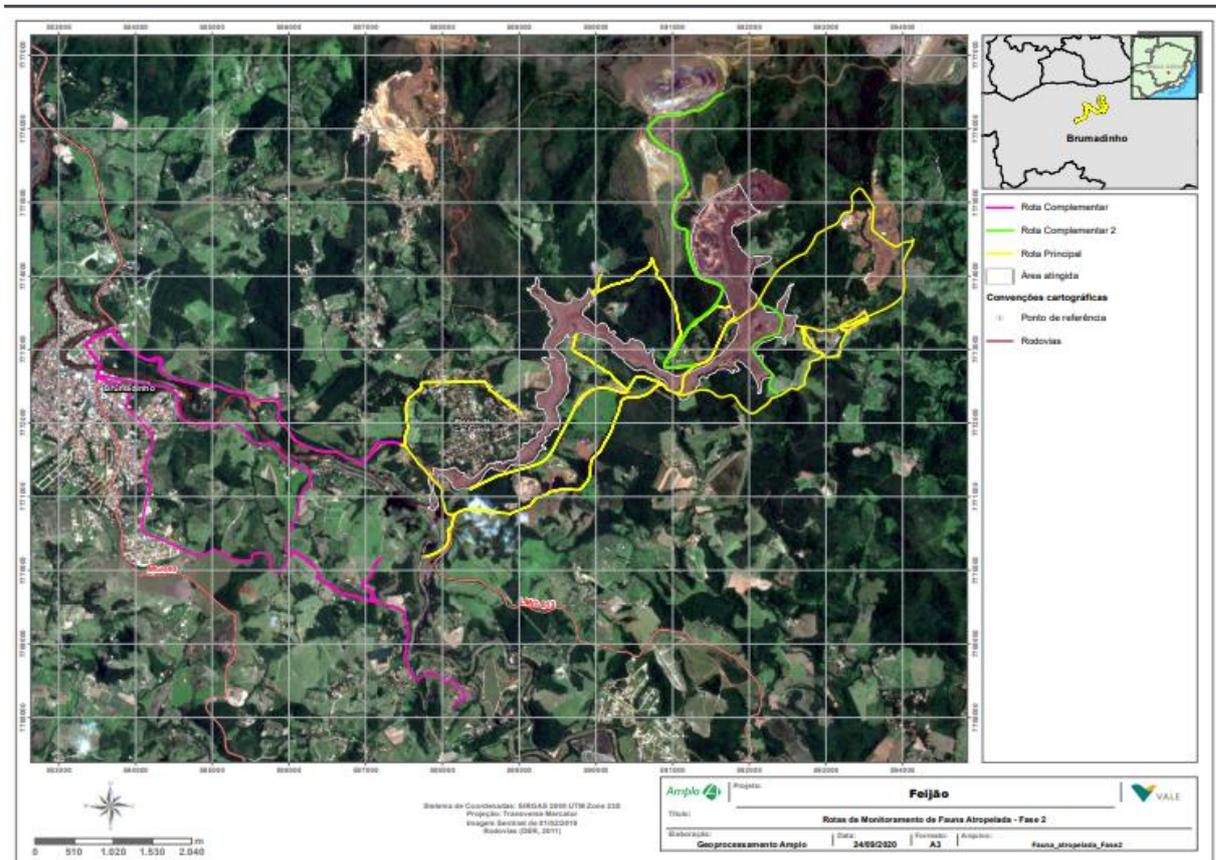


Fonte: Vale (2020).

O sobrevoo tinha origem no posto de comando, localizado no Espaço Aurora, seguia a rota que passava margeando toda mancha de rejeitos, sobrevoava as barragens B1, B6, Menezes II, Menezes III, a cava da mina Córrego do Feijão e retornava ao Espaço Aurora margeando a estrada de Tejuco.

Dando continuidade à descrição dos registros dos programas a campo para atendimento à fauna, tem-se o programa fauna atropelada, que registrou 124 animais (0,52% dos programas). Destes, 17 de espécies domésticas (13,71% da ocorrência) e 107 animais de espécies silvestres (86,29% da ocorrência). A figura 19 apresenta a área monitorada (*buffer*) pela equipe responsável.

Figura 19: Rotas com maior frequência de ocorrência de atropelamento de fauna, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



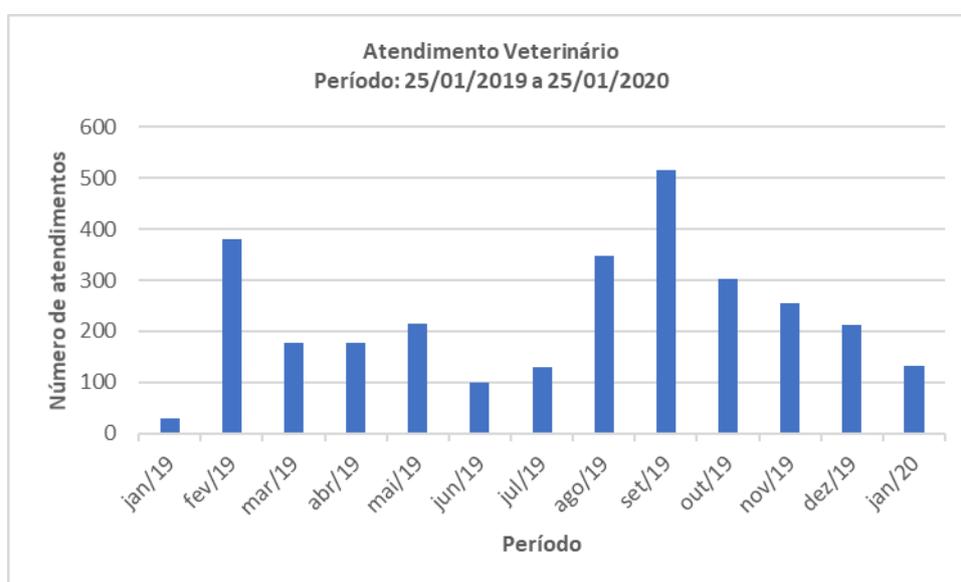
Fonte: Vale (2020).

E, por último, o programa atendimento veterinário realizou 3.525 atendimentos veterinários (7,66% dos programas), todos, de animais domésticos, no período analisado. Destes atendimentos, 2.973 (84,34%) foram realizados *in loco*; contabilizaram-se 422 (11,97%) ocorrências de animais vivos resgatados; a ocorrência “animal vivo que não pode

ser resgatado”, registrou 12 animais (0,34%); realizaram-se 116 (3,29%) ações de reintegração ou transporte de animais e, por fim, registram-se 02 (0,06%) ocorrências de recolhimento de carcaça.

Pela relevância deste programa, segue a descrição dos quantitativos das espécies atendidas nas ocorrências atendimento *in loco* (Gráfico 13) e “animal vivo resgatado” (Gráfico 14), conforme demonstrado nos gráficos a seguir:

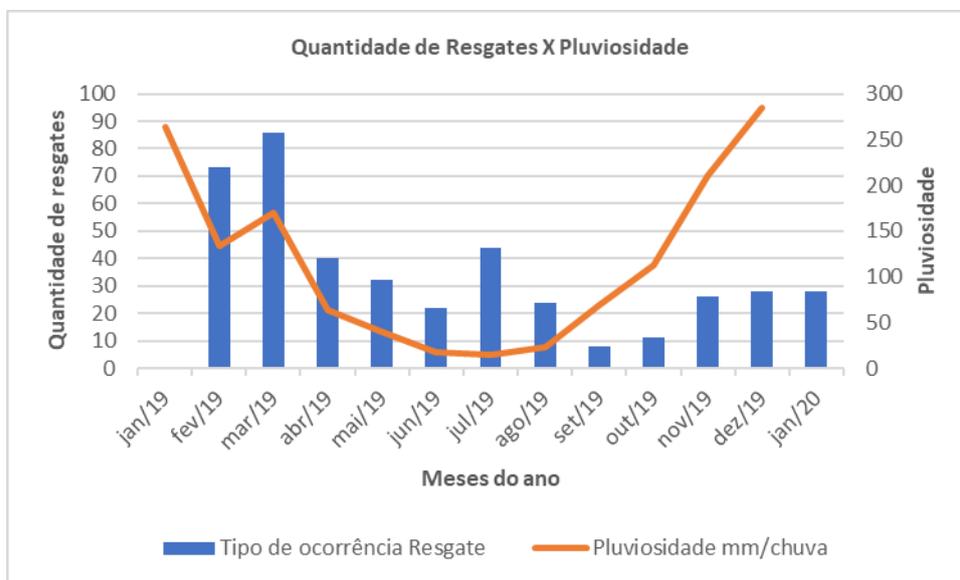
Gráfico 13: Frequência de atendimentos veterinários às espécies domésticas na ocorrência atendimento *in loco* do programa atendimento veterinário no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Produção da autora (2021).

Conforme apresentado no gráfico 13, no período analisado, foram realizadas as seguintes quantidades de atendimentos veterinários *in loco* a animais domésticos no programa atendimento veterinário: janeiro/19: 30 atendimentos (1,00%); em fevereiro/19: 380 atendimentos (12,78%); março/19: 178 atendimentos (5,99%); abril/19: 177 atendimentos (5,95%); maio/19: 216 atendimentos (7,27%); junho/19: 99 atendimentos (3,34%); julho/19: 129 atendimentos (4,34%); agosto/19: 347 atendimentos (11,67%); setembro/19: 515 atendimentos (17,32%); outubro/19: 302 atendimentos (10,16%); novembro/19: 255 atendimentos (8,58%); dezembro/19: 213 atendimentos (7,16%) e janeiro/2020: 132 atendimentos (4,44%), totalizando 2.973 atendimentos veterinários *in loco*.

Gráfico 14: Frequência de resgates de espécies domésticas na ocorrência “animal vivo resgatado” do programa atendimento veterinário e o índice de pluviosidade no período de 25/01/2019 a 24/01/2020, na área impactada pela ruptura da Barragem do Córrego do Feijão, Brumadinho, Brasil.



Fonte: Produção da autora (2021).

Conforme demonstrado no gráfico 14, a quantidade de resgates realizadas no período analisado foi a seguinte: janeiro/19: não há registros de resgates; fevereiro/19: 73 (17,30%); março/19: 86 (20,38%); abril/19: 40 (9,48%); maio/19: 32 (7,58%); junho/19: 22 (5,21%); julho/19: 44 (10,43%); agosto/19: 24 (5,69%); setembro/19: 08 (1,90%); outubro/19: 11 (2,61%); novembro/19: 26 (6,16%), dezembro/19: 28 (6,63%) e janeiro/20: 28 (6,63%) resgates, totalizando 422 resgates de animais vivos. Em paralelo, a curva de pluviosidade anual, exceto pelo mês de julho, acompanha a tendência da curva de frequência de resgates no período avaliado.

Os programas de atendimento à fauna realizados em campo, no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020, contemplaram 46.032 registros de ocorrências. Deste total, 8.883 (19,30%) corresponderam a ocorrências relacionadas a animais domésticos, enquanto 37.149 (80,70%) das ocorrências relacionaram-se ao atendimento de espécies silvestres.

### ***5.5.2 Programas de atendimento à fauna desenvolvidos nas instalações Vale***

Os programas de atendimento à fauna nas instalações Vale ocorreram no Hospital Veterinário – Vale e na Fazenda abrigo de Fauna. Nestas instalações, os atendimentos também eram elencados em programas, conforme listado a seguir:

#### ***5.5.2.1 Animais impactados – Brumadinho***

Programa que registra os animais atendidos na respectiva instalação, cuja motivação do atendimento foi o impacto direto ou indireto do rompimento da barragem B1 do Córrego do Feijão.

#### ***5.5.2.2 Fauna atropelada***

Registra as entradas de animais na respectiva instalação, motivadas por atropelamento de fauna no *buffer* de atendimento.

#### ***5.5.2.3 Supressão vegetal***

Registra as entradas de animais na respectiva instalação, motivadas por resgates realizados em área sob supressão vegetal causada por implantação de obras emergenciais de reparação.

#### ***5.5.2.4 Outras regiões***

Registra o atendimento a animais oriundos de outras regiões que não foram impactadas pelo rompimento da barragem B1 do Córrego do Feijão, mas, que estão sob responsabilidade da diretoria especial de reparação e desenvolvimento da Vale, como os casos dos animais recolhidos na ZAS e ZSS das barragens em Barão de Cocais e Macacos, após a evacuação dos moradores locais.

A seguir, as tabelas 2 e 3 apresentam os principais programas de atendimento à fauna desenvolvidos nas instalações como medida mitigadora dos efeitos do rompimento da Barragem B1 sobre a fauna direta e indiretamente atingida:

Tabela 2: Programas de assistência à fauna desenvolvidos no Hospital Veterinário – Vale no período de 28 de fevereiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.

Programa de atendimento à fauna nas instalações Vale	Nº Animais domésticos			Nº Animais silvestres		
	Entradas	Saídas	Internados	Entradas	Saídas	Internados
			em 25/01/2020			em 25/01/2020
Hospital Veterinário- Vale						
<b>ANIMAIS IMPACTADOS - BRUMADINHO</b>	1509	1460	49	35	35	0
<b>SUPRESSÃO VEGETAL</b>	1	1	0	0	0	0
<b>FAUNA ATROPELADA</b>	22	18	4	2	2	0
<b>OUTRAS REGIÕES</b>	75	66	9	1	1	0
<b>TOTAL DE ATENDIMENTOS NO HVV</b>	<b>1607</b>	<b>1545</b>	<b>62</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>0</b>
<b>CÃES CORPO DE BOMBEIROS MILITAR</b>	<b>648</b>					

Fonte: Produção da autora (2021).

De 28 de fevereiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020, foram realizados 1.645 atendimentos veterinários (consultas, retornos, procedimentos ambulatoriais e cirúrgicos) a animais domésticos (1.607) e silvestres (38) no Hospital Veterinário – Vale.

Neste mesmo período, houve 648 atendimentos (consultas, retornos, procedimentos ambulatoriais e cirúrgicos) aos 73 cães do Corpo de Bombeiros Militar de todos os estados brasileiros que dispunham de cães treinados para busca e resgate em seus efetivos. Destes, 01 animal foi à óbito durante o período analisado, restando, no efetivo nacional do Corpo de Bombeiros Militar, 72 cães. Além destes atendimentos realizados no Hospital Veterinário – Vale, os cães do Corpo de Bombeiros Militar receberam acompanhamento mensal, em seus estados de origem, durante todo o período avaliado, realizado por uma equipe de médicos veterinários prestadores de serviço à Vale, para realização de exames de monitoramento dos níveis de metais pesados no sangue.

Das 1.607 (100%) entradas de animais domésticos, 827 (51,46%) animais foram acolhidos como primeira entrada numa instalação Vale; 337 (20,97%) animais foram acolhidos por transferência entre as instalações e 443 (27,57%) animais registraram novas entradas por motivo de retorno. Dos 1.545 (100%) registros de saídas de animais domésticos do HVV, 692 (44,80%) foram liberados aos tutores/proprietários; 747 (48,35%) deram saída do HVV por motivo de transferência entre as instalações; os demais registros de saída de

animais domésticos justificaram-se por 01 (0,06%) fuga de animais da instalação, 104 (6,73%) óbitos espontâneos e 01 (0,06%) óbito por eutanásia.

Das 38 (100%) entradas de animais silvestres, 32 (84,21%) animais foram acolhidos como primeira entrada numa instalação Vale e 06 (15,79%) animais foram acolhidos por transferência entre as instalações. Dos 38 (100%) registros de saídas de animais silvestres do HVV, 02 (5,26%) foram reintegrados ao meio ambiente; 20 (52,63%) deram saída do HVV por motivo de transferência entre as instalações e, os demais, justificaram-se por 16 (42,11%) óbitos espontâneos. No HVV, não houve fugas ou óbitos por eutanásia de animais silvestres.

Na data de corte desta pesquisa, 25 de janeiro de 2020, havia 62 (100%) animais domésticos, dentre cães e gatos, internados no HVV e não havia animal silvestre internado nesta instalação.

Tabela 3: Programas de assistência à fauna desenvolvidos no Fazenda Abrigo de Fauna, no período de 28 de fevereiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.

Programa de atendimento à fauna nas instalações Vale	Nº Animais domésticos			Nº Animais silvestres		
	Entradas	Saídas	Abrigados em 25/01/2020	Entradas	Saídas	Abrigados em 25/01/2020
<b>Fazenda Abrigo de Fauna</b>						
<b>ANIMAIS IMPACTADOS - BRUMADINHO</b>	1254	718	536	57	49	8
<b>SUPRESSÃO VEGETAL</b>	1	0	1	19	18	1
<b>FAUNA ATROPELADA</b>	3	0	3	9	8	1
<b>OUTRAS REGIÕES</b>	23	18	5	2	1	1
<b>TOTAL DE ATENDIMENTOS / ABRIGOS NA FAF</b>	<b>1281</b>	<b>736</b>	<b>545</b>	<b>87</b>	<b>76</b>	<b>11</b>

Fonte: Produção da autora (2021).

No mesmo período de avaliação, 28 de fevereiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020, foram realizados, na FAF, 1.368 atendimentos veterinários (consultas, retornos, procedimentos ambulatoriais e cirúrgicos). Deste total, 93,64% foram destinados a animais domésticos (1.281), enquanto 6,36% destinaram-se a animais silvestres (87).

Das 1.281(100%) entradas de animais domésticos, 822 (64,17%) animais foram acolhidos como primeira entrada numa instalação Vale; 107 (8,35%) animais foram acolhidos por transferência entre as instalações e 352 (27,48%) animais registraram novas entradas por motivo de retorno. Dos 736 registros de saídas de animais domésticos da FAF, 310 (42,12%)

foram liberados aos tutores/proprietários; 364 (49,46%) deram saída da FAF por motivo de transferência entre as instalações; os demais registros de saída de animais domésticos justificaram-se por 03 (0,41%) fugas de animais da instalação, 54 (7,34%) óbitos espontâneos e 05 (0,67%) óbitos por eutanásia.

Das 87 (100%) entradas de animais silvestres, 73 (83,90%) animais foram acolhidos como primeira entrada numa instalação Vale; 07 (8,05%) animais foram acolhidos por transferência entre as instalações e 07 (8,05%) animais registraram novas entradas por motivo de retorno. Dos 76 registros de saídas de animais silvestres da FAF, 28 (36,84%) foram reintegrados ao meio ambiente; 17 (22,37%) deram saída da FAF por motivo de transferência entre as instalações e, os demais, justificaram-se por 31 (40,79%) óbitos espontâneos. Na FAF, não houve fugas ou óbitos por eutanásia de animais silvestres.

Em 25 de janeiro de 2020, havia 556 animais abrigados nesta instalação. Destes, 545 (98,02%) eram animais domésticos, enquanto 11 (1,98%) eram animais silvestres.

## **5.6 Efetivo de profissionais médicos veterinários envolvidos nas ações relacionadas à fauna**

Observou-se a presença do efetivo médico veterinário nas ações relacionadas às atividades de fauna, tanto no quesito quantitativo, quanto no quesito qualitativo, ou seja, além de verificar o número de médicos veterinários atuantes nas ações reparadoras pós rompimento da barragem B1 do Córrego do Feijão, foram verificados os cargos ou funções ocupadas por médicos veterinários, considerando a atividade operacional e de chefia / coordenação.

Além disso, listaram-se as demais formações dos principais agentes envolvidos nas ações relacionadas à fauna para, então, observar a proporção de médicos veterinários atuantes nestas ações em Brumadinho.

Abaixo, seguem as descrições do efetivo de médicos veterinários ocupantes de funções operacionais e de cargos de chefia / coordenação nas ações voltadas ao atendimento à fauna (tabela 4), o quantitativo das principais formações dos profissionais envolvidas nas ações voltadas ao atendimento à fauna (tabela 5) e o descritivo das formações dos profissionais ocupantes de cargos de chefia / coordenação envolvidos nas ações voltadas ao atendimento à fauna (quadro 17).

Tabela 4: Efetivo de médicos veterinários ocupantes de funções operacionais e de cargos de chefia / coordenação nas ações voltadas ao atendimento à fauna desenvolvidas pela diretoria especial de reparação e desenvolvimento da Vale, no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.

<b>EFETIVO MÉDICO VETERINÁRIO</b>			
<b>SETOR</b>	<b>FUNÇÃO OPERACIONAL</b>	<b>CARGO DE CHEFIA/COORDENAÇÃO</b>	<b>EFETIVO TOTAL POR SETOR</b>
<b>COORDENAÇÃO DE FAUNA</b>	-	01	01
<b>PLANEJAMENTO</b>	00	00	00
<b>OPERAÇÕES</b>	01	01	02
<b>EQUIPES DE CAMPO</b>	14	01	15
<b>HVV</b>	28	03	31
<b>FAF</b>	27	09	36
<b>TOTAL POR FUNÇÃO / CARGO</b>	<b>70</b>	<b>15</b>	<b>85</b>

Fonte: Produção da autora (2021).

Tabela 5: Principais formações dos profissionais envolvidas nas ações voltadas ao atendimento à fauna desenvolvidas pela diretoria especial de reparação e desenvolvimento da Vale, no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.

<b>PRINCIPAIS FORMAÇÕES DOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS EM CADA SETOR</b>		
<b>SETOR:</b>	<b>FORMAÇÃO DOS PROFISSIONAIS</b>	<b>QUANTITATIVO</b>
<b>COORDENAÇÃO DE FAUNA</b>	Medicina Veterinária	01
	Biologia	01
<b>PLANEJAMENTO</b>	Engenharia Química	01
	Engenharia Ambiental	07
	Biologia	01
	Oceanografia	01
	Geologia	01
<b>OPERAÇÕES</b>	Medicina Veterinária	02
	Biologia	07
	Engenharia Ambiental	01
	Engenharia de Produção	01
<b>EQUIPES DE CAMPO</b>	Medicina veterinária	15
	Biólogos	13
	Engenharia de Segurança	01
	Técnico de Segurança	02
	Geografia	02
<b>HVV</b>	Medicina Veterinária	31
	Biologia	01
	Farmácia	02
	Enfermagem	02
	Administração	01
<b>FAF</b>	Medicina Veterinária	35
	Medicina Veterinária e Biologia	01
	Engenharia civil e Engenharia de Segurança	01
	Administração	01
	Gestão Ambiental e Ciências Biológicas	01
<b>Total de médicos veterinários</b>		<b>85</b>
<b>Total de não médicos veterinários</b>		<b>48</b>

Fonte: Produção da autora (2021).

Quadro 17: Formações dos profissionais ocupantes de cargos de chefia / coordenação envolvidos nas ações voltadas ao atendimento à fauna desenvolvidas pela diretoria especial de reparação e desenvolvimento da Vale, no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.

<b>FORMAÇÃO DOS PROFISSIONAIS OCUPANTES DE CARGOS DE CHEFIA / COORDENAÇÃO</b>		
<b>SETOR</b>	<b>FORMAÇÃO</b>	<b>CARGO/FUNÇÃO</b>
<b>COORDENAÇÃO DE FAUNA</b>	Medicina Veterinária	Fiscal do projeto
	Biologia	Fiscal do projeto
<b>PLANEJAMENTO</b>	Engenharia Química	Líder de equipe da sessão de Planejamento
	Engenharia Ambiental	Líder de equipe da sessão de Planejamento
	Engenharia Ambiental	Líder de unidade de situação e documentação
	Oceanografia	Chefe de seção de planejamento
	Biologia	Chefe de seção de planejamento
<b>OPERAÇÕES</b>	Biologia	Chefe de operações
	Medicina Veterinária	Líder de seção de operações / planejamento
	Engenharia Ambiental	Líder da seção de operações de fauna terrestre
<b>EQUIPES DE CAMPO</b>	Biólogo	Coordenador de campo
	Medicina Veterinária	Coordenador de campo
	Biólogo	Coordenação adjunta
	Biólogo	Coordenação geral
<b>HVV</b>	Medicina veterinária	Coordenação geral
	Medicina veterinária	Coordenação de apoio
	Medicina veterinária	Coordenação de apoio
<b>FAF</b>	Medicina veterinária	Coordenação técnica
	Medicina veterinária e Biologia	Coordenação técnica
	Gestão Ambiental e Ciências Biológicas	Coordenação / gestão
	Engenharia Civil e Engenharia de Segurança	Coordenação administrativa
<b>Total de médicos veterinários</b>		<b>15</b>
<b>Total de não médicos veterinários</b>		<b>13</b>

Fonte: Produção da autora (2021).

Formações dos profissionais ocupantes de cargos de chefia / coordenação envolvidos nas ações voltadas ao atendimento à fauna desenvolvidas pela diretoria especial de reparação e desenvolvimento da Vale, no período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020.

O efetivo total de médicos veterinários que atuaram em Brumadinho durante o período avaliado foi de 85 profissionais. Destes, 70 atuaram na área operacional, enquanto outros 15 atuaram em cargos de chefia ou coordenação. Do efetivo total, a coordenação de fauna foi ocupada por um médico veterinário. O setor de planejamento não contou com profissional médico veterinário em seu efetivo. Dois médicos veterinários participaram do setor de operações e 15 médicos veterinários atuaram nas diferentes equipes de campo. O HVV teve em seu quadro de profissionais 31 médicos veterinários, enquanto a FAF contou com 36 médicos veterinários. Além dos 85 médicos veterinários que participaram das ações de mitigação à fauna, outros 48 profissionais, de diferentes formações, atuaram no projeto.

As formações profissionais que ocuparam cargos de chefia ou coordenação, durante o período analisado, foram as seguintes: para o cargo de coordenador de fauna, 01 médico veterinário e 01 biólogo dividiram o posto. O setor de planejamento ofertou cargos de chefia / coordenação apenas para não médicos veterinários, sendo estes, 01 engenheiro químico, 02 engenheiros ambientais, 01 oceanógrafo e 01 biólogo. O setor de operações contou com 01 médico veterinário, 01 biólogo e 01 engenheiro ambiental. O HVV teve 03 médicos veterinários ocupando cargos de coordenação e a FAF contou com 09 médicos veterinários, 01 profissional com formação em gestão ambiental e ciências biológicas e 01 profissional com formação em engenharia civil e engenharia de segurança.

## 6 DISCUSSÃO

Desastres naturais são eventos de diferentes origens que impactam ambiental e socialmente uma população exposta (FREITAS et al., 2014). É importante salientar que um desastre ambiental depende da presença de um fator de risco associado à presença de uma população vulnerável (FREITAS et al.; 2014). Numa população animal, quando avaliada a exposição destes indivíduos a uma ameaça, é necessário observar a característica da área exposta ao risco. A presença de animais domésticos está intimamente vinculada à presença da população humana local e, conseqüentemente, às características sociais desta população. Áreas urbanizadas e áreas rurais demandam diferentes tipos de planejamento e magnitude de ações. Já em áreas preservadas, salienta-se a necessidade do monitoramento biológico da região a fim de ofertar conhecimento capaz de gerar ações e recursos reparadores proporcionais (GOMES et al.). No caso de Brumadinho, o fator de risco era a presença de uma barragem de rejeitos instável (barragem B1) aliada à presença das barragens / barramentos localizados a jusante da barragem B1. Estes fatores de risco estavam localizados a montante de uma população vulnerável, que reunia as pessoas que ocupavam as estruturas físicas correspondentes a setores administrativos da própria mineradora gestora da barragem e a população da área rural e urbana dentro do *dam break* da barragem de rejeito B1. Esta junção de fatores culminou com centenas de mortes humanas e animais. Rompimentos de barragens, apesar da baixa frequência, não são eventos raros e configuram uma ferida aberta no cotidiano da indústria mineradora (FREITAS et al., 2014). Neste sentido, levando-se em consideração os danos causados à fauna e dando foco ao objeto deste estudo, merecem relevância as ações resolutivas destes danos e o destaque da importância da medicina veterinária dentro do contexto de saúde única aplicado nesta situação de desastre específica.

Os impactos causados por desastres ambientais apresentam relevância distinta conforme a região afetada, sobretudo em países em desenvolvimento e em localidades de baixa renda (MIGLIACCIO et al., 2018), como em Brumadinho, onde um terço das famílias vive com renda inferior a meio salário-mínimo e, apesar de cerca de 67% população do município ser predominante urbana (IBGE, 2018), a população rural (33%) foi a mais afetada pelo rompimento da barragem. Nestes casos, quando a comunidade depende da produção animal para ter sua fonte de renda, os impactos são ainda mais graves e negativos (MIGLIACCIO et al., 2018). Estima-se que 297,28 hectares de terra foram cobertos pelo rejeito. Destes, 51% eram ocupados por vegetação nativa, sendo, a maior parte, preservada. 19% da área atingida era ocupada por atividades humanas, não relacionadas ao setor

agropecuário, com alta circulação de pessoas. Nesta área de cerca de 57 hectares, 86% correspondiam às áreas corporativas da mineradora, 12% correspondiam a moradias e habitações e 2% eram estradas rurais. Apesar da maior área atingida estar relacionada às estruturas corporativas, o maior dano foi causado aos bens imóveis familiares. Foram atingidas 193 estruturas, destas, 59% familiares e 41% empresariais. Anteriormente ao rompimento, cerca de 13% da área atingida eram destinadas às atividades agropecuárias, o que corresponde a aproximadamente 37,9 hectares. Considerando a totalidade da área atingida pelo rejeito, 8% desta área era ocupada pela agricultura, 5% por pastagens, 2% por corpos hídricos superficiais e 15% eram ocupados por maciços e leitos das barragens. Também foram atingidas áreas de estradas, ferrovia e pontes. Ainda assim, novos estudos necessitam ser realizados para melhor quantificar e qualificar as características da área atingida pelo rompimento da barragem B1 (PEREIRA; CRUZ; GUIMARÃES, 2019).

A exposição a um dano transcende limites territoriais para um evento de grande magnitude, demonstrando, portanto, a importância do recrutamento de ações coordenadas amplas e eficazes para minimizar os danos secundários do evento. Após um desastre ambiental, o registro de novos casos de doenças infectocontagiosas é comum em populações com acesso restrito à água tratada e com saneamento básico deficiente. Estas condições, são extremamente favoráveis ao aumento da transmissão de doenças, o que exige um retorno imediato da estrutura de serviços básicos de saúde. Uma eficiente notificação dos casos é a base para o desenvolvimento de um plano de ação que registre as prioridades das campanhas de prevenção e imunização, além de campanhas de controle de insetos vetores (WATSON; GAYER; CONNOLLY, 2007).

O histórico mundial de desastres naturais destacou a necessidade de incluir os animais em planos de contingência de desastres e de aprimorar a integração dos serviços veterinários adotando o gerenciamento de emergências e planos de redução de risco a nível nacional. Apesar das recomendações específicas para animais em desastres desenvolvidas pela Organização Mundial para Saúde Animal (OIE), ainda é necessário muito empenho e trabalho para minimizar o sofrimento ao qual os animais estão expostos durante e após um evento desta natureza. Para tanto, é de suma importância a integração dos órgãos competentes para garantir a preparação para um desastre e a capacidade de gerenciamento das emergências (MIGLIACCIO et al., 2018).

As aplicações dos conceitos descritos no protocolo conhecido como *Incident Command System* (ICS) foram categóricas para a organização das ações e demandas relacionadas à mitigação dos danos causados pelo rompimento da barragem B1 de

Brumadinho. O reconhecimento dos fluxos de informação, dos postos de trabalho e da estrutura hierárquica preconiza o sucesso de uma operação de suporte a uma condição emergencial. ICS fornece uma estrutura de comando para coordenação, fluxo de informação, análise, tomada de decisão, comunicação e implementação de forma padronizada (BURGIEL, 2020).

Uma vez geradas as demandas, faz-se extremamente importante a criação de frentes para atender às exigências dos órgãos ambientais e às necessidades primárias da comunidade (GOMES et al., 2020). Os programas criados com a finalidade de mitigar os danos causados à fauna pelo rompimento da barragem B1 fizeram parte das demandas de atendimento às exigências dos órgãos ambientais e sua legislação voltada, principalmente, aos animais silvestres. Desde o momento imediato ao rompimento da barragem B1 da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho – MG, o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG) implementou, dentre várias ações, medidas em defesa do meio ambiente e da fauna. O atendimento aos animais domésticos, além dos silvestres, incluindo a ictiofauna, foi apoiado por ações movidas pelo MPMG, por meio da assinatura de um termo de compromisso preliminar (TCP) com a mineradora que versava sobre a implementação de medidas emergenciais e planos de ação com o objetivo de garantir a proteção e preservação das faunas doméstica e silvestre impactadas pelo rompimento de barragens dentro do complexo minerário da empresa em Brumadinho. No TCP, a mineradora se compromete com a manutenção das ações emergenciais de busca, resgate e cuidados com os animais até a emissão de novas determinações da Secretaria de Estado de Meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad). O termo também acordou ações de melhorias referentes à composição da equipe técnica, da infraestrutura e mecanismos de reconhecimento de área para beneficiar as ações de localização e resgate de animais. Determinou-se, ainda, a obrigatoriedade de implementação de um plano de monitoramento para a fauna silvestre, com a caracterização do impacto e as medidas mitigadoras. Além disso, firmou-se o compromisso de encaminhamento de relatórios periódicos ao MPMG sobre as ações adotadas para o cumprimento do plano de identificação, resgate e cuidado dos animais atingidos. O prazo inicial das ações determinadas no TCP foi estabelecido em 2 anos ou até o cumprimento integral das ações (MPMG, 2019).

No suporte voltado diretamente aos animais, num primeiro momento, a fauna silvestre foi monitorada por busca ativa diária pelas equipes de prospecção em campo e pela equipe de sobrevoo. A fauna doméstica também foi atendida prontamente, sem o estabelecimento de critérios que definissem os filtros ou a elegibilidade dos casos. Com o passar do tempo, foram estabelecidos padrões denexo causal, conforme descrito no quadro

16, para dar melhor entendimento ao tipo de relação do animal com o evento e estabelecer os critérios que, mais tarde, tornariam os casos elegíveis ou inelegíveis. Esse padrão de nexos, passando pelos períodos emergencial, de transição e não emergencial demonstrou dúvidas quanto ao entendimento deste próprio padrão e seus critérios de elegibilidade, visto que animais em condições similares, a depender do histórico, tiveram destinos distintos dentro da categorização do acolhimento. Esse fato ganha relevância ao considerar a ausência de legislação específica no que tange aos animais domésticos vitimados por desastres ambientais (GOMES et al., 2020). Esta dúvida é sustentada pelo fato de que animais que não passaram pelas instalações Vale (FAF ou HVV) não terem atendidas as determinações do TPC, mesmo que tenha havido, para estes animais, uma relação denexo causal reconhecida e elegível.

Neste viés, incluem-se aqueles animais atendidos *in loco*, exclusivamente pelas equipes de campo, mesmo em condição denexo causal presente e, portanto, elegível, visto que as equipes de campo prestadoras de serviço à mineradora não recebiam o *status* de instalação.

Salvo o Plano Nacional de Ação para a Fauna Impactada por Óleo, direcionada especialmente aos animais silvestres, o Brasil não possui legislação específica para o resgate de fauna em situações de desastres ambientais, sejam eles de qualquer natureza. A lei 12.608/2012 que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, não refere a inclusão de medidas de resgate e atendimento a animais vitimados por situações de calamidade. No entanto, o Art. 225, §1º, VII da Constituição Federal, prevê a obrigação do poder público em proteger a fauna e manter os animais a salvo de práticas cruéis. O IBAMA, órgão ambiental, detém a Resolução Conama Nº 01/1986, que trata sobre o Estudo de Impacto Ambiental, a lei nº 9.605/1998 (Lei dos Crimes Ambientais) e a Lei nº 9.966/2000 (Lei do Óleo), mais uma vez, direcionados especialmente aos animais silvestres, permanecendo os animais domésticos, desprovidos de legislação específica (GOMES, et al., 2020).

Em continuidade à análise do nexocausal, quase a metade dos casos envolveu as propriedades diretamente afetadas pelo rejeito ou aquelas próximas ao rejeito ou ao rio Paraopeba. Por se tratar de área predominantemente rural, as propriedades localizadas nas proximidades da área atingida pela lama, assim como as propriedades próximas ao leito do rio, por suas características regionais, possuíam limites feitos por cercas de arame, o que não impedia o livre trânsito dos pequenos animais, permitindo, assim, seu contato recorrente com o rejeito ou o rio Paraopeba. A grande interação entre os seres humanos e os cães pode ser constatada em diferentes estudos que apontam o padrão de presença destes animais em mais da metade dos domicílios brasileiros (ALVES, et al., 2005). Da mesma forma, os grandes

animais eram, frequentemente, soltos às margens do rio Paraopeba a fim de acessarem alimento e água.

Cabe ressaltar que, apesar donexo causal estar relacionado ao contato direto do animal com o rejeito, seja ele por meio da lama ou por meio da água do rio, não fazia parte da rotina de atendimentos veterinários a pesquisa de metais pesados no sangue dos animais vivos ou em órgãos dos animais mortos, mesmo para aqueles com histórico do contato. Um aumento na concentração de metais pesados após o rompimento de uma barragem foi registrado nas águas do rio Doce, em Mariana – MG, após o rompimento da barragem de Fundão. Alguns destes metais, como o cobre, no ponto a montante do dique de contenção da lama despejada, foi encontrado em concentrações 86 vezes acima do valor máximo permitido (VPM) na legislação brasileira para a classe III da qualidade das águas. Portanto, é de suma importância reconhecer o potencial risco de contaminação causado pelo rompimento de uma barragem, que varia conforme a natureza mineralógica de cada área (CARVALHO et al., 2017).

Dentro do total de programas de atendimento à fauna desenvolvidos em campo, o programa “prospecção de fauna terrestre” representou 51,55% dos registros de animais e, destes, a ocorrência “rastreamento e fauna em risco” foi a que gerou números mais relevantes, totalizando 20.203 animais (85,32% dos registros do programa), sendo 216 domésticos (1,07% da ocorrência) e 19.987 silvestres (98,93% da ocorrência), demonstrando o impacto do incidente sobre as condições de vida, sobretudo dos animais silvestres. O programa de “sobrevoo”, acumulou registros de 18.168 animais (corresponde a 39,55% dos registros dos programas de atendimento à fauna realizados em campo), destes, 2.276 animais de espécies domésticas (12,53% do programa), enquanto 15.892 animais (87,47% do programa), eram de espécies silvestres, reforçando a prevalência de animais silvestres impactados pelo rompimento da barragem. Deste total de registros de animais no programa “sobrevoo”, a maioria (99,86%) eram de animais vivos. Estes dados dos programas citados chamam-nos à atenção o impacto direcionado aos hábitos de vida de diferentes espécies de animais silvestres e seus efeitos na potencial disseminação ou agravamento de doenças e, até mesmo, no desenvolvimento de cepas mutantes de microrganismos adaptados ao organismo de espécies domésticas, risco causado pela aproximação não natural destes grupos em fontes restritas de água para dessedentação (DESTOUMIEUX-GARZÓN et al., 2018). Além disso, o derramamento de rejeitos da mineração tem o potencial de alterar drasticamente a cobertura do solo. Da área vegetal atingida, 65% eram ocupados por vegetação nativa conservada, cerca de 26% apresentava vegetação em estágio intermediário de conservação e 9% da vegetação

era caracterizada por ambiente pantanoso de grande relevância para a manutenção dos recursos hídricos e da biodiversidade (PEREIRA; CRUZ; GUIMARÃES, 2019).

O programa Atendimento Veterinário, embora tenha registrado, em valores relativos, apenas 7,47% dos atendimentos dentro do universo de programas de atendimento à fauna realizados em campo, em números absolutos, correspondeu a 3.525 registros de atendimento a animais, todos estes domésticos. Num município com uma população estimada em 40.103 habitantes, em 2019 (IBGE, 2019), podemos observar que o quantitativo de registros de atendimentos veterinários a animais domésticos possui relevância considerável, por envolver as questões de manutenção da renda e/ou subsistência familiar, para o caso de animais de produção e para questões voltadas ao apego sentimental e saúde física e emocional da população, quando envolve os animais de companhia (GOMES, et al., 2020).

Os atendimentos veterinários *in loco* tiveram seu pico inicial em fevereiro/2019. A partir de então, apresentaram uma tendência à regressão dos registros, apresentando novo pico em maio/2019, com redução em junho/2019 e nova curva ascendente em julho, agosto e setembro/2019. De outubro a dezembro/2019, os registros de atendimento veterinário *in loco* voltaram a regredir. Esta variação na curva é explicada por diferentes fatores. Dentre eles, a própria casuística e acesso da população ao canal de comunicação Alô Animal Brumadinho, no início de 2019. Coincidindo com a divulgação do telefone do Sistema de Registro de Demandas (agosto/2019), um canal 0800 criado para apoiar, de forma mais dinâmica, a população, observou-se um aumento no número de chamados que reportavam sinais neurológicos em cães, que pela natureza dos sintomas, geravam a necessidade de avaliação *in loco*. Após a realização do atendimento clínico e de exames laboratoriais, tais animais eram diagnosticados com cinomose. A cinomose é uma doença viral, endêmica no Brasil e, a maior parte dos casos (63,8%) ocorre nos meses frios (abril a setembro), devido à peculiaridade de transmissão do vírus (LOPES et al., 2019). Apesar de gerar um atendimento, visto os relatos de sinais neurológicos, ao ter a confirmação do diagnóstico laboratorial, estes animais eram encaminhados para acompanhamento veterinário particular, pelo fato da doença ser endêmica e não apresentar qualquer relação denexo causal com o incidente, conforme o entendimento acatado pela coordenação de fauna. Tais registros, à época (agosto/19), mobilizaram as equipes para um maior número de atendimentos. O apoio das equipes de campo ao HVV na realização de retornos e cumprimento de protocolos vacinais também impactaram na flutuação desta curva.

O programa animais vivos resgatados (ou, simplesmente, resgate) apresentou seu pico no momento emergencial, quando era recorrente a identificação de animais acessando o

rejeito. Com o passar do tempo, esta curva passou a apresentar uma regressão no número de registros, com leve pico em julho e nova retomada ascendente no último trimestre de 2019, motivada, principalmente pelo início do período chuvoso, conforme observado no histórico pluviométrico anual do município registrado no site ClimaTempo (CLIMATEMPO, 2021). Nesta fase, observaram-se o amolecimento da lama de rejeitos e ocorrências de cheias do rio Paraopeba. Ambos os casos provocaram uma elevação no número de registros de resgates de animais.

O termo “animal vivo resgatado” deve ser discutido à luz do entendimento dado a esta categoria. Era considerado “resgatado” o animal que era levado ao HVV ou à FAF e que, por qualquer motivo, necessitasse pernoitar na instalação. Ou seja, o fato do animal estar numa situação de risco, como por exemplo, em contato com o rejeito, em área de risco, atolado em lama ou dentro do rio Paraopeba, fatos estes que corroboram com o planejamento e execução de uma ação de resgate propriamente dito, mesmo que para cada caso, alguma ação do planejamento possa ser subtraída conforme a casuística (GOMES, et al., 2020) ou o fato de possuir ou não um tutor, ser ou não abrigado em uma residência, ser atendido ou não em condições que justificariam o resgate propriamente dito, não impactavam nesta categorização, mas sim o fato de pernoitar numa instalação.

Diante destas considerações, percebe-se que o número de animais que sofreram um resgate propriamente dito possa estar subestimado, pois, nem sempre, um animal resgatado era levado a uma instalação Vale, mas sim, na condição de haver um tutor reconhecido e o animal apresentar-se clinicamente estável, o animal era, então, reintegrado na propriedade de origem. Para estes casos, a categoria principal de classificação passava a ser a “Reintegração ou Transporte” e, por vezes, o “Atendimento *in loco*”. Naturalmente, a organização dentro de uma situação de colapso deve passar por ajustes e melhorias com o intuito de preservar os dados e gerar informações que se conectem com a realidade. A coleta sistemática das informações e a análise dos dados proveem os suprimentos para que os setores governamentais e agências especializadas programem as atividades com base nos registros e, desta forma, gerem as respostas adequadas (SCHNEIDER et al., 2012).

Em relação às instalações Vale para atendimento à fauna, foram construídos o Hospital Veterinário e a Fazenda Abrigo de Fauna. Na fase emergencial, a ação de voluntários foi fundamental, pois, diante de um desastre ambiental, mobilizam-se equipes especializadas em atendimentos às vítimas humanas, enquanto os animais não humanos, passam a depender das ações de voluntários e ONG's (CASTRO et al., 2020). Em paralelo às ações dos voluntários, se organizavam as terceirizações e contratações. Importante salientar que, nesta

fase, a estrutura organizacional de ambas as instalações era feita por médicos veterinários, setorizados hierarquicamente. Ainda nesta fase, foi extremamente importante, o apoio de instituições, como a EV-UFMG e clínicas parceiras, que recebiam, por encaminhamento, os casos graves. A participação das universidades num ambiente de desastre natural é elementar, pois, além do apoio estrutural, trabalha para a gestão, a modelagem e o monitoramento das ações que visam reduzir os danos ambientais (KOBAYAMA et al., 2004). Além da população animal impactada direta ou indiretamente pelo rompimento da barragem B1 do Córrego do Feijão, as instalações Vale também passaram a receber os animais oriundos das áreas de evacuação de outras barragens, gerenciadas pela Diretoria de Reparação. A criação de abrigos e demais estruturas físicas necessárias ao recebimento dos animais resgatados é fundamental nos instantes imediatos a um desastre ambiental (GOMES, et al., 2021). A responsabilidade da criação, ampliação e gestão destas estruturas coube à empresa gestora da barragem e suas terceirizadas, posteriormente contratadas.

O médico veterinário é um profissional que pode atuar em diferentes áreas, no entanto, não é de praxe o treinamento durante a graduação para a atuação em frentes de resgate. O perfil dos médicos veterinários atuantes nas instalações era variado e, pelo caráter emergencial da situação, de forma geral, os profissionais da área operacional foram absorvidos da massa de voluntários que se prontificaram a permanecer atuando em Brumadinho ou àqueles já inseridos nas empresas terceirizadas. De modo geral, as exigências davam-se apenas sobre a segmentação da atuação em pequenos animais, grandes animais e animais silvestres e não levava em conta o tempo de experiência, especializações ou títulos. A partir do momento em que cada instalação passou a se especializar num determinado segmento, observou-se a necessidade da busca por especialistas que foram então, contratados. Importante salientar que a experiência em resgate em situações emergenciais era resumida a poucos médicos veterinários, particularmente do G.R.A.D., com o apoio teórico da UFMG, o que demonstra a urgente necessidade da inclusão de uma disciplina nas universidades voltada à medicina veterinária de desastres em massa. Até então, as empresas detentoras de *know how* em resgate, contavam com um quadro predominante de biólogos em suas equipes, visto a natureza dos trabalhos na área ambiental, como resgate de fauna silvestre em áreas de supressão vegetal, de construção de barragem de água e hidrelétricas ou no resgate de fauna oleada. O efetivo profissional com formação superior atuante no período emergencial, de transição e pós emergencial variou ao longo do período analisado.

O alinhamento das decisões e a padronização dos protocolos poderiam ser construídos de forma mais eficiente se houvessem mais profissionais médicos veterinários

envolvidos nas tomadas de decisão. Além disso, a gestão dos dados poderia ser maximizada se houvesse, desde o início, um sistema integrado para registro dos animais, comum a todas as instalações e setores envolvidos nas ações de fauna. O registro de dados e preenchimento de documentos é de suma importância desde as ações de resgate, registros das instalações e na geração de laudos pós análises (GOMES, et al., 2020). Ratifica-se aqui, a importância do médico veterinário na tomada de decisões quando se considera a amplitude de consequências de um desastre ambiental desta natureza. Assim como ocorrem com os desastres de causas naturais, a grande maioria dos registros de óbitos humanos e animais ocorreu no momento imediato ao rompimento da barragem. No entanto, os riscos de surgimento de doenças e agravamento de comorbidades se estenderão por períodos subsequentes ao evento e demandarão de atenção e vigilância sanitária por um longo prazo (FREITAS et al., 2014).

A participação de médicos veterinários nas equipes multidisciplinares que compõe o corpo técnico de assistência imediata em desastres naturais tem sido reportada por décadas e teve destaque no incidente na região de Abruzzo, na Itália, em 2017. As principais atividades voltadas à saúde pública desenvolvidas por médicos veterinários foram o descarte de carcaças e resíduos animais, resgate de animais e atendimento veterinário, prevenção e controle de zoonoses, reestabelecimento da segurança alimentar e o controle de vetores (MIGLIACCIO et al., 2018). Muitas outras ações podem ser incluídas no escopo de ação de médicos veterinários, considerando-se o tipo e intensidade do desastre e as características da população vulnerável (SCHNEIDER et al., 2012). Nas últimas 3 décadas, os registros das atividades da medicina veterinária voltadas à saúde pública foram pouco referenciados. O primeiro congresso internacional voltado ao tema, ocorrido na Itália, em 2010 listou os impactos decorrentes dos diferentes tipos de desastres sobre as populações e evoluiu para a inclusão de médicos veterinários nas equipes de saúde voltadas ao atendimento de emergências não epidêmicas emergenciais que, mais tarde, atuaram no atendimento das vítimas dos desastres naturais (SCHNEIDER et al., 2012). No Brasil, a atuação da medicina veterinária em desastres ambientais iniciou-se de forma não oficial pela mobilização de grupos organizados de médicos veterinários voluntários. Em 2015, a ação destes grupos se aprimorou devido ao apoio de resgate e atendimento aos animais vitimados pelo rompimento da barragem de Fundão, em Mariana-MG. A partir de então, o G.R.A.D. Brasil (grupo de resgate de animais em desastres) que é uma força-tarefa do Fórum Nacional de Proteção e Defesa Animal (FNPDA) destacou-se entre os demais, pela organização e busca pela inclusão nas equipes destinadas ao atendimento das populações em risco. Em janeiro de 2019, dias antes do rompimento da barragem de Brumadinho, o G.R.A.D. teve seu reconhecimento oficializado

pelo CRMV-MG em uma reunião que discutia a importância desta iniciativa para a medicina veterinária do coletivo (CFMV, 2020). Mais tarde, a portaria Nº 53 do CFMV, de 18 de maio de 2019 institui o Grupo de Trabalho de Desastres em Massa Envolvendo Animais (GTDM) (CFMV, 2019). Após a reunião de todo conhecimento gerado pelas experiências em desastres, foi publicado em outubro de 2020, o Plano Nacional de Contingência de Desastres em Massa Envolvendo animais. E em 15 de dezembro de 2020, foi publicada pelo CFMV a portaria Nº 83 que cria a Comissão Nacional de Desastres em Massa Envolvendo Animais (CNDM), com o intuito de capacitar os profissionais que trabalham na linha de frente do resgate de animais vitimados por desastres em apoio ao plano nacional de contingência (CFMV, 2020).

Inundações, chuvas torrenciais, secas, incêndios e deslizamentos de terra são alguns dos exemplos de desastres naturais recorrentes no Brasil. A cada novo evento, as respostas ao caos se repetem ineficazes, demonstrando que o desafio em evoluir tanto em saúde pública como no entendimento do coletivo é o maior obstáculo a ser vencido. O padrão das demandas consequentes dos desastres ambientais é interdisciplinar e intersetorial e obriga, necessariamente, a interrelação de diferentes setores, incluindo implementação de cuidados com a saúde de forma coletiva e das políticas socioambientais (FREITAS et al., 2014). A contribuição do médico veterinário em condições de desastres é enorme e fundamental. Além das ações de resgate e atendimento veterinário aos animais vitimados, conferindo-lhes bem-estar, cabe ao médico veterinário as ações preventivas e de enfrentamento às zoonoses, ao controle de pragas e vetores, à segurança alimentar da população e no desenvolvimento de protocolos sanitários e de imunização. Obstante ao tipo de desastre e suas consequências, o conceito de saúde única deverá estar presente e atuante por meio de equipes multidisciplinares, nas quais, o médico veterinário é peça fundamental (SCHNEIDER et al., 2012).

## 7 CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu caracterizar e analisar os danos causados à fauna impactada pelo rompimento da Barragem BI do Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG) e as ações reparadoras destinadas à mitigação destes danos, dentro do período de 25 de janeiro de 2019 a 25 de janeiro de 2020. Permitiu, ainda, analisar o papel do médico veterinário dentro do contexto de desastre ambiental e a relação deste cenário com o conceito de saúde única.

- O desenvolvimento da estrutura organizacional ocorreu no momento emergencial, com a organização dos setores de planejamento e operações, a formação das equipes operacionais, o fluxo de comunicação e a interseção das atividades de atendimento à fauna;
- As instalações de apoio para atendimento aos animais resgatados foram desenvolvidas conforme acordado no Termo de Compromisso Preliminar (TCP) firmado entre a mineradora e o MPMG;
- Os serviços de atenção à fauna foram implementados para o atendimento ao Termo de Compromisso Preliminar (TCP) firmado entre a mineradora e o MPMG;
- Os critérios de elegibilidade baseados nas relações denexo causal apresentaram subjetividade dos entendimentos;
- Os programas de atenção à fauna foram implementados para o atendimento ao Termo de Compromisso Preliminar (TCP) firmado entre a mineradora e o MPMG;
- Os potenciais impactos sobre a fauna doméstica e, sobretudo, a fauna silvestre correspondem a uma das principais consequências do rompimento da barragem BI do Córrego do Feijão;
- Foram criados, aproximadamente, 85 postos de trabalho ocupados por médicos veterinários que estiveram envolvidos, em sua maioria, em cargos operacionais;
- A atuação do médico veterinário em desastres ambientais configura uma importante medida para garantir a saúde e bem-estar animal, a segurança alimentar da população humana local, o controle da disseminação de zoonoses e doenças emergentes, além da ação em conjunto com uma equipe multidisciplinar para garantir a redução dos impactos à comunidade no momento imediato a um desastre ambiental e, sobretudo, a médio e longo prazos;
- A experiência de todos os profissionais atuantes em Brumadinho acumulou notável *know-how* procedimental e operacional. Este evento fortaleceu a importância da comissão especial para desastres ambientais criada pelo CRMV-MG e corroborou para o

embasamento do Plano Nacional de Contingência de Desastres em Massa Envolvendo Animais.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A presença de profissionais médicos-veterinários nos setores de tomada de decisão é fundamental para implementação de medidas de saúde coletiva a serem estabelecidas a curto, médio e longo prazos;
- A gestão dos dados poderia ser maximizada se houvesse, desde o início, um sistema integrado para registro dos animais, comum a todas as instalações e setores envolvidos nas ações de fauna;
- É necessário maior interação entre os setores envolvidos nas ações de fauna para melhor caracterização dos critérios de elegibilidade e denexo causal;
- O resgate periódico e acompanhamento das informações poderá compor um importante banco de dados capaz de demonstrar, em médio e longos prazos, os efeitos deste tipo de desastre sobre a população animal doméstica e silvestre;
- Faz-se necessária a continuidade do acompanhamento e registro dos dados a fim de mapear os efeitos futuros deste desastre ambiental.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA BRASIL. **Agência amplia prazo para eliminar barragens como de Brumadinho**. 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-08/agencia-amplia-prazo-para-eliminar-barragens-como-de-brumadinho>>. Acesso em: 03 out. 2020.
- ALVES M. C. G. P. et al. Dimensionamento da população de cães e gatos no interior do Estado de São Paulo. **Revista Saúde Pública**, v.39, n.6, p.891-897, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rsp/a/MPQcWX5sM5pfBNnSvKhm3vs/?lang=pt>>. Acessado em 30 mai. 2021.
- ANDRADE S. B. et al. Avaliação da concentração de sólidos totais na bacia do rio Paraopeba após ruptura da barragem I - Brumadinho. **Revista Augustus**, v. 24, n. 49, p. 100-112, 2019.
- ARAÚJO, E. R.; FERNANDES, F. R. C. Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais. In: **Conflitos ambientais na indústria mineira e metalúrgica - o passado e o presente**. Rio de Janeiro: CETEM/CICP, 2016, p.65-88. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1909>>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- ATLAS BRASIL. **Atlas Brasil**. 2013. Disponível em: <[http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_m/978](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/978)>. Acesso em: 07 jun. 2020.
- BASTOS, A. A atuação do médico veterinário nos desastres. Ed. 140 Medicina veterinária de desastres. **Revista Clínica Veterinária**. Brumadinho, 2019. Disponível em: <<https://revistaclinicaveterinaria.com.br/blog/a-atuacao-do-medico-veterinario-nos-desastres/>>. Acesso em: 12 fev. 2021.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Boletim do Setor Mineral**. 2019. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes/boletim-do-setor-mineral>>. Acesso em: 26 dez. 2020.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Núcleo Ampliado de Saúde da Família**. 2020. Disponível em: <<https://aps.saude.gov.br/ape/nasf>>. Acesso em: 27 jan. 2020.
- BURGIEL, S. W. The incident command system: a framework for rapid response to biological invasion. **Biological Invasions**, v.22, p.155-165, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-019-02150-2>>. Acesso em: 13 jan 2021.
- CARDOZO, F. A. C.; PIMENTA, M. M.; ZINGANO, A. C. Métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração – uma revisão. **Holos**, v. 8, Ano 31, p.77-85, 2016. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/5367/pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2020.
- CARVALHO, P. S. L. et al. **Minério de Ferro**. 2014. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>>. Acesso em: 09 ago. 2020.

CARVALHO, M. S. et al. Concentração de metais no rio Doce em Mariana, Minas Gerais, Brasil. **Acta Brasiliensis**, v.1, n.3, p.37-41, 2017. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/58>>. Acesso em: 14 dez. 2020.

CASTRO, L. M. et al. O trabalho das equipes de diagnóstico e reconhecimento perante os desastres envolvendo animais. **Clínica veterinária**, ano XXV, n. 146, p. 12-19, 2020. Disponível em: <[https://revistaclinicaveterinaria.com.br/blog/trabalho-equipes-de-diagnostico-e-reconhecimento-perante-os-desastres-envolvendo-animais/#:~:text=O%20Grupo%20de%20Resgate%20de,e%20Defesa%20Animal%20\(FNPD A\).&text=Para%20que%20as%20a%C3%A7%C3%B5es%20de,oito%20horas%20ap%C3%B3s%20o%20ocorrido](https://revistaclinicaveterinaria.com.br/blog/trabalho-equipes-de-diagnostico-e-reconhecimento-perante-os-desastres-envolvendo-animais/#:~:text=O%20Grupo%20de%20Resgate%20de,e%20Defesa%20Animal%20(FNPD A).&text=Para%20que%20as%20a%C3%A7%C3%B5es%20de,oito%20horas%20ap%C3%B3s%20o%20ocorrido)>. Acesso em: 13 jan. 2020.

CASTRO, M. L.; BARBARÁ, P.; GIMENES, T. C. V. **Território e territorialização na atenção básica**. 2018. Disponível em: <[http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/xx\\_eefab/territorio\\_e\\_territorializacao\\_na\\_atencao\\_basica.pdf](http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/xx_eefab/territorio_e_territorializacao_na_atencao_basica.pdf)>. Acesso em: 07 ago. 2020.

CAVALLINI, M. Mina que abriga barragem em Brumadinho responde por 2% da produção da Vale; veja raio-X. 2019. **G1**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/01/28/mina-que-abriga-barragem-em-brumadinho-responde-por-2-da-producao-da-vale-veja-raio-x.ghtml>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

CHADWIN, R. Evacuation of Pets During Disasters: A Public Health Intervention to Increase Resilience. **American Journal of Public Health – Research**, v. 107, n. 9, p. 1413 – 1417, 2017.

CHARVÉRIAT C. Natural disasters in Latin America and the Caribbean: an overview of risk. **Inter-American Development Bank**, v. 434, p 1-104, 2000.

CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Brumadinho, MG**. 2021. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/3621/brumadinho-mg>>. Acesso em: 21 fev. 2021.

CFMV - Conselho Federal de Medicina Veterinária. **Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF)**. 2018. Disponível em <<https://www.cfmv.gov.br/perguntas-e-respostas-sobre-o-nucleo-de-apoio-a-saude-da-familia-nasf/transparencia/perguntas-frequentes/2018/10/29/>>. Acesso em: 24 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. Portaria n.53 de 28 maio 2019. **Portal CFMV**, Brasília, 28 maio 2019. Disponível em: <<http://www3.cfmv.gov.br/portal/public/lei/index/id/1014>>. Acesso em: 13 fev. 2021.

\_\_\_\_\_. Portaria n.83 de 15 dez. 2020. **Portal CFMV**, Brasília, 15 dez. 2020. Disponível em: <<http://www2.cfmv.gov.br/manual/arquivos/portaria/2020.83.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2021.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Geoparques do Brasil – Propostas 2012**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Geoparques-5414.html>>. Acesso em: 26 dez. 2020.

DESCUBRA Minas. **Turismo**. Disponível em: <[http://www.descubraminas.com.br/Turismo/DestinoPagina.aspx?cod\\_destino=170&cod\\_pgi=2652](http://www.descubraminas.com.br/Turismo/DestinoPagina.aspx?cod_destino=170&cod_pgi=2652)>. Acesso em: 07 jun. 2020.

DESTOUMIEUX-GARZÓN, D. et al. The One Health Concept: 10 Years Old and a Long Road Ahead. **Frontiers in Veterinary Science**, v.5, n.14, p.1-13, 2018. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2018.00014/full>>. Acesso em: 13 set. 2020.

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro** (Ano base 2016). 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/paginas/anuario-mineral/arquivos/anuario-mineral-brasileiro-2016-metalicos>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

FERNANDES, F. R. C.; ARAUJO, E. R. Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais. In: **Conflitos ambientais na indústria mineira e metalúrgica...** Rio de Janeiro: CETEM/CICP, 2016. p.65-88.

FOLHA de São Paulo. Veja os 8 maiores desastres envolvendo barragens de mineração da história. 2019. **Folha de São Paulo**. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/01/veja-os-8-maiores-desastres-envolvendo-barragens-de-mineracao-da-historia.shtml>>. Acesso em: 29 set. 2020.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A. Acidentes de trabalho que se tornam desastres: os casos dos rompimentos em barragens de mineração no Brasil - Work accidents which become disasters: mine tailing dam failures in Brazil. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 17, n.1m, 2019. Disponível em: <<http://rbmt.org.br/details/416/pt-BR/acidentes-de-trabalho-que-se-tornam-desastres--os-casos-dos-rompimentos-em-barragens-de-mineracao-no-brasil>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

FREITAS, C. M. et al. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v.35, n.5, p.1-7, 2019. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2019000600502](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2019000600502)>. Acesso em: 26 ago. 2020.

FREITAS, C. M. et al. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.19, n.9, p.3645-3656, 2014. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232014000903645&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232014000903645&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 13 ago. 2020.

GASPAR, F. F. **Aspectos do atual processo de urbanização de Brumadinho**. 2005. 47 f. Trabalho (Programa de Educação Tutorial e Projeto Eixo Sul) - Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), 2005. Disponível em: <[https://silo.tips/queue/aspectos-do-atual-processo-de-urbanizacao-de-brumadinho?&queue\\_id=-1&v=1615318468&u=MjAxLjQzLjgwLjE4NA==](https://silo.tips/queue/aspectos-do-atual-processo-de-urbanizacao-de-brumadinho?&queue_id=-1&v=1615318468&u=MjAxLjQzLjgwLjE4NA==)>. Acesso em: 20 out. 2020.

GOMES L. B. et al. **Plano nacional de contingência de desastres em massa envolvendo animais**. 2020. In: CFMV. Disponível em: <<https://www.cfmv.gov.br/plano-nacional-de>>

contingencia-de-desastres-em-massa-envolvendo-animal/comunicacao/publicacoes/2020/10/05/#1>. Acesso em: 06 jan. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário: 2017**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 07 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. Agência de notícias. **PIB cai 0,2% no primeiro trimestre pressionado pela indústria extrativa**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/24654-pib-cai-0-2-no-primeiro-trimestre-pressionado-pela-industria-extrativa>>. Acesso em: 06 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Panorama Brumadinho**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama>>. Acesso em: 29 maio 2020.

\_\_\_\_\_. **Cidades – Brumadinho**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama>>. Acesso em: 21 fev. 2021.

IBRAM – Portal da mineração. **Produção mineral do Brasil cai 17,67% no primeiro trimestre de 2020**. Disponível em: <<http://portaldamineracao.com.br/ibram/producao-mineral-do-brasil-cai-1767-no-Primeiro-trimestre-de-2020>>. Acesso em: 05 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Relatório Anual de Atividades: Julho de 2018 - Junho de 2019**. Disponível em: <<http://portaldamineracao.com.br/ibram/wp-content/uploads/2019/07/relatorio-anual-2018-2019.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2020.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Panorama da Mineração em Minas Gerais**. 2016. Disponível em <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006212.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2020.

\_\_\_\_\_. **Produção mineral Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00000105.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2020.

INSTITUTO MINERE. **Descaracterização e descomissionamento de barragens de rejeitos – uma tendência ou realidade**. 2020. Disponível em: <<https://institutominere.com.br/blog/descaracterizacao-e-descomissionamento-de-barragens-de-rejeitos-uma-tendencia-ou-realidade>>. Acesso em: 27 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Política Nacional de Segurança de Barragens**. 2019. Disponível em: <<https://institutominere.com.br/blog/politica-nacional-de-seguranca-de-barragens>>. Acesso em: 03 out. 2020.

KOBIYAMA, M. et al. Papel da comunidade e da universidade no gerenciamento de desastres naturais. In: **Simpósio brasileiro de desastres naturais**, 1., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 834-846. Disponível em: <[https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/papel\\_da\\_comunidade\\_e\\_da\\_uni..pdf](https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/papel_da_comunidade_e_da_uni..pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2021.

LANDIM, G. H. P.; BRITO, M. G. S. L.; NUNES, F. C. B. **Índice de Esgotamento Sanitário em Área de Vulnerabilidade Social Sob a Ótica do Desenvolvimento Sustentável**. 2020. Disponível em: <<http://deposita.ibict.br/handle/deposita/138>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

LOPES, O. F. M. L. et al. Aspectos geográficos da cinomose canina no Brasil e no mundo. **Revista Interdisciplinar de Ciências Médicas**, 2019, Teresina (PI), Anais... Disponível em: <<https://gpicursos.com/interagin/gestor/uploads/trabalhos-feirahospitalarpiaui/6873ce98a1fcee8260eb96c370748002.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

MIGLIACCIO, P. et al. Veterinary Public Health Activities and Management of the Livestock Sector during Earthquakes and Snowstorms in the Abruzzo Region—Italy, January 2017. **Animals**, v.8, n.218, p. 1-9, 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/8/11/218/htm>>. Acesso em: 14 out. 2020.

MINAS GERAIS. **Governo do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/conteudo/conheca-minas/geografia/localizacao-geografica-0>>. Acesso em: 25 set. 2020.

MPMG. **Vale se compromete a adotar medidas para a proteção da fauna doméstica e silvestre atingida pelo desastre de Brumadinho**. Disponível em: <<https://www.mpmg.mp.br/comunicacao/noticias/vale-se-compromete-a-adotar-medidas-para-a-protecao-da-fauna-domestica-e-silvestre-atingida-pelo-desastre-de-brumadinho.htm>>. Acesso em 30 mai. 2021.

MPMG. **Balanco de seis meses de atuação do MPMG no caso Brumadinho**. Disponível em: <<https://www.mpmg.mp.br/comunicacao/noticias/balanco-de-seis-meses-de-atuacao-do-mpmg-no-caso-brumadinho.htm>>. Acessado em 30 mai. 2021.

MIRANDA, M. A contribuição do médico veterinário a saúde única - one health. **Psicologia e Saúde em Debate**, v.4, s.1, p.34, 2018. Disponível em: <<http://psicodebate.dpgpsifpm.com.br/index.php/periodico/article/view/380#:~:text=Considera%20a%20sa%20de%20novas%20tecnologias%20de%20produ%20>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

MSF - Médicos Sem Fronteiras. **Desastres naturais**. Disponível em: <<https://www.msf.org.br/o-que-fazemos/atuacao/desastres-naturais>>. Acesso em: 11 out. 2020.

NUNES, V. F. P. A medicina veterinária de desastres em Mariana e Brumadinho. **Revista Clínica Veterinária**, n.129, 2019. Disponível em <<https://revistaclinicaveterinaria.com.br/blog/a-medicina-veterinaria-de-desastres-em-mariana-e-brumadinho/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.

O GLOBO Economia. **Mina em Brumadinho respondia por 7% da produção de minério da Vale**. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/mina-em-brumadinho-respondia-por-7-da-producao-de-minerio-da-vale-23403440>>. Acesso em: 29 maio 2020.

OMS. One Health. 2017. In: **World Health Organization**. . Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/one-health>>. Acesso em: 25 fev. 2020.

OMS. World Health Organization (WHO). Expert committee on rabies: eight report. Geneva; 1992. [Technical report series, 824]. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/39308>>. Acessado em 30 mai.2021

PAN AMERICAN Health Organization (PAHO). Natural disasters: protecting the public's health. **PAHO Scientific Publication**, n. 575, 119 p., 2000.

PEREIRA L.F., CRUZ G. de B., GUIMARÃES R. M. F. Impactos do rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho, Brasil: uma análise baseada nas mudanças de cobertura da terra. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v 04, n. 02. 2019, pag. 122-129. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/2373>. Acessado em 06 jun. 2021

PINHEIRO, T. M. M. et al. (orgs.). **Mar de Lama da Samarco na bacia do rio Doce: em busca de respostas**. Belo Horizonte (MG): Instituto Guaicuy; 2019. Disponível em: <<https://manuelzao.ufmg.br/biblioteca/o-livro-mar-de-lama-ja-esta-disponivel-em-formato-digital/>>. Acesso em: 14 dez. 2020.

PORTO, M. F. S. **A tragédia da mineração e do desenvolvimento no Brasil**: desafios para a saúde coletiva. 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/csp/2016.v32n2/e00211015/pt>>. Acesso em: 10 out. 2020.

RICO, M.; BENITO, G.; DIEZ-HERRERO, A. Floods from tailings dam failures. **Jhazmat**, v.15, n.154, p.79-87, 2008. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18096316/>>. Acesso em: 19 nov.2020.

ROCHA, R.; PUPO, F. ANA: Apenas 3% das barragens brasileiras foram fiscalizadas em 2017. **Valor Econômico**. 2019. Disponível em: <<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2019/01/25/ana-apenas-3-das-barragens-brasileiras-foram-fiscalizadas-em-2017.ghml>>. Acesso em: 13 ago. 2020.

ROMÃO, A. et al. Nota técnica: avaliação dos impactos do desastre de Brumadinho sobre a saúde. **Observatório de Clima e Saúde – Fundação Oswaldo Cruz**, p. 1-16, 2019.

ROSAS, R.; SARAIVA, A. Especialistas repercutem o rompimento da barragem em Brumadinho. **Portal G1**, Belo Horizonte, 2019. Disponível em <<https://g1.globo.com/mg/minasgerais/noticia/2019/01/25/ambientalistas-repercutem-o-rompimento-da-barragem-em-brumadinho.ghml>>. Acesso em: 11 maio 2020.

RUCHKYS, U. A.; CASTRO, P. T. A.; MIRANDA, M. P. S. Mineração em Geossistemas Ferruginosos e Questões de Geoética: o Caso do Rompimento da Barragem de Córrego do Feijão, Minas Gerais – Brasil, **Cofins**, v. 40, 2019.

RYU, S. et al. One Health Perspectives on Emerging Public Health Threats. **Journal of Preventive Medicine & Public Health**, v.50, n.6, p.411-414, 2017. Disponível em:

<<https://www.jpmp.org/journal/view.php?doi=10.3961/jpmp.17.097>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SCHNEIDER, M. C. et al. Natural disasters and communicable diseases in the Americas: contribution of veterinary public health. **Veterinaria Italiana**, v.48, n.2, p. 193-218, 2012. Disponível em: <[https://www.academia.edu/14870567/Natural\\_disasters\\_and\\_communicable\\_diseases\\_in\\_the\\_Americas\\_contribution\\_of\\_veterinary\\_public\\_health](https://www.academia.edu/14870567/Natural_disasters_and_communicable_diseases_in_the_Americas_contribution_of_veterinary_public_health)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SHULTZ, J. M.; RUSSELL, J.; ESPINEL, Z. Epidemiology of Tropical Cyclones: The Dynamics of Disaster, Disease, and Development. **Epidemiologic Reviews**, v.27, p.21-35, 2005. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/James-Shultz/publication/7785293\\_Epidemiology\\_of\\_Tropical\\_Cyclones\\_The\\_Dynamics\\_of\\_Disaster\\_Disease\\_and\\_Development/links/00b4951616dbf1b3d3000000/Epidemiology-of-Tropical-Cyclones-The-Dynamics-of-Disaster-Disease-and-Development.pdf](https://www.researchgate.net/profile/James-Shultz/publication/7785293_Epidemiology_of_Tropical_Cyclones_The_Dynamics_of_Disaster_Disease_and_Development/links/00b4951616dbf1b3d3000000/Epidemiology-of-Tropical-Cyclones-The-Dynamics-of-Disaster-Disease-and-Development.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SILVA, G. R. R. et al. Análise dos possíveis efeitos na incidência de neoplasias referentes a intoxicação por metais pesados após o desastre ambiental da samarco em Mariana-MG. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA E SAÚDE**, 9, 2019. Blumenau (SC).

SOUZA JUNIOR, T. F.; MOREIRA, E. B.; HEINECK, K. S. Barragens de contenção de rejeitos de mineração no Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **HOLOS**, Ano 34, v. 5, 2018.

SOUZA, C. L.; ANDRADE, C. S. Saúde, meio ambiente e território: uma discussão necessária na formação em saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.19, n.10, p. 4113-4122, 2014. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232014001004113&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232014001004113&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 13 set. 2020.

VALE. **Brumadinho**. Disponível em: <<http://www.vale.com/esg/pt/Paginas/Brumadinho.aspx>>. Acesso em: 29 maio 2020.

\_\_\_\_\_. **Atualizações sobre o rompimento da barragem de Brumadinho**. Disponível em <<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/Vale-atualiza-informacoes-sobre-o-rompimento-da-barragem-de-brumadinho.aspx#:~:text=Atualmente%2C%20encontrava%2Dse%20em%20desenvolvimento,da%20crista%20de%20720%20metros>>. Acesso em: 07 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. **Mineração**. Minério de Ferro e Pelotas. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/business/mining/iron-ore-pellets/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 11 maio 2020.

\_\_\_\_\_. **Entenda as barragens da Vale**. Disponível em: <[http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-paracomunidade/minasgerais/atualizacoes\\_brumadinho/Paginas/Entenda-as-barragens-da-Vale.aspx](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-paracomunidade/minasgerais/atualizacoes_brumadinho/Paginas/Entenda-as-barragens-da-Vale.aspx)>. Acesso em: 11 maio 2020.

\_\_\_\_\_. **Quem somos**. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 06 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Relatório Vale Minas Gerais**. 2017. Disponível em:  
<[http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Documents/relatorio\\_minas\\_gerais\\_2017.pdf](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Documents/relatorio_minas_gerais_2017.pdf)>. Acesso em: 27 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Brumadinho**. Disponível em:  
<<http://www.vale.com/esg/pt/Paginas/Brumadinho.aspx>>. Acesso em: 27 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **PAEBM - Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração**. Disponível em:  
<<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/Paginas/Projetos.aspx>>. Acesso em: 13 jan. 2020.

WATSON, J. T.; GAYER, M.; CONNOLLY, M. A. Epidemics after Natural Disasters. **Emerging Infectious Diseases**, v.13, n.1, p.1-5, 2007. Disponível em:  
<<https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/13/1/pdfs/06-0779-combined.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2020.

WHO. World Health Organization. **One health**. 2017. Disponível em:  
<<http://www.who.int/features/qa/one-health/en/>>. Acesso em: 24 out. 2020.

ZANELA, M.B.; DERETI, R.M. **7º Dia de Campo do Leite**: da Pesquisa para o Produtor. Pelotas (RS): Embrapa Clima Temperado, 2018. Disponível em:  
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186877/1/DOCUMENTOS-464-WEB.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2020.

## GLOSSÁRIO

<b>A Jusante</b>	no sentido do fluxo da água;
<b>A Montante</b>	no sentido contrário ao fluxo da água;
<b>Antropogênico</b>	derivado de uma atitude humana;
<b>Barragem de alto risco</b>	quando a barragem apresenta alto risco de rompimento;
<b>Barragem de dano potencial associado alto</b>	quando a avaliação exigida pela Agência Nacional de Mineração alcançar dez pontos nos itens “impacto ambiental” ou “ocorrência de população a jusante”;
<b>Commodities</b>	são todas as matérias-primas essenciais que possuem baixo nível de industrialização;
<b>Dam break</b>	região sob a rota da mancha de inundação provocada pelo rompimento de uma barragem
<b>Doença de Creutzfeldt-Jakob (vCJD)</b>	variante da encefalopatia espongiforme bovina;
<b>Entubamento ou Piping</b>	é o aparecimento de canais dentro da estrutura de contenção, um reflexo da característica heterogênea da lama. São formados pequenos funis, por onde pode circular água
<b>Epizootia</b>	doença que, apenas ocasionalmente, se encontra em uma comunidade animal, mas, que se dissemina com grande rapidez e apresenta grande número de casos. Equivale a uma epidemia de determinada doença humana;
<b>Ferro em pelotas</b>	são pequenos aglomerados de minério de ferro usados na fabricação do aço. São feitos com uma tecnologia de processamento térmico que utiliza os finos gerados durante a extração do minério, que antes eram reservados por não terem aplicação direta na siderurgia;
<b>Ferro gusa</b>	é, basicamente, uma liga de ferro, resultado da redução do minério de ferro, ao absorver carbono, em um alto-forno;
<b>FOB</b>	sigla inglesa para a expressão <i>Free on Board</i> : significa que o exportador é o responsável pelo produto até ele estar dentro do navio para transporte no porto indicado pelo comprador;
<b>IBRAM</b>	Instituto Brasileiro de Mineração;

<b>Mitigação</b>	ação de atenuar, enfraquecer, diminuir; alívio;
<b>Pilha de estéril</b>	material com ausência de minério e sem qualquer valor comercial, separado do minério bruto ainda na fase de lavra, ou seja, antes do beneficiamento. O estéril é acumulado em pilhas (pilha de estéril);
<b>Príon</b>	molécula proteica com característica aberrante, que possui capacidade de infectar um organismo vivo. Diferentemente de vírus ou bactérias, os príons não possuem material genético (DNA ou RNA);
<b>Royalties</b>	quantia paga por uma empresa ou pessoa física ao proprietário de um determinado bem ou marca para obter o direito de explorá-los comercialmente;
<b>Sínter</b>	aglomerado de minério de ferro caracterizado por ser um material fortemente heterogêneo composto, predominantemente, por hematita, magnetita, ferritos, silicatos e poros. As características microestruturais de um sínter influem nas suas propriedades e nas propriedades do ferro gusa e do aço produzidos a partir dele;
<b>Solapamento</b>	movimento de terra através de erosão ou encharcamento para fora de qualquer uma das faces do aterro. Também se pode referir como deslizamento, desmoronamento ou abatimento;
<b>Zona de Autossalvamento (ZAS)</b>	zona localizada a uma distância de até dez quilômetros da barragem ou em um limite de tempo de até 30 minutos, antes que a onda de rejeito atinja a referida área, no caso de rompimento;
<b>Zona de Segurança Secundária (ZSS)</b>	é aquela localizada a mais de dez quilômetros da barragem ou que a onda rejeitos demore tempo maior que 30 minutos para atingir determinada área, em caso de rompimento;

## **ANEXO 1 – TEXTO COMPLETO – ASPECTOS GERAIS DA MINERAÇÃO**

### **Aspectos gerais da mineração - a história recente**

Mineração é um tipo de atividade econômica e industrial responsável pela pesquisa, exploração (lavra) e beneficiamento de recursos minerais (DNPM, 2017). Esses recursos encontram-se no subsolo, em diferentes profundidades e em diferentes regiões geográficas. A exploração mineral estimulou o povoamento de regiões pouco habitadas, devido à migração de grandes grupos de pessoas interessadas em adquirir os bens resultantes da lavra. O ouro foi o principal minério que engatilhou o fluxo de pessoas e o surgimento de empresas interessadas em seu valor econômico (INSTITUTO MINERE, 2020).

Em todo o planeta, estima-se que as reservas de minério de ferro sejam superiores a 80 milhões de toneladas, distribuídas, por ordem de volume de reserva, nos seguintes países: Austrália, Brasil, Rússia, China e Índia - que, juntos, detêm cerca de 81% da produção mundial -, além de Venezuela, Canadá, Ucrânia, Suécia, Estados Unidos, Irã, Cazaquistão, Maurítânia, África do Sul e México. No mundo, as principais empresas detentoras da exploração de minério de ferro são: Vale (brasileira), Rio Tinto Company (britânica) e BHP Billiton (anglo-australiana). Juntas, elas produzem mais de 50% do minério do ferro mundial. Importante salientar que 70% dos produtos férreos exportados são produtos finos, como o sinter e o ferro em pelotas (CARVALHO et al., 2014).

Nesse contexto mundial, é clara a ambiguidade do entendimento da mineração no Brasil: a história recente da mineração demonstra o fator econômico e desenvolvimentista, apoiado em suas origens desde o Brasil colonial e, em contrapartida, é questionada pelos prejuízos socioambientais decorrentes da exploração mineral (FERNANDES; ARAÚJO, 2016).

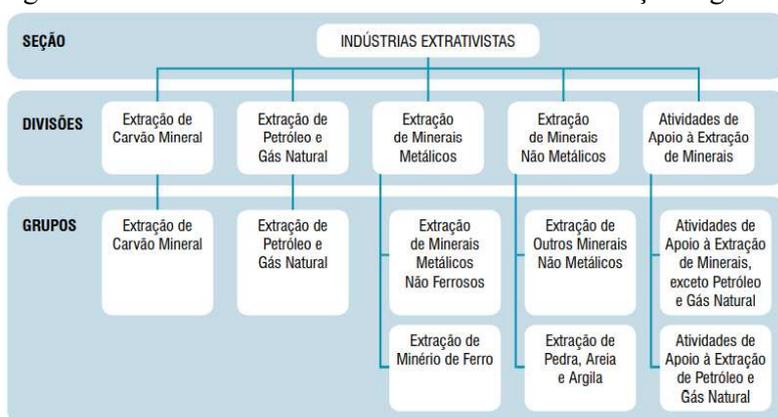
### **Atividade mineradora no Brasil**

A mineração no Brasil tem seus primórdios no início do século XVIII, quando, em decorrência do declínio da Coroa portuguesa, os bandeirantes foram incumbidos de procurar, em todo território da então colônia, jazidas de metais e pedras preciosas, a fim de suprir os recursos para a manutenção da Coroa. A descoberta de tais matérias atraiu um grande número de pessoas, sobretudo de Portugal, e moldou o povoamento das regiões brasileiras. No decorrer dos séculos, a forma de extração mineral passou por inúmeras adaptações

tecnológicas, aumentando a eficácia e a produtividade da indústria mineradora brasileira (IBRAM, 2016).

A indústria extrativa mineral atual, em diferentes frentes de atividade e, portanto, em diferentes classificações de atividades econômicas, é elencada conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), determinada pelos órgãos governamentais gestores de registros administrativos. As indústrias extrativistas estão classificadas como um tipo de seção no CNAE (IBRAM, 2016), dentro da qual ainda existem classificações de divisões e grupos, para melhor definir as características de uma atividade, conforme exemplificado na figura A, a seguir.

Figura A: Atividade Extrativa Mineral e sua classificação segundo o CNAE 2.0.

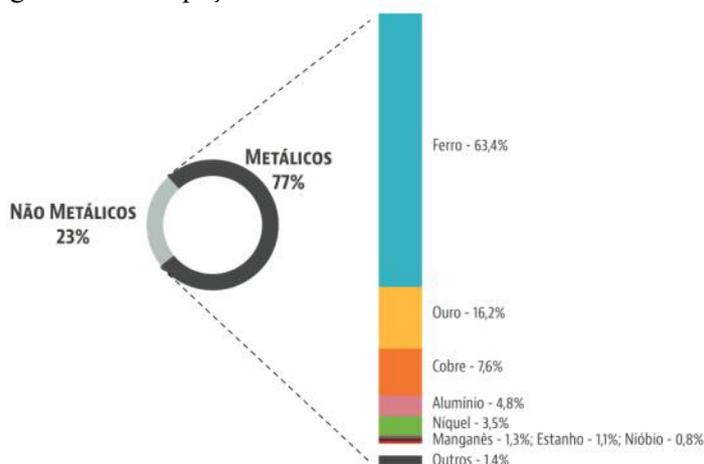


Fonte: IBRAM (2016).

O Brasil destaca-se no cenário mundial da mineração, devido à sua grande extensão territorial, cujo subsolo é rico em matérias minerais metálicas de extrema importância para a indústria mundial (LANDIM; BRITO; NUNES, 2020). O principal elemento é o ferro, matéria-prima fundamental para a fabricação de aço (VALE, 2020), que absorve, no país, cerca de 90% da demanda desse mineral (CARVALHO et al., 2014).

Essa classe de substâncias metálicas corresponde a 77% das substâncias minerais comercializadas pelo Brasil, sendo as principais alumínio, cobre, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro, conforme demonstrado na figura B, a seguir. Tais minerais correspondem a 98,6% das substâncias metálicas comercializadas pelo país (DNPM, 2017).

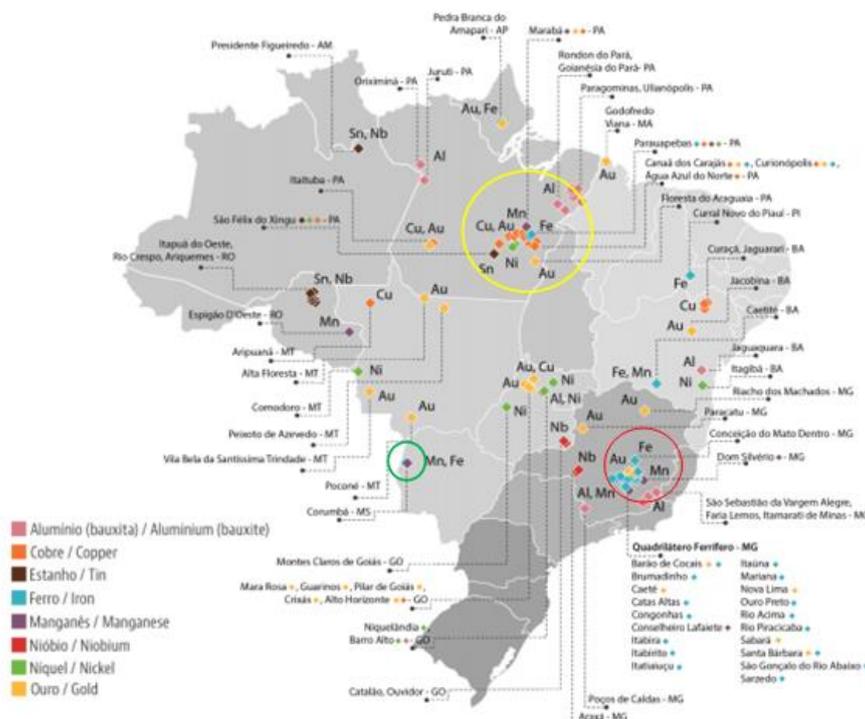
Figura B: Participação das substâncias metálicas no valor da produção mineral comercializada.



Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (2016).

As regiões de referência para a extração do minério de ferro no Brasil são o Quadrilátero Ferrífero (MG), a Província Mineral de Carajás (PA) e a região de Corumbá (MS) (CARVALHO et al., 2014), conforme figura C.

Figura C: Principais reservas minerais brasileiras. Em destaque, o Quadrilátero Ferrífero (circundado por círculo vermelho), a Província Mineral de Carajás (círculo amarelo) e a Região Mineral de Corumbá (círculo verde).



Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (2016).

Com o intuito de fortalecer a mineração brasileira, em 1 de junho de 1942 foi criada a Companhia Vale do Rio Doce, pelo então Governo Federal (IBRAM, 2020). Em 2007, a

empresa mudou seu nome para Vale S.A. e ocupa, hoje, o primeiro lugar em exploração, beneficiamento e vendas de diferentes minerais. Além da Vale S.A. (53%), as empresas mineradoras Minerações Brasileiras Reunidas S.A. (7,3%), CSN Mineração (6,5%), Anglo American Minério de Ferro Brasil S.A. (5,2%), Salobo Metais S.A. (2,5%), Kinross Brasil Mineração S.A. (1,1%), Mineração Rio do Norte S.A. (1,1%), Mineração Maracá Indústria e Comércio S.A. (0,9%), Biovale Mineração S.A. (0,9%) e Mineração Usiminas (0,9%) constituem uma geração de *commodities* brasileiras, dentre as dez maiores empresas de extração mineral que atuam no Brasil, conforme arrecadação do CFEM, em 2019<sup>3</sup>.

É importante salientar que a mineração brasileira contribui fortemente para o crescimento econômico do país, gerando milhares de empregos diretos e indiretos, atraindo investimentos estrangeiros e nutrindo os cofres públicos com a receita advinda de impostos e *royalties*, para posterior reinvestimento dentro do país (LANDIM; BRITO; NUNES, 2020).

### **Atividade mineradora em Minas Gerais**

Minas Gerais é uma das 27 unidades federativas do Brasil. O estado está localizado na região sudeste do país, entre os paralelos 14°13'58" e 22°54'00", de latitude sul e os meridianos de 39°51'32" e 51°02'35", de longitude oeste. O perímetro do estado é de 4.727 km, mantendo a divisa com os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul, Goiás, Espírito Santo, Bahia e com o Distrito Federal. Os extremos do estado distanciam-se linearmente em 986 km, no sentido norte/sul, e em 1.248 km, no sentido leste/oeste<sup>4</sup>.

Minas Gerais (MG) possui a maior parte de seu território localizada sobre maciços antigos, sendo que, no território brasileiro, essa estrutura geológica pré-cambriana - a mais antiga composição da crosta terrestre – corresponde a 36%; os outros 64% do território nacional encontram-se sobre as bacias sedimentares. Enquanto estas últimas dão origem ao petróleo, ao gás natural e ao carvão, os maciços antigos originam, com maior riqueza, os minerais metálicos e não-metálicos. Ferro, ouro e manganês são os principais minerais metálicos explorados no estado mineiro (IBRAM, 2016).

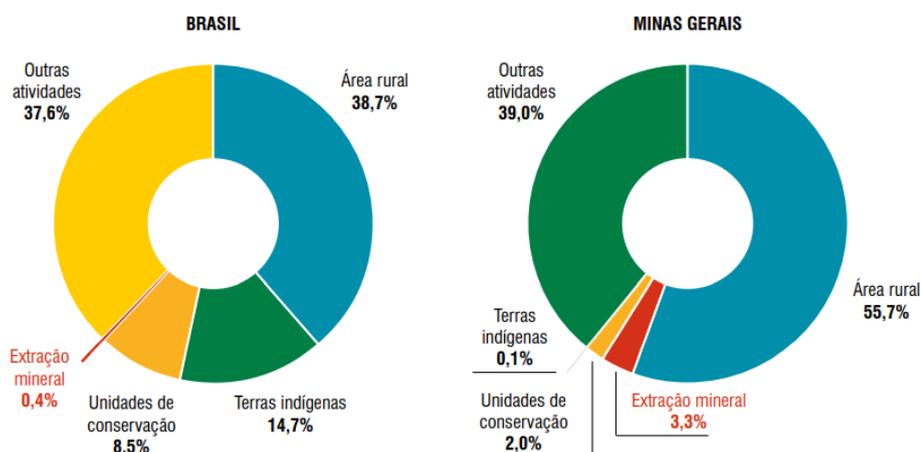
---

<sup>3</sup> Informações disponíveis no site do Boletim do Setor Mineral, Ministério de Minas e Energia (2019), disponível em: < <http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: 15 ago.2020.

<sup>4</sup> Informações disponíveis em: <[www.mg.gov.br](http://www.mg.gov.br)>. Acesso em: 15 ago.2020.

De todo o território produtivo de Minas Gerais, 3,3% são ou já foram explorados pela extração mineral, enquanto, em todo Brasil, essa atividade ocupa 0,4% da área produtiva nacional (figura D).

Figura D: Composição de áreas produtivas por tipo de ocupação em % de território - Brasil e Minas Gerais.



Fonte: IBRAM (2016).

Os principais municípios onde há exploração de minerais metálicos no estado de Minas Gerais são descritos, por tipo de mineral, no quadro A, a seguir:

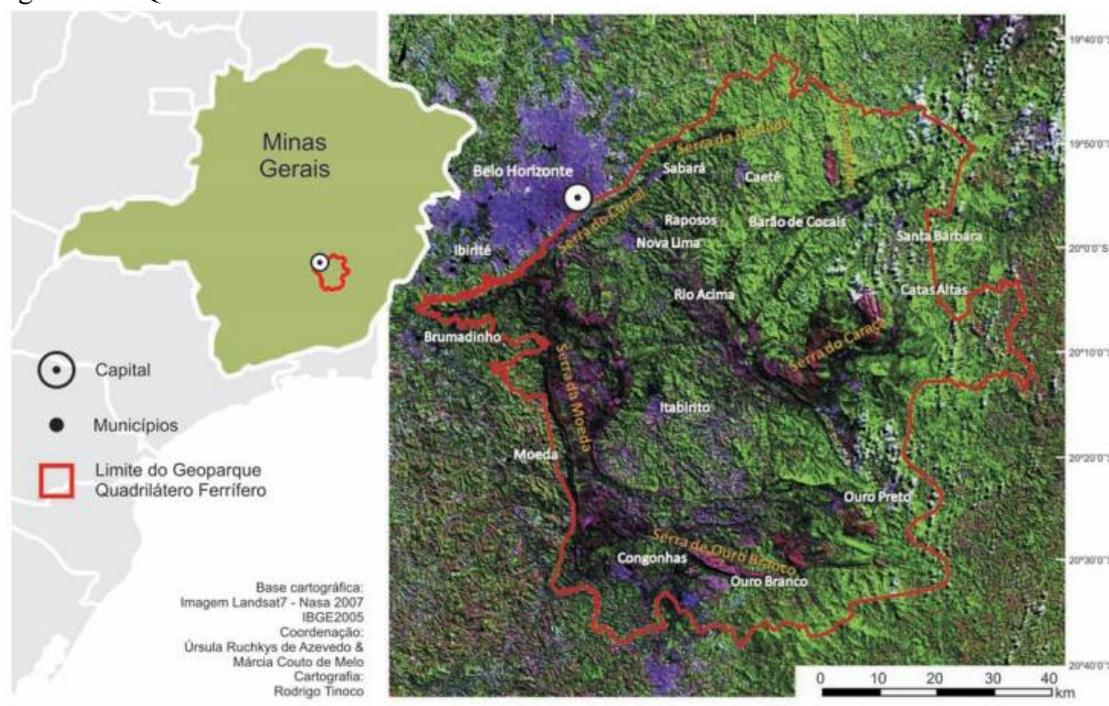
Quadro A: Principais minerais metálicos e os municípios produtores no estado de Minas Gerais.

Mineral Metálico	Municípios
<b>FERRO</b>	Antônio Dias, Barão de Cocais, Bela Vista de Minas, Belo Vale, Bonfim, Braúnas, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Congonhas, Guanhães, Ibirité, Igarapé, Itabira, Itabirito, Itatiaiuçu, Itaúna, João Monlevade, Juatuba, Mariana, Mário Campos, Mateus Leme, Moeda, Morro do Pilar, Nova Lima, Ouro Preto, Paulistas, Peçanha, Poços de Caldas, Rio Acima, Rio Piracicaba, Sabará, Santa Bárbara, Santa Maria de Itabira, São Domingos do Prata, São Gonçalo do Rio Abaixo, São João Evangelista, São Joaquim de Bicas, Sarzedo, Senhora do Porto, Serro.
<b>OURO</b>	Barão de Cocais, Bocaiúva, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Conceição do Mato Dentro, Conceição do Pará, Conselheiro Pena, Diamantina, Francisco Dumont, Itabirito, Lagoa Santa, Mariana, Nova Lima, Ouro Preto, Paracatu, Pitangui, Porteirinha, Pouso Alegre, Raposos, Rio Acima, Sabará, Santa Bárbara, Santa Vitória, São Gonçalo do Rio Abaixo, São Gonçalo do Sapucaí, São João Del-Rei, São Pedro do Ferros, Serro.
<b>MANGANÊS</b>	Augusto de Lima, Belo Vale, Brumadinho, Caldas, Capela Nova, Conselheiro Lafaiete, Coronel Xavier Chaves, Diamantina, Dom Silvério, Itabirito, Itacarambi, Itaúna, Jaboticatubas, Lagoa Dourada, Nazareno, Nova Lima, Ouro Branco e Ouro Preto, Queluzito, Resende Costa, Rio Piracicaba, Rítipolis, Santa Bárbara, Santana de Pirapama.

Fonte: IBRAM (2016).

Minas Gerais possui grande extensão de terreno pré-cambriano, em sua região centro-sudeste, internacionalmente conhecido como Quadrilátero Ferrífero. Nessa região, concentram-se os principais recursos minerais do Brasil, em especial, o ferro. O Quadrilátero Ferrífero possui uma área de aproximadamente 7.000 km<sup>2</sup> e limita-se, ao norte, pelas serras do Rola-Moça, do Curral e da Piedade; ao sul, pelas serras de Ouro Branco, de Itatiaia e pelo Pico do Itacolomi; a leste, pelos municípios de Mariana e de Antônio Pereira e pelo Pico do Frazão, pelas serras do Caraça, do Tamanduá, de Brucutu, das Cambotas e da Piedade e, finalmente, a oeste, pela serra da Moeda (figura E). Além do ferro, seu principal mineral extraído, o Quadrilátero Ferrífero também possui recursos minerais de ouro e manganês.

Figura E: O Quadrilátero Ferrífero e seus limites.



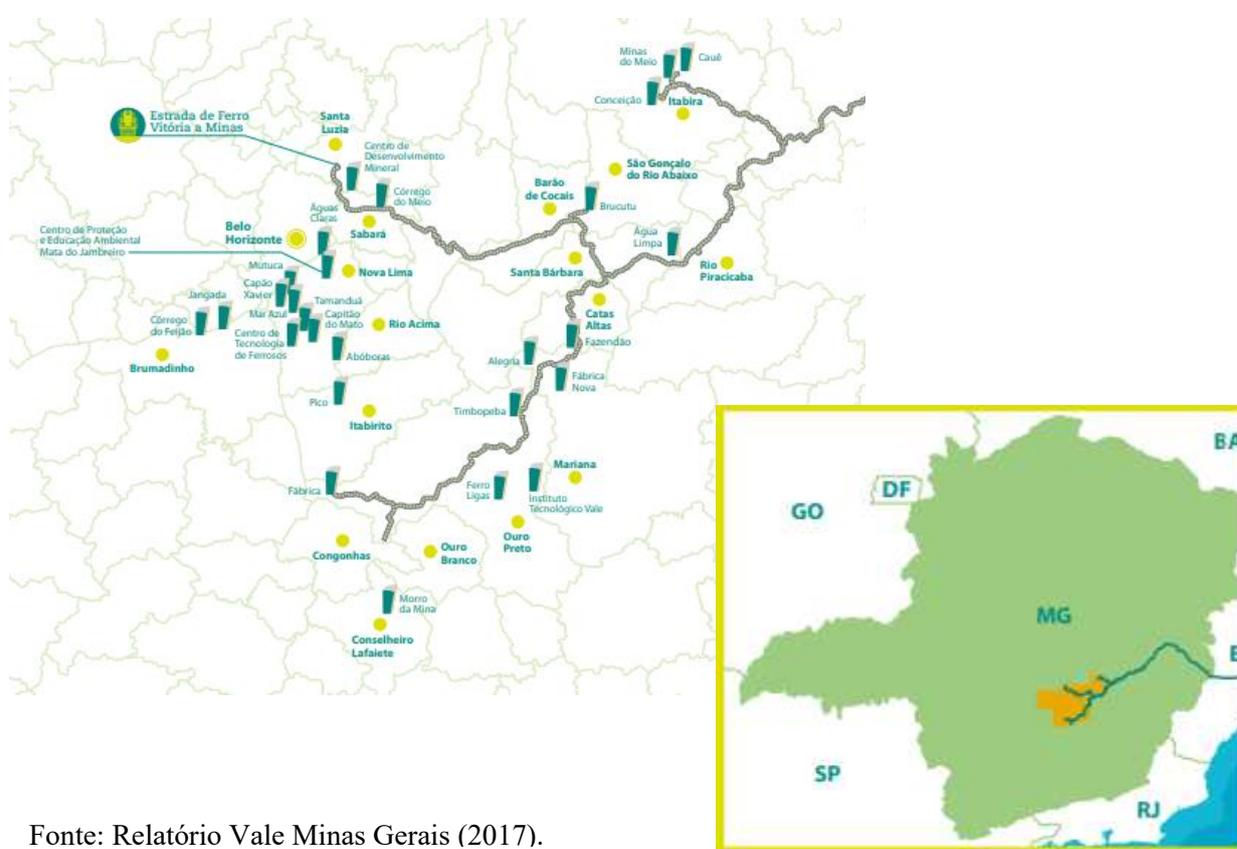
Fonte: Geoparques do Brasil – Propostas (2012).

Para a extração mineral em Minas Gerais, assim como em outros estados brasileiros, faz-se necessária a implantação de empreendimentos mineradores representados pelas empresas de mineração. Grandes empresas detêm a exploração mineral na região, dentre elas, CSN, Usiminas, Gerdau, Vallourec, Acelor Mittal e Vale S.A - esta última, a maior produtora de minério de ferro e níquel do mundo (RUCHKYS; CASTRO; MIRANDA, 2019).

A Vale S.A. é a principal empresa mineradora do Brasil e está presente, de forma maciça, nas mais relevantes regiões detentoras de recursos minerais. Estatal criada em 1942 como Companhia Vale do Rio Doce e privatizada em 1997, a companhia passou, em 2007, a

ser chamada, simplesmente, Vale S. A. Atualmente, é uma empresa privada, de capital aberto, presente em mais de 30 países. Emprega mais de 120 mil pessoas – sendo 19.734 pessoas, só em MG -, entre empregados próprios e terceirizados, e atua nas áreas de mineração, logística, energia e siderurgia (VALE, 2020), tendo produzido 94,9 milhões de toneladas de minério de ferro e 10,2 milhões de toneladas de ferro em pelotas, somente no estado mineiro, em 2017. O mapa a seguir (figura F) demonstra a presença marcante de minas de mineração pertencentes à Vale S.A., na região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais<sup>5</sup>.

Figura F: Minas da Vale, na região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais.



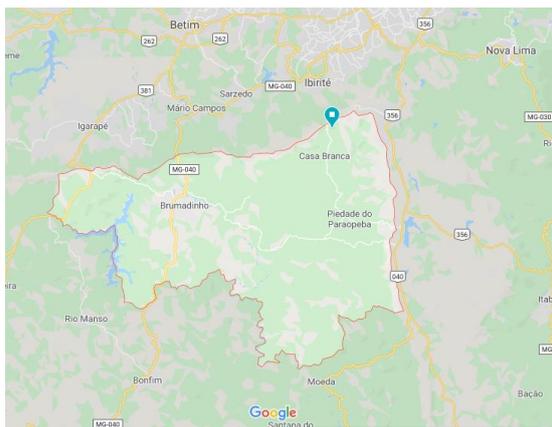
Fonte: Relatório Vale Minas Gerais (2017).

<sup>5</sup> Informações disponíveis no Relatório Vale Minas Gerais (2017).

### *Atividade mineradora em Brumadinho*

Dentre os municípios mineiros com atividade mineradora, Brumadinho (figura G) destaca-se não só pelas reservas dos minerais metálicos ferro, ouro e manganês, como também pelas minas presentes em seu território, geridas pela Vale S.A. (IBRAM, 2016).

Figura G: Mapa de Brumadinho – MG.



Fonte: Google Maps

Brumadinho é um município mineiro, localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte. De acordo com o último censo, realizado em 2010 pelo IBGE, sua população era de 33.973 habitantes. Dados mais atuais, segundo o mesmo instituto, apontam uma população estimada de 40.103 habitantes, em 2019 (IBGE, 2019).

No município, as minas do Córrego do Feijão e de Jangada são responsáveis pela produção de minério de ferro. A economia é embasada, principalmente, pela atividade mineradora da empresa Vale S.A. que, até 2018, produziu, anualmente, 8,5 milhões de toneladas de minério de ferro, apenas na mina Córrego do Feijão, o que equivale a 2% de toda a produção ferrífera mundial da mineradora (ROSAS; SARAIVA, 2019). A Mina Córrego do Feijão entrou em operação em 1923, pela empresa Ferteco e, em 1976, foi construída a barragem de rejeitos B1. Em 2001, a Vale comprou essa mina, que passou a fazer parte de seus empreendimentos (VALE, 2020). Em 2019, a mina dispunha das seguintes barragens de rejeitos: B1, BIV, BIV-A, BVI, BVII, Menezes I e Menezes II, conforme demonstrado na figura H.

Figura H: Barragens da Mina Córrego do Feijão.

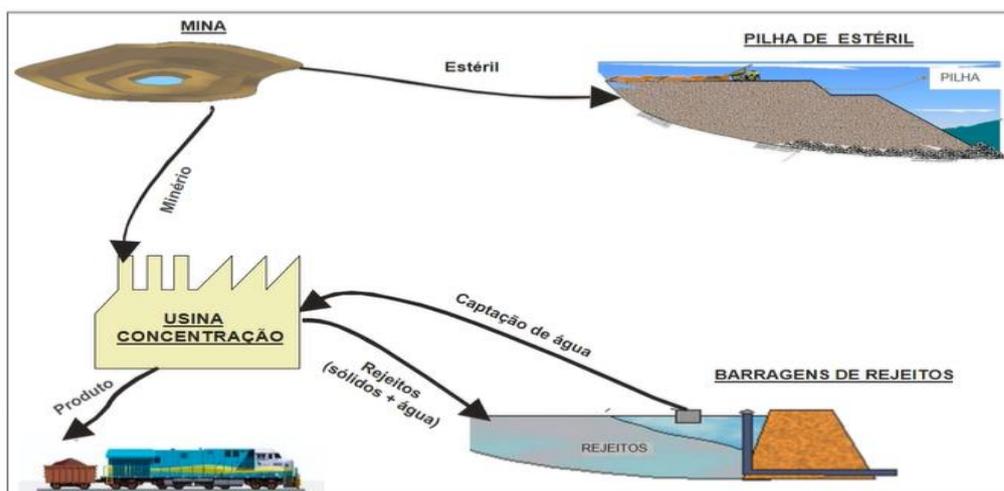


Fonte: Vale (2020).

Barragens são estruturas de contenção e acumulação de líquidos ou de mistura de líquidos e sólidos e funcionam como reservatório dos rejeitos gerados pelo processo de beneficiamento do minério (VALE, 2020). Os rejeitos da mineração são os resíduos gerados ao término do beneficiamento do minério, processo que busca separar o mineral de interesse comercial do material grosseiro ao qual se mistura. O beneficiamento tem por objetivo padronizar o tamanho dos fragmentos e excluir os minerais de baixo valor econômico agregado. O rejeito é constituído de uma fração líquida e de uma fração sólida e suas características e concentrações variam conforme o tipo de minério explorado e o tipo de beneficiamento aplicado (SOUZA JUNIOR; MOREIRA; HEINECK, 2018).

Outro subproduto da mineração é o estéril, material com ausência de minério e sem qualquer valor comercial, separado do minério bruto ainda na fase de lavra, ou seja, antes do beneficiamento. O estéril é acumulado em pilhas (pilha de estéril) (VALE, 2020). A figura I demonstra, de forma simplificada, o processo que dá origem às pilhas de estéril e ao rejeito acumulado em barragens.

Figura I: Esquema básico do processo de mineração.



Fonte: Vale (2020).

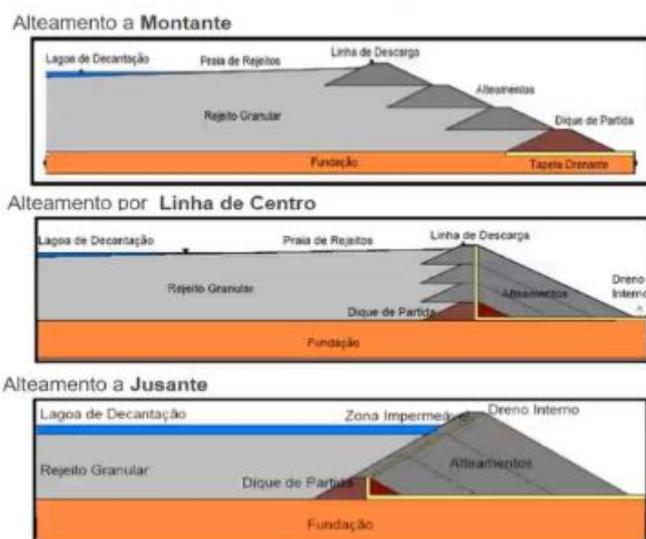
Assim, como resultado do processo de beneficiamento do minério, tem-se elevada produção de rejeitos. A estocagem desse rejeito é feita em barragens e estas estruturas podem apresentar diferentes tipos de construção. De todo modo, diante do potencial risco dessas barragens de rejeito, é muito importante dar foco a estruturas geotécnicas que demandem diferentes metodologias e propriedades em sua construção, diferenciando-se, tecnicamente, das barragens de contenção de água (SOUZA JUNIOR; MOREIRA; HEINECK, 2018). A figura J demonstra a estrutura física e os elementos de uma barragem de contenção de rejeitos.

Figura J: Elementos de uma barragem de contenção de rejeitos.



Elementos de uma barragem: 1 - fundação; 2 - drenagem interna; 3 - aterro/maciço; 4 - crista; 5 - ombreiras; 6 - vertedouro ou extravasor; 7 - reservatório (VALE, 2020).

Figura K: Tipos de alteamento para construção de uma barragem de contenção de rejeitos.



Fonte: Vale (2020).

a barragem é construída sobre o solo compactado, independentemente do tipo de rejeito que receberá. O alteamento a jusante é, dentre os métodos de construção de barragens utilizados no Brasil, o mais seguro e o mais caro. No alteamento a montante, o rejeito é depositado sobre o dique de partida, no sentido contrário ao fluxo de água, ou seja, a montante. Nesse estilo, o maciço da barragem é construído sobre depósitos de rejeito, configurando um método barato, porém com maior risco associado. A barragem com alteamento a montante necessita de monitoramento constante, pelo fato de apresentar indução de tensão, possibilidade de liquefação e ausência de consolidação de sua fundação.

No alteamento por linha de centro, o barramento é feito tanto a montante quanto a jusante, sempre acompanhando a linha de centro, que é um eixo vertical que referencia o método. Suas vantagens, desvantagens e custos são intermediários, quando comparados aos métodos de alteamento a montante e a jusante (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

O método de alteamento de barragens a montante, apesar de ser o mais empregado no Brasil, devido ao menor custo, é o que apresenta maior taxa de falhas (76%), enquanto os 24% restantes correspondem às falhas das demais metodologias de construção de barragens. Além disso, o método a montante apresenta maior risco de dano potencial, ou seja, em caso de falhas ou rupturas da barragem, o prejuízo social e ambiental poderá atingir níveis alarmantes (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

Segundo dados da ANA - Agência Nacional de Águas, à época do rompimento da barragem de Brumadinho, constatou-se que, no Brasil, existiam 790 barragens de contenção de rejeitos e, destas, 204 apresentavam alto dano potencial. Minas Gerais é o estado com maior contingente de barragens, possuindo 134 dessas represas de alto dano potencial, ou

O ponto de partida para a construção de uma barragem é a edificação de um dique para conter a primeira camada de rejeito. Pelo processo chamado de alteamento, esse dique de partida recebe nova camada de rejeito e o alteamento poderá ocorrer de diferentes formas (figura K). O alteamento a jusante é aquele em que as novas camadas são depositadas no sentido do fluxo da água e, nesse estilo,

seja, 65% do total. Dessa categoria, sete estão em Brumadinho e, todas elas, inclusive a B1, que se rompeu, são categorizadas como de baixo risco (ROCHA; PUPO, 2019).

O Brasil apresenta sete barragens de alto risco: quatro delas, em Minas Gerais; uma, em Santa Catarina; uma, no Mato Grosso. Todas elas, além do alto risco, também, apresentam alto dano potencial. E, finalmente, o Amapá possui uma barragem de alto risco, entretanto, com dano potencial classificado como médio (ROCHA; PUPO, 2019).

### **Gestão de segurança das barragens / Legislação e segurança (internacional e nacional)**

A estrutura da legislação do contexto barragens de mineração, no mundo, teve início no século XX e serviu de arcabouço para a atual legislação mundial e brasileira. Países europeus e americanos enfatizaram suas leis de segurança de barragens, ao longo das décadas de 1970 e 1980 e, a partir desse período, desenvolveram especificações inerentes ao tipo de minério explorado (INSTITUTO MINERE, 2019).

No Brasil, o *boom* da mineração ocorreu entre os anos de 2006 e 2007, modificando, consideravelmente, o cenário estrutural industrial. Para acompanhar o crescimento da exploração mineral, barragens precisaram ser construídas ou, principalmente, sofrer o processo de alteamento, flexibilizado pela legislação em vigor. Vários ajustes relativos à segurança de barragens foram imputados por meio de dispositivos legais, a partir de 2010, após a promulgação da lei 12.334/2010 e as posteriores adições realizadas pelos órgãos regulamentadores, principalmente o DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, ao longo dos anos de 2012 e 2013 (INSTITUTO MINERE, 2019).

Após o rompimento da Barragem B1, de Brumadinho – MG, algumas medidas foram implementadas no Brasil, com o intuito de reforçar a gestão de segurança das barragens de contenção de rejeitos da mineração. Durante muito tempo, elas foram consideradas o marco final do processo da mineração e, por esse motivo, não atraíam recursos para sua manutenção ou descaraterização. No entanto, após a implementação e reforço nas medidas de segurança e prevenção de acidentes com barragens de mineração, alguns processos tornaram-se necessários, como a descaraterização ou descomissionamento de barragens de rejeitos. Esse processo envolve estudos e aplicação de geotecnologia, além de recursos financeiros, e tem por objetivo alterar as características morfofuncionais de uma barragem inativa ou desativada, dando a ela nova estruturação, como o empilhamento do rejeito drenado, similar à pilha de estéril (INSTITUTO MINERE, 2019).

Em Minas Gerais, em 2019, foi sancionada, pelo governador, a lei estadual 23.291/201923, que instituiu a política estadual de segurança das barragens. Ela instituiu a

descaraterização, pelo empreendedor, de todas as suas barragens alteadas pelo método a montante, em até três anos. Ainda em 2019, a ANM – Agência Nacional de Mineração publicou uma resolução que proíbe a construção de novas barragens pelo método a montante e, ainda, preconiza a descaraterização pelo empreendedor de todas as barragens construídas pelo método a montante, assim como aquelas cujo método de construção é caracterizado como desconhecido. Os prazos para a descaraterização das barragens em funcionamento passam a ser os seguintes: até 2022, para aquelas estruturas com volume de até 12 milhões de metros cúbicos; até 2025, para aquelas cujo volume seja de 12 a 30 milhões de metros cúbicos; e, finalmente, até o ano de 2027, para as barragens com volume acima de 30 milhões de metros cúbicos. A mesma resolução ainda prevê a eliminação, até 2021, de todas as barragens desativadas. E, no caso de qualquer tipo de barragem, a resolução da ANM ainda proíbe os empreendedores de manter ou construir instalações na Zona de Autossalvamento (ZAS), ou seja, em uma distância de até dez quilômetros da barragem ou em um limite de tempo de até 30 minutos, antes que a onda de rejeito atinja a referida instalação, no caso de rompimento (AGÊNCIA BRASIL, 2019).

O processo de descaraterização ou descomissionamento de uma barragem favorece a segurança ambiental e, além disso, poupa recursos do empreendedor, no que tange à desobrigação do atendimento à Portaria 70.389/2017, responsável pela criação do Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, que determina a periodicidade em executar ou atualizar a qualificação dos responsáveis técnicos, padronizar o conteúdo mínimo e a minúcia do plano de segurança das barragens, além de ditar sobre inspeções de segurança e planos de ação de emergências, de acordo com os artigos 8º, 9º, 10º, 11º e 12º da lei nº 12.344/2010 que estabelece a PNSB - Política Nacional de Segurança das Barragens.

Atualmente, todas as barragens devem estar cadastradas no SIGBM - Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração. Conforme os requisitos da estrutura, a barragem passa a se enquadrar nas observações prepostas pela PNSB, nas quais, além de inúmeras exigências, destacam-se a periodicidade quinzenal de inspeções, a confecção do plano de ação para emergências e as declarações semestrais de condições de estabilidade (INSTITUTO MINERE, 2019).

Medidas de prevenção a acidentes com barragens de mineração são de suma importância para se evitar a ocorrência de danos sociais, ambientais e, sobretudo, a perda de vidas humanas. Mas a existência, por menor que seja, do risco de rompimento de uma barragem exige, do empreendedor, um plano de ação para contenção e minimização dos danos causados pela onda de rejeitos. Os estudos técnicos de *dam break* de uma barragem referem-

se ao dano potencial que sofrerá determinada região sob a rota da mancha de inundação, em caso de rompimento de uma barragem e demonstram a intensidade do dano associado ao incidente (VALE, 2020).

O PAEBM - Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração é um documento elaborado pelo empreendedor, a fim de prever os potenciais riscos de uma barragem, estabelecer ações a serem tomadas e agentes a serem notificados (VALE, 2020).

Segundo a legislação vigente, o PAEBM deve ser elaborado para todas as estruturas consideradas de dano potencial associado alto, sempre que a avaliação exigida pela Agência Nacional de Mineração alcançar dez pontos nos itens “impacto ambiental” ou “ocorrência de população a jusante”.

O plano segue a determinação da Portaria nº 70.389/2017, do DNPM, que determina as condições que qualificam a condição de uma barragem, conforme o nível emergencial (quadro B) (VALE, 2020).

Quadro B: Classificação dos níveis de segurança da Barragem I do Córrego do Feijão – PAEBM, 2018.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	DEFINIÇÃO
<b>NÍVEL 1</b>	Quando detectada anomalia que resulte na pontuação máxima de 10 (dez) pontos no estado de conservação da matriz de categoria de risco da Portaria nº 70.389/2017, ou seja, quando iniciada uma Inspeção de Segurança Especial (ISE) ou para qualquer outra situação com potencial comprometimento da segurança da estrutura.
<b>NÍVEL 2</b>	Quando o resultado das ações adotadas na categoria de nível 1 for classificado como “não controlado”, de acordo com a Portaria nº 70.389/2017, que estabelece como “não controlado” quando a anomalia que resultou na pontuação máxima de 10 (dez) pontos não foi controlada e, tampouco, extinta, necessitando de uma nova ISE e de novas intervenções, a fim de eliminá-la.
<b>NÍVEL 3</b>	Caracteriza-se por uma situação de ruptura iminente ou que está acontecendo.

Fonte: Vale (2020).

Uma vez detectada a emergência em uma barragem, a informação seguirá o fluxo determinado pelo PAEBM e o empreendedor informará o nível de emergência e as medidas tomadas para responder à ocorrência (VALE, 2020), conforme descrito no quadro C:

Quadro C: Síntese das ações para cada nível de emergência da Barragem I - PAEBM, 2018.

NÍVEL DE EMERGÊNCIA	SÍNTESE DAS AÇÕES
<p><b>NÍVEL 1</b>  <b>Situação Adversa identificada, resultante na pontuação máxima de 10 pontos, em qualquer coluna do quadro do estado de conservação, e qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura</b></p>	<p>O empreendedor (Vale) deverá informar a condição emergencial de nível 1 ao DNPM (ao nacional e à superintendência de Minas Gerais), ao órgão ambiental, à Defesa Civil (nacional, estadual e municipal) e à Prefeitura Municipal, por meio do CECOM (Centro de Comunicação). Em paralelo, o setor de geotecnia deverá informar a situação que desencadeou a condição emergencial e propor ações mitigadoras para sua correção. Deverá, ainda, enviar os relatórios diários das ISE ao empreendedor, que, por sua vez, apresentará os documentos aos órgãos fiscalizadores. Sanada a ocorrência, deverá notificar o encerramento ao CECOM e seguir os procedimentos conforme a Portaria nº 70.389/2017, do DNPM. Caso a condição emergencial não seja controlada, passar para o fluxo de notificação do nível de emergência.</p>
<p><b>NÍVEL 2</b>  <b>Situação adversa do nível de emergência 1, que não foi extinta ou controlada</b></p>	<p>O empreendedor (Vale) deverá informar a condição emergencial de nível 2 ao DNPM (ao nacional e à superintendência de Minas Gerais), ao órgão ambiental, à Defesa Civil (nacional, estadual e municipal) e à Prefeitura Municipal, por meio do CECOM (Centro de Comunicação) que, por sua vez, também acionará o estado emergencial para a zona de autossalvamento (ZAS), para evacuação e deslocamento para ponto de encontro, acionar o comitê de emergência local e as demais equipes que darão suporte ao comitê, acompanhar e registrar as ações e o fluxo de comunicação. O setor de geotecnia deverá informar a situação que manteve a condição emergencial e propor ações mitigadoras para sua correção. Deverá, ainda, enviar os relatórios diários das ISE ao empreendedor, que, por sua vez, apresentará o documento aos órgãos fiscalizadores. O setor de ação e manutenção deverá comandar e executar as ações, assim como providenciar os recursos necessários para sua realização. Sanada a ocorrência, deverá notificar o encerramento ao CECOM e seguir os procedimentos conforme a Portaria nº 70.389/2017, do DNPM. Caso a condição emergencial não seja controlada, passar para o fluxo de notificação do nível de emergência 3.</p>
<p><b>NÍVEL 3</b>  <b>Situação de ruptura iminente ou ocorrendo</b></p>	<p>O empreendedor (Vale), por meio dos setores responsáveis, deverá informar a condição emergencial de nível 3 ao DNPM (ao nacional e à superintendência de Minas Gerais), ao órgão ambiental, à Defesa Civil (nacional, estadual e municipal) e à Prefeitura Municipal, por meio do CECOM (Centro de Comunicação) que, por sua vez, também acionará o situação emergencial para a zona de autossalvamento (ZAS), para evacuação IMEDIATA e deslocamento para ponto de encontro; deverá acionar o comitê de emergência local e as demais equipes que darão suporte ao comitê, acompanhar e registrar as ações e o fluxo de comunicação. O setor de geotecnia deverá informar a situação que agravou a condição emergencial e propor ações mitigadoras para sua correção. Deverá, ainda, enviar os relatórios diários das ISE ao empreendedor, que, por sua vez, apresentará o documento aos órgãos fiscalizadores. O setor de ação e manutenção deverá comandar e executar as ações, assim como providenciar os recursos necessários para sua realização. Sanada a ocorrência, deverá notificar o encerramento ao CECOM e seguir os procedimentos conforme a Portaria nº 70.389/2017, do DNPM. Caso a condição emergencial não seja controlada, o empreendedor deverá propor ações mitigadoras e garantir todos os recursos para sua execução.</p>

Fonte: Vale (2020).

O PAEBM contempla a descrição dos procedimentos preventivos e corretivos, para garantir a integridade de uma estrutura e sua manutenção no nível de segurança aceitável, além de contemplar todos os recursos disponíveis para pronto atendimento às emergências. No fluxograma de ação do nível 2, do PAEBM, é previsto o alerta na ZAS, para a evacuação das pessoas até o Ponto de Encontro: sirenes instaladas na ZAS serão acionadas, precedidas de um comunicado de que não se trata de um treinamento, seguidas pelo acionamento do sinal sonoro e luminoso. A ZAS, como dito anteriormente, é determinada como a área localizada a dez quilômetros ou 30 minutos da barragem, local que impossibilita o deslocamento de equipes de emergência para efetivar o salvamento em tempo hábil: na ZAS, seguindo um treinamento prévio, as pessoas, por conta própria, deverão se mobilizar em direção aos Pontos de Encontro ou às Rotas de Fuga (VALE, 2020). A figura L apresenta o esquema das zonas ZAS e ZSS:

Figura L: Esquema de demonstração da ZAS e ZSS.



Fonte: Vale (2020).

A Zona de Segurança Secundária - ZSS é aquela localizada a mais de dez quilômetros ou mais de 30 minutos da barragem. Nela, a pessoa que teve o treinamento tem tempo hábil para se deslocar até o local seguro para acolhimento. Portanto, tanto na ZAS quanto na ZSS, a população deverá proceder à evacuação por meios próprios, seguindo o treinamento recebido e a sinalização existente (figura M) (VALE, 2020).

Figura M: Placas de sinalização.



Placa de Atenção: aviso de que se trata de área sob influência de barragem.

Placa de Rota de Fuga: indica o sentido da rota de fuga mais próxima e segura.

Placa de Ponto de Encontro: indica área segura mais próxima.

Fonte: VALE (2018).

A implementação de regras, por meio da legislação em vigor, para prevenir os incidentes com barragens e a confecção de planos de ação pós-desastres devem ser rigorosamente cumpridas e seguir, fielmente, as exigências da lei. Dessa forma, poderemos evitar ou, ao menos, minimizar os danos e impactos de incidentes de tal natureza e magnitude (IBRAM, 2019).

## ANEXO 2 – TEXTO COMPLETO – EPÍGRAFE

CHEGADA - Cheguei ao Córrego do Feijão em novembro de 1997. Ainda era um pacato arraial, sob influência direta da atividade mineraria. Isso, apesar de distar 40 km do anel da Avenida do Contorno, no bairro Savassi, em Belo Horizonte. O lugarejo seguia o histórico da vida regida pela alemã Ferteco Mineração, então, dona da Mina Córrego do Feijão. Ferteco era maior empregador da mão de obra local. Em 2003, a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), já privatizada, comprou a mina. Gerou muito mais empregos. O arraial até inflou, em população flutuante e residente.

TRAGÉDIA - Em 25 de janeiro de 2019, uma sexta-feira, a tragédia. Eu era mais permanente na chácara, localizada na área urbana – Rua Hum, Nº 897. Estava lá desde a quarta-feira (23). Vivi todo o drama. Permaneci direto os 45 dias subsequentes.

Transitava, por dentro de mim, o misto de morador e jornalista. Os dois buscando manter equilíbrio entre as notícias produzidas e a dor de perder vizinhos e pessoas amigas. Entre as perdas, a de Dona Amarina (ver abaixo). Entre conhecidos, estavam jovens que vi ainda crianças. A caminho do Grupo, no meu portão mexiam com o fila (Flea). Só para ouvirem seu enorme latido e balançar o portão. Coisa de crianças saudáveis.

A propriedade sempre foi bem fechada. Muro alto, na frente. Uma das laterais, com placas de cimento. A outra lateral e o meio da chácara, cercados por tela. Bem instalada. Dessa forma, tínhamos segurança razoável, complementada por cães - sempre três, variando de pequeno, médio e grande portes.

FRIGGA E PANTERA - Na tragédia, tínhamos duas cadelas adotadas. Frigga, uma Weimaraner com vira-lata. De porte médio. A outra, a Pantera, uma Pastor Belga com vira-lata e um pouco maior. A primeira estava com sete (07) anos. A segunda, com seis (06). Eram tratadas, até então, durante a semana, por uma vizinha, Dona Amarina, e, às vezes, pelos filhos. Moravam no número 76, da Rua Cinco. Duas casas da esquina com a Rua Hum. Já conviviam por quase dois anos.

Nos seis meses que antecederam ao rompimento da barragem de rejeitos, Dona Amarina era cozinheira no Restaurante da Vale. Dentro do complexo administrativo da Mina.

Ela saía cedo da sua casa. Até a chácara, percorria uns 300 metros. Tratava dos animais e seguia para o trabalho. Do início da Rua Hum até a Portaria da Mina, da Vale, menos de 1,5 km.

Quando saía do serviço, à tardinha, Dona Amarina passava na Merceria do Seu Tote, na pracinha. Fazia suas comprinhas de casa (cuidava de dois filhos e uma das duas netinhas). Da merceria, seguia, em mesma rua. No meio do caminho, parava em frente à chácara. Balançava a corrente do cadeado do portão. Fazia isso para atrair as cachorras e certificar de que estava tudo bem com elas. Frigga e Pantera respondiam em festa. Tudo bem, ela seguia a jornada, a outra metade do caminho. Com tempo, as duas já estavam no portão, nos dois turnos, antes de Dona Amarina chegar.

SAUDADE SENTIDA PELOS ANIMAIS - Essa era a rotina de Dona Amarina. Para nós, só mudava aos finais de semana, feriados e férias (curtas). Ou seja, quando estávamos no Córrego do Feijão.

Dona Amarina criou esse protocolo de convivência com Frigga e Pantera. Antes, tínhamos também o Trovão – Pastor com vira-lata.

Infelizmente, Dona Amarina foi uma das 270 pessoas que morreram, no interior e fora da Mina. Ela estava servindo o almoço. A tragédia foi às 12h28.

Somente um mês antes (31 de dezembro passado) de se completar o 2º ano da tragédia, foi que retiramos as cadelas do Córrego do Feijão. Durante todo esse tempo, elas mantiveram o hábito de antes: de manhã cedo e, à tarde, por volta das 16h30, seguiam para o portão. À tarde, ficavam até uma hora ou mais, aguardando por Dona Amarina. Sentiram muito a sua falta. No início, até recusaram alimentação – ou se alimentavam pouco.

Abatida, minha família foi deixando de frequentar a chácara. Não resistiu à tristeza que tomou conta do local.

Os vizinhos, do lado fechado por tela se mudaram. Fernando e Suely. Eles tinham três cães (Negão, Atena e Nina – ou Menina). Nossos cachorros e os deles conviviam - se avistando, latindo e correndo ao longo da cerca.

Esse conjunto de ausências afetou mais ainda o comportamento da Frigga e Pantera. A tristeza era latente. Pois, sempre tiveram muita ligação com os vizinhos e seus animais.

A minha chácara, no meio, tem portões que ligam as propriedades laterais. Foi como decidimos (eu e os vizinhos) para facilitar o convívio de nossos filhos (no caso do Sr Mário, netos), sem os riscos da passagem pela rua. Foram bons 20 anos.

O rapaz que passou a alimentar as cadelas, a partir de março de 2019, embora muito dedicado e amigo delas, não preencheu o vazio.

ATENDIMENTOS EM 2019 - Nos primeiros meses da tragédia, levei Frigga e Pantera para atendimentos no hospital veterinário de urgência, montado pela Vale, na Quadra. Receberam tratamento e indicações daquilo que seria a sequência. Ganharam microchips. Mas, a transferência do hospital para Brumadinho e o abatimento que sofri, de forma silenciosa - e aos poucos -, resultaram em negligência. Não segui, em nada, o roteiro recebido da Doutora Gabriela (Gabi) e sua equipe – inclusive para programação de castração, que foi pré-agendada. Sem rodeios: fui relapso. Até nas campanhas públicas de vacinação.

RETOMADA - Mas, na segunda metade de 2020, já refeito (um pouco) do pesadelo, decidi procurar o Alô Fauna. Agi movido por dois vértices. Primeiro, do sentimento que nutrimos pelos animais. Afinal, gostamos muito delas.

E, segundo, pelo testemunho da satisfação de vizinhos com o atendimento das equipes de veterinários e biólogos ligados ao Hospital Veterinário de Campanha da Vale (HVCV). Fernando e Suely, vizinhos laterais, se mudaram compensados por verem os animais bem mais saudáveis que antes. O Sr Júlio (Júlio “Galo Doido”, como é conhecido o quê o diferencia do vizinho de muro, outro Júlio) do outro lado da rua (e, literalmente, em frente ao meu portão de saída) é sempre alegria nas visitas das equipes do hospital. Ora levando, ora trazendo seus cães, que não são poucos. Vejo esta cena há, pelo menos, um ano e meio.

COMO FOI - Então, no final de 2020, decidimos retirar Frigga e Pantera do Córrego do Feijão. Trazê-las para o Córrego Ferreira – 20 km, junto à Piedade do Paraopeba. Não fizemos antes pelo fato de eu ainda ser fiel depositário do imóvel (adquirido pela Vale). Elas, então, cumpriam função de vigias.

Portanto, procurei pelo Alô Fauna, para retomar atendimento veterinário. E comunicar da iminência da transferência de domicílio.

Assim, a uma semana do término de dezembro, inaugurei uma surpreendente página no histórico de quem conhece o Grupo Vale. Pela natureza da profissão e área de especialização. Desde 1978 os contatos sempre permanentes – com menor frequência nos últimos oito anos.

PRIMEIRO IMPACTO POSITIVO - A primeira surpresa agradável foi na porta de entrada, o 0800 criado pela Vale. Mesmo de posse de um contato lateral, o celular de apoio (muitíssimo eficiente) do Alô Fauna, onde a Rose é permanentemente prestativa e esclarecedora – e empenhada -, optei pelo ritual da igualdade aos demais. Sou um pouco disciplinado nisso. Eu quis saber onde era realizado aquele Atendimento – para qual cidade eu ligara. Fiquei sabendo que era em Vitória (ES). Indaguei por uma simples questão: saber se deveria fornecer muito ou pouco detalhes para informar localizações, em Brumadinho. Mania de jornalista!

Historiei, em poucas pinceladas (não no tamanho deste tratado!), com a Marcele, aquilo que buscava. Ao término, deixei uma indagação: haveria prejuízo com a retirada das cadelas do Córrego do Feijão antes de sacramentar a retomada pela assistência, mesmo elas tendo prontuários e os chips (do) no sistema do HVCV? A atendente não teve a resposta nem para essa nem outras perguntas. Mas, ganhei segurança por um detalhe simples, mas nobre: ela não se abraçou em achismos. Foi sincera.

Dentro do ritual, ela redigiu minha demanda. Depois leu. Perguntou se estava correto e: “Posso ajudá-lo em algo mais, senhor?”. Complementou que eu receberia um retorno da Coordenação (ou da área de Operação - não estou certo da denominação) em até 48 horas. Quis saber, ao final, se eu desejaria anotar o N° do Protocolo da “abertura de chamada (!)”, mas, que, de toda forma, chegaria por mensagem no celular. Duvidei. Optei por anotar. Perdi viagem. Eu estava no meio de uma enorme milhar, quando ouvi a sonorização da mensagem.

No primeiro protocolo (20201215 170724027 – houve, até aqui, outros cinco ou seis), o prazo venceu. Sem o retorno previsto. Mas, não me causou juízo algum. Pois, sei da pressão de demanda e do fator adverso com a pandemia do novo coronavírus (Covid-19).

Abri outro protocolo. Mantive como foco a pergunta principal do atendimento anterior. Como continuava sem resposta, informei à atendente do 0800 que eu tinha como consultar sobre isso por outro canal, no Alô Fauna. E se, por acaso, causaria algum prejuízo. Não ouvi a menor objeção. E procedi assim, de imediato ao encerramento àquele contato. “Estou vendo, aqui (na intranet, imagino), tua solicitação”, disse Rose, do outro lado. Ela me apresentou a resposta: eventual mudança de logradouro não geraria prejuízo ao retorno do atendimento das cachorras no HVCV. Todavia, eu deveria informar o novo endereço previamente, para agendamentos das visitas dos profissionais e procedimentos em curso.

UM AGREGADO – Detalhei, ainda com a Rose, que no novo endereço, Frigga e Pantera encontrariam outro cachorro, o Ginno (ou Dino – também adotado e mestiço; autêntico SRD, mas com traços em andar de acima). Este com oito para nove meses de idade. E que buscávamos atendimento apenas às fêmeas, originárias do Córrego do Feijão. Esclareci também que o macho estava com assistência veterinária em dia. Só não era castrado. Rose respondeu algo que tornava o Ginno também um assistido. Não memorizei suas palavras. Mas pode ser (com prejuízo do real) isso: ele será incorporado. E foi.

A EXCELÊNCIA EM EQUIPE - A partir daí, fui exposto a uma Brastemp; desde o atendimento (*call center*) no 0800, Alô Fauna, Equipes de Campo (médicos veterinários e biólogos), equipes nos procedimentos médicos (assistência e cirurgia), administrativo e segurança (portaria) do HVCV) e, pela idade imaginada, estagiários. Isso tanto nos dias de semana quanto sábados, domingos e feriados.

Comecei, também, a ser provocado pela qualidade em itens mais básicos da gestão: confirmação de horários do primeiro contato os animais; retirada; devolução; retorno; etc.

Estava explícita, diante do gigantismo do Grupo Vale uma excepcionalidade. Não tive dúvida: o conjunto da gestão 0800-Alô Fauna-HVCV-Amplô era, sim, um ponto fora da curva. Carregando uma EXCELÊNCIA com sobras.

Imaginei, com meus botões: com 10% dessa prática uniformizada pulverizada nas demais frentes, em Brumadinho, no pós-25 de janeiro de 2019, a Vale teria encurtado muitas distâncias – ganho tempo e reduzido exposições negativas – menos atritos e desgastes. Isso seria positivo. Minimizaria um permanente, mais clima pesado que seus comboios de minério de ferro. Perante a opinião pública, críticas à companhia puxam holofotes.

– Vale assassina! Este grito, até baixinho, será sempre longo. E, se nada mudar, por algum tempo, continuará ofuscando pontos positivos da empresa (sem entrar no mérito da questão 25/01/2019), principalmente no interior dos limites de origem e dos incorporados pelas circunstâncias.

E eu não identificava nas equipes afins Alô Fauna-HVCV o menor esforço pela reinvenção de roda. Não me interessou, também, saber se, na Amplô ou na Vale, colocaram as teorias CANVAS de cabeça para baixo, deitado, de lado... Ou até se jogaram fora, em troca de uma gestão pelo óbvio: elementar, mas objetiva e de resultados práticos.

Os três animais foram avaliados, passaram por coleta de material para exames laboratoriais, avaliações de riscos cirúrgicos etc. O Ginno (ou Dino) também foi microchipado. E dedurado (rsrsr) em seu Atestado de Alta: “... é pouco colaborativo, e não aceita medicação em patê. Mais cristalina das verdades.

Saliento que todas as ações foram sempre programadas, informadas com clareza e brevidade; dado conhecimento prévio, principalmente nas alterações; visitas aos animais (com informações dos médicos-veterinários - também por telefone) responsáveis; documentos pré e pós-operatórios e receitas (lidos, explicados em detalhes e entregues); ... Eis, portanto, uma ilha de EXCELÊNCIA dentro desse gigante Vale S.A. Com méritos excedentes para figurar em relatórios (auditados ou não) institucionais da companhia.

NOTA DE 1 A 5 NÃO SERVE - Eu não me conformava que tamanha EXCELÊNCIA fosse resumida à “avaliação” eletrônica do atendimento, no 0800 (e apenas aquele atendimento), apertando de 1 a 5 no teclado. Aquilo não traduzia meu sentimento. Satisfação da minha família. E tudo que agregava de valor.

Em um dos contatos com a Rose, expus, portanto, minha contrariedade, a de parar num robô que apenas registra de 1 a 5. Uma máquina virtual desalmada, desprovida de sentimentos!

Eu queria registrar, agradecer às pessoas, falar aos humanos. E perguntei se havia um e-mail para tal. É claro que tenho dezenas de e-mails dentro da Vale. E poderia fazê-lo, até com o RI - Relações com Investidores. Contudo, não queria esnobismos. Era o suficiente tratar entre partes do ambiente. “(Faça o registro) Quando a atendente perguntar se deseja algo mais. Diga que sim”, orientou a Rose.

Obs.: você notou que citei a Rose com frequência. Motivo: funcionou como importante elo das partes relacionadas.

ELOGIO QUASE FICOU FORA - Dito e feito. Em um agendamento de visita à Frigga, solicitei, ao final, o registro escrito: desde o atendimento ao telefone 0800 e toda a cadeia do serviço HVCV. Só que, em todos os contatos, me deparei com superações. Então, em outra demanda, solicitei à atendente, dentro do possível, texto mais longo. Manifestei que, a partir dela, os serviços era uma ilha EXCELÊNCIA dentro da Vale. Ela disse que iria redigir, pediu que eu aguardasse na linha, pois, leria para mim. Só que omitira o que mais eu desejava: “EXCELÊNCIA”. A moça pareceu sem jeito escrever um reconhecimento, sendo ela parte dele. Um elogio, simples. Pedi que, mesmo sendo aquela conversa gravada, que escrevesse. Fui atendido. Agradei. Ela também.

Na segunda visita ao HVCV, fui surpreendido: se desejasse, poderia retornar com a Frigga. Estava de alta! Achei excelente, pois, faria uma surpresa em casa. Desta vez, fui recepcionado pelo diretor, o biólogo Felipe Carvalho Souza Pinto (Vale) e com o Responsável (Amplio), o médico-veterinário Abílio Domingos. Relataram que as equipes ficaram satisfeitas e gratas com meu gesto. Imagino, sim, que um reconhecimento externo não seja comum no atendimento direto para um público com opinião negativa formada (e pronta para saltar) à imagem da Vale.

Tenho a certeza de que não fiz nada de excepcional. Mas, claro, a Vale pode fazer isso (e todos os dias) com todos os times que se agrupam no giro de sua enorme engrenagem, no país e exterior.

AGRADECIMENTO - Foram muitos os profissionais somando nessa avaliação. Não me lembrarei de todos, pois, são tantos. Todos, valores intangíveis na sustentação da Vale. Assim como outros milhares de funcionários da companhia e profissionais indiretos. Conheci, portanto, mais um coletivo aguerrido. Talvez, nunca visto nem tocado por acionistas nem pelo público da companhia. Mas, não tenho dúvidas quanto a EXCELÊNCIA da cadeia 0800-Alô Fauna-HVCV.

Obrigado Marcelo, Lucas, Renato, Daniele, Débora, Rose, Airton, Abílio, Rayane, Caroline, Victória, Ana Carolina, Ana Paula, Suzi, Rafael, Mateus, Samueli, Jéssica, Bárbara, Daniela, Michael, Arthur, Rafael, Carla,... Os citados simbolizam meu propósito de chegar aos não nominados. Principalmente naqueles que não tive contato algum, mas que, igualmente, são importantes no contexto!

Nairo Alméri